

МОЛОДЕЖНЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ

МАТЕРИАЛЫ
71-Й НАУЧНОЙ
СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ЧАСТЬ I

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент научно-технологической политики и образования

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»

МОЛОДЕЖНЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ

МАТЕРИАЛЫ
71-Й НАУЧНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ЧАСТЬ I

Воронеж
2020

Печатается по решению научно-технического совета Воронежского государственного аграрного университета

УДК 631+632+633
ББК 40.3+41+44
М 754

М 754 Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 71-й студенческой научной конференции. – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – 671 с.

С февраля по июнь 2020 г. в Воронежском госагроуниверситете прошла 71-я студенческая научная конференция по актуальным проблемам АПК в области экономики, агрономии, агрохимии, экологии, землеустройства, механизации, зооинженерии, ветеринарии, технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

В сборнике материалов конференции опубликованы результаты студенческих научно-исследовательских работ по вопросам выращивания основных продовольственных полевых и плодовых сельскохозяйственных культур. Исследованы направления стабилизации аграрного производства на основе повышения эффективности управления и финансовой устойчивости предприятий, снижения себестоимости производства различных сельскохозяйственных культур с использованием современных моделей и статистических методов на основе прогноза урожая и динамики развития предприятий АПК, изучены процессы интеграции и кооперации сельскохозяйственных товаропроизводителей, предложены меры по обеспечению продовольственной безопасности страны.

ISBN 978-5-7267-1125-6
ISBN 978-5-7267-1126-3 (ч. 1)

Редакционная коллегия:
В.И. Оробинский, В.Г. Козлов, В.Н. Образцов

ISBN 978-5-7267-1125-6
ISBN 978-5-7267-1126-3 (ч. 1)

© Коллектив авторов, 2020
© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Д.Ю. Мочалов, В.И. Панин, П.С. Востриков
НАДЕЖНОСТЬ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ 14
К.А. Ураимжанова, В.С. Воищев
К 75-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ СОВЕТСКОГО НАРОДА НАД НЕМЕЦКО-ФАШИСТСКИМИ ЗАХВАТЧИКАМИ И ИХ САТЕЛЛИТАМИ: Сыновья Киргизстана – Герои Советского Союза 19
И.В. Ковалев, С.В. Кузьменко
СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА..... 24
И.В. Лобов, П.С. Востриков
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ..... 32
Д.Г. Тертерашвили, В.А. Черников
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДОВ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ОПТИКЕ 37
П.В. Тихомиров, В.В. Никитин, С.Ю. Саблин, Д.Е. Болтнев, М.В. Мацнев,
А.О. Боровлев, В.Ю. Букреев
УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ 41
П.А. Деев, Н.А. Мазуха
ЗАЩИТА ВОДОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ..... 50
В.И. Панин, Д.Ю. Мочалов, П.С. Востриков
КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ 55
Р.С. Потапов, В.Д. Бурдыкин
ДВИГАТЕЛИ С РАЗЛИЧНЫМИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ СХЕМАМИ 60
Д.А. Труфанов, Н.В. Прибылова
БЕСКОНТАКТНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ 67
Ю.П. Фролова, О.Г. Швачкина, Н.В. Прибылова
ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ..... 71
А.Е. Шаповалов, Н.В. Прибылова
АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ 75

П.В. Тихомиров, В.В. Никитин, С.Ю. Саблин, Д.Е. Болтнев,
М.В. Мацнев, А.О. Боровлев, В.Ю. Букреев

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ С АНТИФРИКЦИОННЫМ СМАЗОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ 80

П.В. Тихомиров, В.В. Никитин, С.Ю. Саблин, Д.Е. Болтнев,
М.В. Мацнев, А.О. Боровлев, В.Ю. Букреев

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ ВЫБОР 89

В.В. Русалимчик, А.А. Заболотная

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ДЕТАЛЕЙ И ИХ УСТРАНЕНИЕ 105

К.А. Грачёв, В.Г. Козлов

СТУПЕНЧАТОЕ КОМБИНИРОВАННОЕСВЕРЛО, ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ..... 110

К.Е. Корольков, Т.В. Тришина

ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ 116

Д.А Паршин, Р.С Потапов, В.В Шередекин

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МЕХАНИЗМОВ..... 119

А.А Котенко, С.Ю. Зобов

КОМПЛЕКСНАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ПУТЬ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИЗДЕРЖЕК 126

Р.С. Потапов, Д.А. Паршин, А.А. Заболотная

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ 130

Д.С. Бирюков, А.А. Заболотная

ПРОЦЕСС КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПРОИЗВОДСТВА 135

И.А. Жуков, Р.С. Потапов, В.В. Шередекин

ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ 139

П.В. Тихомиров, В.В. Никитин, С.Ю. Саблин, В.Ю. Букреев,
Д.Е. Болтнев, М.В. Мацнев, А.О. Боровлев

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА ВОДИТЕЛЬ-АВТОМОБИЛЬ-ДОРОГА-СРЕДА 144

В.В. Кочергин, А.Д. Головин, И.А. Пожидаев, Д.А. Михайленко, Д.А. Мирошник

ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ 151

И.А. Пожидаев, Д.А. Михайленко, Д.А. Мирошник, А.Д. Головин, В.В. Кочергин, А.А. Заболотная

ГИДРОАБРАЗИВНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА 157

А.Д. Головин, В.В. Кочергин, И.А. Пожидаев, Д.А. Михайленко, Д.А. Мирошник, Д.С. Сиволапов

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛОВ 163

С.А. Комиссаров, В.Г. Козлов

МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА С ПОМОЩЬЮ ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ 169

С.А. Литовкин, П.О. Гуков

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ПИТАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,38 кВ 174

Н. В. Скляров, А.И. Королев

ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОИНЖЕНЕРИИ 180

А.А. Плешков, Т.В. Тришина

ОЧИСТКА И СОРТИРОВКА ЗЕРНА С ПОМОЩЬЮ ФОТОСЕПАРАТОРА 183

Д.С. Ковалевский, М.Н. Грубый, Л.И. Федулова

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ 189

Е.А. Кондобарова, М.С. Гурова

ПОВЫШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ 192

О.А. Кузовлев

МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА С ПОМОЩЬЮ ГИЛЬОТИНЫ И КРИВОШИПНЫХ НОЖНИЦ 197

Д.П. Тарасенко, И.В. Баскаков, А.М. Гиевский

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНА 203

В.Н. Федоринов, А.С. Корнев

КОНУСНЫЙ ЗАГРУЗЧИК ЗСНСР-25-01, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ. 207

М.О. Ермолаев, В.Г. Козлов
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ 212
И.С. Баринов, М.С. Соломатин
ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДА ВОЕННОГО ВУЗА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ..... 217
Г.Я. Белановский, А.М. Терновых, В.В. Емцев
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН..... 222
С.О. Мякишев, А.В. Божко
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-33086 ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ ТРАНСМИССИИ 227
Ю.В. Буряк, В.Ю. Чёнгин
РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ 231
В.В. Жемчужников, В.А. Следченко
АНАЛИЗ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ 234
Д. С. Косачев, А.А. Заболотная
ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ..... 238
А.Р. Глушанков, А.Н. Кузнецов
ПРИНЦИП РАБОТЫ И РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЯ ВАНКЕЛЯ..... 244
А.Р. Глушанков, Д.Н. Задорожний, С.Ю. Зобов
РАСЧЁТЫ ПРИ ВНЕЦЕНТРЕННОМ РАСТЯЖЕНИИ (СЖАТИИ) 248
А.Р. Глушанков, А.В. Машина, А.Н. Ларионов
ТЕОРИЯ СТРИМЕРНОГО ПРОБОЯ ГАЗОВ 253
А.С. Гриднев, В.П. Шацкий
О ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЯХ РЕШЕТНЫХ СТАНОВ 258
А.А. Герасименко, И.В. Гриднева
МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП 262
Д.А. Милородов, И.В. Гриднева
ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ 266
В.Л. Савченко, И.В. Гриднева
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛАСТИЧНОСТИ ФУНКЦИИ В ЭКОНОМИКЕ 269

В.О. Емашов
ПРИНЦИПЫ ГУМАНИЗМА В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ А. В. СУВОРОВА «НАУКА ПОБЕЖДАТЬ» 272
Д.К. Емельянов, А.Е. Попов
О ВОПРОСЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ .. 277
С.В. Хляка, О.А. Колпакова, А.Е. Рыжкова, Д.А. Пищаков, В.Г. Козлов
ИОННО-ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ 279
И.А. Жуков, М.А. Панферов, Р.А. Дружинин
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ 283
И.А. Канцеляристов, А.Н. Ларионов
МНОГОКРАТНЫЕ ОТРАЖЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ЛИНИИ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ 288
П.Ю. Аксенов, Д.С. Сиволапов, А.А. Заболотная
КИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА 292
Е.Ю. Бакуменко, Н.П. Колесников
КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕРЬ НЕФТЕРОДУКТОВ ПРИ ТРАНСПОРТНЫХ, НЕФТЕСКЛАДСКИХ И ЗАПРАВОЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ 298
Л.В. Ковтуненко, В.Н. Машин
К ВОПРОСУ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ СТАНОВЛЕНИИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ В ПЕРИОД ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ 301
О.А. Колпакова, А.Е. Рыжкова, В.В. Черникова, С.В. Хляка, В.Г. Козлов
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ВЗРЫВОМ 304
Д. А. Михайленко, Д. А. Мирошник, И. А. Пожидаев, А. Д. Головин, В. В. Кочергин, В.Г. Козлов
КОМБИНИРОВАННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ 309
И.Л. Даньчин, А.А. Заболотная
КОМБИНИРОВАННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ НА ПРИМЕРЕ СТУПЕНЧАТОГО ЗЕНКЕРА 314
А.В. Котенёв, И.А. Канцеляристов, Н.Н. Ларионова
УПРУГИЕ СВОЙСТВА МЕЗОФАЗЫ 319
А.В. Котенёв, А.В. Машина, А.Н. Ларионов
ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНИЯХ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ 324

В.В. Машин, А.В. Крисилов
АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ 329
М.Н. Родина, Е.В. Козлова
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 332
Д.С. Литашин, Д.А. Подорванов, А.Н. Ларионов
ПАДЕНИЕ ВОЛНЫ НА УЗЛОВУЮ ТОЧКУ, СОПРЯГАЮЩУЮ ДВЕ И НЕСКОЛЬКО ЛИНИЙ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ 334
А.В. Машина, В.А. Машин
ИНФОРМАЦИОННО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛИЧНОСТИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ 339
Д.Б. Болотов, В.Ю. Кирмасов, А.С. Корнев
МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРУДА В РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ 343
В.В. Чистяков, В.Г. Козлов
МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН 348
В.С. Михайлов, В.Ю. Чёнгин, А.Н. Ларионов
РАСЧЁТ ШАГОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОДИНОЧНОГО ШАРОВОГО ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ 353
С.В. Хляка, О.А. Колпакова, А.Е. Рыжкова
МОНТАЖ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК 357
Н. А. Тройных, А. А. Ряховский, А. Ю. Однодворцев, В.Г. Козлов
НАЗНАЧЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТЯЖЕК 361
Н.Э. Некрасов, А.Д. Бульба, С.Д. Винокуров, В.Д. Винокуров
АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ 366
А.Г. Воронков, Д.И. Голиков, В.В. Чистяков, И.А. Пожидаев, Д.А. Мирошник, О.И. Поливаев
О ВЛИЯНИИ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ МАХОВИКА ДВИГАТЕЛЯ НА РАЗГОННЫЕ КАЧЕСТВА ТРАКТОРА 372
А.Ю. Однодворцев, О.А. Федотова
РЫНОК ЗЕМЛИ. СУЩНОСТЬ РЕНТЫ, ЕЕ ВИДЫ И ПРОБЛЕМА ЗЕМЕЛЬНОГО НАЛОГА 375

О.Г. Окишева, В.П. Шацкий
ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ В ПАКЕТЕ «MAPLE» 379
И.А. Канцеляристов, А.В. Котенев, Л.И. Федулова
ОСНОВЫ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ 383
П.Н. Завалин, Д. Б. Болотов, О.И. Поливаев
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ АМОРТИЗАЦИОННО-НАТЯЖНЫХ УСТРОЙСТВ ЗАРУБЕЖНЫХ ТРАКТОРОВ 386
А.М. Коротнев, В.Г. Козлов
РЕЗКА МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПЛАЗМООБРАЗУЮЩЕЙ СМЕСИ ГАЗОВ 389
А.А.Плешков, П.С. Востриков
ОЧИСТКА И СОРТИРОВКА ЗЕРНА С ПОМОЩЬЮ ФОТОСЕПАРАТОРА 394
Д. А. Мирошник, Д. А. Михайленко, И. А. Пожидаев, А. Д. Головин, В. В. Кочергин, А.А. Заболотная
ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ 401
А.А. Плешков, П.С. Востриков
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ 406
Д. Б. Болотов, П.Н. Завалин, О.И. Поливаев
СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОДВЕСОК ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ 411
А.И. Подколзин, И.В. Баскаков, А.Н. Кузнецов
РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ 415
Д.А. Подорванов, Д.С. Литашин, А. Н. Ларионов
ПАДЕНИЕ БЕСКОНЕЧНО ДЛИННОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ВОЛНЫ НА УЗЛОВУЮ ТОЧКУ ЛИНИИ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАИМ 420
А.Ю. Попова, А.Е. Попов
О ВОПРОСЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЛИЯНИЯ ВОЗРАСТА ПЕРВОГО ОТЕЛА НА МАССУ ТЕЛЯТ ПРИ РОЖДЕНИИ 425
С.П. Шаталова, И.В. Попов
НОВАЯ НЕЙРОМЕХАНИКА КАК ФИЗИКА ДВИЖЕНИЯ ЖИВОТНЫХ 427

М.С. Донец, И.В. Попов
ДВИЖЕНИЕ ЖИВОТНЫХ: ПРОСТЫЕ МОДЕЛИ, ВАЖНЫЕ ИДЕИ..... 432
А.А.Котенко, В.П.Сычёв, Р.А. Дружинин
ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ..... 436
А. А. Ряховский, Н. А. Тройных, В. В. Черникова, В.Г. Козлов
СВАРКА ВЗРЫВОМ В МЕТАЛЛУРГИИ..... 440
И.А. Канцеляристов, С.А. Афонин, О.М. Костиков
СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ВАРИАТОРА..... 444
Д.Ю. Терехов, О.И. Поливает, А.Н. Кузнецов
КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА..... 450
Д.П. Зимин, А.С. Зуев
СТАНКИ УНИКАЛЬНОГО КЛАССА И ИХ ИСТОРИЯ 453
В.В. Юрьев, А.А. Зуев, Е.А. Извеков
ОПТИМИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ..... 459
И.Ю. Старчиков, О.Р. Кичигин, В.Н. Колпачев
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В АГРОПРОИЗВОДСТВЕ 464
И.Ю.Старчиков, А.Р. Глушанков, В.Н. Колпачев
УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ 466
А.Ю. Однодворцев, Д. Ю. Медведев, В.Н. Колпачев
МОДЕЛЬ ДОСТОВЕРНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ 473
А.Р. Глушанков, А.Ю. Однодворцев, В.Н. Колпачев
КОНФЛИКТ И РИСК В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ..... 480
Д. Ю. Медведев, В. Н. Колпачев
МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ..... 482
Ю.А. Шарова, А.Е.Рыжкова, В.Г. Козлов
ОБЗОР УНИВЕРСАЛЬНЫХ СТАНКОВ С ПРОГРАММНО-ЧИСЛОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ 484
А.Е. Новиков, Ю.В. Дьяченко, В.В. Шередекин
СИСТЕМА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА..... 489
А.Е. Новиков, Ю.В. Дьяченко, В.В. Шередекин
СПОСОБ ПОВОРОТА ТРАКТОРА СО ВСЕМИ УПРАВЛЯЕМЫМИ КОЛЕСАМИ..... 494

С.А. Вагин, Г.В. Парфенова
БОЕВОЙ ПУТЬ ЛЕТЧИЦЫ МАРИНЫ ЧЕЧНЕВОЙ 500
Ю.И. Солдатов, В.С. Воищев, Е.А. Шендриков
ГЕРОИ СОВЕТСКОГО СОЮЗА – ВЫПУСКНИКИ ВОРОНЕЖСКОГО СХИ..... 504
Ш.И. Начмудинзода, Д.Г. Козлов
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ТАДЖИКИСТАНА 516
П.Ю. Аксенов,С.З. Манойлина
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ 524
О.В. Костюков, С.З. Манойлина
КОНДИЦИОНЕР КАК ПЕРВАЯ ПРИЧИНА ЛЕТНИХ ПРОСТУДНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ 529
С.З. Абдуллаев, Е. Н. Карлова
ВОИНСКАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ВЫБОРА СТИЛЯ РУКОВОДСТВА ВОЕННОСЛУЖАЩИМИ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ..... 534
А.С.Гриднев, Е.А. Листров
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ MATHCAD ПРИ ДИНАМИИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ЧЕТЫРЁХКОМПОНЕНТНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 540
А.Ю. Однодворцев, Д.Ю. Медведев, А.Н. Беляев, В.В. Шередекин
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ МУФТ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ. 543
Р.Г. Неранов
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАВЕСНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ..... 548
А.Е. Рыжкова, О.А. Колпакова, С.В. Хляка, В.Г. Козлов
УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ..... 552
И.И. Потапов, П.О. Гуков
ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0,38 КВ..... 556
О.В. Костюков, С.З. Манойлин
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДУШНОЙ И ВОДЯНОЙ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ 561

И.К. Сапрыкин, А.Д. Бровченко, С.В. Кузьменко
СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ 567
Н.О. Раджабов, В.В. Василенко, С.В. Василенко
СИММЕТРИЧНЫЙ ПЛУГ – КОНСТРУКЦИЯ, ДОСТОИНСТВА, НЕДОСТАТКИ..... 574
С.В. Соломников, А.В. Сатышев, А.С. Ролдугин, О.М. Костиков
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСАМОКАТА К ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВАМ 579
И.Г. Бачурин, В.В. Василенко, С.В. Василенко
С ФЕРИЧЕСКИЕ ДИСКИ НА ПЛУГЕ УЛУЧШАЮТ ВСПАШКУ 582
В.Н. Федоринов, А.Д. Бровченко, С.В. Кузьменко
СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ 587
А.В. Сатышев, С.В. Соломников, А.С. Ролдугин, О.М. Костиков
ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБУСОВ В ГОРОДСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ..... 596
В.А. Черников, С.В. Соломников
СИСТЕМА ДЕАКТИВАЦИИ ЦИЛИНДРОВ НА ЧЕТЫРЕХЦИЛИНДРОВОМ ДВИГАТЕЛЕ..... 600
А.С. Гриднев, О.М. Примаков, Л.И. Федулова
ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА..... 604
Ю.П. Фролова, А.Е. Шаповалов, Н.А. Мазуха
СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ КРАН-БАЛКОЙ 608
В.Ю. Кирмасов, Д.Б. Болотов, А.С. Корнев
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СВАРЩИКА В РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ 610
А.С. Зуев, Д.П. Зимин, А.А. Заболотная
ТОЧНЫЕ СТАНКИ В ЧАСОВОМ ДЕЛЕ..... 616
Д.С. Умрихин, А.Ф. Панков, А.В. Можейко
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ МОДУЛЬНОЙ МОБИЛЬНОЙ МАСТЕРСКОЙ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ 622

А.С. Ролдугин, А.В. Сатышев, С.В. Соломников, О.М. Костиков
СИСТЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ 629
Ю.П. Фролова, С.А. Филонов
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАЩИТА АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПОЗИСТОРОВ 632
А.А. Харьков, А.А. Гулов
ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ 636
А.Г. Воронков, В.Г. Козлов
ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ 642
В.В. Черникова, О.А. Колпакова, А.А. Ряховский, В.А. Черников, В.Г. Козлов
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ 646
А.С. Гриднев, В.П. Шацкий
НАХОЖДЕНИЕ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ В ПАКЕТЕ «MAPLE» 653
С.Ю. Симонов, В.Г. Козлов
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ 656
Н. Якушев
ГОРЖУСЬ СВОИМИ ПРАДЕДАМИ – УЧАСТНИКАМИ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 662
И.С. Ярош, Д.В. Шатов, С.Д. Винокуров, В.Д. Винокуров
ПОВЫШЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ АЭРОДРОМНЫХ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ К ИОНИЗИРУЮЩЕМУ ИЗЛУЧЕНИЮ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБИД-КРЕМНИЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ 666

УДК 621.01

Д.Ю. Мочалов, студент
В.И. Панин, студент
П.С. Востриков, кандидат технических наук, доцент

НАДЕЖНОСТЬ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

В статье дано определение надежности и её составляющих, рассмотрены эксплуатационные и технологические факторы, влияющие на надежность и способы ее повышения в зависимости от вида факторов.

Надежность – это одно из важных свойств технического устройства, которое позволяет ему сохранять эксплуатационно-технические характеристики и безотказно функционировать при эксплуатации на протяжении всего установленного гарантийного срока [4].



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на надежность

На надежность технического оборудования оказывает влияние несколько разновидностей факторов: эксплуатационные, конструктивные и производственные (рис. 1).

Эксплуатационные факторы оказывают внешнее влияние на работу механизма в различных условиях и режимах, вне зависимости от технологии его производства.

По способу влияния на надежность эксплуатационные факторы классифицируются следующим образом:

- объективные (воздействие внешней среды) (рис. 2);
- субъективные (человеческий фактор).

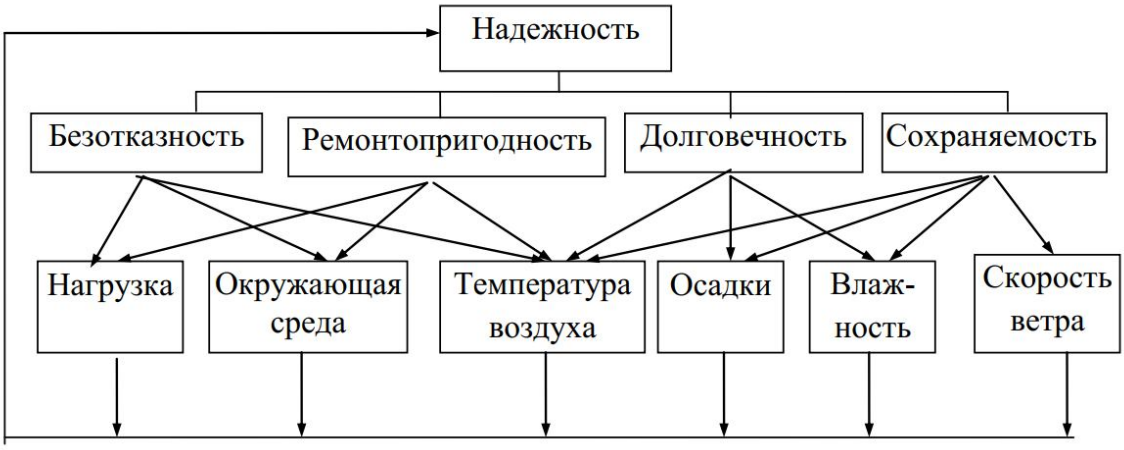


Рисунок 2 – Объективные эксплуатационные факторы

Объективные факторы можно разделить на внешние и внутренние.

- Внешние. Воздействия, возникающие от условий внешней среды в которых эксплуатируется механизм (температура, влажность, коррозия, , механические воздействия и т.д.).

- Внутренние. Все процессы возникающие в процессе эксплуатации механизма (естественное старения, износ).

Одним из важных эксплуатационных факторов виляющих на износ является режим работы (нагрузка), а именно,переменный режим работы, с большим количеством остановок, запусков, разгонов и замедлений приводит к преждевременному износу оборудования, поломке мелких деталей. Например, на автотранспорте износ тормозных колодок в гористой местности, где приходится постоянно притормаживать и резко поворачивать, может возрастать в восьмикратном объеме. На надежность автомобиля может оказывать влияние качество дорожного полотна, пересеченность местности, радиус поворотов и даже навыки вождения.

Очень большое значение имеет эксплуатация в неблагоприятных погодных условиях. Надежность техники сильно уменьшается при работе в пылевых или песчаных условиях (пустыни, степные зоны), в условиях высокой влажности, низких или очень высоких температур и т.д. Эксплуатация в таких «агрессивных» условиях ведет к повышенному расходу ГСМ, усилению коррозийных процессов и быстрому износу механизмов.

К объективным внутренним факторам можно отнести качество горюче-смазочных материалов. Качество ГСМ существенно влияет на долговечность и безотказность работы не только в период эксплуатации но и в период консервации. Недостаточно вязкое масло в условиях эксплуатации при низких температурах затрудняет поступление в узлы трения, увеличивается сопротивление (провертывание) коленчатого вала двигателя при пуске, что приводит к повышенному износу двигателя. Установлено, что один пуск холодного двигателя при низких температурах равен по степени износа десяткам километров пробега в нормальных условиях. А в условиях высоких

температур недостаточно вязкое масло не сможет обеспечить необходимую толщину масляного слоя. Высокая вязкость масла вызывает большие гидравлические потери в агрегатах трансмиссии и в условиях низких температур двигатель не запускается [4].

Большое влияние на надежность техники оказывают усталость и коррозия, которые могут быть как самостоятельными процессами старения, так и составляющими при изнашивании. Это процессы разрушения деталей под воздействием многократных повторяющихся переменных нагрузок, превышающих предел выносливости металла (усталостные трещины) или под воздействием физико-химического взаимодействия с агрессивной внешней средой (коррозия).

К субъективным эксплуатационных факторам следует отнести квалификацию обслуживающего персонала и уровень его организационно-технической квалификации, регистрацию и анализ сведений об отказах, порядок хранения и транспортировки.

Большое влияние на надежность технического устройства оказывает уход и техосмотр в процессе эксплуатации. Своевременный техосмотр, выявление легких дефектов и исправление незначительных нарушений в работе, использование средств предохраняющих износ деталей, поддержание в норме рабочих параметров – все это значительно повышает надежность работы технического оборудования. А недостаточный уход в процессе эксплуатации ведет к быстрому изнашиванию и отказе в работе и делает её небезопасной. Например, при несвоевременной регулировке тормозного механизма (колодок и тормозного барабана) автомобиля происходит увеличение зазора до 1.0 мм и увеличение тормозного пути автомобиля на 20%, что может быть опасным, особенно в зимний период.

Недостаточная корректировка углов схождения-развала колес или сниженное давление в шинах автотехники ведет к быстрому износу колес, повышает расход топлива и может привести к снижению устойчивости автомобиля на дороге, вплоть до потери управления. Несвоевременная замена масел или некачественное масло также приводит к ускоренному износу и отказу двигателя по причине заклинивания валов или слома зубьев шестерёнок.

Для этой цели имеет место рациональная и инновационная организация технического контроля качества: ультразвуковая, магнитная и гамма-дефектоскопия деталей [1, 2, 4, 6-10, 12-15]. В последнее время на производстве внедряются индуктивные дефектоскопы для объективного неразрушающего контроля деталей с использованием вихревых токов для проверки шатунов двигателей, шатунных болтов, валов коробки передач и рулевой сошки [5].

К производственным факторам, оказывающим влияние на надежность можно отнести технологию изготовления рабочих деталей [3, 5, 11, 14]. Каждая деталь должна быть изготовлена из материала оптимально подходящего для использования, и в процессе технологической обработки улучшенного физико-химического качества: хромирование, закалка

высокочастотными токами, цементация, азотирование, цианирование термообработка, антикорозийное покрытие и т.д. Значительное развитие получают прогрессивные методы заготовок и изготовление деталей: литье в оболочковые формы и по выплавляемым моделям, литье в постоянные формы, точная поковка и штамповка деталей, холодное выдавливание деталей, накатывание зубьев шестерен и др.

Конструктивные факторы, являются наиболее значимыми в плане надежности. Любой механизм это система с последовательным или параллельным соединением элементов, в которой отказ любого элемента является необходимым и достаточным условием отказа всего механизма. Поэтому чем проще конструкция и чем меньше элементов в ней задействовано – тем она надежнее.

Важными конструктивными факторами являются:

1) форма и размер деталей;

2) жесткость конструкции;

3) максимально точные соединения- жесткое соблюдение допусков и посадок в соединениях

Конструктивные и производственные факторы тесно взаимосвязаны между собой и могут рассматриваться как единое целое.

Конструктивные и объективные внешние эксплуатационные факторы также имеют тесную взаимосвязь. Темп и характер изнашивания двигателя во многом зависит от температурного режима. Для стабилизации температуры используют конструктивные особенности: термостаты с твердым наполнителем, регулируемые жалюзи на радиаторе, вентиляция картера, фильтры тонкой очистки масла, индивидуальные пусковые подогреватели для низких температур и т.д.

На основе вышеизложенного, мы можем определить три основных типа факторов, влияющих на надежность механизма: эксплуатационные, производственные и конструктивные факторы. На примере отдельных факторов мы доказали, что все они тесно взаимосвязаны между собой и соответственно подход к решению проблем повышения надежности должен быть комплексным и всеобъемлющим. Учет всех выше перечисленных факторов, позволит выявить наиболее значимые, влияющие на надежность в процессе эксплуатации. Такой подход определит направление исследований или проектных работ по повышению надежности и безотказности работы изделий.

Список литературы

1. Анализ методик выбора средств измерения при контроле линейных размеров шариковой втулки линейного перемещения / Т.В. Тришина [и др.] // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения: мат. межд. науч.-практ. конф., посвященной 115 годовщине со дня рождения проф. Харитончика Е.М.

(Россия, Воронеж, 6 апреля 2017 г.). Ч. II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 35-40.

2. Беляев, А.Н. Эквивалентная жесткость многоступенчатых зубчатых редукторов / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина. – Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). – С. 131-136.

3. Беляев, А.Н. Эквивалентная жесткость двухступенчатых зубчатых редукторов / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 9. – С. 11-13

4. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

5. Лободин, А.Ю. Направление повышения точности изготовления ответственных деталей / А.Ю. Лободин, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 69-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018.– Ч. I. – С. 103-105

6. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

7. Оплачко, А.Н. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

8. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

9. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

10. Самаркин, А.В. Аттестация и поверка средств измерения / Самаркин А.В., Т.В. Тришина, И.А. Тришина, А.Н. Беляев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – Ч. 1. – С. 9-11.

11. Свиридов, А.С. К вопросу точности изготовления техники сельскохозяйственного назначения / А.С. Свиридов, Т.В. Тришина, А.А. Заболотная // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. I.– С. 386-389.

12. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

13. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

14. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

15. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

УДК 94(575.2)”1941/1945”/095)

К.А. Ураимжанова, студентка,
В.С. Воищев, д.ф.-м.н., профессор

К 75-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ СОВЕТСКОГО НАРОДА НАД НЕМЕЦКО-ФАШИСТСКИМИ ЗАХВАТЧИКАМИ И ИХ САТЕЛЛИТАМИ: Сыновья Киргизстана – Герои Советского Союза

Герои Советского Союза, лучшие сыны киргизского народа. совершившие бессмерные подвиги на фронтах ВеликойОтечественной войны: Шопоков Дуйшенкул, Тулебердиев Чолпонбай, Асанов Даир Асанович.

Народ киргизской ССР воспринял нападение германских войск на СССР так, как будто фашистские полчища вторглись в Чуйскую или Ферганскую долины. В период с 1941 по 1945 гг. в Красной Армии боролись с фашистами более 360 тысяч лучших своих сыновей и дочерей киргизии. На фронтах Великой Отечественной войны киргизстанцы смело боролись с аккупантами, не жалея своей жизни. За мужество и героизм, проявленные в боях с немецко-фашистскими захватчиками 73 киргизстанца удостоены высшей награды – Золотой Звезды и звания Героя Советского Союза, 21 стал кавалером ордена Славы трех степеней, тысячи награждены боевыми орденами и медалями.

Перед гитлеровскими захватчиками стояла задача любыми путями к концу сорок первого года овладеть Москвой. Чтобы завладеть Москвой, нацистам оставалось преодолеть только один рубеж, расположенный возле железнодорожного разъезда Дубосеково. Враг рвался к Москве, но его план был сорван 316-я стрелковой дивизией, сформированной из граждан Киргизской ССР и Казахской ССР, под командованием депутата Верховного Совета Киргизской ССР, организатора этой дивизии генерал-майора И. В. Панфилова. Бойцы дивизии заняли позиции вдоль Волоколамского шоссе, приостановив наступление передовых соединений немецкой группы армий «Центр» к столице нашей многонациональной Родины - Москве в октябре и ноябре 1941 года.



В составе многонациональной группы истребителей танков 316-ой стрелковой дивизии участвовал славный сын киргизского народа красноармеец **Шопоков Дуйшенкул** 1913 года рождения. В 1938 году одним из первых среди комсомольцев Чуйской долины он был принят в ряды ВКП(б). В августе 1941 года он стал бойцом 316-й стрелковой дивизии. Бесстрашно сражался под Москвой в числе 28 панфиловцев, защищавших подступы к столице в районе Волоколамского шоссе отражая многочисленные атаки противника. В бою 16 ноября 1941 года совершил бессмертный подвиг при сдерживании натиска 50 вражеских танков у разъезда Дубосеково. Завязался жаркий бой. Враг не ожидал такого ожесточенного сопротивления. В атаку ринулись вражеские танки, за ними следовали автоматчики. Некоторым танкам удалось прорваться до окопов. Ни одна пуля Д. Шопокова не прошла мимо цели. Враг не ожидал такого ожесточенного сопротивления. Наползали на окопы вражеские танки.



Изготовившись, Д. Шапоков бросил под гусеницы связку гранат. Содрогнулась земля от грохота. Второй танк тоже завертелся волчком. Остальные пять повернули назад. Но с правого фланга появилась новая группа танков. Десять, пятнадцать, двадцать... Послышался хриплый голос политрука **Клочкова**: — Танков теперь больше, чем нас... ***Велика Россия, а отступать некуда. Позади Москва!*** [1,2].

Под командованием **Ивана Панфилова** 28 солдат на протяжении 4-х часов героически сражались в неравном бою с немцами. В этом бою было уничтожено 18 вражеских танков и более 80 фашистов. Данный подвиг вошёл в историю, как 28 героев-панфиловцев. В этом бою **Дуйшенкул Шопоков** пал смертью храбрых, бросившись со связкой гранат под танк.

18 ноября 1941 года за мужество и героизм 316 стрелковая дивизия получила почётное звание гвардейская, а 23 ноября 1941 года стала именной, дивизии присвоено имя командира И. В. Панфилова, погибшего в бою 18 ноября.

Панфиловцы погибли, но не пропустили врага. Им посмертно присвоено высокое звание Героя Советского Союза. Здесь у разъезда Дубосеково обрели свое бессмертие 28 гвардейцев-панфиловцев.



Народ Киргизстана свято чтит память о Герое. Его именем назван колхоз, где он работал, одна из центральных улиц города Фрунзе, школы, пионерские дружины, в селе Шалта Сокулукского района Киргизской ССР открыт мемориальный музей, в городе Фрунзе установлен бюст на Аллее Героев по проспекту «Молодая гвардия».

Киргизские юноши героически воевали на многих фронтах Великой Отечественной войны, в том числе, и на Воронежском фронте.

Тулебердиев Чолпонбай родился 13 апреля 1922 года в селе Чымгент (ныне село Чолпонбай Таласской области Кыргызской Республики) в крестьянской киргизской семье. В 1941 году, когда началась Великая Отечественная война, девятнадцатилетний Чолпонбай был призван в ряды Советской Красной Армии. Летом 1942 года 160 дивизия оборонялась на левом берегу Дона. В августе она должна была форсировать Дон занять оборону на правом берегу в близи деревень Урыв и Селявное. У деревни Селявное берег – это меловая гора. В районе села Селявное-Второе Лискинского района Воронежской области, в ночь на 6 августа 1942 года команда добровольцев из 11-и бойцов (разных национальностей, которые плечом к плечу защищали свою единую Советскую Родину), в том числе Ч. Тулебердиев, под сильным пулемётным и миномётным огнём, на лодке переправилась через реку Дон и стала подниматься по крутому обрыву на меловую гору. И вдруг из дота по ним ударил пулемет. Находясь на открытой местности, подойти ближе 30 метров к огневой точке противника команда не смогла. Уничтожить огневую точку вызвался Чолпонбай Тулебердиев. Ему удалось подползти к доту на расстояние 4-5 метров. Будучи раненным в правое плечо и израсходовав весь запас гранат, красноармеец, стрелок 363-го стрелкового полка 160-й стрелковой дивизии 67-й армии Воронежского фронта **Тулебердиев Чолпонбай** вскочил на ноги, рванулся к доту и грудью упал на огненную амбразуру дота и закрыл её своим телом, заставив замолчать вражеский пулемёт на несколько секунд. Этого небольшого времени хватило товарищам бойца для уничтожения пулемётного расчёта и последующего захвата стратегического плацдарма [2]. (*Чолпонбай Тулебердиев один из предшественников героя **Александра Матросова**, который совершил свой подвиг в 27 февраля 1943 года*).



Этот подвиг киргизского юноши обеспечил успех дивизии, которая перешла на правый берег Дона и несколько месяцев обороняла Урывский

плацдарм. Чолпонбай Тулебердиев стал первым Героем Советского Союза дивизии.

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 4 февраля 1943 года красноармейцу **Тулебердиеву Чолпонбаю** посмертно присвоено звание **Героя Советского Союза** и награжден **орденом Ленина.**



В память о земляке на родине героя создан музей. 7 мая 2007 года, на Аллее Героев города Лиски Воронежской области открыт бюст героя. Памятники герою установлены в Бишкеке, Селявном Втором и селе Кировское (тоже Воронежской области). Именем героя названы: родное село, улица в Бишкеке, школа в селе Селявном-2, школа № 2 в г. Нововоронеже, улица в городе Лиски Воронежской области.

На крутой меловой горе у Дона на месте гибели Героя Советского Союза Чолпонбая Тулебердиева на обелиске написаны слова:
«Подвигом своим ты обессмертил свой народ».

Многие прославленные воины киргизстана отдали свои жизни за свободу и независимость своей Родины – Союза Советских Социалистических Республик, многие вернулись с фронта домой на свою малую Родину и самоотверженно трудились на благо своего народа. К таким людям относится Герой Советского Союза Асанов Даир Асанович.



Асанов Даир Асанович – родился в обычной семье кыргыза 30-го мая 1922 года в селе Баш – Кайнды Ат- Башинского района Нарынской области. В составе действующей армии он находился с первых дней 1942 года. После призыва в армию он участвовал в самых ожесточенных боях, воевал на Юго-Западном, Донском, Сталинградском, Степном, 2-м Украинском фронтах в качестве наводчика и командира орудия. Боевое крещение принял в том же году, когда он из своего оружия прямой наводкой поджег вражеский танк, подавил пулеметную точку и уничтожил автомашину коварного врага с боеприпасами, за что был награжден медалью **«За боевые заслуги».**

По его словам на всю жизнь запомнилась мощная артиллерийская подготовка советских войск под Сталинградом на рассвете 26 сентября 1942 года, когда на головы гитлеровцев обрушился ураганный огонь сотен орудий и минометов. Его полку приходилось в открытом бою прямой наводкой вести огонь по танкам противника. В этих боях Даиру Асанову удалось огнем из своего орудия уничтожить четыре танка, шесть огневых точек, автоколонну в количестве пяти автомашин с боеприпасами и до 30 гитлеровцев. Он был дважды ранен, контужен, но остался в боевом строю. За проявленные мужество и отвагу в Сталинградской битве награжден орденами **Отечественной войны I степени** и **Красной Звезды.**

23 марта 1943 года на Украине Даир Асанов отличился в бою за деревню Пятницкое, в четырёх часовом не равном бою ему удалось подбить восемь танков, шесть бронемашин и сорок автоматчиков врага. За свою отвагу воин-артиллерист получил звание **Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая звезда»** за героизм, проявленный в бою.

После войны Даир Асанов женился на девушке Джамал. Вместе они вырастили четверых сыновей. В 1946 году окончил Ульяновское танковое училище, а в 1956 году - Военно-политическую академию имени Ленина. Служил в войсках. Основал в 1985 году и возглавлял до 1996 года Военную школу-интернат с усиленной военно-физкультурной подготовкой и углубленным изучением русского языка, был начальником Кыргызского государственного национального военного лицея (который сейчас носит его имя). В отставку вышел в 1994 году в звании генерал-майора.

Асанов награжден орденом Ленина, двумя орденами Отечественной войны I степени, тремя орденами Красной Звезды, орденом «Знак Почета», тремя медалями «За боевые заслуги», многими другими, а также наградами Болгарии. Ему неоднократно вручались Почетные грамоты Кыргызской Республики, командующих войсками Туркестанского и Среднеазиатского военных округов. За заслуги в пропаганде научных знаний и в военно-политическом воспитании трудящихся и молодежи награжден медалью имени выдающегося советского ученого академика Сергея Ивановича Вавилова, занесен в Книгу почета СССР и Кыргызской ССР [3,4,5].



Находясь на пенсии с 1997 года, Даир Асанов стремился внести достойный вклад в создание стройной государственной системы духовно-нравственного и гражданско-патриотического воспитания подрастающего поколения. Ушел из жизни Герой Советского Союза Даир Асанов на 88 году жизни 18 сентября 2009 года.

В честь генерал-майора Даира Асанова назван парк Победы в городе Бишкек, более известный как «Южный парк» или «Южные ворота» (по его географическому расположению и окрестному району). 8 мая 2012 года установлен памятник блокадникам Ленинграда. Зимой и летом парк наполнен посетителями, так как озеленение и чистый воздух привлекают многих горожан.

Также на стене дома по улице Тыныстанова № 64, в котором проживал Асанов, была установлена мемориальная доска. Кроме этого, в Кыргызском Национальном военном лицее был установлен ему памятник, открыт музей, где были выставлены его награды, ордена и фотографии из жизни Героя, с описанием его биографии и знаменательных эпизодов, периода прохождения военной службы и его семейный фотоальбом.

Даир Асанов - автор монографий «Военно-патриотическое воспитание молодежи» Фрунзе; «Ради жизни на земле» Бишкек, «Святой долг и призвание командира» Бишкек. Монография «Ради жизни на земле» была признана лучшей книгой 2004 года [6].

Он похоронен на Ала-Арчинском кладбище, где ему установлен памятник. Даир Асанов прожил не легкую жизнь, но полную ярких событий.

Народ свято чтит память о Герое. Его именем назван колхоз, где он работал, одна из центральных улиц города Фрунзе, школы, пионерские дружины, в селе Шалта Сокулукского района Киргизской ССР открыт мемориальный музей, в городе Фрунзе установлен бюст на Аллее Героев по проспекту «Молодая гвардия». Для кыргызстанцев Асанов Д.А. навсегда останется человеком-легендой.

Список литературы

1.В. Воропаева, Д. Джунушалиев, Г. Харченко. Краткий курс истории. Под ред. Профессора В. Плоских. Изд. Кыргызско-Российского Славянского университета, Бишкек, 2002, с. 104.

2. Герои Советского Союза: Краткий биографический словарь / Пред. ред. колегии И. Н. Шкадов. — М.: Воениздат, 1988. — Т. 2 /Любов — Ящук/. — 863 с. — 100 000 экз. — ISBN 5-203-00536-2.

3. Их подвиг будет жить в веках / под ред. А. Карыпкулова. — 1. — Фрунзе: Институт истории партии при ЦК Компартии Киргизии, 1985. — 322 с.

4. Санников В. В., Семенков В. Н. Герои Советского Союза — киргизстанцы. Фрунзе, 1963.

5. Наградные документы в электронном банке документов «Подвиг народа» (архивные материалы ЦАМО, ф. 33, оп. 690155, д. 6121, л. 49—51).

УДК 669.713.7

И.В. Ковалев, студент
С.В. Кузьменко, к.т.н., доцент

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье подробно описаны и рассмотрены факторы, влияющие на управление качеством в сельском хозяйстве, предложены современные методы контроля и управления на сельскохозяйственном предприятии.

Качество продукции является ведущим фактором конкурентоспособности продукции в частности и предприятия в целом.

Поэтому в современных системах менеджмента предприятий большая роль отводится управлению качеством продукции.

Сельское хозяйство имеет свои специфические особенности управления производством. Сельскохозяйственная технология производства напрямую зависит от природно-климатических, социально-экономических, географических и других факторов, и это существенно усложняет систему управления качеством продукции на предприятии [5, 11, 13, 15].

Основное влияние на сельскохозяйственное производство оказывает внешняя среда: климат, географическая расположенность, состав почвы, обеспечение природными ресурсами, экологическая обстановка местности и т.д.

Природные факторы, влияющие на безопасность и качество с.-х. продукции, можно представить в виде схемы (рис. 1).



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на управление качеством в сельском хозяйстве

К управляемым факторам можно отнести состав почвы, водные ресурсы. Для управления этими факторами служит мелиорация. Это комплекс специфических технологических мер по улучшению плодородия почвы, гидрологических и агроклиматических условий для культурно растениеводства с целью повышения и стабильности урожая.

К предсказуемым факторам относятся климатические факторы. Климат в определенных географических районах всегда относительно предсказуем. Мы можем примерно предсказать наступление «аграрной весны» или первых заморозков, основываясь на метеорологических данных,

и произвести примерное планирование севооборота, запуска производства животных, календарь прививок и т.д.

Непредсказуемые факторы (погодные температурные аномалии, наводнения, засухи, эпидемии и т.д.) являются самыми опасными для сельскохозяйственного процесса. Они наносят большой ущерб сельскому хозяйству. Борьба с их последствиями не всегда бывает успешной и может растягиваться на долгие годы. Главный метод борьбы с неуправляемыми факторами выведение устойчивых сортов растений и пород животных, использование защитных сооружений, разработка профилактических мероприятий. Более сложным решением является превращение непредсказуемых факторов в предсказуемые и учет возможных последствий.

Главной задачей управления факторами является:

- сведение к минимуму влияния непредсказуемых;
- своевременное прогнозирование и анализ предсказуемых;
- совершенствование управления управляемыми.

Продукция сельскохозяйственного предприятия тесно связана с имеющимися угодьями, климатическими и географическими особенностями занимаемой территории. Большую часть основных производственных ресурсов агропромышленного комплекса (АПК) занимают именно природные ресурсы: поля, леса, луга, пашни и т.д. Они являются базовыми ресурсами определяющими виды, объемы и качество производимой продукции [1, 3, 7, 12, 14, 17].

АПК в отличие от других типов производств занимает большие площади территории, что затрудняет организацию технологического процесса и контроля. Экономическую целесообразность производства того или иного вида продукции приходится учитывать с точки зрения логистики, близости к перерабатывающим предприятиям, социальной и экономической ситуации в регионе. Например, тонкорунное овцеводство наиболее экономически выгодное производство в горных районах, где благоприятный климат и условия для разведения овец, востребованность продукции в регионах для традиционных изделий, многовековая технология производства и переработки шерсти, и овечье руно не требует разработки постоянных логистических маршрутов. Молочное скотоводство, наоборот, тесно привязано к близкорасположенным перерабатывающим предприятиям и поэтому экономически целесообразно в районах с хорошей логистической сетью и доступностью.

Методы повышения качества сельхозпродукции часто связаны с рациональным использованием имеющихся природных ресурсов. Поэтому технология оптимизации производства также является элементом управления качеством [3, 8, 9, 14, 18].

Поэтому крайне важным, управления качеством продукции является мониторинг состояния производства. Постоянный анализ погодных условий, структуры и состояния почв, фитосанитарного и физиологического состояния посевов, иммунизация животных и профилактические

обследования, мониторинг запасов кормов, регулярный ТО техники и т.д. позволяют определять и своевременно устранять причины, ведущие к снижению качества продукции, и тем самым существенно улучшать экономическое состояние предприятий.

Рассмотрим сферы управления качеством в сельском хозяйстве (рис. 2). Главное сферой управления качеством производства сельскохозяйственной продукции является биологическая сфера, так как животные, растения, почва и прочие биологические ресурсы производства, являются непосредственным объектом технологического процесса. Качество аграрной продукции определяется в первую очередь ресурсами управления именно этим процессом с учетом физиологических интересов потребителей [4].

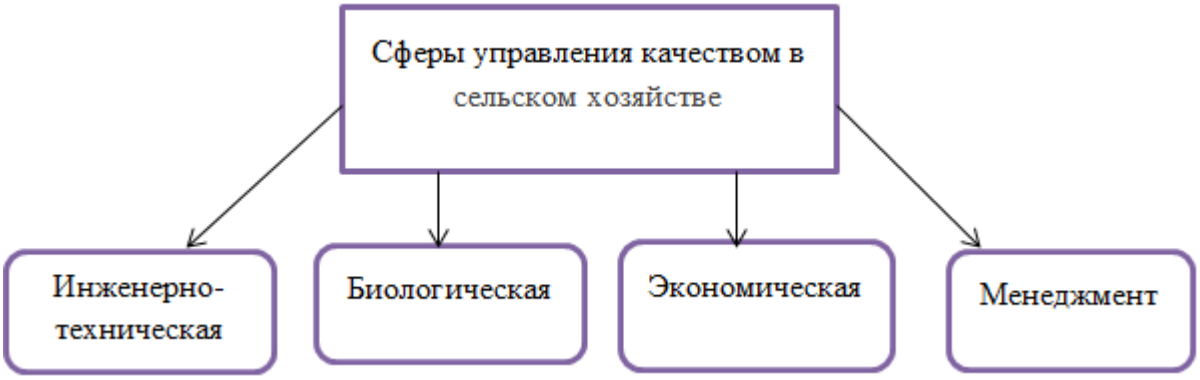


Рисунок 2 – Сферы управления качеством в сельском хозяйстве

Основными инструментами влияния на качество производимой продукции и услуг в этой сфере являются технологические методы, направленно действующие на растения, животных, среду их обитания (почва, микроклимат помещений и т. д.) и способствующие повышению качества продукции. Это может быть: использование средств интенсификации производства (направленная селекция, внесение удобрений, защита растений и животных от болезней и вредителей, мелиоративные процессы, регулирующие условия обитания и др.)

Основными инструментами повышения качества продукции в инженерно-технической сфере является:

- технический парк производства;
- автоматические и компьютерные технологии производства;
- грамотная эксплуатация техники;
- ТО повышению надежности и безотказности работы техники;
- логистика материально-технических и энергетических ресурсов;
- обслуживание технологических, транспортных, агрохимических, мелиоративных, технических и других процессов;
- энергетика.

Сфера экономического управления качеством включает в себя мотивационные рычаги по улучшению качества [2, 4, 6, 10, 16]. Они направлены на стимулирование и мотивацию персонала АПК и сельского

хозяйства на всех стадиях производственно-технологического процесса. Для этого можно применять инновационные автоматические производства, грамотный подбор и управление персоналом, качественную и безопасную организацию рабочего процесса и рабочих мест, обучение и подготовку специалистов, финансовую и социальную мотивацию персонала.

Менеджмент занимается вопросами гарантирования безопасности и высокого качества продукции, в соответствии с нормированием, стандартизацией и сертификацией продукции с обязательным контролем государственных надзорных органов.

Федеральный закон определяет порядок контроля качества продукции животноводства и растениеводства с помощью сертифицируемой системы. Основной контролирующий орган: ветеринарно-санитарная экспертиза определяющая качество, безопасность и пригодность сельхоз продукции для переработки в пищевой промышленности или реализации непосредственно на рынке.

Главной проблемой является задача количественной оценки качества, необходимой для принятия решений на всех стадиях производства продукции, ее стандартизации и сертификации. Оценка качества может рассматриваться как основа формирования механизма управления качеством продукции, а измерениями ее показателей занимается квалиметрия. Показатели качества определяются конкретными требованиями потребителя к характеристикам продукции. Квалиметрические методы оценки качества основаны на математической теории вероятности, математической и аналитической статистике, теории игр, теории массового обслуживания, линейного и векторного программирования, теории оптимального управления и теории случая. Одним из примеров квалиметрии является метод (Quality Function Deployment - QFD) построение «дома качества». Это технология развертывания функции качества в соответствии с предпочтениями потребителя или, проще говоря, структурирование качества продукции по функциональным параметрам.

Стандартизация как инструмент менеджмента управления качеством продукции это задокументированный комплекс обязательных норм, требований и правил к качеству продукции, подтвержденный законом и являющийся государственным стандартом качества. Номенклатура показателей качества однородной продукции устанавливается в государственных стандартах Системы показателей качества (СПК).Общепринятым документом, подтверждающим качество продукта, является сертификат – документ, который удостоверяет, что продукция соответствует определенному стандарту качества и безопасности или другому нормативно-техническому документу.

В настоящее время на территории РФ действуют следующие стандарты:

- государственные (ГОСТ) – для всех областей народного хозяйства действующих на территории РФ;

- отраслевые (ОСТ) – для предприятий и организаций определенной отрасли (пищевой промышленности, легкой промышленности, металлургии и т.д.);
- технические условия для отдельных предприятий (ТУ).

Каждый стандарт имеет личный номер с указанием года вступления в законную силу.

Каждый стандарт состоит из перечня апробированных элементов, обеспечивающих высокое качество продукции: экспертиза используемых в производстве материалов и ресурсов, операционный контроль технологического процесса, тестирование продукции, обучение и подготовка рабочего и обслуживающего персонала, техника безопасности технологического процесса, экологическая безопасность производства.

Современная система качества ГОСТ сельскохозяйственной продукции должна соответствовать международным стандартам ISO 22000:2005 «Система менеджмента безопасности продуктов питания. Требования к организациям цепи производства и поставки» – это мировая инновационная модель в области управления качеством пищевой продукции. Так как основу продукции АПК составляет сырье для пищевой промышленности

ISO 22000 был разработан для гармонизации требований к системам менеджмента (таким как ISO 9001) с принципами ХАССП. В своем составе стандарт объединяет ключевые элементы системы управления безопасностью продуктов питания – принципы ХАССП, системное управление, контроль опасностей продуктов питания, взаимодействие с поставщиками, потребителями, надзорными органами, непрерывное улучшение и совершенствование процессов [1].

Это дает возможность создать систему управления качеством и безопасностью продукции на любом этапе технологического процесса за счет документирования результатов контроля и мониторинга, чем существенно упрощает создание интегрированных систем менеджмента.

Соблюдение всех принципов ISO 2200 гарантирует на выходе производства получение высококачественной и безопасной продукции, удовлетворяющей всем запросам потребителя и нормативным требованиям.

Стандартизация и сертификация продукции повышает уровень удовлетворенности потребителей и их доверие к выпускаемой продукции. , что позволяет повысить имидж хозяйства и отношение потребителей к выпускаемой продукции.

Применительно к сельскому хозяйству очень важно определить в нормативном документе, каким требованиям должен соответствовать уровень качества продукции, выпускаемой конкретным предприятием с учетом всех факторов – погодных, географических, технологических, социальных и т.д.

Таким образом, современный подход к управлению системы качества для сельского хозяйства можно представить следующей схемой (рис. 3).

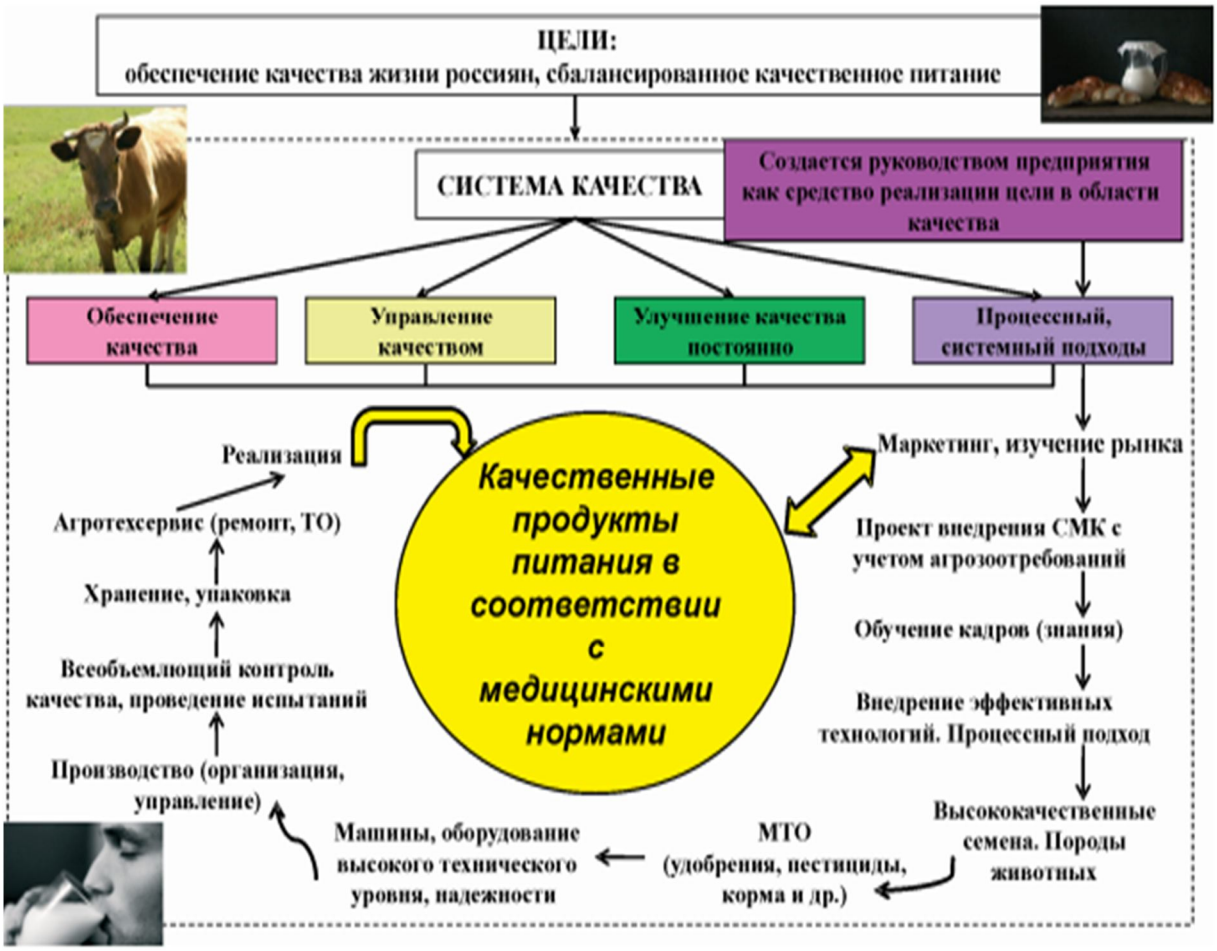


Рисунок 3 – Управление качеством применительно к сельскому хозяйству

Список литературы

1. Беляев, А.Н. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Беляев, А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

2. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

3. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

4. Науменко, В.С. Технология конструкционных материалов: учебное пособие/ В.С., Науменко, Тришина Т.В., Козлов В.Г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – 2017. – 307 с.

5. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] //

Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

6. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

7. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

8. Тришина Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, Т. В. Тришина// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.390.

9. Тришина Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар. заочн. научно-практич. конф.- «Техника и технологии - мост в будущее»/ ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 5. – 4.4. – С. 341-344.

10. Тришина Т.В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар. заочн. научно-практич. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 3. – 4.4. – С. 366-370.

11. Тришина, Т.В. Метрология стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т.В. Тришина, В.И. Трухачев, А.Н. Беляев. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 231 с.

12. Тришина Т.В. Металлорежущие станки: учебное пособие/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013.– 260 с.

13. Тришина Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины/ Т. В. Тришина, В.Г. Козлов В.И., Трухачев// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.388.

14. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

15. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар.

научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

16. Тришина Т.В. Совершенствование режущего инструмента для токарной обработки древесных материалов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.21.05)/ Татьяна Владимировна Тришина. –Воронеж, 1999. – 16 с.

17. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

18. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве: учебное пособие / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 669.713.7

И.В. Лобов, студент
П.С. Востриков, к.т.н., доцент

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ

В статье рассмотрены различные методы проведения измерений для оценки точности изготовления деталей. Были даны преимущества и недостатки методов измерений и их применение.

Любое техническое производство невозможно без проведения целого ряда различных измерений на всех этапах производства, начиная от проектировки и изготовления прототипа, до запуска детали в массовое производство, где измерения принимают другой характер и носят цель контроля качества [5, 11, 13, 15]. Существует множество измерительных приборов, чье основное назначение имеет схожий характер, однако, имеющих значительные различия в устройстве и точности проводимых испытаний. Причиной такого разнообразия измерительного инструмента служит необходимость производства в изготовлении деталей различной точности.

Так для снятия линейного размера детали можно использовать следующие, измерительные инструменты: линейка, штангенинструменты, микромеры и т.д. Однако все эти приборы имеют как разную точность, так и требуют различного мастерства оператора при использовании в зависимости от сложности своей конструкции. Также во всех этих приборах может различается принцип измерения, лежащий в их основе. Как и к требованиям к точности изготовления деталей, так и к самому методу проведения

исследований применяются определенные требования в зависимости от причины проведения исследования [1, 3, 7, 10, 12, 14, 16].

Для анализа использования методов измерений в производстве и сервисе деталей в сельском хозяйстве необходимо разобраться в их классификации [4, 6, 8, 9, 14]. Прежде всего, методы измерений подразделяются по принципу объекта взятия замеров (рис.). В первом случае мы можем непосредственно замерить интересующий нас параметр, что будет являться прямым методом измерений. В обратном случае проводится замер смежных или связанных величин для последующего вычисления интересующего нас параметра.

Во всех случаях, где это возможно применяются прямые методы измерений. Косвенные методы применяются лишь в тех случаях, когда невозможно провести замер искомой величины, или необходимо провести проверку этого размера на путем его вычисления через смежные размеры.

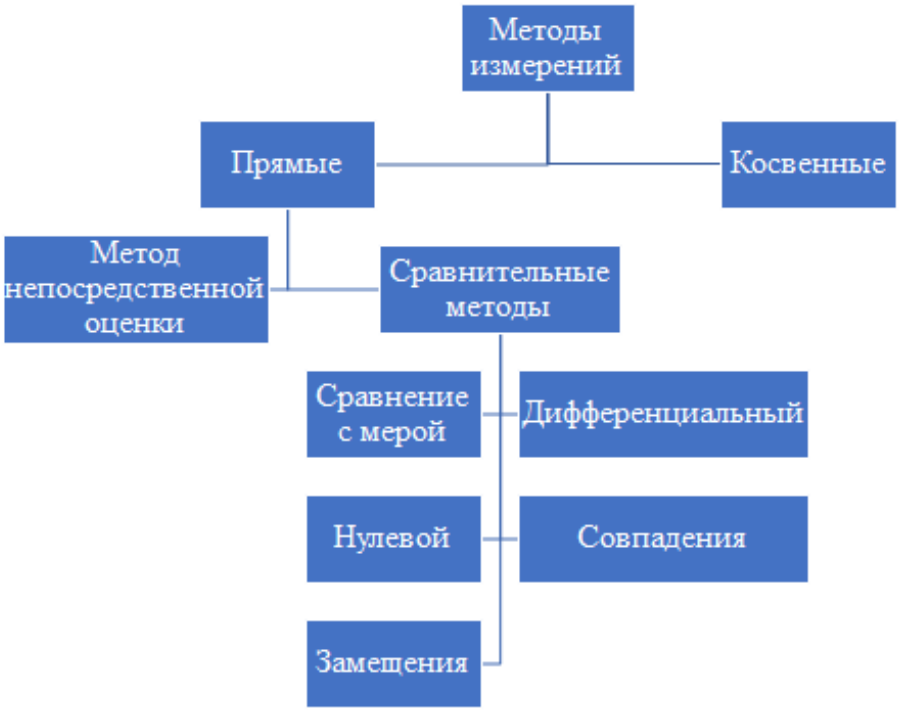


Рисунок - Методы измерений

В свою очередь прямые методы подразделяются на метод непосредственной оценки и группу сравнительных методов. При использовании метода непосредственной оценки параметр искомой величины определяется непосредственно по шкале (отсчетному устройству) прибора. В случае использования этого метода результатом замера будет являться искомая величина, считываемая с отсчетного устройства. К приборам, подходящим для проведения измерений этим методом, относится множество приборов, имеющих шкалу (отсчетное устройство). К таким приборам относятся штангенциркули, глубиномеры, угломеры и т.д. Эти инструменты нашли широкое применение в технических измерениях при техническом производстве, они позволяют при минимальных временных

затратах проводить технические измерения, отвечающие минимальным требованиям точности. Основным преимуществом этого метода является быстрота и простота проведения замеров, однако такой инструмент обладает ограниченной точностью.

К методам сравнения относятся все методы, где измеряемая величина сравнивается с идентичной величиной, воспроизведенной при помощи мер [1]. К этой группе методов относится дифференциальный метод, метод совпадения, нулевой метод и метод замещения. Эти методы являются более точными по сравнению с методом непосредственной оценки и позволяют проводить измерения с точностью до $1 \cdot 10^{-3}$ м. Однако, их главным недостатком является необходимость использования мер.

Дифференциальный метод характеризуется изменением разности размеров искомой величины и величины, составленной из мер. Основным достоинством этого метода является возможность получения результатов высокой точности при использовании относительно грубых инструментов измерения [2].

Этот метод получил наибольшее распространение на техническом производстве, так позволяет наиболее просто осуществлять контроль за качеством производимых деталей. Имея в наличии эталонную деталь или размер, составленный из блока концевых мер, можно осуществлять контроль точности производства, проводя измерение отклонений размеров производимых деталей от номинального размера эталонной детали.

Метод совпадений - метод сравнения с мерой, в котором значение измеряемой величины оценивают, используя совпадение ее с величиной, воспроизводимой мерой (т.е. с фиксированной отметкой на шкале физической величины).

Примером прибора, использующим совпадение отметок дополнительной шкалы для более точного определения размера, являются штангенинструменты с нониусом. Приборы, основанные на принципе интерференции и стробоскопического эффекта, работают по принципу совпадения сигналов [3].

Нулевой метод является производной дифференциального метода измерения. Однако, если в дифференциальном методе измерений измеряется отклонение измеряемой величины от размера, составленного из концевых мер, то в случае нулевого метода прибор фиксирует совпадение измеряемого размера и эталонного размера. Другими словами, при помощи блока концевых мер составляется размер, равный измеряемому.

Метод замещения — метод сравнения с мерой, в котором измеренную величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой. Метод замещения применяется при взвешивании с поочередным помещением измеряемой массы и гирь на одну и ту же чашу весов. Преимуществом этого метода является низкая степень погрешности. Недостаток – необходимость использования большого количества мер.

Таким образом применение того или иного метода измерений зависит от конкретных условий производства. Оценка годности деталей в условиях

массового или серийного производства осуществляется при помощи контроля деталей. Контроль осуществляется путем фиксирования факта попадания размера изготавливаемой детали в допустимые предельные размеры, т.е. попадание погрешности изготовления детали в пределы допуска [5]. Другими словами, в производстве удобнее использовать методы измерений, основанные не на определении точного размера, а на определении погрешности производства, что делает целесообразным применение дифференциального или нулевого метода измерений в условиях производства.

В мелкосерийном и домашнем производстве чаще всего применяется прямой метод измерений, в связи с отсутствием необходимости высокой точности замеров.

Метод замещения и сравнения с мерой более применим на исследовательском этапе производства, когда происходит отработка технического процесса и налаживание производства.

Таким образом, проанализировав выше сказанное необходимо подчеркнуть значение контроля на всем периоде эксплуатации деталей. При должном внимании к качеству измерительных средств мы сможем улучшить качество работы деталей, повысить точность измерений и тем самым обеспечить более высокое качество изготовления изделий. Конечно, хотелось бы, чтобы эти средства измерения были портативными и дешевыми, затем надежными и многофункциональными.

Список литературы

1. Беляев, А.Н.. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Беляев, А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

2. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

3. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

4. Науменко, В.С. Технология конструкционных материалов: учебное пособие/ В.С., Науменко, Тришина Т.В., Козлов В.Г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – 2017. – 307 с.

5. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной

научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

6. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

7. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

8. Тришина, Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. Конф. «Техника и технологии - мост в будущее»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 5. – 4.4. – С. 341-344.

9. Тришина, Т.В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар. заочн. научно-практич. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 3. – 4.4. – С. 366-370.

10. Тришина, Т.В. Метрология стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т.В. Тришина, В.И. Трухачев, А.Н. Беляев. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 231 с.

7. Тришина Т.В. Металлорежущие станки: учебное пособие/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов.– Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013.– 260 с.

11. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины/ Т. В. Тришина, В.Г. Козлов В.И., Трухачев// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.388.

12. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

13. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

14. Тришина, Т.В. Совершенствование режущего инструмента для токарной обработки древесных материалов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.21.05)/ Татьяна Владимировна Тришина. – Воронеж, 1999. – 16 с.

15. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

16. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве: учебное пособие / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 621.321

Д.Г. Тертерашвили, студент
В.А. Черников, к.т.н., доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДОВ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ОПТИКЕ

Рассмотрены конструктивные особенности, принцип работы, преимущества и недостатки светодиодного освещения автомобилей перед галогенными фарами, а также перспективы их использования.

В конце XX века человечество вступило в новую эру, где бурными темпами стала развиваться электроника. Она коснулась и автомобилестроения. Уже в конце 80-х годов все мировые производители стали широко внедрять электронные устройства, которые способствовали повышению уровня комфорта водителя и пассажиров, а также пассивной безопасности. На сегодняшний день эта тенденция сохраняется. В условиях, когда автомобилей становится всё больше, концерны разрабатывают транспортные средства, основными критериями которых становится безопасность, экономичность и экологичность. И это отражается на всех агрегатах – от двигателя и трансмиссии до тормозной системы и освещения. Благодаря использованию электронных компонентов взамен существующих механических устройств стало возможным существенно повысить эксплуатационные качества автомобиля, а также снизить энергопотребление от бортовой сети.

Автомобиль является средством повышенной опасности, поэтому для его обозначения на дорогах общего пользования, в том числе в темное время суток, применяют головное освещение, благодаря которому он заметен для других участников движения. Также это дает водителю больше времени для принятия решения и возможности среагировать и, соответственно, заблаговременно предупредить его и объект возможного столкновения (пешехода или водителя встречного или попутного автомобиля). Для повышения пассивной безопасности автопроизводители внедряют в свои транспортные средства новые системы или совершенствуют существующие. Улучшению подверглись фары головного освещения и задние фонари.

Взамен традиционных источников света, ламп накаливания, стали применяться ксеноновые лампы и светодиоды [2, 4].

Светодиод – это полупроводниковый прибор, в основе которого лежит электронно-дырочный переход. Световое излучение создается за счет пропускания через него электрического тока в прямом направлении, когда носители заряда – электроны и дырки – рекомбинируют с излучением фотонов (из-за перехода электронов с одного энергетического уровня на другой) [1].

Светодиоды обладают рядом преимуществ по сравнению с лампами накаливания:

1. Вибростойкость;
2. Долгий срок службы;
3. Быстрая скорость срабатывания;
4. Компактность;
5. Возможность излучать свет в любом видимом световом диапазоне;
6. Малое потребление тока.

На рисунках 1 и 2 представлены устройство и обозначение светодиода на электрических схемах.

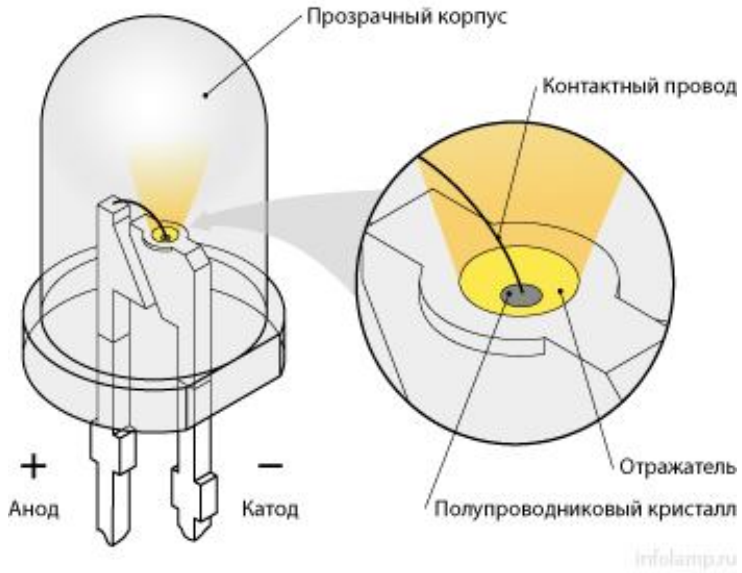


Рисунок 1. Устройство светодиода



Рисунок 2. Условное обозначение светодиода на электрическиъх схемах

Впервые светодиоды в автомобилестроении были применены в 1984 году на Chevrolet Corvette в качестве стоп-сигнала. Такое решение было принято в связи с тем, что, как было указано выше, данный полупроводниковый прибор имеет скорость срабатывания намного выше

обычных ламп накаливания. Выигрыш во времени составляет 0,2 с. При скорости 120 км/ч это даёт 0,53 м дополнительного тормозного пути для автомобилей, которые следуют позади. При прочих равных условиях это может сыграть главенствующую роль во избежание ДТП [2].

Во многих современных автомобилях сейчас устанавливают светодиодные лампы в стоп-сигналах. Применяются даже такие системы, где яркость светодиода зависит от давления тормозной жидкости в магистралях. Чем оно выше, тем ярче светит стоп-сигнал, или же он начинает моргать при резком нажатии на педаль тормоза или при заносе. Затем светодиоды стали устанавливать в качестве указателей поворота, дневных ходовых огней и фар ближнего и дальнего света. Лампы накаливания за 140 лет своего существования не претерпели никаких улучшений, в то время как технические характеристики светодиодов улучшается каждые 3 года, что сравнимо с темпами развития информационных технологий. Так же стоит отметить, что в лампах накаливания большая часть выделяемой лампочкой энергии идет в окружающую среду в виде теплоты (таблица 1). Соответственно их КПД очень низок по сравнению со светодиодами, у которых он составляет 22% [3].

Таблица 1 – Характеристики традиционных источников света

Тип	КПД, %	Светоотдача лм/Вт
Лампа накаливания 40 Вт	1,9	12,6
Лампа накаливания 60 Вт	2,1	14,5
Лампа накаливания 100 Вт	2,6	17,5
Галогенные лампы	2,3	16

С улучшением качества и совершенствования технологии производства светодиодов уменьшается и их стоимость. Однако, пока что, в силу их несовершенности, светодиоды собирают блоками из нескольких таких устройств. Такой способ производства обусловлен тем, что:

− отдельный светодиод на данный момент не так ярок, чтобы заменить лампу накаливания;

− угол излучения меньше, чем у лампы с нихромовой нитью (у лампы накаливания – 360°, у светодиода – 120°).

Поэтому для компенсации этих недостатков и применяют сборки из нескольких светодиодов. Еще одна особенность этого полупроводникового прибора – возможность излучать свет в видимом диапазоне электромагнитного спектра [3]. Чтобы можно было осуществить такую цветопередачу применяют следующее:

− связывают три различных светодиода, каждый из которых излучает зеленый, синий и красный цвета соответственно;

− производят один светодиод, в конструкции которого входят три различных вещества, излучающие зеленый, красный и синий цвета.

При изменении напряжения, приложенного к светодиодам, можно менять их цвет в зависимости от назначения устройства. Например, светодиодный узел может выполнять роль дневных ходовых огней, указателей поворота или же заднего хода. Также можно осуществить одновременное включение всех элементов светодиодного блока или последовательное (бегущий сигнал) для создания соответствующего сигнала, информирующего другие транспортные средства и пешеходов о том, что водитель собирается выполнить поворот, перестроение или обгон.



Рисунок 2. Устройство современной автомобильной фары со светодиодами

Также светодиоды имеют малые габариты, что дает возможность производить тонкие линии света, которые можно разместить практически в любом месте автомобиля, куда обычные лампы накаливания, в силу своих конструктивных особенностей, не поместятся (Рисунок 2). А их малое потребление тока не дает особой нагрузки на бортовую сеть автомобиля, что увеличению срока службы аккумулятора и возможности применения генератора меньшей мощности. Все это в комплексе способствует уменьшению расхода топлива [2].

В заключение стоит отметить, что за светодиодами будущее, так как благодаря улучшению освещенности дорожного полотна водитель способен быстрее обнаруживать препятствия на дороге и реагировать на изменение ситуации. Поэтому снижается вероятность возникновения ДТП. Также улучшается дизайн автомобиля, расширяются и возможности установки в существующую блок-фару дополнительного оборудования благодаря компактности перспективных источников света. Однако сейчас светодиодную оптику можно встретить только на дорогих автомобилях в силу ее относительной дороговизны.

Список литературы

1. Горбунова Е.В. Колориметрия источников излучения: Учебное пособие / Е.В. Горбунова, А.Н. Чертов. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 126 с.
2. Касаткин А.С. Электротехника: учебник для студентов неэлектротехнических специальностей вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – М.: Академия, 2008. – 540 с.
3. Современный справочник электрика / А.В. Суворин. – Изд. 3-е, стер. – Ростов н/Д: Феникс, 2012. – 510 с.
4. Автоматика / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, М.Ю. Еремин, И.И. Аксенов, Р.М. Панов. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – 231 с.

УДК 621.43.019

П.В. Тихомиров, экстерн
В.В. Никитин, экстерн
С.Ю. Саблин, экстерн
Д.Е. Болтнев, экстерн
М.В. Мацнев, экстерн
А.О. Боровлев, экстерн
В.Ю. Букреев, аспирант

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Статья посвящена улучшению эксплуатационных показателей автомобильной техники.

На современном этапе интенсивно происходит процесс освоения арктического региона. Анализ технической готовности автомобильной техники (АТ) в условиях арктического региона район Новая Земля, Архангельской области показывает, что автомобили КАМАЗ-5320, 4310, 43101, 43114, КАМАЗ- 4350, 5350, 53501, 6350, 63501, 6560, Урал-4320 с дизельными двигателями КАМАЗ V8 имеют средство облегчения пуска холодного двигателя в виде предпускового подогревателя, что обеспечивает их надёжный пуск с 2…3-х попыток в холодном состоянии при температуре только до минус 25 ºС.

Предпусковой подогреватель предназначен для нагрева жидкости в системе охлаждения и масла в картере двигателя перед его пуском в холодное время года. Подогреватель установлен под передней поперечине рамы автомобиля. Опыт эксплуатации такого предпускового подогревателя с форсуночным распылом топлива показывает, что при температуре

окружающего воздуха минус 35…50 ºС в его работе возникают следующие недостатки.

Распыливание топлива центробежной диафрагменной форсункой не обеспечивает, во-первых, его полное испарение и сгорание, что обуславливает относительно высокую токсичность выпускных газов (от 3 до 5 % по оксиду углерода), приводит к отложению сажи на внутренних труднодоступных поверхностях теплообменника и снижению их теплопроводимости. Это предопределяет пожароопасность (выброс искр) и сдерживает внедрение на таких подогревателях высокоэффективных теплообменников со сложной поверхностью теплообмена.

Во-вторых, распыливание топлива центробежной диафрагменной форсункой не обеспечивает возможность значительного уменьшения теплопроизводительности подогревателя, поскольку качество распыливания и распределения топлива по объёму камеры сгорания сильно зависят от расхода топлива его сорта (вязкости) и настроены на режим полной теплопроизводительности. Этот недостаток затрудняет реализацию на «форсуночных» подогревателях свойства многотопливности , а также «дежурного режима» для длительного поддержания силовой установки (СУ) в тёплом состоянии с работой горелки на малом режиме (от 20 до 25 % от полного).

Конструкция подогревателя не исключает вмешательство водителя в регулировку давления топливного насоса, с целью его увеличения. В результате избытка топлива и его неполного сгорания повышается до пожароопасного предела температура выпускных газов подогревателя, повышается их дымность и токсичность, происходит ускоренное закоксовывание газоходов теплообменника и выброс искр из выпускной трубы [1].

Таким образом, жидкостный подогреватель с форсуночными распылом топлива является эффективным техническим средством только для ускоренного предпускового подогрева перед пуском СУ АТ при отрицательной температуре окружающего воздуха, но не отвечает ГОСТ Р 54120-2010 современным требованиям к удобству управления, универсальности режимов его использования, ресурса, безопасности.

Следовательно существующий парк базовых шасси АТ по своим техническим характеристикам не в полной мере соответствует современным требованиям МО РФ и мало приспособлен к условиям эксплуатации в арктическом регионе.

Поэтому для решения этих проблем предлагается улучшать физико-химические свойства дизельного топлива залитого в штатный топливный бак предпускового подогревателя дизельных автомобилей с целью повышения качества распыливания и распределения топлива по объёму камеры сгорания, полноты сгорания топлива и как следствие снижение дымности и токсичности отработавших газов при котором происходит ускоренное закоксовывание газоходов предпускового подогревателя.

Одним из наиболее эффективных методов интенсификации химико-технологических процессов в жидкостях является кавитационное воздействие на дизельное топливо залитое в топливный бак. Кавитация представляет собой средство локальной концентрации энергии низкой плотности в высокую плотность энергии, связанную с пульсациями и захлопыванием кавитационных пузырьков. Этот процесс включает в себя 2 этапа: переход жидкости в парообразное состояние; конденсация пара.

Из источника [2] известно, что при кавитации температура внутри пузырьков может достигать 1500 °С. Следует также учитывать, что в растворённых в жидкости газах содержится в процентном отношении больше кислорода, чем в воздухе, и поэтому газы в пузырьках при кавитации химически более агрессивны, чем атмосферный воздух – вызывают быстрое окисление почти любой среды или материала.

В работе [3] представлена модель физико-химических процессов, происходящих в кавитационном пузырьке и прилегающем к нему объеме жидкости. В кавитационную полость могут проникать пары воды, газы, а также вещества с высокой упругостью пара и не могут проникать ионы или молекулы нелетучих растворенных веществ. Выделяющейся в процессе схлопывания пузырька энергии достаточно для возбуждения, ионизации и диссоциации молекул воды, газов и веществ с высокой упругостью пара внутри кавитационной полости. На этой стадии любой из присутствующих газов является активным компонентом, участвуя в передаче энергии возбуждения, перезарядке и других процессах. Действие звукового поля на вещества, проникающие в полость, является непосредственным, прямым, причем действие активных газов O_2, H_2 и N_2 в кавитационной полости двойственное: во-первых, O_2 и H_2 участвуют в реакциях трансформирования радикалов, а N_2 – в газовых химических реакциях, конечным результатом которых являются продукты фиксация азота.

При обработке топлива за счет интенсивных кавитационных процессов повышается степень дисперсности частиц остаточных фракций, разрушаются конгломераты продуктов полимеризации. Под воздействием кавитации в высоковязких топливах молекулы углеводородов расщепляются по С–С-связи на более легкие, и активные радикалы, обусловливающие улучшение основных качественных характеристик топлива: уменьшение вязкости в 4 и более раз, уменьшение плотности до 3 %, снижение температуры вспышки в среднем на 30 %, измельчение конгломератов остаточных фракций до фракции частиц 1…5 мкм [4], что актуально в условиях арктического региона.

В момент схлопывания кавитационных пузырьков (каверн) давление и температура газа локально могут достичь значительных величин (по расчетным данным до 100 МПа и до 10000 К соответственно). Кавитационное воздействие на топливо позволяет увеличить выход легколетучих фракций при атмосферной перегонке. Кавитация ускоряет диффузию нефти в полости парафина, интенсифицирует процесс его разрушения. Ускорение растворения парафина идет за счет интенсификации

перемешивания нефти на границе нефть-парафин и действия импульсов давления, которые как бы «разбрызгивают» частицы парафина. Кавитация разрывает углеродную цепочку, разрушая связи между атомами молекул, влияет на изменение структурной вязкости, то есть на временный разрыв связей, обусловленных силами ван-дер-ваальсовых дисперсных соединений. Под воздействием кавитации большой интенсивности на протяжении длительного времени нарушаются С–С-связи с деструкцией молекул парафиновых углеводородов, вследствие чего происходят изменения химического состава.

В процессе кавитационной обработки топлива энергия, выделяющаяся при схлопывании кавитационных пузырьков, расходуется на разрыв химических связей между атомами углеводородных радикалов молекул. Энергия диссоциации связи С–Н колеблется в зависимости от молекулярной массы и структуры молекулы в пределах 322…435 кДж/моль, энергия диссоциации связи С–С – 250…348 кДж/моль. При разрыве связи С–Н от углеводородной молекулы отрывается водород, при разрыве связи С–С углеводородная молекула разрывается на две преимущественно неравные части с образованием активных радикалов. При кавитационной обработке углеводородного топлива происходит деструкция молекул, вызванная микрокрекингом молекул и процессами радикализации. В результате протекания этих процессов в системе накапливаются «активированные» частицы: радикалы, ионы, ион-радикалы, которые активно атакуют как другие радикалы, так и нейтральные частицы [5].

С помощью существующих до настоящего времени теорий можно с определенными допущениями объяснить некоторые реакции, протекающие по радикальному механизму.

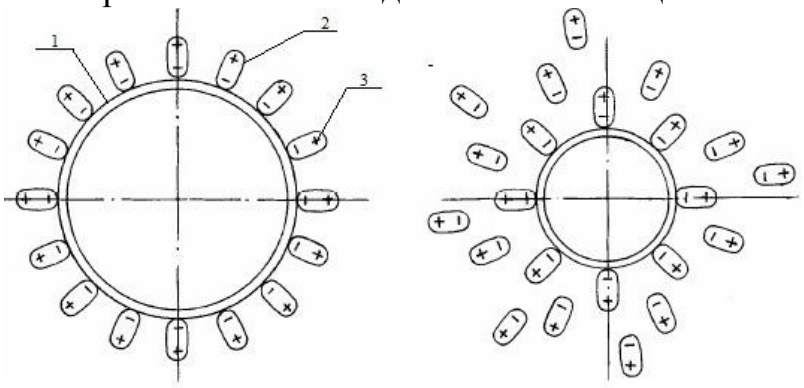
Согласно проведенного ранее исследования [6], инициирование и протекание реакций связано и с электрическим пробоем внутри кавитационного пузырька, и образованием различных ионов. Естественно, эти явления будут сопровождаться ионно-молекулярными превращениями, т.е. элементарными реакциями, происходящими при взаимодействии ионов с нейтральными молекулами. При наличии в среде нейтральных молекул, с которыми возможна экзотермическая реакция, радикал реагирует с ними практически при первом соударении. В большинстве газовых сред ион-радикала, образованные отрывом электрона от молекул, подвергающихся деструкции, или присоединением электрона к ним, находит партнера для экзотермической реакции. Поэтому молекулы, активированные в результате действия электрического разряда или воздействия больших температур и давлений, не могут взаимодействовать только с определенными «нужными» молекулами. Они способны взаимодействовать как с молекулами растворителя, так и с молекулами целевого продукта или друг с другом.

Авторы [7, 10-14] исходят из известного положения о том, что при формировании кавитационных пузырьков, т.е. при нарушении сплошности диэлектрической жидкости, поверхность стенок пузырька будет заряжена (то есть способна нести нескомпенсированный электрический заряд). Ими

рассмотрена простейшая модель, в которой одна половина кавитационного пузырька несет положительный заряд, а другая – отрицательный.

Влияние полярности жидкости на химические реакции отмечено в работах [6, 7], однако механизм этого влияния до настоящего времени остается неясным. Рассмотрим гипотезу, характеризующую механизм реакций, в основе которого лежат представления о кавитационном пузырьке, как о динамической физико-химической системе, в которой важнейшую роль играют процессы поляризации в жидкой среде. Можно предположить, что высокая химическая эффективность кавитации в полярных жидкостях обусловлена относительно медленными процессами релаксации дипольных молекул за счет ориентационного воздействия. Это приводит к появлению молекулы с некоторой избыточной энергии. Возникает локальная термодинамически неравновесная область вблизи сжимающегося пузырька, а избыточная потенциальная энергия молекулы способствует снижению энергии активизации химической реакции. Качественно картину возникновения локальной неравновесности можно представить следующим образом.

Молекулы в поверхностном слое вблизи стенки неподвижного пузырька находятся в «мгновенно» ориентированном состоянии, направление мгновенного дипольного момента которых зависит от соотношения сил межмолекулярного взаимодействия жидкость-жидкость и жидкость-газ
(рисунок 1а, на котором показан неподвижный кавитационный пузырек).



а) б)

1 – двойной электрический слой; 2 – дипольные молекулы; 3 – заряд дипольной молекулы

Рисунок 1 – Механизм образования «виртуального» заряда пузырька

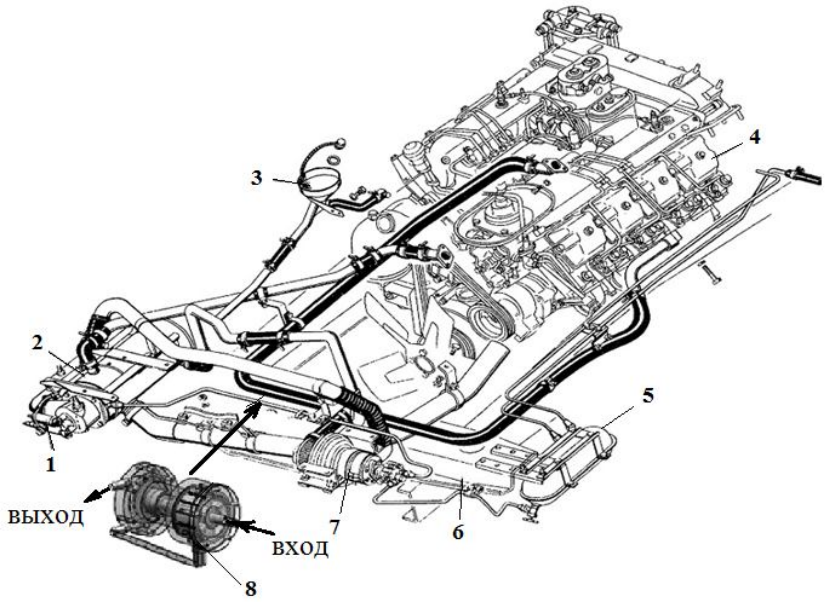
Образующийся при этом специфический двойной электрический слой, находится в квази термодинамическом равновесии с окружающей фазой. Поэтому его энергия не может оказывать влияния на скорость химических реакций. При сжатии пузырька площадь его поверхности уменьшается, и число ориентированных молекул в поверхностном слое также снижается. Однако так происходит лишь до достижения некоторого предела скорости сжатия. При высоких скоростях сжатия молекулы, вытесненные из поверхностного слоя, возможно «не успевают» переориентироваться, и в

окрестности пузырька образуется уже не слой, а облако из ориентированных молекул (рисунок 1б, где показан сжимающийся кавитационный пузырек). Мгновенный диполь в неоднородном электрическом поле обладает дополнительной потенциальной энергией. Эта энергия может быть затрачена, во-первых, на переход в кинетическую энергию, которая после установления максвелловского распределения переходит в энергию теплового движения. Во-вторых, она может быть использована на преодоление активационного барьера химической реакции, образование радикалов или ионов.

Для кавитационной обработки дизельного топлива на борту транспортного средства целесообразно использовать роторно-пульсационной аппарат (РПА), который необходимо устанавливать в систему питания предпускового подогревателя [1].

Предлагаемый РПА был разработан на основе анализа конструктивных решений таких аппаратов описанных в источнике [8] и может быть установлен на всех без исключения транспортных средствах с ДВС: автомобилях всех классов, спецтехники и т.д., где используется жидкое углеводородное топливо.

Схема установки РПА в системе питания предпускового подогревателя дизельного двигателя КАМАЗ представлена на рисунке 2.



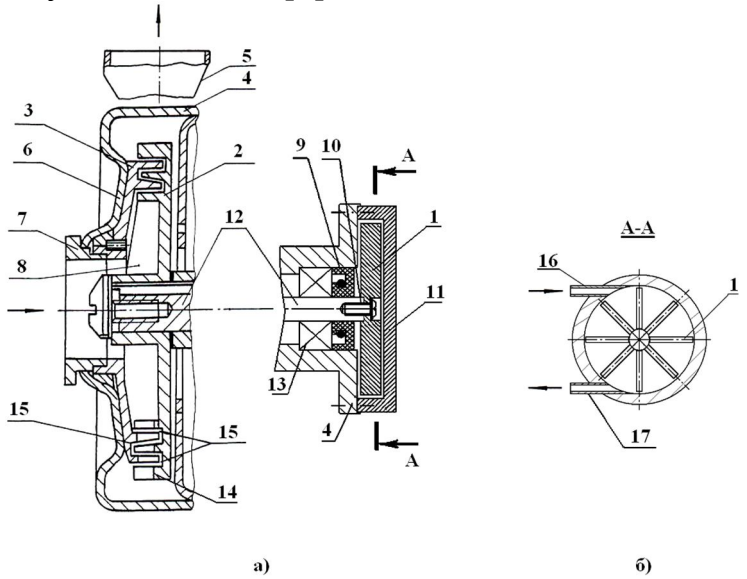
1 – клапан электромагнитный; 2 – теплообменник; 3 – воронка заливная; 4 – двигатель; 5 – бачок топливный; 6 – поперечина передняя рамы; 7 – агрегат насосный; 8 – роторно-пульсационный аппарат

Рисунок 2 – Внешний вид предпускового подогревателя с устройством для обработки дизельного топлива

Предлагаемый РПА устанавливается в системе питания предпускового подогревателя в разрыв топливной трубки, как показано на рисунке 1, между агрегатом насосным 7 и клапаном электромагнитным 1 теплообменника 2. Такая установка позволяет без больших маитериальных затрат обработать все дизельное топливо, которое находится в штатном топливном баке. Такой

аппарат, в отличие от других их видов, способен произвести высококачественную обработку дизельного топлива при относительно низких затратах энергии. Аппарат использует периодические переходные гидромеханические процессы с возбуждением гидродинамической, акустической и импульсной кавитации [9].

Предлагаемая авторами конструкция РПА представлена на рисунке 3, которая содержит привод и установленные в корпусе ротор и статор, на рабочих поверхностях которых выполнены зубчатые элементы, представляющие собой концентрично расположенные по окружности ряды, состоящие из выступов и впадин [9].



1 – лопастная крыльчатка, 2 – ротор, 3 – статор, 4 – корпус, 5 – выпускной патрубок, 6 – крышка, 7 – впускной патрубок, 8 – входные лопатки, 9 – сальник, 10 – винт, 11 – крышка лопастной крыльчатки, 12 – вал ротора, 13 – подшипник, 14 – выходные лопатки насоса, 15 – зубчатые элементы статора и ротора, 16 – входной патрубок, 17 – выходной патрубок

Рисунок 3 – Конструктивная схема роторно-пульсационного аппарата.

Роторно-пульсационный аппарат работает следующим образом. Топливо подаётся под давлением, развиваемым топливным насосом насосного агрегата 7 (рис.1) во входной патрубок 16 и приводит во вращение лопастную крыльчатку 1, жестко закрепленную на валу 12, и, соответственно, сам ротор 2. При этом, энергия струи жидкости используется для привода вала 12 ротора 2. После чего обрабатываемое дизельное топливо подается лопастной крыльчаткой 1 через выходной патрубок 17 и впускной патрубок на входные лопатки 8 ротора 2. Затем за счет центробежных и поступательных сил направляют топливо на зубчатые элементы 15, ротора 2 и статора 3, и проталкивают их через впадины зубчатых элементов к выходным лопаткам 8 насоса. При вращении происходит частое перекрытие впадин зубчатых элементов 15 статора 3 и ротора 2, при этом обрабатываемое дизельное топливо подвергается воздействию кавитационных, механических, звуковых, ультразвуковых, пульсационных

явлений возникающих при этом турбулентном движении. Выходные лопатки 14 насоса сообщают жидкости кинетическую энергию и удаляют её через выпускной патрубок 5 к клапану электромагнитному теплообменника.

Рассматриваемый аппарат отличается от известных тем, что в его конструкции отсутствует внешний привод, а вместо него внутри корпуса на вал ротора жестко посажена лопастная крыльчатка, которая приводится во вращение за счет использования струи жидкости. Струя жидкости под давлением подается внешним насосом в выполненный снаружи корпуса впускной патрубок и ударяет в лопасти крыльчатки, приводя ротор аппарата во вращение. Далее жидкость под давлением вытекает через выходной патрубок и подается во впускной патрубок аппарата для дальнейшей обработки. Такая конструкция РПА приводит к снижению энергозатрат в 3…4 раза на объём обрабатываемого дизельного топлива и уменьшению времени на обработку компонентов [10, 22].

Результаты обработки дизельного топлива в РПА были апробированы на хроматографе Кристаллюкс-4000М и показали, что:

- при обработке светлых нефтепродуктов роторно-пульсационным аппаратом происходит существенное уменьшение концентрации углеводородов по сравнению с исходным дизельным топливом с числом атомов углерода в молекуле больше 20 (высококипящие фракции) с одновременно протекающим процессом деструкции и самоорганизации легких углеводородов (гексана, гептана, н-пентана);

- концентрация указанных легких углеводородов достигает более 20 %.

В результате обработки дизельного топлива в РПА наблюдается снижение содержания массовой доли серы в 1,5…2 раза и концентрации смол до 9 раз.

Также проведенные испытания на РПА, установленном на автомобиле Урал-4320 показали, что содержание в выхлопных газах токсичных соединений в зависимости от режима работы двигателя снижается по CO – до 79 %; по NO и NO_2 (NO_x) – до 14 %.

Таким образом, проведенные исследования показывают положительное явления кавитации на физико-химические свойства дизельного топлива и открывают широкие перспективы для использования в условиях арктического региона при обработке его РПА.

Список литературы

1. Пузанков А.Г. Автомобили конструкция, теория и расчет. М.: Изд-во центр «Академия», 2007. 544 с.

2. Кардаков А. А. Повышение надежности топливной аппаратуры дизелей кавитационной обработкой топлива / А. А. Кардаков // Журнал водных коммуникаций. Выпуск 2. С. 43–46.

3. Маргулис М.А. Звукохимические реакции и сонолюминесценция. М.: «Химия», 1986. 288с.

4. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. М.: Машиностроение-1, 2001. 260 с.

5. Роторно-пульсационный аппарат: пат. № 2516146 РФ, МПК 7 B 01
F 5/00. от 20.03.2014. Иванов В.П., Томилов А.А., Ломовских А.Е. и др.; заявка № 2011134397; опубл. 16.08.2011. 12 с.

6. Ломовских А.Е., Каберов С.Р., Капустин Д.Е. Приготовление и подача ВТЭ в ДВС СНО ОП, как способ улучшения экономических и экологических характеристик ДВС // Статьи и тезисы докладов Российской НТК, ВГТУ (28–29 октября 2010 г.), Воронеж: ВГТУ, 2010. С. 140–142.

7. Кондрашова Е.В. Исследование влияния параметров ходовой части и шин на интенсивность колебаний колес автомобилей / Е.В. Кондрашова и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2 (45). - С. 46-55.

8. Кондрашова Е.В. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / Е.В. Кондрашова и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 4 (47). - С. 80-86.

9. 14. Кондрашова, Е.В. Повышение точности измерения мощностных и топливно–экономических показателей двигателей внутреннего сгорания при безтормозных испытаниях / Е.В. Кондрашова и др. // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 38.

10. Совершенствование технического сервиса лесовозных автопоездов с учетом влияния состояния автотранспортной сети: монография / В.Г. Козлов, В.А. Бурмистров, А.Г. Чистяков, А.Ю. Арутюнян, М.М. Умаров ; ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, ФГБОУ ВПО «УГТУ», ФГБОУ ВПО «МГУЛ». – Воронеж: изд-во типография ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 228 с.

11. Кондрашова Е.В. Разработка математической модели корректирования режимов технического обслуживания грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, Т.В. Скворцова и др. // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. международной научно-практической конференции. 2015. - С. 147-153.

12. Козлов, В.Г. К вопросу снижения концентрации токсичных веществ в придорожной полосе лесовозных дорог / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Влияние науки на инновационное развитие. 2015. - С. 21-23.

13. Козлов, В.Г. Оценка устойчивости колесных машин / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - № 9. - С. 17-19.

14. Кондрашова Е.В. Исследование влияния параметров ходовой части и шин на интенсивность колебаний колес автомобилей / Е.В. Кондрашова, И.М. Петрищев, А.В. Скрыпников и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2 (45). - С. 46-55.

15. Козлов, В.Г. Исследование эксплуатационной надежности лесовозных автопоездов / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, Т.В. Скворцова // Наука и образование в современных условиях: матер. международной научной конференции. 2016. С. 250-255.

16. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.

17. Козлов В.Г. Определение влияния параметров ходовой части лесовозного автопоезда на устойчивость движения управляемых колес / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев, Д.В. Бурмистров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - № 4-4. - С. 671-674.

18. Skrypnikov, A., Dorokhin, S., Kozlov, V. G., & Chernyshova, E. V. (2017). Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 12(2), 511-515.

19. Kozlov, V. G., Gulevsky, V. A., Skrypnikov, A. V., Logoyda, V. S., & Menzhulova, A. S. (2018). Method of individual forecasting of technical state of logging machines. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 327(4) doi:10.1088/1757-899X/327/4/042056

20. Logoyda, V. S., Skrypnikov, A. V., Kozlov, V. G., Tikhomirov, P. V., Zelikov, V. A., Brovchenko, A. D., & Razgonyeva, V. V. (2019). Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(5), 2178-2183.

21. Остриков В.В. Изменение вязкости моторного масла как показатель технического состояния двигателя внутреннего сгорания и свойств смазочного материала / В.В. Остриков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 3 (62). С. 54-61.

22. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков, А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.И. Оробинский, Д.Н. Афоничев, О.И. Поливаев, Е.В. Пухов – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 391 с.

УДК 621.423.31

П.А. Деев, студент
Н.А. Мазуха, к.т.н., доцент

ЗАЩИТА ВОДОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В статье рассматриваются аппараты управления и защиты насосных установок.

Рост благоустройства сельских поселений, а также развитие сельскохозяйственного производства в последние годы предопределили высокие темпы развития сельскохозяйственного водоснабжения. Вода в сельском хозяйстве расходуется в значительных количествах на хозяйственнопитьевые нужды населения, на животноводческих фермах, на предприятиях по первичной переработке сельскохозяйственной продукции, на приготовление жидких подкормок для пропашных культур, на охлаждение двигателей сельскохозяйственных машин и автомобилей, на полив растений в парниках и теплицах и др..

Для удовлетворения перечисленных потребностей используются системы сельскохозяйственного водоснабжения, а для полива всевозможных сельскохозяйственных культур в открытом грунте — оросительные системы.

Основным источником водоснабжения в сельской местности являются подземные воды, в случае если их качество не соответствует определенным нормам или запас подземных источников мал, используются воды поверхностных источников.

Система водоснабжения сельскохозяйственного пункта состоит из следующих элементов: водозаборное сооружение в виде двух или нескольких трубчатых колодцев, оборудованных погружными насосами; резервуаров насосной станции второго подъема и разводящей сети.

Насосные станции второго подъема оборудованы насосами с производительностью, позволяющей подавать и пиковые, и минимальные расходы воды, а также пожарным насосом, параметры которого обеспечивают тушение пожара непосредственно из пожарных гидрантов.

Потребители сельскохозяйственных предприятий должны быть всегда обеспечены бесперебойным водоснабжением, за это отвечает работа водонасосных установок.

На практике встречаются неблагоприятные факторы, влияющие на работу водонасосных установок:

- «сухой ход»;
- гидравлический удар;
- замыкание;
- обрыв фазы питающей сети [1 - 4].

«Сухой ход», т.е. работа насоса без воды, приводит к наиболее частым причинам выхода из строя не только насосной части, но и всего насоса в целом. Данный фактор в равной степени, относится и к поверхностным, и к погружным скважинным насосам.

Основным материалом для рабочих колес и диффузоров в насосах бытовых нужд чаще всего служит термопласт (высокопрочный износостойкий пластик). Он отличается высокой технологичностью и невысокой ценой, отлично справляется со своей задачей многие годы. Вода, при работе насоса в нормальных условиях, играет роль смазки и источника отвода тепла. В случае, когда насос работает без воды, его внутренние детали начинают соприкасаться, нагреваться и деформироваться, что может

привести к заклиниванию вала насоса и сгоранию электродвигателя. После работы без воды насос либо совсем перестает подавать воду, либо подает её не выдавая своих паспортных характеристик.

Без защиты от «сухого хода» насос не может определить отсутствие воды во всасывающем трубопроводе. Он будет продолжать работать до тех пор, пока не выйдет из строя, либо пока его не выключат забывчивые хозяева.

Существуют следующие виды защиты насоса от «сухого хода»:

- поплавковый выключатель (поплавок);
- реле давления с защитой от «сухого хода»;
- реле потока с функциями реле давления (прессконтроль);
- реле уровня.

Поплавковый выключатель (поплавок) — это достаточно недорогой и надежный помощник в защите от «сухого хода» при перекачке воды из емкостей или колодцев. Существует несколько видов поплавков. Первые работают только при условии заполненной емкости. Принцип их работы основывается на том, что при достижении воды определенного уровня контакты внутри поплавка размыкаются и насос останавливается. Данный вид поплавков скорее нужен для защиты от перелива, а не от «сухого хода». Второй вид — поплавки, работающие на опорожнение, т.е. на отсутствие жидкости в емкости. Кабель поплавка подключен в разрыв одной фазы, которая питает насос. При достижении уровня жидкости в скважине ниже определенного уровня, контакты внутри поплавка размыкаются, и тем самым останавливаю работу насоса. Уровень срабатывания зависит от места установки поплавка. Кабель поплавка монтируется так, чтобы при опускании поплавка вместе с общим уровнем воды в момент размыкания контактов в емкости еще оставалась вода, исключив возможность работы насоса без жидкости. В случае же откачивания воды из колодца погружным (самовсасывающим) насосом, поплавок нужно закрепить так, чтобы при размыкании контактов вода находилась над донным клапаном насоса. Важно отметить, что данный принцип защиты от «сухого хода» реализован практически во всех колодезных насосах различных производителей.

К сожалению, у поплавков есть и свои недостатки. В скважине или сетевом трубопроводе ему может не хватить места и придется искать другой вид защиты.

Реле давления с защитой от «сухого хода» — это устройство, которое представляет собой реле давления с дополнительной функцией размыкания контактов при падении давления ниже порогового уровня. В основном этот уровень задает завод-изготовитель от 0,4 до 0,6 бар и регулировке не поддается. В режимах нормальной эксплуатации давление в системе не может упасть ниже этих значений, так как насосы, используемые для частных нужд, работают при давлении от 1 бар и выше. Единственным возможным случаем, при котором давление опуститься до 0,4-0,6 бар является отсутствие воды в насосе. При таком низком давлении, реле регистрирует «сухой ход» и размыкает контакты, питающие насос.

Следующий запуск насоса возможен после устранения причины возникновения «сухого хода» и только вручную. Насос перед новым запуском необходимо будет снова заполнить водой.

Нельзя не отметить тот фактор, что применяется реле давления с защитой по «сухому ходу» только в автоматической работе насосов, т.е. совместно с гидробаком, в других случаях данное реле не обеспечит защиту насосной устновки. Широкое применение реле давления получило при работе со скважинными погружными насосоми, но также возможно использовать с поверхностными насосами либо насосными станциями.

Реле потока является более компактным устройством, поэтому многие производители предлагают использовать его вместо гидробака и реле. Принцип работы данного реле заключается том, что при падении давления в системе до 1,5-2,5 бар, в зависимости от настройки, подается сигнал на включение насоса. Отключение насоса происходит после прекращения водозабора, из-за отсутствия протока жидкости через реле. Встроенный в реле датчик протока регистрирует фактический расход жидкости через реле и тем самым защищает насос от «сухого хода». Отключение насоса происходит с короткой задержкой по времени после регистрации сухого хода, что не влияет на работоспособность насоса. Кроме этого, прессконтроль выполняет и другие защитные функции (защита по току и напряжению).

Реле уровня состоит из электронной платы и нескольких подключенных датчиков (электродов). Обычно их три, один контрольный и два рабочих. Датчики необходимы для подачи сигнала, подключаются к реле обычным одножильным проводом.

Рассмотрим принцип работы этого реле. Датчики находятся в скважине на разных уровнях, если в ходе работы насоса уровень воды опускается ниже контрольного датчика (он располагается немного выше уровня установки самого насоса), то поступает сигнал от датчика к реле уровня и насос отключается, тем самым исключается возможность работы насосной установки без воды. После этого в скважине происходит набор воды, при достижении уровня выше контрольного датчика, насос автоматически запустится. Данный способ защиты является очень надежным, но по сравнению с другими способами защиты, немного дороже. Также реле уровня применяется при откачивании воды из емкостей, оно располагается в доме или другом, защищенном от влаги, месте.

Возникновение гидроудара может повлечь слив воды в скважину либо включение аппарата после «сухого хода». Вода находится под высоким давлением и наносит сильные удары по лопастям крыльчатки и тем самым может их повредить. Для защиты погружных насосов от гидроударов предусмотрены следующие решения:

- встроенный обратный клапан, задача которого – компенсировать вес водяного столба;
- гидроаккумулятор с реле давления и датчиками.

Система автоматически отключает прибор при превышении давлением допустимой нормы. В случае если этого не произойдет, то в защиту вступает обратный клапан.

Стоит отметить такой важный элемент защиты в системах отопления и водоснабжения, как компенсатор гидроудара (он же демпфер, он же гидроаккумулятор) – это устройство выполняет сразу три функции: накапливает жидкость; принимает избыток жидкости из системы, тем самым снижая давление в ней; что соответственно, способствует гашению гидроудара, если он возникает.

Конструкция компенсатора представляет собой герметичный стальной бак с эластичной мембраной и встроенным воздушным клапаном. Они выпускаются с различными объемами, от совершенно незначительных до довольно больших.

Внезапная остановка насоса может спровоцировать гидроудар, который приведет к выходу из строя целой насосной станции, чтобы исключить это, для ее защиты применяется специальный клапан диафрагменного типа с жестким уплотнителем. Принцип его работы основан на следующем: давление жидкости приводит его в действие и он осуществляет быстрый его сброс. Место его установки находится после обратного клапана на отводе от трубопровода, рядом с насосом.

Электрическая часть глубинного насоса обладает надежной защитой от контакта с водой, но в случае снижения напряжения в сети или его перепадах возможно межвитковое замыкание обмоток. Установка трансформатора и системы плавного пуска обеспечивает защиту от данного прецедента. Подобное сочетание предупреждает резкий скачок напряжения и силы в момент запуска-отключения, восстанавливает правильную синусоиду тока.

Решить сразу две проблемы позволяет использование электронной системы, она не только обеспечивает защиту, но и дает возможность управлять погружными насосами [5, 6]. Простейшая схема состоит из нескольких разноуровневых датчиков и центра управления электродвигателем, в более сложных схемах используются профессиональные станции.

Автоматизированная система решает следующие задачи:

- поддерживает заданный уровень воды; защищает двигатель от «сухого хода» и скачков напряжения;
- отключает устройство в экстренных ситуациях;
- запускает прибор после восстановления показателей; плавно запускает и останавливает двигатель;
- блокирует включение при коротком замыкании.

Многие производители выпускают модели с удаленным управлением, что позволяет контролировать работу системы, даже находясь далеко от дома.

Правильно выбрать ту или иную защиту от сухого хода, датчики или реле возможно, если знать все необходимые параметры насосной станции. Каждое из технических решений имеет свои плюсы и минусы. Следует учитывать глубину скважины, параметры насоса, наличие гидроаккумулятора, тип автоматики управления, совместимость оборудования. Возможно, и даже желательно дублирование в одной системе функции защиты от «сухого хода» различными приборами при условии, что они построены на различных принципах измерения параметров. Также

необходимо, чтобы в схеме насосной установки были защиты от обрыва фазы, симметричного снижения напряжения, перекоса фаз, неправильного порядка следования фаз, увеличения тока. Важно максимально сократить «мертвую зону».

Список литературы

1. Оськин, С.В. Автоматизированный электропривод [Текст] / С.В. Оськин, С.М. Моргун, Н.И. Богатырев. – Краснодар: Издательство ОАО «Кубанское полиграфическое издание». – 2014. – 212 с.

2. Мазуха, Н.А. Схема для сохранения работоспособности двигателя при обрыве фазы питающей сети [Текст] / Н.А. Мазуха, А.П. Мазуха // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2017. - № 7. - С. 39-42.

3. Мазуха, Н.А. Поддержание работы двигателя при обрыве фазы питающей сети [Текст]/ Н.А. Мазуха, А.П. Мазуха // Сельский механизатор. – 2017. – №8. - С. 32-33.

4. Мазуха, Н.А. Схема для автоматического сохранения освещения участка и снижения «мертвой» зоны защиты при обрыве фазы питающей сети [Текст] / Н.А. Мазуха // Ремонт, восстановление, модернизация. –2014. – №6. – С. 46-48.

5. Основы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами [Текст] / С.Н. Пиляев, П.О. Гуков, Д.Н. Афоничев, Р.М. Панов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 187 с.

6. Пиляев С.Н. Автоматизация технологических процессов [Текст] / С.Н. Пиляев, Д.Н. Афоничев, В.А. Черников. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 240 с.

УДК 669.713.7

В.И. Панин, студент
Д.Ю. Мочалов, студент
П.С. Востриков, к.т.н., доцент

КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

В статье рассмотрена классификация средств измерения применяемых для контроля деталей сельхозтехники, описаны преимущества и недостатки каждого типа. В статье рассмотрены инновационные технологии для усовершенствования средств измерения на основе 3D и искусственного интеллекта.

Одной из важных технологических проблем развития сельского хозяйства является повышение надежности и эксплуатационного долголетия

сельскохозяйственной техники. Обеспечить это можно с помощью качественного и своевременного ремонта и технического обслуживания [5, 11, 13, 15]. Так количество отремонтированной сельскохозяйственной техники по отношению к новой в 2019 г составили 50-70%. Наибольшее количество поломок происходит во время полевых работ, что приводит к дополнительным убыткам сельхозпроизводителей.

Одна из важных актуальная ресурсосберегающих задач в работе агропромышленных предприятий – это рациональный выбор средств измерений (СИ), что позволит повысить надежность и долговечность отремонтированной техники, а также понизить себестоимость ремонта за счет уменьшения внутренних и внешних потерь [1, 3, 7, 10, 12, 14].

Таким образом, повышение качества ремонта и возможность внеочередного оперативного техники в полевых условиях напрямую зависит от обеспечения ремонтного предприятия необходимыми контрольно-измерительными приборами, то есть метрологического обеспечения предприятия [4, 6, 8, 9, 14, 16]. Рассмотрим достоинства и недостатки СИ в соответствии с их классификацией представленной на рисунке.

Выбор между универсальными и специальными СИ зависит от определения контролируемых параметров и не оказывает существенного влияния на качество и экономическую эффективность ремонта. К универсальным СИ относят измерительные головки, оптические длинномеры, проекционные приборы и т. д. Специальные контрольно-измерительные приборы это: средства измерения и контроля резьбовых соединений, углов и конусов, формы и расположения поверхностей и т. д.

Принцип работы устройства прямого действия проще и точнее, чем устройства косвенного действия. Но не все искомые параметры можно получить прямым методом, что привело к появлению СИ косвенного действия. Тем не менее, в отличие от приборов косвенного воздействия, в СИ прямого действия параметры определяются на основе независимого прямого измерения не связанного функциональной зависимостью от другой величины и соответственно не выдают дополнительные погрешности в процессе преобразования измерений. Поэтому всегда предпочтительней использовать СИ прямого действия везде, где это представляется возможным [2].

Приборы активного контроля позволяют проводить проверку и отладку деталей прямо во время технологического процесса, что позволяет корректировать технологию, уменьшать количество брака и существенно экономить время производства.

Бесконтактные средства контроля отличаются более сложной конструкцией и настройкой устройств в отличие от простых и надежных в эксплуатации контактных СИ. Тем не менее, они характеризуются более высокой стабильностью характеристик и меньшей погрешностью, чем контактны. Так как соприкосновение контролирующего устройства и контролируемого объекта может определенным образом повлиять на точность поверхности последнего. К минусам контактных СИ также можно

отнести погрешности снятия показаний с устройства человеком или вызванные неправильной установкой прибора.

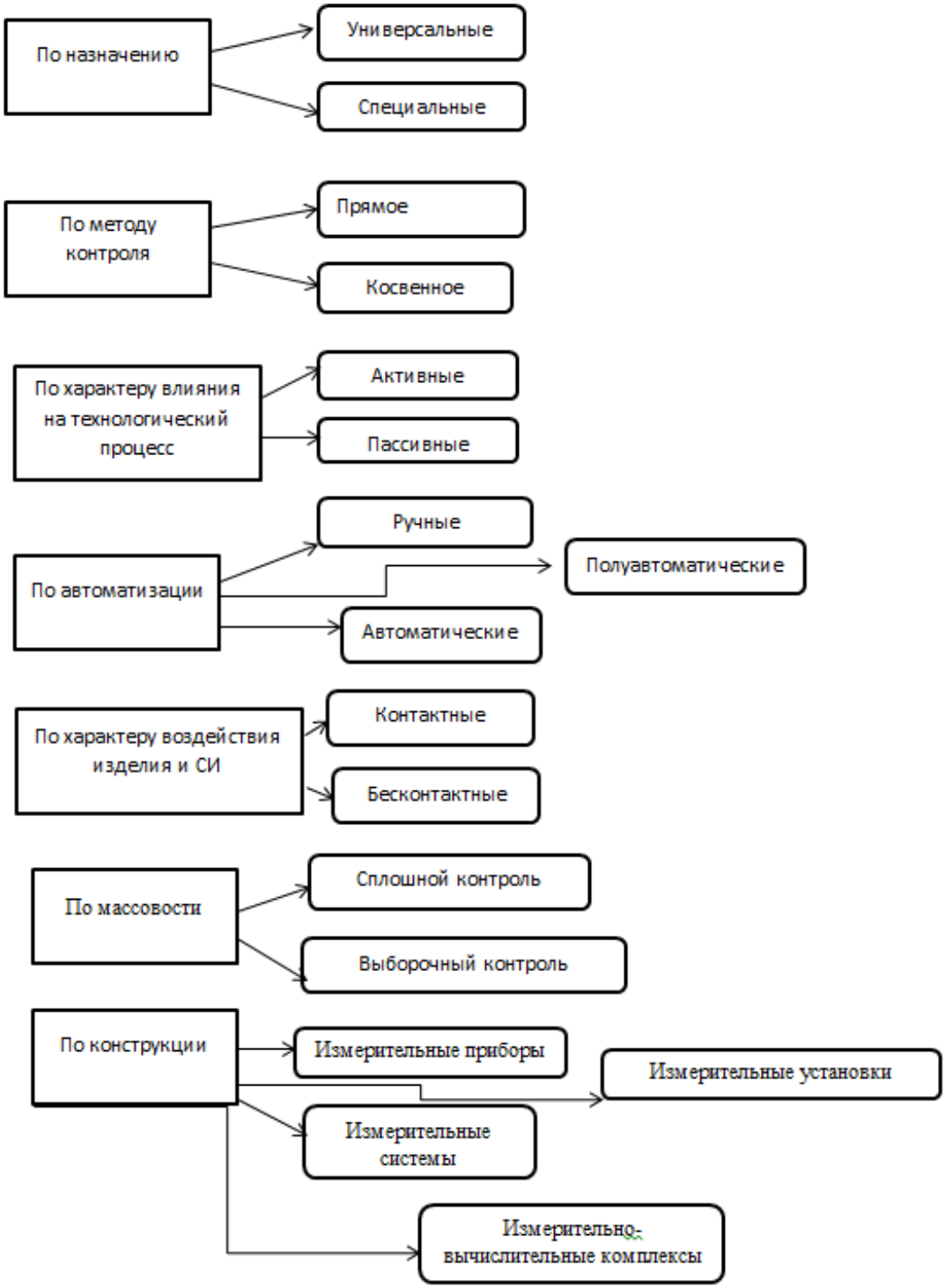


Рисунок – Классификация средств измерения

Ручные СИ просты, недороги, надежны и неприхотливы в эксплуатации и на этом их достоинства заканчиваются. Самый главный недостаток ручных средств контроля – это низкая точность, высокая погрешность и большие временные затраты связанные с человеческим фактором. В силу этих рабочих моментов средства ручного контроля имеют весьма ограниченное применение.

Автоматические устройства являются самыми точными, сложными и дорогими. Автоматические контрольно-измерительные средства нового поколения имеют следующие преимущества:

- использование новейших программ и баз данных для автоматической обработки результатов контроля;
- представление информации по результатам измерения в цифровом виде;
- передача цифровой информации на внешние устройства для обработки результатов измерения и принятия решений;
- долгосрочное хранение результатов измерений;
- возможность использования паспортизированных результатов измерений на всех периодах эксплуатации изделия.

Самым перспективным направлением развития средств измерения является использование инновационных технологий. Например, технология 3D сканирования в создании новых измерительных приборов может создавать аналог - 3D модель измеряемого объекта для сравнения её с проверяемой. Результаты измерения выводятся на ПК, система отмечает несоответствия измерений измеряемой детали и её аналога и по данным анализа дается заключение о качестве изделия и возможности применения. Результаты анализа могут быть также сохранены в базе ПК для улучшения качества дальнейших проверок. СИ на базе 3D сканирования, могут быть не только стационарными, но ручными, что существенно расширит их область применения [3].

Одним из перспективных вариантов развития метрологических технологий является совмещение средств измерения с искусственным интеллектом. Сегодня такие технологии внедряются в автоматизированные измерительно-вычислительные комплексы, что позволяет создавать программу измерения, что сводит к минимальному участию человека в измерении в период эксплуатации изделия. Такой подход к применения инновационных технологий СИ позволит сократить эксплуатационные затраты на их обслуживание за счет повышения их технической и метрологической надежности и снизить потери от погрешностей измерений и контроля.

Таким образом, проанализировав выше сказанное необходимо подчеркнуть значение контроля на всем периоде эксплуатации изделий сельскохозяйственной техники. При должном внимании к качеству измерительных средств мы сможем улучшить качество работы деталей, повысить точность измерений и тем самым обеспечить более высокое качество изготовления изделий. Конечно, хотелось бы, чтобы эти средства измерения были портативными и дешевыми, затем надежными и многофункциональными. Такой подход к повышению надежности СИ не только предупреждает непредвиденные отказы в процессе их эксплуатации и сокращает время на контрольные и измерительные операции, но и делает их дешевле.

Список литературы

1. Беляев, А.Н.. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Беляев, А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

2. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

3. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

4. Науменко, В.С. Технология конструкционных материалов: учебное пособие/ В.С., Науменко, Тришина Т.В., Козлов В.Г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.. – 2017. – 307 с.

5. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

6. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

7. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

8. Тришина, Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. Конф. «Техника и технологии - мост в будущее»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 5. – 4.4. – С. 341-344.

9. Тришина, Т.В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар. заочн. научно-практич. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 3. – 4.4. – С. 366-370.

10. Тришина, Т.В. Метрология стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т.В. Тришина, В.И. Трухачев, А.Н. Беляев. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 231 с.

7. Тришина Т.В. Металлорежущие станки: учебное пособие/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов.: Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 260 с.

11. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины/ Т. В. Тришина, В.Г. Козлов В.И., Трухачев// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.388.

12. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

13. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

14. Тришина, Т.В. Совершенствование режущего инструмента для токарной обработки древесных материалов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.21.05)/ Татьяна Владимировна Тришина. – Воронеж, 1999. – 16 с.

15. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

16. Афоничев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 621.43

Р.С. Потапов
В.Д. Бурдыкин, к.т.н., доцент

ДВИГАТЕЛИ С РАЗЛИЧНЫМИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ СХЕМАМИ

Описываются различные кинематические схемы двигателей внутреннего сгорания, преимущества и недостатки, присущие данным конструкциям.

Схема силового механизма, кинематика, динамика и компоновка бесшатунных поршневых двигателей имеют ряд принципиальных отличий от двигателей с кривошипно-шатунным механизмом.

Бесшатунный механизм позволяет конструктивно просто осуществлять при малых габаритах и высокой быстроходности двигателей двусторонний рабочий процесс в цилиндрах и получать вследствие этого почти удвоенную литровую и габаритную мощность.

Механизм дает возможность иметь в двигателях при использовании цилиндров двойного действия эффективную систему охлаждения поршней с принудительной циркуляцией масла по замкнутому контуру, способную обеспечивать надежное охлаждение их даже при высокой степени форсирования двигателей по числам оборотов и наддуву. Конструкция двигателя обеспечивает дозированную по режимам работы двигателей подачу масла для смазки поршневых колец и в результате обеспечивает длительную работоспособность цилиндро-поршневой группы.

Двигатель Баландина получил широкую известность в инженерном мире в 1968 г., когда вышла его книга [1]. С этого времени ряд мотостроительных заводов ведут разработку бесшатунных двигателей такого типа для тракторов, грузовых и легковых автомобилей. Имеются сведения о создании двигателя для мотоциклов, который доведен до опытного образца. На сегодня двигатели не нашли применения.

По осуществлению термодинамических процессов двигатель не имеет отличий от обычных поршневых ДВС. Однако бесшатунный механизм преобразования возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение вала существенно отличается от классического кривошипно-шатунного механизма и может выполняться по трем конструктивным схемам, показанным на рис. 1.: *а*- в виде разрезанного на три части коленчатого вала и поршневых штоков с крейцкопфами; б- с гипоциклоидным механизмом и *в* - в виде эксцентриков, установленных на коленчатом валу и снабженных направляющими для возможности поступательного перемещения. Кинематически все конструктивные варианты двигателя эквивалентны двухползунному механизму (см. рис. 2).

Удельные мощностью характеристики двигателя почти в восемь, а весовые-в четырнадцать раз выше, чем у традиционных ДВС. Топлива данный двигатель потребляет на 10% меньше.

Более успешными являются попытки создания бесшатунных ДВС, позволяющих значительно увеличить механический к. п. д. и повысить частоту вращения до 10000 мин $^{-1}$ и выше. Благодаря наличию синусоидального закона движения поршня, в бесшатунном двигателе силы инерции могут быть легко уравновешены с помощью противовесов.

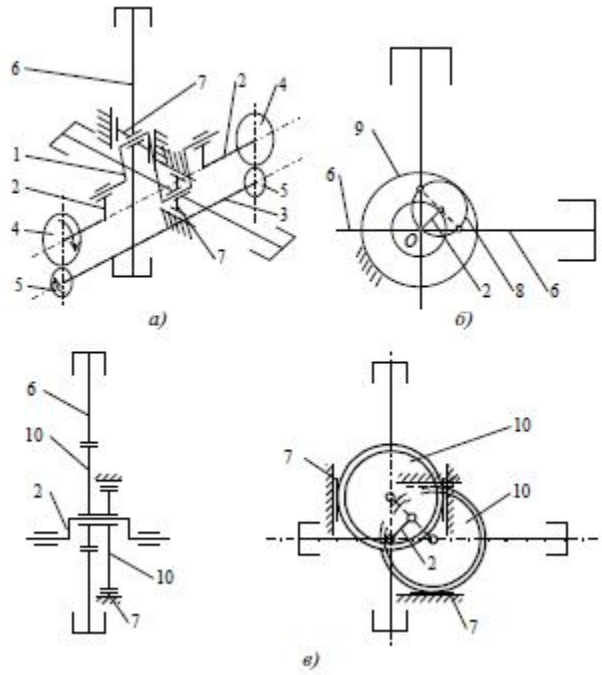


Рис. 1. Конструктивные варианты бесшатунного механизма двигателя С. Баландина:

1 - двухколенный вал: 2 - кривошипы; 3 -синхронизирующий вал: 4, 5- шестерни: 6- штоки: 7- крейцкопфы: 8- подвижная шестерня; 9- неподвижная центральная шестерня внутреннего зацепления: 10-эксцентрики

Двигатель Stiller-Smith [2,3] кинематически представляет собой разновидность двухползунного механизма-эллипсографа Леонардо да Винчи, в котором направляющие для поступательного перемещения ползунов 1,2 (рис. 2) расположены под прямым углом, а точка А, связывающая кривошип 3 с жесткой тягой 4, движется по окружности с центром в точке О. Ползуны имеют синусоидальный закон движения.

В бесшатунном двигателе Stiller-Smith в геометрическом центре каждого штока 1 (рис. 2) установлен палец 2, взаимодействующий со свободно установленным ведущим зубчатым колесом 3, ось которого находится между пальцами штоков.

При возвратно-поступательном и взаимно перпендикулярном движении поршней пальцы штоков приводят во вращение свободное зубчатое колесо, которое приобретает орбитальное (плоскопараллельное) движение, причем его геометрический центр совершает вращение по окружности с центром в точке О пересечения осей цилиндров, а само зубчатое колесо вращается относительно своего центра с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения этого центра, но в противоположном направлении. Свободное зубчатое колесо находится в постоянном зацеплении с ведомым зубчатым колесом 4, эксцентрично установленным на валу 5 отбора мощности. Подобный механизм преобразования теоретически является эллипсографом.

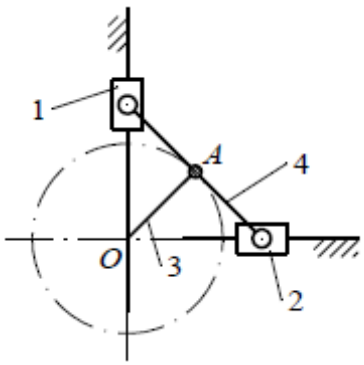


Рис. 2. Кинематическая схема механизма с двумя ползунами

Для уравновешивания сил инерции от эксцентрично вращающейся массы ведомого зубчатого колеса дополнительно установлено уравновешивающее зубчатое колесо (на рис. 2 не показано), Находящееся в зацеплении со свободным ведущим зубчатым колесом и расположенное диаметрально противоположно по отношению к оси вращения зубчатого колеса вала отбора мощности.

Уравновешивающее зубчатое колесо выполнено геометрически идентичным ведомому зубчатому колесу и имеет ту же массу и эксцентриситет. При этом моменты от действия всех сил (при допущении, что смешение осей взаимно перпендикулярных цилиндров отсутствует) оказываются равными нулю, а силы инерции от вращающихся масс сбалансированными. Силы инерции от возвратно-поступательно движущихся масс можно уравновесить установкой противовесов на валу отбора мощности.

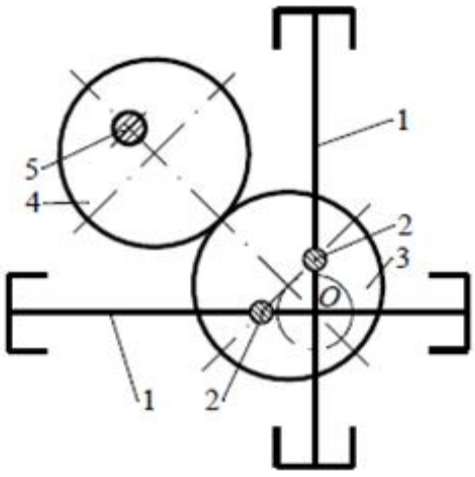


Рис. 3. Кинематическая схема двигателя Stiller-Smith [2]

При такой схеме уравновешивания увеличивается нагрузка на подшипники вала отбора мощности и вала уравновешивающего зубчатого колеса. Кроме того, увеличение массы подвижных деталей уравновешенного ДВС увеличивает несбалансированность момента от сил инерции второго порядка. К другим недостаткам следует отнести наличие ведущего и ведомого зубчатых колес, играющих только кинематическую

роль, а также наличие уравновешивающего зубчатого колеса и вала, на котором оно посажено, что усложняет и утяжеляет конструкцию двигателя. По этим причинам механизм Stiller-Smith неприемлем для двигателя ручной машины, которая должна иметь малую массу и большую частоту вращения.

В двигателях с гипоциклоидным механизмом возвратно поступательное движение штока поршня без применения крейцкопфа и шатуна обеспечивается простой планетарной передачей с внутренним зацеплением и остановленным центральным зубчатым колесом [4,5].

Такая передача (рис. 4) эквивалентна двухползунному механизму (см. рис. 1.). Ввиду того что в данном случае отношение диаметров начальной окружности сателлита и колеса равно 1 : 2, точка В, лежащая на начальной окружности сателлита перемещается строго вдоль прямой ОВ. Поэтому при вращении коленчатого вала шток, шарнирно закрепленный в точке В, движется вместе с поршнем возвратно-поступательно вдоль оси цилиндра.

Двигатели с кривошипно-кулисным механизмом (ККМ) впервые были построены в 60-х годах изобретателем Strach из ФРГ [6], который использовал конструктивную схему из патента США, выданного еще в 1902 г.

В 1985 г. в США были изготовлены два опытных образца двухтактных бесшатунных двигателей с рабочим объемом V_h=1000 см^3. Общая наработка на стенде этих образцов составляла 50 часов. Для производства такого двигателя может быть использовано до 90 % технологического оборудования, применяемого для изготовления обычного поршневого ДВС.

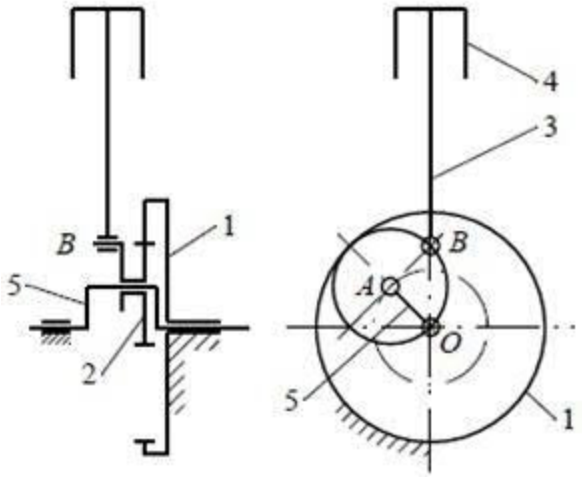


Рис. 4. Кинематическая схема бесшатунного двигателя с планетарным механизмом

1- неподвижное центральное зубчатое колесо; 2- сателлит; 3-шток; 4 – поршень; 5-криноиш; В- ось шарнирного соединения штока с сателлитом; ОА = R.

Применение ККМ обеспечивает полную динамическую уравновешенность и исключительно высокую равномерность хода.

Топливная экономичность и токсичность выпуска дизеля, но данным фирмы, сопоставимы с этими показателями четырехтактных дизелей такого класса мощности.

Орбитальный ДВС разработан в 1972 г. австралийским инженером R. Sarich [7]. Его ротор (рис. 5) совершает во внутренней полости корпуса эллиптический (орбитальный) ход, не вращаясь вокруг своей оси. Ротор надет на эксцентрическую шейку вала, вращающегося внутри корпуса, в пазах которого установлены радиальные лопатки, делящие пространство между ротором и внутренней поверхностью на несколько рабочих камер. Двигатель имеет возможность работы по двух- и четырехтактному циклам.

Высокие мощностные показатели достигаются за счет относительно низкой средней скорости взаимного перемещения деталей, позволяющей двигателю развивать большую частоту вращения вала.

К недостаткам орбитального двигателя следует отнести повышенную мощность механических потерь, низкую топливную экономичность, большой периметр уплотняемых поверхностей и высокую теплонапряженность, требующую применения гораздо более мощных систем охлаждения и смазки. Поэтому двигатель Sarich нецелесообразно применять в качестве привода ручных машин, имеющих воздушное охлаждение.



Рис. 5. Схема орбитального двигателя R. Sarich

Среди роторных ДВС пока единственным конкурентоспособным классическому поршневому двигателю является роторный двигатель типа Wankel. Проблемы внедрения этого типа привода объясняются сложностью технологических вопросов изготовления некоторых узлов, а также неудовлетворительными показателями двигателя по экономичности и токсичности отработавших газов.

Сфероидальные двигатели. Английским изобретателем Д. Кларком предложен двигатель, рабочим органом которого является диск сложной криволинейной формы. Качаясь при вращении, диск делит полость корпуса на четыре переменных объема, в которых совершаются рабочие процессы двигателя.

В основу двигателя Кларка положена способность шарнирного соединения Гука трансформироваться в механизм, имеющий четыре полости, объем которых при вращении периодически изменяется.

Подобная идея заложена в двигателях Соколова, Когута, Андреева-Ушеренко, описанных в книге [8]. У этих ДВС внутренняя полость сферическая, поэтому авторы предложили называть такие двигатели сфероидальными.

На рис. 6 показана конструктивная схема сфероидального двигателя В. Л. Когута (газовоздушные тракты не показаны) [8].

В этом сфероидальном двигателе поршень-диафрагма 1, валы 5,6 с фигурными фланцами 2, 3 вращаются в одну сторону относительно неподвижного корпуса 7. При этом поршень-диафрагма установлен на пальцах 4, прикрепленных к фланцу 3 болтами, и своим цилиндрическим приливом подвижно соединен с фигурным фланцем 2.

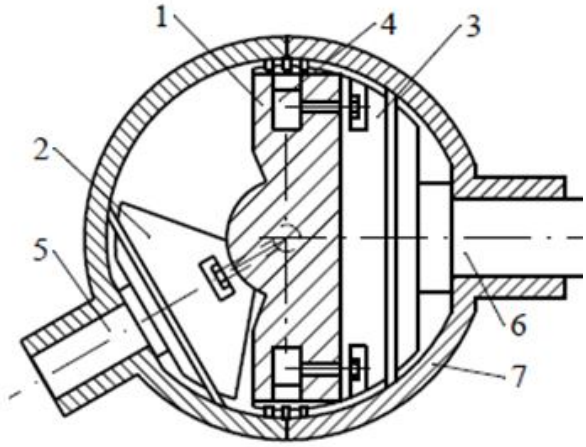


Рис. 6. Конструктивная схема сфероидального двигателя В.А. Когута

1- поршень-диафрагма; 2, 3 - фигурные фланцы (сегменты): 4-пальцы; 5 - вспомогательный вал; 6- силовой вал; 7- корпус

Двумя другими пальцами 4, расположенными под прямым углом к первым, поршень-диафрагма крепится к фланцу 2, а с фланцем 3 подвижно соединен другим цилиндрическим приливом.

При вращении вала поршень-диафрагма совершает сложное движение: вращательное и одновременно колебательное вокруг пальцев 4, образуя четыре переменные сфероидальные рабочие камеры.

Аналогично двигателю Когута запатентованы конструкции сфероидальных двигателей в США. В несколько иной и более сложной конструкции сферические секции вращаются в разные стороны благодаря наличию конических шестерен.

Отличительной особенностью рассмотренных сфероидальных двигателей является наличие двух валов, вращающихся в корпусе, один из которых передает крутящий момент, а другой вал выполняет только кинематические функции, необходимые для осуществления термодинамических процессов и преобразования сложных движений рабочих органов во вращательное движение выходного вала, что усложняет конструкцию и увеличивает габариты и массу двигателя.

Основные преимущества сфероидальных двигателей по сравнению с двигателями Wankel следующие:

- меньшие скорости скольжения уплотнительных элементов рабочих камер;
- проще технология обработки сферической рабочей поверхности по сравнению с эпитрохоидной поверхностью двигателя Wankel;
- более благоприятная для сгорания, а также с точки зрения теплопотерь, форма камеры сгорания.

Преимущества по сравнению с поршневыми ДВС:

- отсутствие кривошипно-шатунного механизма, что приводит к уменьшению габаритов и массы;
- более высокий механический кпд в связи с сокращением числа трущихся пар;
- лучше уравновешенность, так как неуравновешенным в этом двигателе является только момент сил инерции, при возвратно-поворотном движении сфероидального поршня.

Перечисленные преимущества ставят сфероидальные двигатели по перспективности применения впереди роторных ДВС, а по массе и габаритам-впереди поршневых двигателей, что требует к ним определенного внимания инженеров и исследователей.

Список литературы

1. Баландин С. С. Бесшатунные двигатели внутреннего сгорания- М: Машиностроение. 1972. -176 с.

2. Smith James E., Craven Robert P., Cutlip Robert O. The Stiller-Smith mechanism: a kinematic analysis // SAE Techn Pap. Ser. - 1986. -№860535-8 pp.

3. Smith James E., Nesbit Steven, Churchill Randolph. The Stiller-Smith. Cross-Slider engine: a balanced engine concept// SAE Techn. pap. Ser. - 1987. -№870614. - С. 1 - 10.

4. Beachley Sorman H., Lenz Martha A. A critical evaluation of the geared hvpocvcloid mechanism for internal completion engine apphcation //SAETechn Pap Ser- 1988. -№880660. –С.1-12.

5. Ishida Kenjioro. Internal Combustion Engine Nainen kikan - 1984. -№ 1.

6. Der- erste Kurbelschlaufenmotor // Techn. Rdsch – 1989. № 7.- С.39.

7. Orbital - the engine of the 80 s // J.Inst. Eng. Austral.- 1980. - 52. № 6.- P.60.

8. Чириков К.Ю. Необычные двигатели - М: Знание 1976.-64 с.

УДК 621.313

Д.А. Труфанов, студент
Н.В. Прибылова, к.т.н., доцент

БЕСКОНТАКТНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

В статье рассмотрены области применения, достоинства и недостатки бесконтактных электродвигателей постоянного тока малой мощности, а также требования к ним в зависимости от области применения.

Электродвигатели постоянного тока малой мощности отличаются большим многообразием выполняемых функций и конструктивных

исполнений, особенностями применения и эксплуатации. Они выполняют задачи не только преобразования электрической энергии в механическую или электрического сигнала в механическую величину (угол, угловую частоту, момент), но и обратного преобразования механической величины в электрический сигнал по определенной функциональной зависимости. Электродвигатели постоянного тока малой мощности оказывают существенное влияние на надежность и на функциональные характеристики систем автоматики и радиоэлектронной аппаратуры, а именно на точность и быстродействие.

На сегодняшний день существует два типа электродвигателей постоянного тока малой мощности – коллекторные и бесколлекторные или бесконтактные (рисунок 1).



Рис. 1 – Устройство ДПТ малой мощности

Коллекторные электродвигатели постоянного тока обладают хорошими регулировочными свойствами и экономичны [1-4], но наличие щеточно-коллекторного узла ограничивает область их применения.

Одной из разновидностей коллекторных машин являются электродвигатели постоянного тока с полым якорем. Они имеют более высокий КПД и лучшие динамические характеристики, чем двигатели с железным якорем при меньшем моменте инерции ротора, что привело к их широкому распространению в системах автоматики различного назначения [5-8].

Момент инерции полого якоря значительно меньше момента инерции обычного якоря, что обеспечивает двигателю хорошее быстродействие. Недостаток конструкции малоинерционного двигателя с полым якорем – наличие большого немагнитного промежутка между полюсами статора и неподвижным ферромагнитным сердечником – внутренним статором. Это требует увеличения магнитодвижущей силы (МДС) возбуждения, что приводит, во-первых, к увеличению габаритов двигателя из-за увеличения объема обмотки возбуждения, а во-вторых, к росту потерь на нагрев обмотки возбуждения [9].

В настоящее время в связи с развитием силовой полупроводниковой электроники появились и начали получать все более широкое распространение бесконтактные двигатели постоянного тока (рисунок 2) [10].

Область применения бесконтактных двигателей постоянного тока (БДПТ) малой мощности очень обширна. Отсутствие коллекторного узла позволяет применять такие электродвигатели в пожароопасных помещениях, а также в местах с повышенной влажностью без опасения замыканий, искрения или возгорания из-за дефектов в щеточном узле. Благодаря высокому КПД и хорошим массогабаритным показателям они нашли применение и в космической промышленности.

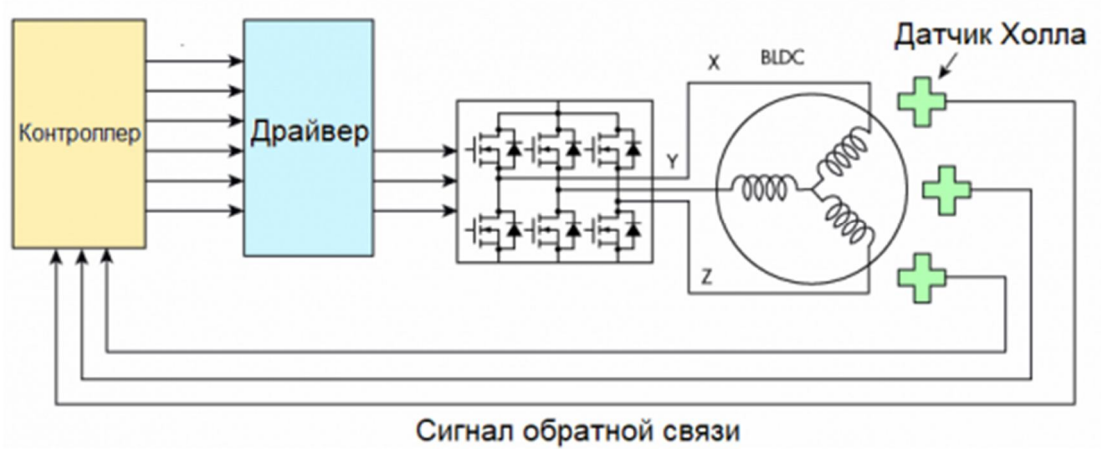


Рис. 2 – Бесконтактный электродвигатель постоянного тока

Ротор двигателя содержит постоянные магниты, а рабочие обмотки располагаются на статоре, то есть устройство БДПТ полностью противоположно тому, как это имеет место в классическом коллекторном двигателе (машине постоянного тока). Для работы бесконтактного двигателя необходим специальный контроллер, который включает обмотки таким образом, чтобы векторы магнитных полей якоря и статора были ортогональны друг к другу. Этот контролер называется коммутатор, также он носит название «драйвер» или «инвертор». Коммутатор состоит из 6 транзисторов, они и подают ток в ту или иную обмотку, в зависимости от положения ротора.

Так, в отличие от коллекторного двигателя постоянного тока, щетки заменены, по сути, на электронные ключи, потери в которых сильно меньше, чем были бы при механической коммутации. Мощные неодимовые магниты на роторе позволяют добиться большего момента на валу [11]. И греется такой двигатель меньше, нежели его коллекторный предшественник.

В БДПТ огромную роль играет электронный блок управления. Это очень важная и дорогостоящая часть бесколлекторного двигателя постоянного тока, без которой, однако, никак не обойтись. От данного блока двигатель получает питание, параметры которого одновременно влияют и на

скорость, и на мощность, которую двигатель будет в состоянии развить под нагрузкой.

Даже если скорость вращения регулировать не нужно, все равно электронный блок управления необходим, ведь он несет на себе не только функцию управления, но также имеет силовую составляющую.

Рассмотрим основные преимущества и недостатки БДПТ.

Преимущества:

1) Срок службы значительно дольше, чем у обычных коллекторных аналогов.

2) Высокий КПД.

3) Быстрый набор максимальной скорости вращения.

4) Отсутствие искрения при работе позволяет использовать привод в пожароопасных условиях.

5) Не требуется дополнительное охлаждение.

6) Простая эксплуатация.

Недостатки:

1) Относительно высокая стоимость.

2) Невозможность использования БДПТ без драйвера.

3) Проблемный ремонт, особенно если требуется перемотка.

Сфера применения таких электродвигателей досрочно широка. Они используются как для привода мелких механизмов: в дисководах CD, DVD-приводах, жёстких дисках, так и в мощных устройствах: аккумуляторном и сетевом электроинструменте (с питанием порядка 12 В), радиоуправляемых моделях (например, квадрокоптерах), станках с ЧПУ для привода рабочего органа (обычно моторчики с номинальным напряжением 24 В или 48 В).

Широкое применение БДПТ нашли в электротранспорте, почти все современные мотор-колеса электросамокатов, велосипедов, мотоциклов и автомобилей – это бесколлекторные двигатели.

Список литературы

1. Хомяк, В.А. Анализ электромагнитных процессов в электродвигателях постоянного тока [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова, Г.В. Коробов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 10. – С. 27-29.

2. Хомяк, В.А. Исследование переходного падения напряжения в скользящем контакте микроэлектродвигателей [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова // Энергия - XXI век. – 2015. – № 1 (89). – С. 90-95.

3. Хомяк, В.А. Тормозной момент коммутируемых секций в коллекторных электрических машинах малой мощности [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова // Энергия - XXI век. – 2017. – № 1 (97). – С. 77-83.

4. Хомяк, В.А. К анализу пульсаций момента в коллекторных моментных электродвигателях многополюсного исполнения [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова, В.В. Картавцев // Энергия-XXI век. – 2018. – №3(103). – С. 42-45.

5. Хомяк, Н.В. Анализ электродвигателей постоянного тока с полым якорем с целью улучшения их технико-эксплуатационных характеристик: дис. … канд. техн. наук / Н.В. Хомяк. – Воронеж, 1998. – 200 с.

6. Хомяк, В.А. Применение разомкнутых обмоток в электродвигателях постоянного тока с полым якорем [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова // Энергия - XXI век. – 2016. – № 1 (93). – С. 84-90.

7. Кононенко, Е.В. Моделирование плоскопараллельного магнитного поля для различных магнитных систем в электродвигателях с полым якорем и РЗМ-магнитами [Текст] / Е.В. Кононенко, Н.В. Хомяк // Радиотехнические тетради. – 1998. – № 14. – С. 93-94.

8. Кононенко, Е.В. Улучшение технико-экономических показателей электродвигателей серии ДПР за счёт применения РЗМ-магнитов [Текст] / Е.В. Кононенко, Н.В. Хомяк, В.А. Хомяк // Энергия. – 1996. – № 3-4 (25-26). – С. 18-21.

9. Хомяк, В.А. Анализ потерь в обмотке якоря электродвигателя постоянного тока [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова // Энергия - XXI век. – 2014. – № 4 (88). – С. 56-59.

10. Анненков, А.Н. Совершенствование систем возбуждения бесконтактных двигателей [Текст] / А.Н. Анненков, М.А. Иванов, Н.В. Прибылова // Вестник Воронежского ГАУ. – 2011. – № 4 (31). – С. 68-71.

11. Хомяк, В.А. Экспериментальное исследование применения высокоэнергетических магнитов в микроэлектродвигателях постоянного тока серии ДПМ [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Хомяк // Энергия. – 1994. – № 4. – С. 14-18.

УДК 621.3

Ю.П. Фролова, студент
О.Г. Швачкина, студент
Н.В. Прибылова, к.т.н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В статье рассматривается применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в сельском хозяйстве – одно из самых перспективных направлений, на которое активно растет спрос. В интересах точного земледелия постоянно создаются и совершенствуются аппараты, позволяющие в сжатые сроки собирать и обрабатывать полученные данные [1].

Максимальной эффективности в сельском хозяйстве можно добиться, только владея актуальной и точной информацией о площади, рельефе,

специфике грунта полей. Наиболее простым и действенным способом для получения таких сведений является использование беспилотников. Всего за несколько минут полета можно собрать детальную информацию об изучаемом объекте, создать ортофотоплан, 3D-модель рельефа и не только. Это позволяет полностью контролировать сельскохозяйственные процессы и своевременно принимать решения по их корректировке.

Беспилотные летательные аппараты (рис. 1) имеют несколько винтов, что позволяет осуществлять горизонтальный взлёт и посадку, зависать над определённой областью. В зависимости от количества винтов данные БЛА имеют различные лётные характеристики и названия. Самыми популярными являются квадрокоптеры, имеющие четыре лопасти. У них самое большое время полёта, отличная подвижность в воздушном пространстве и относительно дешёвая цена. Следующими по частоте использования стоят гексокоптеры и октокоптеры. Они имеют 6 и 8 винтов соответственно. Они более тяжеловесны и неповоротливей по сравнению с квадрокоперами, но зато могут нести гораздо больший вес. По длительности полёта с нагрузкой, для которой их, собственно, и покупают, они зачастую проигрывают БПЛА с 4 лопастями. Но на самом деле все зависит от цены, так как дроны с большим количеством винтов существенно дороже, ведь на каждый пропеллер приходится по одному мощному бесколлекторному мотору [2]. Сейчас ведутся активные исследования по созданию лёгких моторов, которые должны иметь очень большой коэффициент отношения тяги моторов к их весу [3].



Рисунок 1. – Беспилотный летательный аппарат

Для наблюдения за полями используют два вида БПЛА, отличающиеся своей конструкцией и летными характеристиками.

1. Самолетного типа или «летающее крыло» – наиболее удобный вариант для облета больших территорий, характеризующийся высокими аэродинамическими показателями. БПЛА этого типа лучше всего подходит для мониторинга протяженных объектов или съемки в условиях значительного удаления. Но из-за особенностей конструкции беспилотник должен постоянно двигаться, и поэтому не может работать в режиме

зависания над объектом, а также осуществлять съемку на ограниченных территориях.

2. Коптерные беспилотники или дроны – могут оснащаться различным количеством винтов, что позволяет отлично справляться с точечной съемкой в одном месте для обследования небольшого земельного участка, трехмерного моделирования, опрыскивания. Квадрокоптеры отличаются простой конструкцией, стабильностью полета и надежностью. К недостаткам БПЛА этого вида можно отнести небольшую скорость и ограниченное время полета, из-за чего радиус действия меньше, чем у самолетных дронов.

Беспилотники в сельском хозяйстве способны выполнять разнообразные операции:

- **аэрофотосъемку**, необходимую для выявления проплешин, гибели урожая после воздействия природных факторов и других дефектов, нуждающихся в своевременном устранении. Аэрофотосъемка с дрона более детальная, чем съемка со спутника, за счет небольшой высоты полета. Кроме того, беспилотные системы позволяют снимать даже в условиях порывистого ветра и облачности.
- **видеосъемку** – производительность летательного аппарата при видеосъемке достигает 30 км² за 1 час, что существенно снижает временные и финансовые затраты по сравнению с использованием наземных видов обследования или пилотируемой авиации.
- **3D моделирование** – позволяет определять переувлажненные или засушливые территории, выемку грунта, грамотно создавать планы и карты увлажнения или осушения почвы, рекультивации участков или мелиорации земель.
- **тепловизионную съемку** – осуществляется с применением всего спектра инфракрасного излучения: ближнего, среднего и дальнего диапазона [4]. Исследование с БПЛА дает возможность определить сроки дифференцирования точек роста, что напрямую влияет на урожайность и сохранение продуктивных свойств растений с сохранением наследственных возможностей сорта.
- **лазерное сканирование** – применяется для анализа местности на труднодоступных или недоступных территориях. Данный метод обеспечивает получение точной модели высокой плотности с детальным отображением рельефа даже при работе в условиях сильной загущенности насаждений.
- **опрыскивание** – благодаря возможности дооснащения, дроны используют для точечного опрыскивания растений и плодовых деревьев. Такой подход позволил фермерам обрабатывать только больные растения, исключая попадание химикатов на остальной урожай.

Полет над полем осуществляется с перекрытием 50-80%. Каждая точка на снимке имеет 12-ти кратное перекрытие. Для увеличения скорости работ можно использовать несколько беспилотников (до 4-х с одной станцией управления). Полученные снимки загружаются в фотограмметрическое ПО PhotoScan, где сшиваются в единый ортофотоплан (рис. 2).

Применение беспилотных летательных аппаратов в аграрной отрасли имеет огромный потенциал. Подобные устройства способны выполнять множество важных и актуальных задач, особенно в сфере точного земледелия, поэтому с каждым годом среди сельхозпроизводителей возрастает интерес к их использованию.

Активный интерес к применению БЛПА вызван рядом выраженных преимуществ технологии:

- высокая скорость исследований и экономия время фермеров (за 1 день съемки можно обследовать территории площадью до 5 тыс. га);
- максимальная точность результата;
- возможность визуального анализа информации в режиме реального времени;
- возможность своевременной оценки качества выполненных в поле работ;
- детальный контроль каждого участка на всех этапах сельскохозяйственных работ.

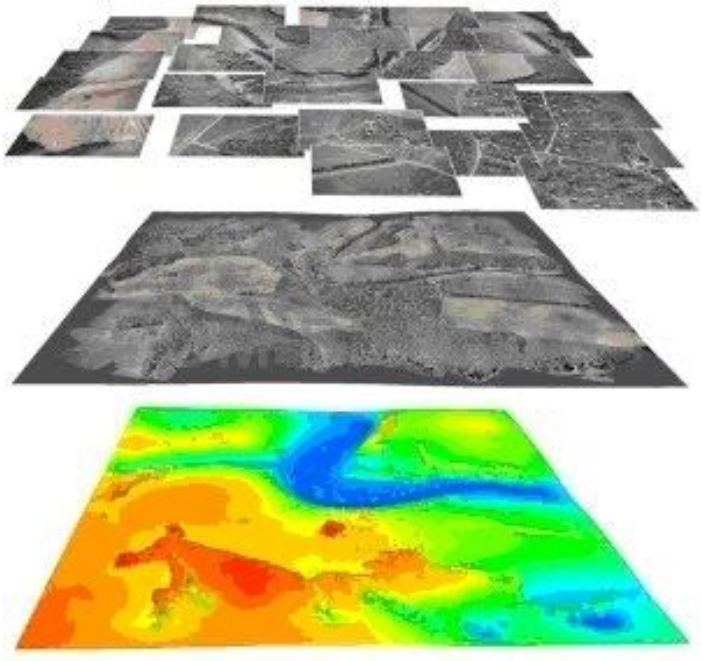


Рисунок 2. Фотоплан (PhotoScan)

Применение беспилотников помогает не только провести детальный анализ условий, влияющих на качество растительности, но и оптимизировать производство для получения максимально эффективного результата с рациональным использованием ресурсов. Регулярная съемка позволяет вносить данные в технические документы с учетом привязки к определенному времени для оценки последствий воздействия неблагоприятных условий.

Кроме преимуществ, работа с дронами и БПЛА самолетного типа имеет ряд недостатков, среди которых:

- необходимость получения специального разрешения на полеты;

- зависимость точности съемки от навыков оператора и программного обеспечения;
- ограниченная дальность действия из-за невысоких возможностей аккумуляторов.

Ученые разных стран работают над новыми экспериментальными моделями, что позволит приумножить плюсы и искоренить минусы. Тяжело представить дальнейшее развитие отрасли сельского хозяйства без использования коптеров. Они сопровождают человека на всех этапах возделывания земель, значительно упрощают животноводство на больших фермах и обеспечивают точной информацией, которую другими методами получать сложнее и дороже. Поэтому главный вопрос теперь не зачем нужны беспилотники, а как использовать их ещё эффективнее.

Список литературы

1. Афоничев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве [Текст] / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

2. Анненков, А.Н. Совершенствование систем возбуждения бесконтактных двигателей [Текст] / А.Н. Анненков, М.А. Иванов, Н.В. Прибылова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (31). – С. 68-71.

3. Сечин, А.Ю. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэросъемки для картографирования [Текст] / А.Ю. Сечин, М.А. Дракин, А.С. Киселева // «Ракурс». – Москва, Россия, 2011, 205 с.

4. Прибылова, Н.В. Тепловизионный контроль силового электрооборудования [Текст] / Н.В. Прибылова, Ю.М. Помогаев // Сб.: Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: ФГБОУ Саратовский ГАУ, 2013. – С. 260-272.

УДК 621.313.29

А.Е. Шаповалов, студент
Н.В. Прибылова, к.т.н., доцент

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

В статье описаны возможные области применения различных типов электродвигателей в специальных электроприводах, а также требования к ним в зависимости от области применения.

В настоящее время одной из актуальных задач для отечественного машиностроения является разработка специальных электроприводов. В

качестве электромеханических преобразователей в них применяются разные типы электродвигателей.

Как правило, в отечественных электроприводах в качестве электромеханических преобразователей применяются вентильные электродвигатели постоянного тока с постоянными магнитами с радиальной и аксиальной конструкцией ротора [1], коллекторные электродвигатели постоянного тока с постоянными магнитами [2-8], коллекторные электродвигатели постоянного тока с электромагнитным возбуждением и трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором [9-10].

Выбор типа электродвигателя для специального электропривода определяется следующими основными факторами.

1) Требуемыми показателями по техническому уровню, к которым относятся:

– требования по энергетическим, массогабаритным и динамическим показателям;

– требования по регулировочным характеристикам;

– требования по внешним воздействующим факторам;

– требования по контролепригодности и ремонтопригодности;

– требования по экологичности;

– требования по надежности.

2) Требуемыми экономическими показателями, к которым относятся:

– количество опытных и серийных образцов;

– цена одного опытного и серийного образца.

В большинстве случаев при разработке специальных электроприводов к ним предъявляется не один из вышеперечисленных факторов, а их сочетание. Новой тенденцией последних лет стало применение вентильных электродвигателей в условиях, когда к электроприводу предъявляются повышенные требования по энергетическим, массогабаритным и динамическим показателям, а также от него требуются хорошие регулировочные характеристики, высокая надежность при различных внешних воздействующих факторах (повышенной или пониженной влажности, вибрациях, ударах), возможность контроля, повышенные требования по помехам (требования по экологичности). Поскольку показатели и характеристики электропривода во многом определяются электродвигателем, являющимся исполнительным органом электропривода, очевидно, что в рассматриваемом случае необходимо применение электродвигателя, имеющего превосходные показатели и характеристики.

Такими показателями и характеристиками обладает вентильный электродвигатель. Высокие энергетические, динамические и массогабаритные показатели вентильного электродвигателя достигаются за счет применения высококоэрцитивных постоянных магнитов, позволяющих в малом объеме ротора сконцентрировать большую магнитную энергию [3, 11-13], а также за счет современных полупроводниковых элементов и микроконтроллерной системы управления.

Главным недостатком вентильных электродвигателей и электроприводов на их основе является высокая цена за счет наличия дорогостоящих полупроводниковых элементов и микроконтроллерной системы управления. Однако в данной группе специальных электроприводов наиболее важным является обеспечение тактико-технических требований заказчика.

Вышеназванная группа электроприводов применяется в следящих системах (следящие электропривода), в системах при больших частотах вращения выходного звена (электрошпиндели станков с ЧПУ), в технологических роботах (сервопривода, прямые или безредукторные прецизионные электропривода). Диапазон мощностей электродвигателей для следящих электроприводов составляет от 5 до 5000 Вт при частотах вращения до 30000 об/мин. Динамические показатели этих электроприводов определяются их амплитудо-фазо-частотными характеристиками, при этом частота входного синусоидального сигнала может составлять до 40 Гц. Диапазон мощностей электроприводов для технологического оборудования составляет от 100 Вт до 15 кВт, а частоты вращения могут достигать 100000 об/мин (электродвигатели высокоскоростных электрошпинделей).

Коллекторные электродвигатели постоянного тока также по-прежнему достаточно широко применяются в специальных электроприводах [2-8]. Наиболее слабым местом в данных электродвигателях является щеточно-коллекторный узел, на который приходится от 30 до 70 % всех отказов данных электродвигателей. На работу щеточно-коллекторного узла большое влияние оказывают внешние воздействующие факторы, в значительной степени сокращая ресурс электродвигателей. Большое влияние оказывает и частота вращения, поскольку коллектор имеет жесткое ограничение по максимальной частоте вращения (максимальная частота вращения до 30000 об/мин). Однако в тех случаях, когда режим работы электропривода и электродвигателя кратковременный и составляет от нескольких десятков минут до нескольких часов, недостатки, связанные с наличием щеточно-коллекторного узла не оказывают сильного влияния на работу. Кроме того, применение постоянных магнитов на основе самария и кобальта позволяет получить достаточно высокие энергетические и массогабаритные показатели и неплохие динамические показатели, хотя двигатели постоянного тока с постоянными магнитами по данным показателям будут уступать вентильным двигателям постоянного тока с постоянными магнитами. Более низкие по сравнению с вентильными двигателями энергетические и массогабаритные показатели вызваны потерями в щеточно-коллекторном узле, а более низкие динамические показатели вызваны большим объемом (и в особенности диаметром) вращающейся части. Кроме того, при условии работы электропривода от крайнего положения до крайнего положения система управления двигателя постоянного тока технически более простая.

Коллекторные двигатели постоянного тока с постоянными магнитами и с электромагнитным возбуждением применяются в гидросистемах и пневмосистемах, питание которых осуществляется от источников постоянного тока. Также они часто применяются в электроприводах,

работающих от крайнего положения до крайнего положения (например, запорная арматура). Значительно реже в электроприводах, к которым применяются повышенные требования по динамическим показателям. Динамические показатели этих электроприводов определяются их амплитудо-фазо-частотными характеристиками, при этом частота входного синусоидального сигнала может составлять до 5 Гц.

Выбор между коллекторным двигателем постоянного тока с постоянными магнитами и вентильным двигателем постоянного тока с постоянными магнитами определяется при полном обеспечении обоими необходимых технических требований, ценой образца. Цена двигателя постоянного тока с постоянными магнитами приблизительно в 8-10 раз ниже за счет отработанности конструктивных и технологических решений в течение нескольких десятилетий.

Коллекторные двигатели постоянного тока с электромагнитным возбуждением применяются, когда необходимо реализовать регулирование частоты вращения достаточно простым и дешевым способом, при этом нет необходимости иметь широкий диапазон регулирования и работать при постоянных пусках и реверсах (отрабатывать амплитудо-фазо-частотные характеристики). Цена коллекторного двигателя постоянного тока такой конструкции может быть в 10-15 раз ниже, чем цена вентильного двигателя постоянного тока с постоянными магнитами.

Область применения асинхронных электродвигателей в специальных электроприводах крайне ограничена. Это связано с низкими массогабаритными и динамическими показателями, а также крайне плохими регулировочными характеристиками без преобразователя частоты.

Также они имеют конструктивное ограничение по частоте вращения: при питании от сети 50 Гц максимальная синхронная частота вращения составляет 3000 об/мин, при питании от сети 400 Гц максимальная синхронная частота вращения составляет 24000 об/мин. Кроме того, асинхронные двигатели для создания электромагнитного поля требуют реактивную мощность, что значительно усложняет систему электроснабжения объекта применения.

Асинхронные двигатели с преобразователем частоты обладают хорошими регулировочными характеристиками [14], однако также редко применяются в специальных электроприводах по ряду вышеназванных причин и вследствие значительно более сложной и громоздкой системы управления, например, по сравнению с системой управления вентильными электродвигателями постоянного тока.

Наиболее часто асинхронные электродвигатели без преобразователей частоты применяются в электроприводах, работающих длительное время с постоянной частотой вращения, а с преобразователем частоты – в системах при больших частотах вращения выходного звена (электрошпиндели станков с ЧПУ). В таких системах используются два главных преимущества асинхронных двигателей: высокая надежность за счет относительной простоты конструкции и высокие энергетические показатели в номинальном режиме.

Таким образом, в некоторых приводах возникают требования, которые не могут быть удовлетворены двигателями единых серий. Для таких приводов созданы специализированные электродвигатели, совершенствованию которых в промышленно развитых странах придают большое значение.

Список литературы

1. Анненков, А.Н. Совершенствование систем возбуждения бесконтактных двигателей [Текст] / А.Н. Анненков, М.А. Иванов, Н.В. Прибылова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (31). – С. 68-71.

2. Хомяк, В.А. Применение разомкнутых обмоток в электродвигателях постоянного тока с полым якорем [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова // Энергия - XXI век. – 2016. – № 1 (93). – С. 84-90.

3. Хомяк, Н.В. Анализ электродвигателей постоянного тока с полым якорем с целью улучшения их технико-эксплуатационных характеристик: дис. … канд. техн. наук / Н.В. Хомяк. – Воронеж, 1998. – 200 с.

4. Хомяк, В.А. Исследование переходного падения напряжения в скользящем контакте микроэлектродвигателей [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова // Энергия - XXI век. – 2015. – № 1 (89). – С. 90-95.

5. Хомяк, В.А. Анализ электромагнитных процессов в электродвигателях постоянного тока [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова, Г.В. Коробов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 10. – С. 27-29.

6. Хомяк, В.А. Тормозной момент коммутируемых секций в коллекторных электрических машинах малой мощности [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова // Энергия - XXI век. – 2017. – № 1 (97). – С. 77-83.

7. Хомяк, В.А. Анализ потерь в обмотке якоря электродвигателя постоянного тока [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова // Энергия - XXI век. – 2014. – № 4 (88). – С. 56-59.

8. Хомяк, В.А. К анализу пульсаций момента в коллекторных моментных электродвигателях многополюсного исполнения [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Прибылова, В.В. Картавцев // Энергия-XXI век. – 2018. – №3(103). – С. 42-45.

9. Ерёмин, М.Ю. Снижение потерь реактивной мощности при работе асинхронных электродвигателей [Текст] / М.Ю Ерёмин, Н.В. Прибылова, И.И. Аксёнов // Сб.: Наука, образование и инновации в современном мире: Материалы национ. науч. конф. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2019. – С. 115-119.

10. Прибылова, Н.В. Асинхронный двигатель с массивным железомедным зубчатым ротором [Текст] / Н.В. Прибылова, Р.М. Панов, С.Ю. Бартенев // Сб.: Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: Материалы междунар. науч.-практ. конф. в 2-х ч. – Ч. II. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2018. – С. 157-162.

11. Кононенко, Е.В. Моделирование плоскопараллельного магнитного поля для различных магнитных систем в электродвигателях с полым якорем

и РЗМ-магнитами [Текст] / Е.В. Кононенко, Н.В. Хомяк // Радиотехнические тетради. – 1998. – № 14. – С. 93-94.

12. Кононенко, Е.В. Улучшение технико-экономических показателей электродвигателей серии ДПР за счёт применения РЗМ-магнитов [Текст] / Е.В. Кононенко, Н.В. Хомяк, В.А. Хомяк // Энергия. – 1996. – № 3-4 (25-26). – С. 18-21.

13. Хомяк, В.А. Экспериментальное исследование применения высокоэнергетических магнитов в микроэлектродвигателях постоянного тока серии ДПМ [Текст] / В.А. Хомяк, Н.В. Хомяк // Энергия. – 1994. – № 4. – С. 14-18.

14. Афоничев, Д.Н. Математическая модель управляемого асинхронного электродвигателя [Текст] / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, М.А. Степин // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения: матер. междунар. научно-прак. конф., посвящ. 115-й годовщине со дня рождения профессора Харитончика Е.М., г. Воронеж, 6 апреля 2017 г. В 2-х ч. Ч. 2. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 10–15.

УДК 621.43.068

П.В. Тихомиров, экстерн
В.В. Никитин, экстерн
С.Ю. Саблин, экстерн
Д.Е. Болтнев, экстерн
М.В. Мацнев, экстерн
А.О. Боровлев, экстерн
В.Ю. Букреев, аспирант

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ С АНТИФРИКЦИОННЫМ СМАЗОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ

В статье приводятся результаты испытаний двигателя внутреннего сгорания автомобиля КАМАЗ, работающего с антифрикционным смазочным материалом.

В настоящее время в эксплуатации находится более 500 млн. автомобилей, имеющих возраст более 5 лет и пробег свыше 100 тыс. км. При таком пробеге, даже при использовании современных смазочных материалов, износ некоторых деталей основных агрегатов автомобиля достигает критического уровня, что снижает ресурс, увеличивает эксплуатационные расходы и, как правило, требует дорогостоящего ремонта автомобиля. Кроме того, использование масел и топлива низкого качества приводит к дополнительному износу пар трения, снижению мощности, повышенному расходу топлива, угару масла, снижению эффективности эксплуатации

автомобиля в целом. Все это сопряжено с серьезными материальными издержками, так как требует частого обращения в ремонтные органы.

Существующие традиционные технологии ремонта двигателей внутреннего сгорания (ДВС) не отвечают современным требованиям, предъявляемым к ресурсу (долговечности) и безотказности. Наряду с традиционными методами ремонта, связанными с заменой деталей, существуют более дешевые, но не менее эффективные методы решения проблем. Альтернативой классическому ремонту являются высокоэффективные средства безразборного технического обслуживания и ремонта узлов, и агрегатов с помощью препаратов автохимии. Эта технология заключается в том, что при введении специальных добавок в масло в узлах трения механизма вместо износа может происходить либо обратный процесс, либо на порядок уменьшится скорость изнашивания ресурсных деталей. При этом на рабочих поверхностях деталей происходит образование слоев с высокой износостойкостью и аномально малым коэффициентом трения. Таким образом, можно фактически обеспечить безызносную эксплуатацию техники [1].

В ВУНЦ «ВВС ВВА им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), разработан новый антифрикционный смазочный материал, который относится к составам для обработки узлов трения металлических поверхностей, а именно антифрикционному и моющему материалу, и может быть использован для смазки трущихся поверхностей узлов трения любых машин и механизмов с целью создания стойкого износоустойчивого защитного покрытия металлокерамики (ЗПМК) на их трущихся поверхностях [2].

Для оценки эффективности его работы был испытан ДВС КАМАЗ-740 установленный на автомобиле КАМАЗ-53212, который подвергался обработке антифрикционным составом [3].

Перед началом проведения обработки сотовом производилась диагностика двигателя КАМАЗ-740 с замером компрессии в цилиндрах.

Процесс измерения компрессии дизельного двигателя КАМАЗ-740, представлен на рисунке 1.

Результаты проведённых измерений по замеру компрессии в цилиндрах ДВС КАМАЗ-740 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты замеров компрессии цилиндров ДВС КАМАЗ-740 до обработки составом ВПК-АЗ

Компрессия в цилиндрах ДВС	№ цилиндра							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
Кольцевая кгс/см	14	12	12	11	12	3	3	5
Поршневая кгс/см	24	24	25	24	24	21	21	19



Рисунок 1 – Процесс замера компрессия в ДВС КАМАЗ-740

После проведения комплексной диагностики двигателя КАМАЗ-740 производилась частичная разборка двигателя, которая включала следующие операции:

- снятие впускного коллектора;
- снятие выпускного коллектора;
- слив охлаждающей жидкости (тосола) через сливные краны;
- снятие крышки головки 7 и 8-го цилиндров;
- снятие головки блока 7 и 8-го цилиндров;
- снятие поддона картера предварительно слив масло;
- снятие нижней крышки шатуна 8-го цилиндра и поршня в сборе с шатуном, пальцем и поршневыми кольцами;
- снятие нижней крышки шатуна 4-го цилиндра.

После выполнения всех перечисленных операций связанных с частичной разборкой ДВС КАМАЗ-740 выполнялись замеры размеров 8-го цилиндра и шатунной шейки коленчатого вала.

Измерение четвертой шатунной шейки производилось в двух поясах, расположенных на 1/4 длины шейки от щек, согласно рисунка 2.

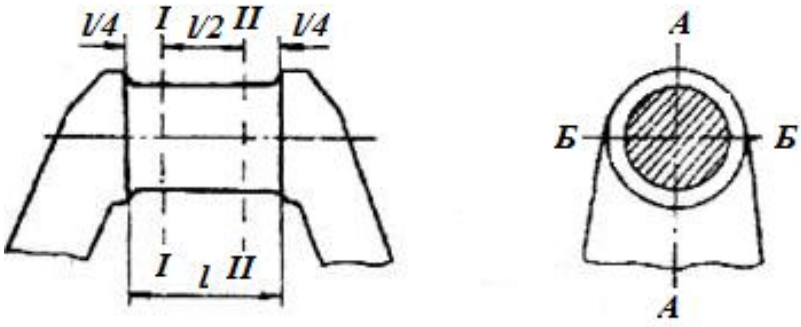


Рисунок 2 – Схема измерений диаметра шейки коленчатого вала

Размер А-А – измеряется в плоскости кривошипа, Б-Б – в перпендикулярной ей. Измерения проводятся несколько раз в различных точках. При этом допустимый износ, овальность, конусность и т.д. не более 0,03 мм.

Счет поясов велся от переднего конца коленчатого вала. В каждом поясе измерения производился для шатунной шейки – в плоскости кривошипа измеряемой шейки и перпендикулярно к ней. Замер шатунных шеек в плоскости кривошипа и перпендикулярно к ней производился потому, что в этих плоскостях в результате износа диаметра шейки могут иметь между собой наибольшие отклонения.

Результаты измерений диаметра 4 шатунной шейки коленчатого вала производились согласно ГОСТ 14846—81 [3] и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты замеров диаметра 4 шатунной шейки коленчатого вала до и после обработки составом

Направление измерений	Пояс I 0,25l			Пояс II 0,75l			Наибольшее отклонение от цилиндричности
	До испытания	После испытания	Наплавка составом	До испытания	После испытания	Наплавка составом	
-А	94,23	94,73	0,50	94,24	94,74	0,50	0,01
-Б	94,24	94,71	0,47	94,25	94,73	0,48	0,01

На основании полученных измерений определялась конусность, овальность и наибольший износ шеек вала. Конусность шейки определялась как разность ее диаметров, измеренных в разных поясах, но в одной плоскости, а овальность – как разность диаметров, измеренных в одном и том же поясе, но в разных плоскостях [4].

Наибольший износ шатунной шейки устанавливался как разность диаметра предыдущего ремонтного размера шейки и наименьшего диаметра, полученного при ее измерении.

В результате обработки шатунной шейки коленчатого вала антифрикционным составом произошло наплавление шатунной шейки в среднем на 0,4875 мм.

По результатам полученных значений можно сделать вывод, что до обработки зазор между 4 шатунной шейкой 7 и 8 цилиндров и вкладышем составлял 0,50 мм, а после обработки существенно уменьшился в среднем до 0,0225 мм.

Таким образом, зазор между шатунной шейкой и вкладышем компенсировался за счет наплавки состава на стальную шатунную шейку коленчатого вала.

После снятия головки цилиндра 8-го цилиндра производился замер его внутреннего диаметра с помощью нутромера, как показано на рисунке 3.

Следует отметить, что перед проведением измерений нутромер настраивался по микрометру на номинальный диаметр цилиндра.

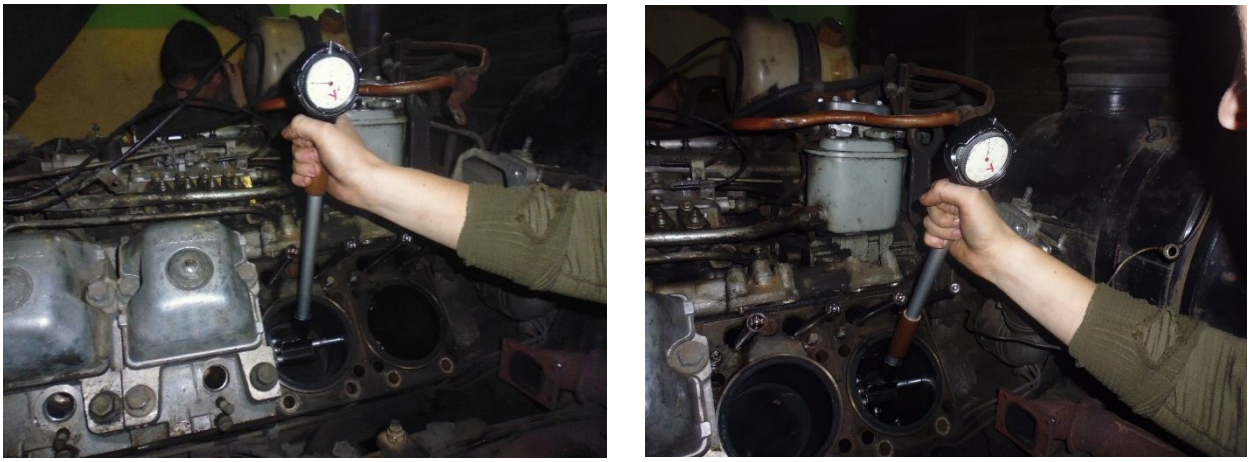


Рисунок 3 – Процесс измерения гильз 7 и 8-го цилиндра ДВС КАМАЗ-740

Перед проведением замеров металлической линейкой измерялась длина цилиндра, определялись и размечались мелом плоскости и пояса измерений. Цилиндр перед проведением измерений тщательно очищался от коррозии, пыли и грязи.

Замеры цилиндра производились, согласно схеме представленной на рисунке 4, в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и трех поясах:

1) Плоскость измерения А-А параллельна оси коленчатого вала, плоскость В-В – перпендикулярна ей;

2) Первый измерительный пояс располагался на расстоянии 25 мм от его верхнего края;

3) Второй измерительный пояс располагался в середине общей длины цилиндров, т.е. расстоянии 45 мм от верхнего края;

4) Третий измерительный пояс располагался на расстоянии 80 мм от верхнего края цилиндра.

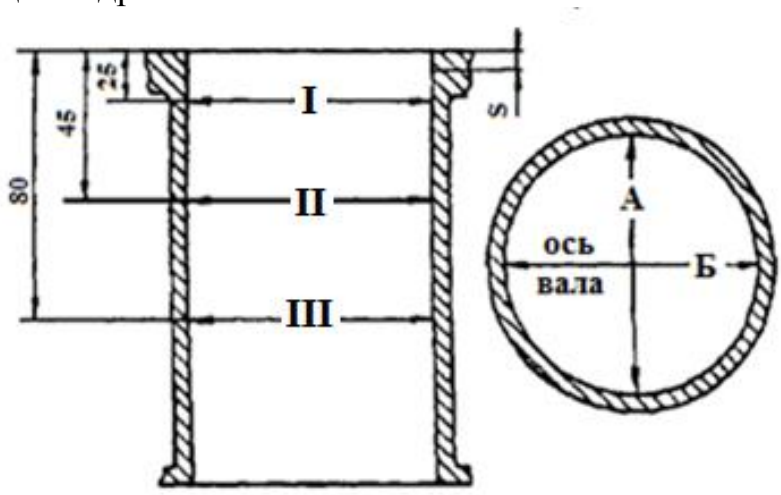


Рисунок 4 – Схема измерений гильзы цилиндра ДВС КАМАЗ-740

Результаты замеров 7 и 8-го цилиндра ДВС КАМАЗ-740 занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты замеров цилиндров до обработки составом

Замеры цилиндра	Пояс	Номер цилиндра	
		7	8
Плоскость А-А	I	119,59	119,69
Плоскость В-В		119,45	119,47
Овал		0,14	0,22
Плоскость А-А	II	119,62	119,68
Плоскость В-В		119,41	119,45
Овал		0,21	0,23
Плоскость А-А	III	119,58	119,68
Плоскость В-В		119,47	119,45
Овал		0,11	0,23

После проведения комплексной диагностики ДВС КАМАЗ-740 и замера основных размеров деталей производилась обработка всех деталей и узлов антифрикционным составом.

Состав вводился в прогретый двигатель, в систему смазки через маслозаливную горловину (из расчета 1 мл состава на каждые 4 л масла). Данный состав предварительно смешивался с небольшим количеством (50…100 мл) масла той же марки, после чего полученная смесь добавлялась в систему смазки ДВС.

Затем двигатель запускался и работал на холостых оборотах 20…25 минут, при этом через каждые 5 минут повышать его частоту вращения до 2000…2500 $с^{-1}$ (об/мин).

Обкатка двигателя осуществлялась в течение 5…6 мото-часов автомобиля. Далее двигатель подвергался обкатке согласно методики применения.

Полная обработка двигателя составом включала:

- 2-х кратную обработку – при работе двигателя в течение 15мото-часов;
- 4-х кратную обработку – при работе двигателя в течение 25 мото-часов.

После 4-х кратной обработки двигателя составом проводилась его диагностика.

После этого производился замер компрессии во всех цилиндрах ДВС с помощью дизельного компрессометра.

Результаты замеров компрессии цилиндров ДВС представлены в виде графиков на рисунках 5 и 6.

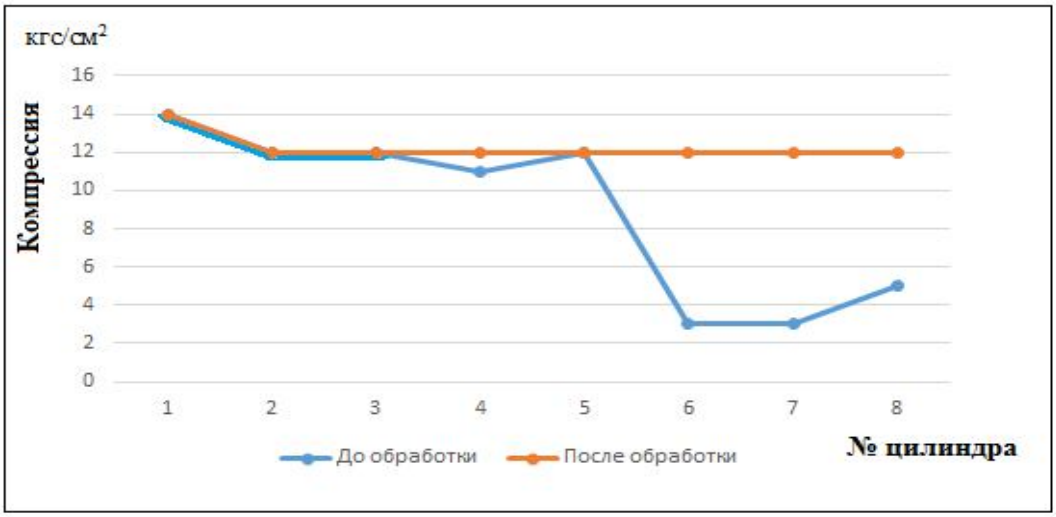


Рисунок 5 – График замеров кольцевой компрессии цилиндров ДВС КАМАЗ-740 до и после обработки составом ВПК-АЗ

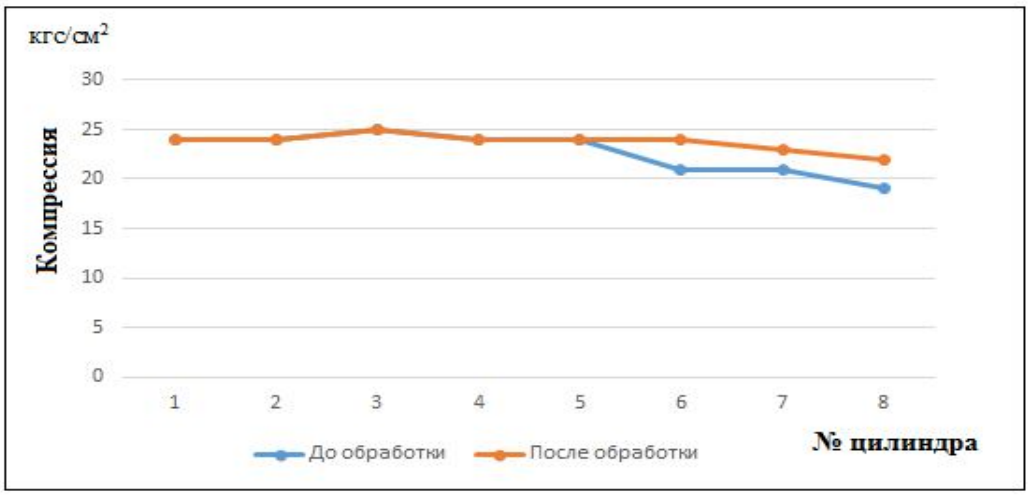


Рисунок 6 – График замеров поршневой компрессии цилиндров ДВС КАМАЗ-740 до и после обработки составом ВПК-АЗ

Таким образом, сравнив показатели компрессии до и после обработки составом ВПК-АЗ можно сделать вывод, что произошло существенное увеличение кольцевой компрессии в (4-ом цилиндре на 1 кгс/см^2, 6-ом цилиндре на 9 кгс/см^2, 7-ом цилиндре на 9 кгс/см^2, 8-ом цилиндре на 7 кгс/см^2), а так же поршневой компрессии в (6-ом цилиндре на 3 кгс/см^2, 7-ом цилиндре на 2 кгс/см^2, 8-ом цилиндре на 3 кгс/см^2).

По результатам измерений после обработки была определена средняя компрессия в цилиндрах, которая составила 23,75 кгс/см^2. Сравнив результаты измерений с показателями до обработки, можно сделать вывод о том, что среднее значение компрессии увеличилось на 1 кгс/см^2.

Затем были произведены измерения геометрии гильз цилиндров при помощи прибора нутромер для общей оценки технического состояния двигателя, процесс измерения геометрии гильз 7, 8-го цилиндра представленных в таблице 4.

Таблица 4. Результаты замеров цилиндров после обработки составом

Замеры цилиндра	Пояс	Номер цилиндра	
		7	8
Плоскость А-А	I	119,59	119,69
Плоскость В-В		119,56	119,68
Овал		0,03	0,01
Плоскость А-А	II	119,62	119,68
Плоскость В-В		119,60	119,66
Овал		0,02	0,02
Плоскость А-А	III	119,58	119,68
Плоскость В-В		119,57	119,67
Овал		0,01	0,01

По результатам измерения диаметра гильзы 7-го цилиндра до и после обработки можно сделать вывод, что гильза имела овальность в размере 0,21 мм, а после обработки состав наплавилась на стенки гильзы цилиндра и снизила овальность до 0,03 мм, тем самым подняв компрессию в 7-м цилиндре и выровняв ее значение с остальными цилиндрами. Гильза 8-го цилиндра имела овальность в размере 0,23 мм, а после обработки состав наплавилась и овальность снизилась до 0,02 мм, тем самым подняв компрессию в 8-м цилиндре. Так же произошло существенное увеличение кольцевой компрессии и выравнивание ее значений по всем цилиндрам.

По результатам проведенных измерений можно сделать вывод, что применение антифрикционного смазочного материала позволит:

- снизить коэффициент трения деталей, покрытых ЗПМК на 9,8 % от базовых значений при штатных смазках;
- увеличить твердость поверхности на 3…5 %;
- восстановить геометрию и защитить от износа трущиеся детали;
- увеличить коэффициент термического линейного расширения до 13,6…14,2;
- создать покрытие препятствующее возникновению электрохимической коррозии;
- создать покрытие, которое препятствует кислородному растрескиванию.

Целесообразно приурочить обработку двигателя к проведению технического обслуживания автомобиля или текущему ремонту ДВС, чтобы после первой приработки слить грязное масло в утиль.

Список литературы

1. Болгов В.Ю., Балабанов В.И. Автомобильные присадки и добавки. М.: Транспорт, 2009. 154 с.

2. Гергенов С.М. Испытания автомобильных двигателей. Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2002. 65 с.

3. ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1981. 11 с.

4. Ломовских А.Е., Стародубцев Д.А. Гусев Ю.В., Князев С.И. Анализ существующих присадок на основе плакирующих компонентов для моторных масел // Сборник материалов международной НПК, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ «Роль аграрной науки в развитии АПК РФ». 1-2 ноября 2017 г. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 47-53.

5. Кондрашова Е.В. Исследование влияния параметров ходовой части и шин на интенсивность колебаний колес автомобилей / Е.В. Кондрашова и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2 (45). - С. 46-55.

6. Кондрашова Е.В. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / Е.В. Кондрашова и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 4 (47). - С. 80-86.

7. Кондрашова, Е.В. Повышение точности измерения мощностных и топливно–экономических показателей двигателей внутреннего сгорания при безтормозных испытаниях / Е.В. Кондрашова и др. // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 38.

8. Совершенствование технического сервиса лесовозных автопоездов с учетом влияния состояния автотранспортной сети: монография / В.Г. Козлов, В.А. Бурмистров, А.Г. Чистяков, А.Ю. Арутюнян, М.М. Умаров ; ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, ФГБОУ ВПО «УГТУ», ФГБОУ ВПО «МГУЛ». – Воронеж: изд-во типография ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 228 с.

9. Кондрашова Е.В. Разработка математической модели корректирования режимов технического обслуживания грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, Т.В. Скворцова и др. // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. международной научно-практической конференции. 2015. - С. 147-153.

10. Козлов, В.Г. К вопросу снижения концентрации токсичных веществ в придорожной полосе лесовозных дорог / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Влияние науки на инновационное развитие. 2015. - С. 21-23.

11. Козлов, В.Г. Оценка устойчивости колесных машин / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - № 9. - С. 17-19.

12. Кондрашова Е.В. Исследование влияния параметров ходовой части и шин на интенсивность колебаний колес автомобилей / Е.В. Кондрашова, И.М. Петрищев, А.В. Скрыпников и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2 (45). - С. 46-55.

13. Козлов, В.Г. Исследование эксплуатационной надежности лесовозных автопоездов / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, Т.В. Скворцова // Наука и образование в современных условиях: матер. международной научной конференции. 2016. С. 250-255.

14. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.

15. Козлов В.Г. Определение влияния параметров ходовой части лесовозного автопоезда на устойчивость движения управляемых колес / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев, Д.В. Бурмистров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - № 4-4. - С. 671-674.

16. Skrypnikov, A., Dorokhin, S., Kozlov, V. G., & Chernyshova, E. V. (2017). Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 12(2), 511-515.

17. Kozlov, V. G., Gulevsky, V. A., Skrypnikov, A. V., Logoyda, V. S., & Menzhulova, A. S. (2018). Method of individual forecasting of technical state of logging machines. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 327(4) doi:10.1088/1757-899X/327/4/042056

18. Logoyda, V. S., Skrypnikov, A. V., Kozlov, V. G., Tikhomirov, P. V., Zelikov, V. A., Brovchenko, A. D., & Razgonyeva, V. V. (2019). Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(5), 2178-2183.

19. Остриков В.В. Изменение вязкости моторного масла как показатель технического состояния двигателя внутреннего сгорания и свойств смазочного материала / В.В. Остриков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 3 (62). С. 54-61.

УДК 630.383

П.В. Тихомиров, экстерн
В.В. Никитин, экстерн
С.Ю. Саблин, экстерн
Д.Е. Болтнев, экстерн
М.В. Мацнев, экстерн
А.О. Боровлев, экстерн
В.Ю. Букреев, аспирант

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ ВЫБОР

В статье рассмотрен комплекс мероприятий, составляющих систему

управления сцепными качествами поверхности качения дороги, включая проезжую часть краевые переходные полосы и обочины.

Шероховатость и сцепные качества покрытий являются важнейшими транспортно-эксплуатационными характеристиками, которые во многом определяют надежность взаимодействия автомобиля с дорогой, режим и безопасность движения, поэтому еще на стадии проектирования необходимо четко определять требования к этим характеристикам и предусматривать меры, обеспечивающие заданные сцепные свойства в процессе эксплуатации [5, 7, 11-20, 26, 28].

Одной из главных задач повышения сцепных качеств покрытия является удаление воды, влаги или смазывающей пленки из зоны контакта автомобиля с покрытием.

Комплекс мероприятий, составляющих систему управления сцепными качествами поверхности качения дороги, включая проезжую часть краевые переходные полосы и обочины, приведен на рисунке 1.

Принципиально важным и новым в системе управления сцепными качествами поверхности качения являются анализ климатических и метеорологических условий района проложения дороги, определение и прогнозирование на стадии проектирования, вероятности снижения сцепных качеств из-за условий погоды, степени и длительности этого снижения, а также выявление наиболее опасных участков дороги и периодов года на существующих дорогах, которые могут быть выполнены по разработанным методикам.

Эта оценка позволяет по-новому подойти к разработке и использованию технических, технологических и организационных мероприятий и более эффективно управлять сцепными качествами поверхности качения.

Анализ выполненных различными авторами работ и собственные исследования дают основания дифференцировать требования к параметрам шероховатости, которые в настоящее время едины для всей территории страны. Предлагается устраивать крупнозернистые шероховатые поверхности в районах с длительными периодами осадков в виде дождя и мокрого снега. В северных районах, где большую часть года осадки выпадают в виде сухого снега, предлагается устраивать мелкозернистую шероховатую обработку. Мелкозернистая шероховатая обработка рекомендуется также в районах с жарким засушливым климатом, где осадков вообще выпадает мало. Разработанные требования к параметрам макрошероховатости с учетом категорий дорог и климатических условий даны в таблице 1.

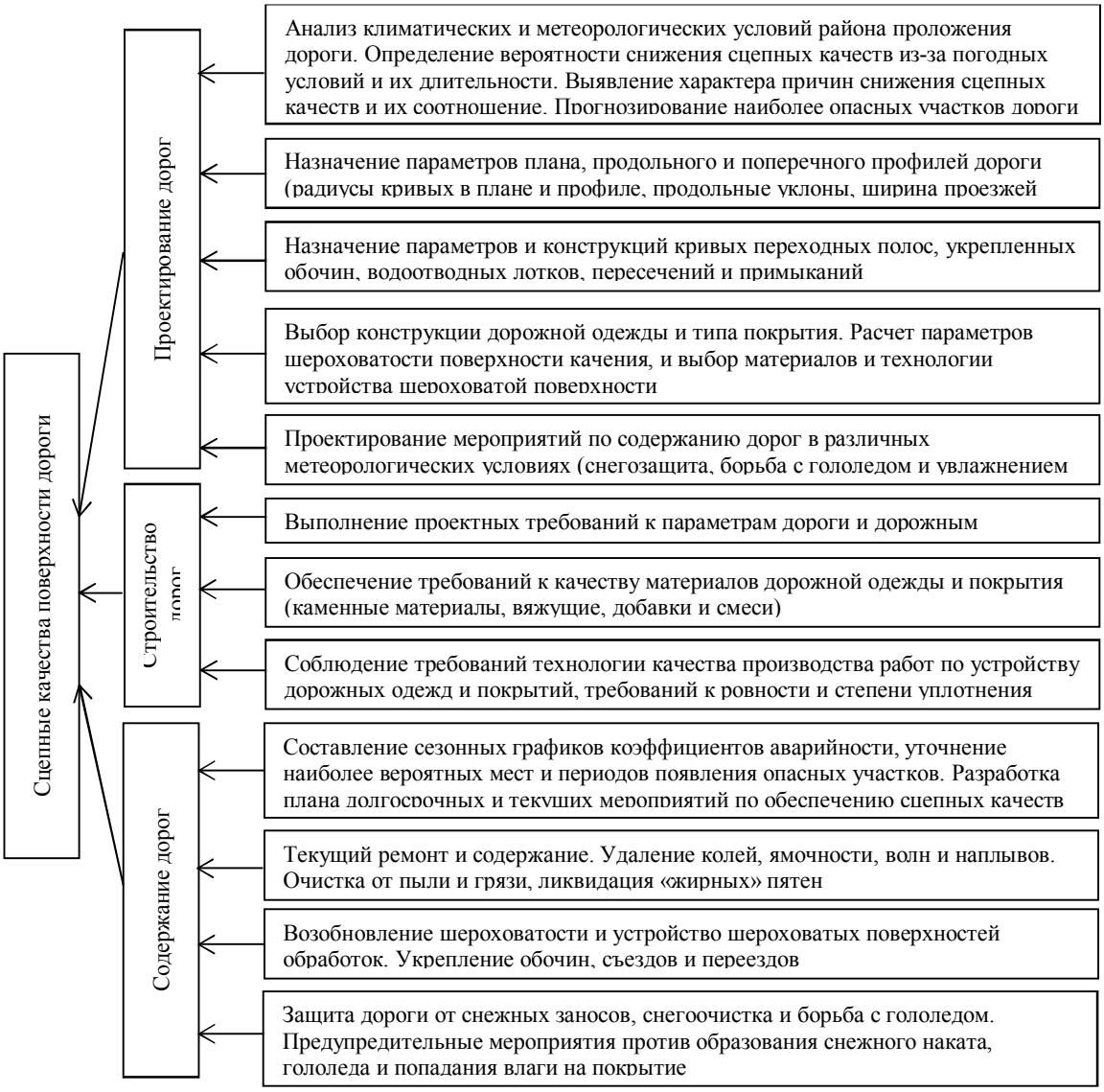


Рисунок 1. Схема управления сцепными качествами поверхности качения дороги

Таблица 1. Требования к параметрам макрошероховатости

Условия движения	Начальная макрошероховатость покрытия, мм (не менее)			
	для дорог I и II категорий в зависимости от дорожно-климатических зон		для дорог III и IV категорий в зависимости от дорожно-климатических зон	
	1А, III	1Б, 1В, 1Г, II	1А, III	1Б, 1В, 1Г, II
Легкие	1,5	1,5	1,0	1,0
Затруднительные	2,0	2,0	1,5	1,5
Опасные	2,5	3,5	2,0	2,5

Примечание. При создании шероховатой поверхности путем поверхностной обработки на асфальтобетонных и усовершенствованных облегченных покрытиях начальная макрошероховатость покрытия должна быть: на дорогах I и II категорий в зоне 1Б, 1В, 1Г, II – 5-6 мм, на дорогах III и IV категорий – 3,5-4 мм.

Потеря боковой устойчивости автомобиля и связанный с ним занос являются одной из наиболее распространенных причин аварийности на дорогах. Это положение до сих пор не нашло своего отражения в теории проектирования дорог и в практике организации движения. В расчетах основных геометрических элементов дорог (кроме кривых в плане) в качестве основного параметра принимается величина тормозного пути или величина замедления автомобиля торможении по однородной поверхности дорога.

При многочисленных исследованиях сцепных качеств дорожных покрытий исходят из того, что величина коэффициента сцепления, измеренная по какой-либо одной полосе вдоль дороги, неизменна по всей ширине проезжей части. Указанное допущение не имело существенного значения для невысоких скоростей движения, однако, в современных условиях оно требует пересмотра.

Условия торможения по поверхности с различными сцепными качествами можно сравнить с торможением автомобиля при неравномерной работе тормозов по бортам [1, 2, 8-10, 22, 29, 30].

При экстренном торможении автомобиля на дороге наблюдается множество ситуаций, из которых наиболее опасным является случай, когда два колеса автомобиля скользят по проезжей части, а два по укрепленной или плотной обочине. Полная сила сцепления равна сумме сил сцепления двух колес, скользящих на твердом покрытии проезжей части, и сил сцепления двух колес, скользящих по обочине $F = F_1 + F_2$.

При этом $F_1 = \frac{Q}{2}\varphi_1$ и $F_2 = \frac{Q}{2}\varphi_2$, и если считать, что вес автомобиля распределен поровну на каждые два колеса и коэффициент сцепления проезжей части обочин соответственно равен φ_1 и φ_2, то

$$F = \frac{Q}{2}(\varphi_1 + \varphi_2) \qquad (1)$$

С другой стороны $F = ma = \frac{Q}{q}a$.

Следовательно величина среднего замедления, которое может быть достигнуто

$$a = \frac{q}{2}(\varphi_1 + \varphi_2) \qquad \text{м/сек}^2 \qquad (2)$$

При разных величинах коэффициентов сцепления поверхности покрытия и поверхности обочин $F_1 \neq F_2$ и автомобиль поворачивается в сторону полосы с большим коэффициентом сцепления, хотя после блокировки колес центр тяжести автомобиля продолжат двигаться по прямой. При резком торможении с высокой скоростью или при большой разнице коэффициентов сцепления угол разворота может достигнуть большой величины.

Специфика лесовозных автопоездов в практике позволяет часто наблюдать аварии при заезде на высокой скорости на грязную разъезженную обочину, когда водитель не успевает затормозить, а автомобиль круто разворачивается в сторону обочины и съезжает в кювет или опрокидывается. Резкий разворот автомобиля объясняется не соотношением коэффициентов

сцепления, а разницей сопротивления качению поверхности покрытия и обочин, которое в этом случае будет

$$F_k = F_1 + F_2 = \frac{Q}{2}(f_1 + f_2) \qquad (3)$$

Коэффициент сопротивления качению для асфальтобетонного покрытия можно принять равным 0,01-0,02, а для рыхлой, разрушенной обочины он может достигать 0,06-0,10, т.е. в 3-10 раз больше. Этой разницы достаточно для того, чтобы при высокой скорости мгновенно создать разворачивающий момент и нарушить управляемость автомобиля.

Требования к допускаемому изменению сцепных качеств по ширине проезжей части и обочин в зависимости от расчетной скорости движения могут быть определены на основании решения задачи о влиянии неоднородности сцепных качеств на устойчивость и управляемость автомобиля с заблокированными колесами. Необходимо определить параметры движения автомобиля, когда коэффициент сцепления φ_n шин с поверхностью дороги для всех колес различен; вес автомобиля Q, все его размеры и характеристики известны. На движущийся автомобиль действуют только силы, определяемые сцеплением шин с поверхностью дороги, т.е. движение автомобиля после начала торможения осуществляется по инерции (рисунок 2).

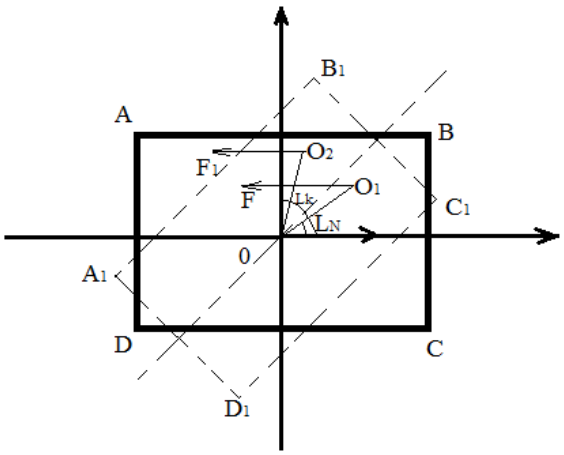


Рисунок 2. Расчетная схема движения автомобиля при торможении на покрытии с неравномерными сцепными качествами.

Задача состоит в том, чтобы определить путь, проходимый автомобилем при скольжении по поверхности дороги, и его траекторию. Кинетическая энергия автомобиля превращается при скольжении в тепловую при трении шин о поверхность дороги и в механическую, расходуемую на сопротивление качению по рыхлому грунту. Чем больше скорость автомобиля, тем большей он обладает кинетической энергией, тем больший путь потребуется ему для остановки, поэтому в общем случае сила сопротивления скольжению F, умноженная на расстояние S, требуемое для остановки, должна быть равна кинетической энергии автомобиля.

$$KE = \frac{Q}{2q}v^2 \quad \text{или} \quad KE = FS \qquad (4)$$

Сложность заключается в том, что автомобиль при скольжении вращается и поэтому расстояние S, пройденное центром тяжести автомобиля, значительно меньше расстояний, проходимых трущимися шинами.

Ввиду сложности теоретических расчетов были проведены экспериментальные исследования при торможении автомобиля УРАЛ -4320 на покрытии, имеющем разные коэффициенты сцепления под правыми и левыми колесами. Автомобиль был оборудован гироскопическим комплексом, позволяющим производить непрерывное измерение скорости движения и отклонения от вертикальной и горизонтальной осей. Целью эксперимента было получение зависимостей углов разворота автомобилей при торможении с различными скоростями.

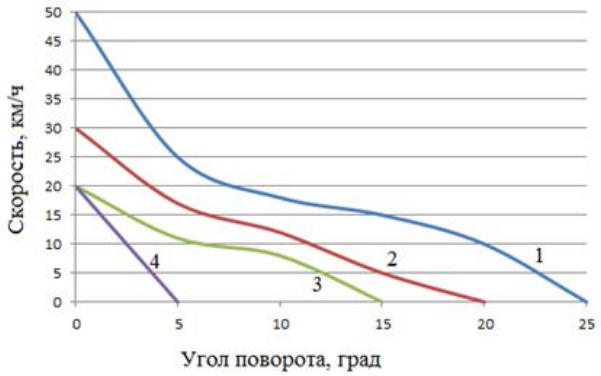
Порядок подготовки автомобиля к измерениям соответствовал методике испытаний эффективности тормозных систем.

Для экспериментов был выбран ровный горизонтальный участок дороги Ираель – Ижма с асфальтобетонным покрытием.

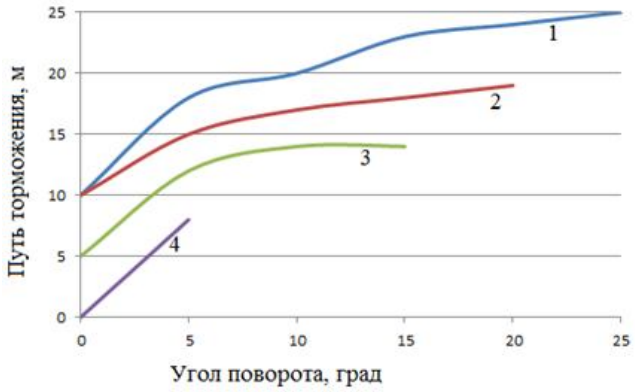
Автомобиль двигался правым колесом по полосе наката, покрытой снегом и льдом с коэффициентом сцепления 0,2 и 0,3 в диапазоне скорости 20-50 км/ч, а левым колесом по влажной поверхности асфальтобетона с коэффициентом сцепления от 0,4 до 0,7. Эксперимент заключался в измерении и записи угла поворота продольной оси автомобиля, пути и скорости при экстренном торможении.

Заезды начинались со скорости 10 км/ч с постепенным увеличением начальной скорости до безопасного предела. Непосредственное торможение производилось на скорости 10, 20, 30 и 40 км/ч.

Как показали результаты эксперимента (рисунок 3) процесс поворота автомобиля при торможении можно разделить на две фазы. Первая фаза начинается с момента включения тормозов до вступления блокировки. В этот период колеса автомобиля движутся с частичным проскальзыванием, скорость снижается до 0,6-0,8 от начальной, а угол поворота составляет 2-3°. Это объясняется тем, что при неполной блокировке колес водитель имеет возможность своими действиями поддерживать прямолинейное движение. Во второй фазе торможения колеса автомобиля полностью блокированы, водитель не может исправить траекторию движения и воспрепятствовать заносу. В этот период происходит резкое увеличение угла поворота автомобиля.



а)



б)

Рисунок 3. Изменение угла поворота в процессе торможения при различных коэффициентах сцепления под правыми и левыми колесами автомобиля (1 – скорость в момент включения тормозов 47 км/ч; 2 – скорость в момент включения тормозов 35 км/ч; 3 – скорость в момент включения тормозов 26 км/ч; 4 – скорость в момент включения тормозов 20 км/ч).

На рисунке 4 приведено сопоставление полученных данных с результатами аналогичных экспериментов, выполнениях в США, где измерения проводились при торможении со скорости до 70 км/ч [1-4, 8-10, 21, 23-25].

Таким образом, экспериментальные исследования подтверждают существенное влияние разницы сцепных качеств по ширине поверхности на устойчивость движения автомобиля.

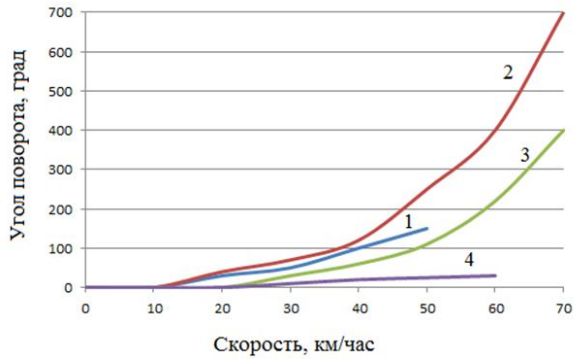


Рисунок 4. Углы поворота автомобиля при резком торможении (1 – лесовоз УРАЛ -4320 $\frac{\varphi_1=0,3}{\varphi_2=0,55}$; 2,3 – лесовоз при торможении только задних колес $\frac{\varphi_1=0,2}{\varphi_2=0,6}$; $\frac{\varphi_1=0,2}{\varphi_2=0,6}$; 4 – лесовоз при применении антиблокировочных устройств).

Для обеспечения безопасного движения автомобиля необходимо разработать требования к распределению коэффициента сцепления по ширине проезжей части и обочин.

Требования к соотношению коэффициентов сцепления должны распространяться на краевые переходные полосы и обочины, поскольку торможение автомобиля часто происходит при выезде на эти элементы дороги. За критерий при определении допускаемого соотношения коэффициентов сцепления по ширине предлагается принять угол разворота

автомобилей на проезжей части, при котором автомобиль де выходит за пределы своей полосы движения (рисунок 5). Однако для легковых автомобилей при расчете по этой схеме могут быть получены очень большие углы разворота (таблица 2).

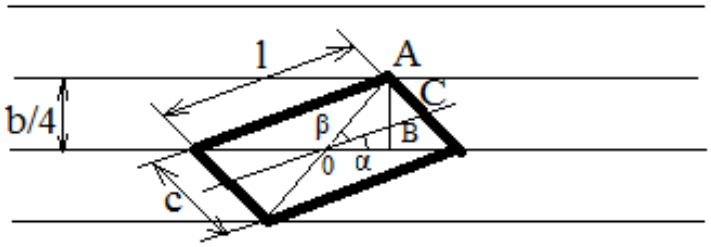


Рисунок 5. Расчетная схема определения допустимого угла разворота.

Таблица 2. Допускаемые углы разворота автомобилей

Тип автомобиля	Допускаемые углы разворота автомобилей, градусы			
	без заезда на обочину при ширине проезжей части, м		с заездом на обочину при ширине проезжей части, м	
	7,0	7,5	7,0	7,5
Грузовой автомобиль УРАЛ -4320 0	9	16	14	20
Легковой автомобиль ВАЗ-1811	23	29	90 и более	90 и более
Легковой автомобиль ВАЗ-2110	27	33	90 и более	90 и более

Исследования устойчивости автомобиля при торможении показывают [6, 8-10], что, если автомобиль успел отклониться от прямолинейного направления на угол около 20°, то занос его прекратить очень трудно, поэтому это значение угла разворота может быть принято за максимально допустимое.

Для определения допустимой разницы коэффициентов сцепления под правыми и левыми колесами необходимо установить скорость в момент начала блокировки колес при торможении. Анализ кривых торможения показывает, что при торможении скорость снижается до 20% и более до начала блокировки.

С учетом этих положений были определены требования к допустимой разнице коэффициентов сцепления по ширине проезжей части и обочин таблица 3.

Таблица 3. Допустимая разница коэффициентов сцепления

Категория дороги	Скорости, принимаемые при расчете элементов поперечного профиля, км/час	Допустимая разница коэффициентов сцепления, $\Delta\varphi$	
		в пределах проезжей части	на краевых укрепленных полосах и прикромочных полосах обочин по сравнению с проезжей частью
I	120	0,05-0,10	0,10-0,15
II	100	0,10	0,15-0,20
III	90	0,10-0,15	0,20
IV	80	0,15	0,25

Приведенные значения $\Delta\varphi$ нуждаются в дальнейшем уточнении, поскольку они получены на основании расчетов, выполненных с определенными допущениями: недостаточно учитывались влияние абсолютной величины самих коэффициентов сцепления под правыми и левыми колесами и данные торможения при высоких скоростях движения.

Выполненные исследования позволяют решать задачу выбора наиболее целесообразных инженерных, технологических и организационных решений при проектировании лесовозных автомобильных дорог, их содержании и организации движения с учетом влияния погодно-климатических условий каждого региона на взаимодействие систем комплекса ВАДС.

Таким образом, показан путь оптимизации целевого функционала комплекса ВАДС и системы "дорожные условия - транспортные потоки" и подтверждена справедливость выдвинутых гипотез о возможности управления функционированием комплекса ВАДС и оптимизации системы ДУ-ТП в любых погодно-климатических условиях.

Подтверждена обоснованность технических требований к геометрическим параметрам, состоянию лесовозных автомобильных дорог и организации движения, разработанных на основе анализа влияния погодно-климатических факторов на взаимодействие элементов и систем комплекса ВАДС.

В связи с тем, что система «дорожные условия – транспортные потоки» (ДУ-ТП) является динамичной, имеющей множество состояний которые непрерывно меняются в процессе функционирования системы, поэтому как бы хорошо в проекте не были определены геометрические параметры и транспортно-эксплуатационные характеристики дороги ими нельзя охватить всего многообразия возможных условий в процессе эксплуатации дороги. Необходима разработка систем управления функционированием дороги и дорожным движением, которые должны решать две главные задачи, неразрывно связанные между собой единой целью:

- текущая организация и обеспечение удобного и безопасного движения транспортных потоков в течение всего периода эксплуатации дороги, выбор и назначение оптимальных режимов движения в конкретных условиях;

- обеспечение соответствия технических параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик дорог требованиям, предусмотренным проектом, а также повышение этих характеристик в связи с изменением указанных требований в процессе эксплуатации.

Полная система управления функционированием дороги должна решать следующие основные задачи:

- сбор, анализ и хранение информации о технических параметрах и текущем состоянии дороги, а также о наличии материально-технических ресурсов и средств на содержание дороги;

- оценка и прогнозирование состояния дороги, выявление опасных для движения и слабых участков в различные сезоны года и в различных условиях погоды, разработка мероприятий и планирование очередности работ по их устранению и оперативное управление работами по текущему ремонту и содержанию дороги;

- сбор, анализ и хранение информации о параметрах транспортного потока и режимах его движения в различных условиях для целей организации и управления движением, а также для планирования ремонтных работ;

- сбор, анализ и хранение информации о погодно-метеорологических явлениях, влияющих на состояние дороги и условия движения; выбор оптимальных схем организации и режимов движения в различных условиях и управление движением на перегонах и пересечениях дорог в условиях обычного и напряженного движения, а также в критических ситуациях (ДТП, затор, закрытие полосы движения) и в сложных погодно-климатических условиях;

- информирование водителей об условиях движения на дороге и рекомендуемых режимах в зависимости от дорожных и метеорологических условий.

Для оперативного решения всех этих задач необходимы автоматизированные системы управления. Состав такой системы представлен на рисунке 6.

Полная система автоматизированного управления функционированием дороги может внедряться отдельными этапами. При проектировании дороги необходимо выбирать этапы внедрения системы таким образом, чтобы каждый из них позволял решать отдельную, самостоятельную задачу, входящую в общие задачи управления, что позволит избежать излишних затрат времени и материальных ресурсов на создание впоследствии полной системы.



Рисунок 6. Структурная схема системы управления функционированием автомобильной дороги (выделены блоки необходимые при автоматизированном управлении).

Полные системы автоматизированного управления функционированием дорог находятся еще в начальной стадии разработки. Анализ опыта развития и внедрения современных технических средств и систем управления в нашей стране и за рубежом [1-4, 6, 27] показал, что в настоящее время все более широкое применение находят автоматизированные системы управления и регулирования дорожного движения, которые в той или иной степени решают и отдельные задачи управления функционированием дороги.

Изучение опыта разработки и внедрения систем организации и управления движением на автомобильных дорогах и выполненные исследования дают основание предложить классификацию указанных систем, подсистем и элементов систем по сложности, и указать наиболее целесообразные области их применения в соответствии с решаемыми задачами и применяемыми техническими средствами. Предложенная классификация позволяет при проектировании лесовозной автомобильной дороги, обоснованно намечать возможные варианты систем управления движением или их элементов в зависимости от категории дорог, ее значения и интенсивности движения.

При разработке и внедрении отдельных подсистем и систем управления движением и функционированием дороги необходимо выполнять два основных требования:

- каждая подсистема должна решать самостоятельную задачу в общей задаче управления;

- подсистемы должны проектироваться с учетом возможности их включения в полную систему управления.

Исходя из особенностей дорожного движения, целей и задач его управления можно выделить основные этапы разработки систем управления дорожным движением, которые должны выполняться различными специалистами.

Первым этапом в разработке системы управления дорожным движением является выбор объекта управления и анализ системы ДУ-ТП, т.е. анализ технического уровня дороги, ее состояния, параметров транспортного потока и метеорологических условий.

Эффективность управления зависит прежде всего от технического уровня дороги и совершенства организации движения, поэтому необходимо в первую очередь усовершенствовать дорогу и организацию движения на ней.

Первый этап разработки системы управления движением должен выполняться специалистами-дорожниками, хорошо знающими характер изменения транспортно-эксплуатационных характеристик дорог и режимов движения транспортных потоков во времени и под воздействием погодно-климатических факторов.

Следующим чрезвычайно важным этапом является определение конкретной цели и задачи управления и разработка стратегии и тактика управления движением на каждой автомобильной дороге. Современные технические средства, применяемые для управления движением, принесут максимальную пользу лишь при наличии эффективной стратегии и тактики управления, т.е. при наличии комплекса норм, инструкций и рекомендаций по выбору оптимальных управляющих воздействий в каждый момент времени и на каждом участке дороги, основанных на анализе условий движения и прогнозе их на ближайшую перспективу.

Важным этапом создания современных систем управления движением является выбор и разработка технических средств управления, составление технического проекта размещения и привязки технических средств на объекте. Эти работы должны выполняться специализированными проектно-конструкторскими организациями. Виды и количество технических средств зависят от организации движения, стратегии и тактики управления. В свою очередь номенклатура технических средств оказывает существенное влияние на выбор стратегии управления. Поэтому решение этих вопросов целесообразно вести координировано.

Проблема создания и внедрения современных технических средств облегчается тем, что они могут разрабатываться и внедряться поэтапно вместе с возрастанием интенсивности движения и сложности управления функционированием дороги. Целесообразно для каждой дороги составлять проект перспективной системы управления на 10-20 лет вперед, разбив ее на составные части, хорошо увязанные друг с другом и способные решать отдельные самостоятельные задачи.

Внедрение современных технических средств может идти вширь и вглубь. В первом случае простые технические средства могут применяться на

большом протяжении дорог или на сети дорог, образуя сложные линейные или сетевые системы управления. Во втором случае на одной дороге может сразу устраиваться полная система автоматизированного управления.

Основными этапами внедрения таких систем могут быть следующие:

- устройство технологической связи и внедрение системы автоматизированного учета движения;
- создание службы организации движения, аварийной дорожной службы и службы оперативного управления текущим и зимним содержанием;
- устройство системы сигнально-переговорной связи и центрального диспетчерского пункта;
- оборудование дороги дистанционно-управляемыми знаками и сигналами, управляемыми с центрального пульта диспетчером;
- оборудование сложных участков дорог телевизионными установками с передачей изображения в центр управления;
- создание единой системы автоматизированного управления движением с установкой в центре управления электронно-вычислительной машины.

Для создания системы автоматизированного управления функционированием дороги необходимо одним из первых этапов предусмотреть разработку и внедрение системы сбора информации о работоспособности и состоянии дороги, а также о материально-технических ресурсах на содержание и ремонт дорог и оперативного управления ими в процессе эксплуатации дороги.

В реальных условиях могут быть и другие пути внедрения и совершенствования современных технических средств управления.

Роль и значимость оперативного управления дорожным движением возрастают по мере увеличения интенсивности и скоростей движения, поэтому на дорогах высших категорий возникает необходимость устройства автоматизированных систем управления. Большие исследования в области создания таких систем ведутся в США, Франции, Италии, Японии. В России, также как и за рубежом, автоматизация управления и регулирования движением нашли свое применение прежде всего в крупных городах, и только в последние годы такие системы стали внедряться на автомобильных дорогах [1-4, 6, 31-33].

Выполненные исследования изменений состояния дорог и условий движения позволили сделать вывод о необходимости автоматизированного управления функционированием дорог и дорожным движением на дорогах и определить цели и задачи управления.

Список литературы

1. Совершенствование технического сервиса лесовозных автопоездов с учетом влияния состояния автотранспортной сети: монография / В.Г. Козлов, В.А. Бурмистров, А.Г. Чистяков, А.Ю. Арутюнян, М.М.

Умаров ; ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, ФГБОУ ВПО «УГТУ», ФГБОУ ВПО «МГУЛ». – Воронеж: изд-во типография ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 228 с.

2. Кондрашова Е.В. Моделирование транспортного потока на лесовозных автомобильных дорогах / Е.В. Кондрашова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 432.

3. Заболотная А.А. Модернизация имитационной системы процесса функционирования автомобильных дорог с использованием информационных технологий / А.А. Заболотная [и др.] // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 433.

4. Губарев В.Ю. Исследование составов для укрепления грунтов при строительстве лесовозных автомобильных дорог / В.Ю. Губарев [и др.] // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 33-38.

5. Смирнов М.Ю. Повышение эффективности функционирования автомобильных дорог лесного комплекса/ М.Ю. Смирнов [и др.] Йошкар-Ола. -2016.

6. Афоничев, Д.Н. Аспекты оптимального проложения временных лесовозных автомобильных дорог в лесосеки / Д.Н. Афоничев [и др.] // Современные научно-практические решения XXI века: матер. международной научно-практической конференции. -2016. - С. 106-111.

7. Скрыпников А.В. Автоматизированное проектирование лесовозной дороги / А.В. Скрыпников [и др.] // Автоматизация. Современные технологии. - 2016. - № 6. - С. 38-41.

8. Скрыпников А.В. Проектирование структуры информационного обеспечения лесовозного автомобильного транспорта / А.В. Скрыпников [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. - 2016. - № 217. - С. 131-141.

9. Скрыпников А.В. Проходимость комплексных трелевочно-транспортных систем на трелевочных волоках / А.В. Скрыпников [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2016. - Т. 20. - № 2. - С. 152-158.

10. Никитин В.В. Имитационная модель функционирования лесовозной автомобильной дороги / В.В. Никитин [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2016. - Т. 20. - № 2. - С. 167-172.

11. Логойда В.С. Исследование отходов промышленности для укрепления грунтов / В.С. Логойда [и др.] // Фундаментальные исследования. - 2016. - № 12-1. - С. 102-106. URL: https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41054

12. Логойда В.С. Методологическое обоснование особенностей проектирования трассы по методу опорных элементов / В.С. Логойда [и др.] // Фундаментальные исследования. - 2016. - № 12-1. - С. 62-68. URL: https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41047

13. Логойда В.С. Методика определения влияния природных факторов на стоимость строительства земляного полотна лесовозных дорог / В.С. Логойда [и др.] // Современные наукоемкие технологии. - 2016. - № 11-2. - С. 305-309.

14. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова [и др.] // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.

15. Бурмистров Д.В. Методика определения влияния природных факторов на стоимость строительства земляного полотна лесовозных дорог / Д.В. Бурмистров [и др.] // Системы. Методы. Технологии. - 2016. - № 2 (30). - С. 179-184.

16. Бурмистров Д.В. Возможность применения нефтеполимерных вяжущих в конструктивных слоях дорожной одежды автомобильных дорог / Д.В. Бурмистров [и др.] // Системы. Методы. Технологии. - 2016. - № 3.- С. 147-154.

17. Умаров М.М. Математическая модель статистической идентификации информационного обеспечения автомобильного транспорта / М.М. Умаров [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2016. - № 1 (67). - С. 45-51.

18. Skrypnikov A.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / A.V. Skrypnikov, S.V. Dorokhin, V.G. Kozlov, E.V. Chernyshova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Т. 12. № 2. С. 511-515.

19. Козлов В.Г. Анализ существующих методов проектирования трассы лесных автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 3; URL: http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41391.

20. Исследования по использованию укрепленных грунтов, местных материалов и отходов промышленности для строительства дорожных одежд лесовозных дорог: монография / А.А. Камусин, В.В. Никитин, И.Н. Журавлев, В.Г. Козлов, В.Н. Логачев, И.И. Бухтояров; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана». – Saint-Louis, Missouri, USA: Science and Innovation Center Publishing House, 2017. – 184 с.

21. Козлов В.Г. Методы, модели и алгоритмы проектирования лесовозных автомобильных дорог с учетом влияния климата и погоды на условия движения [Текст]: диссер. ... докт. техн. наук. / В.Г. Козлов. - Архангельск: САФУ, 2017. - 406 с.

22. Козлов, В.Г. Методы, модели и алгоритмы проектирования лесовозных автомобильных дорог с учетом влияния климата и погоды на условия движения [Текст]: автореф. диссер. ... докт. техн. наук.: 05.20.01 / Козлов Вячеслав Геннадиевич. В.Г. Козлов. - Архангельск: САФУ, 2017.

23. Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Ломакин Д.В. , Микова Е.Ю. Применение экономико-математических методов для определения областей использования видов покрытий // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 5. С. 23–32. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-5-23-32

24. Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Ломакин Д.В., Микова Е.Ю. Оценка влияния на скорость движения постоянных параметров плана и профиля при различных состояниях поверхности дороги // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 6. С. 43–49. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-6-43-49

25. Чирков Е.В. Формирование модели проектирования системы «дорожные условия – транспортные потоки» и пути ее реализации / Е.В. Чирков [и др.] // Лесоинженерное дело. -ВГЛТУ. 2018. Т. 8. № 1 (29). С. 100-111. DOI:10.12737/article_5ab0dfbe6ece23.91630316

26. Kozlov V.G. Method of Individual Forecasting of Technical State of Logging Machines / V.G. Kozlov, V.A. Gulevsky, A.V. Skrypnikov, V.S. Logoyda, A.S. Menzhulova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering . 2018. 327(4), 042056.

27. Зеликова Ю.А. Комплексные экспериментальные исследования изменения параметров и характеристик дорожных условий, транспортных потоков и режимов движения под влиянием климата и погоды / Ю.А. Зеликова [и др.] // Лесотехнический журнал. -ВГЛТУ. 2018. Т. 8. № 2 (30). С. 156-168. DOI: 10.12737/article_5b240611858af4.37544962

28. Kozlov V.G. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / V.G. Kozlov, A.V. Skrypnikov, E.V. Chernyshova, R.V. Mogutnov, D.M. Levushkin // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1015 (2018) 032069 doi :10.1088/1742-6596/1015/3/032069

29. Бурмистров Д.В., Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Могутнов Р.В., Абасов М.А. Рабочая гипотеза ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог и ее экономико-математическое развитие // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 5. С. 69–76. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-5-69-76

30. Являнская И.В. Оценка влияния на скорость движения постоянных параметров плана и профиля при различных состояниях поверхности дороги / И.В. Являнская [и др.] //Бюллетень транспортной информации. 2018. № 6 (276). С. 23-27.

31. Поставничий С.А. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог / С.А. Поставничий [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117-127.

32. Гулевский В.А. Экспериментальная оценка сцепных качеств и ровности покрытий при различных состояниях автомобильных дорог и погодных условиях / В.А. Гулевский [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (56). С. 112-118.

33. Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Belyaev A.N., Chernyshova E.V. (2019) Theoretical Foundations of the Method of Designing a Clothoid Track with Approximation of Succession of Points. In: Popkova E., Ostrovskaya V. (eds) Perspectives on the Use of New Information and Communication Technology

(ICT) in the Modern Economy. ISC 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 726. Springer, Cham.

УДК 621.91

В.В. Русалимчик, студент
А.А. Заболотная, старший преподаватель

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ДЕТАЛЕЙ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

В статье проанализированы различные виды погрешностей измерения, возникающие при контроле деталей. Дана классификация погрешностей измерения и способы их устранения.

Процесс измерения является крайне ответственным и трудоемким процессом, что неизбежно вызывает возникновение различных ошибок, которые могут происходить как и из несовершенства применяемых во время исследования инструментов, нарушениями условия проведения измерения, выбором неправильной методики проведения измерений, так и человеческим фактором: несовершенством органов чувств человека или его невнимательностью [5, 11, 13, 15].

В зависимости от способа выражения погрешности, она подразделяется на относительную и абсолютную. Абсолютная погрешность выражается в единицах измеряемой величины и зачастую носит недостаточный информативный характер. Все зависит от характера проводимого исследования и исходных размеров измеряемого объекта. Погрешность размером 0,01 мм может являться критической при исходных размерах измеряемого объекта в пределах нескольких миллиметров, так и несущественной при измерений в пределах нескольких метров. Помимо этого, значимую роль в значении погрешности играет математическое ожидание погрешности, или иными словами – допуск, в пределах которого может находиться погрешность, не внося изменений в эксплуатационные качества узла или агрегата во время его производства.

Поэтому более целесообразно использовать во время проведения исследования относительную погрешность, которая выражается в долях единиц относительно габаритов измеряемой детали или математического ожидания погрешности, в зависимости от целей и характера проводимого исследования [1, 3, 7, 12, 14, 17].

Для четкого определения причин возникновения погрешностей, а также поиска причин их устранения, необходимо иметь четкую организацию видов погрешностей. По характеру своего возникновения все погрешности можно разделить на систематические, случайные и грубые (рис. 1) [3, 8, 9, 14].

Согласно этой классификации, к систематическим погрешностям относятся те погрешности, что остаются неизменными при конечном цикле проведения эксперимента в неизменных условиях, или их изменение носит закономерный характер измерений [2, 4, 6, 10, 16, 18].

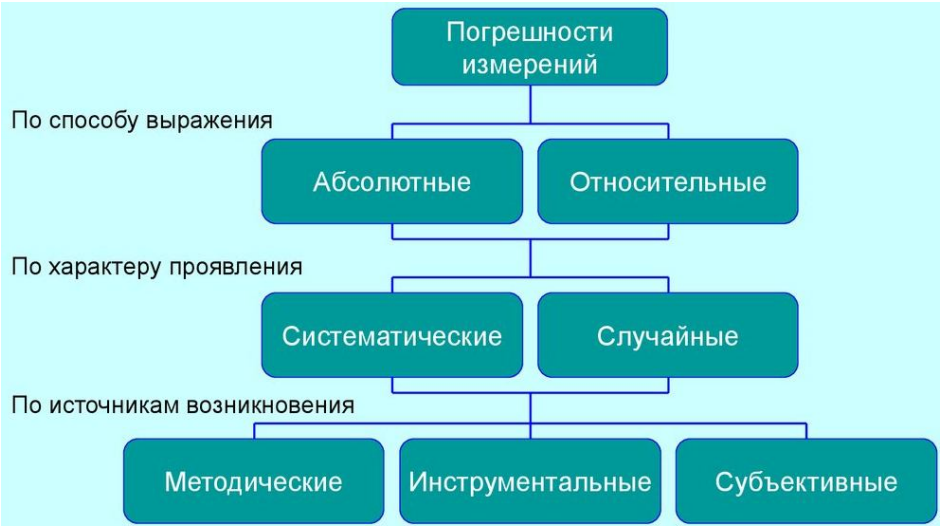


Рисунок 1 – Классификация погрешностей измерения

Другими словами, в независимости от количества проводимых измерений, при условии, что среда проведения исследования будет оставаться неизменной, значение погрешности будет оставаться одинаковым, либо изменяться таким образом, что можно будет четко отследить закономерность изменения погрешности и выявить ее причину. К факторам, определяющим погрешность измерения можно отнести (рис. 2): объект измерения (сама контролируемая деталь); субъект измерения (оператор или контролер); средство измерения.



Рисунок 2 – Факторы, определяющие погрешность измерения

Основными причинами возникновения систематических погрешностей являются:

- погрешности методики проведения измерений или теоретические ошибки разработки методики;

- погрешность измерительного инструмента;

- погрешности, вызванные условиями воздействия внешних факторов [12].

Причиной возникновения погрешностей метода является недостаточная проработка методики проведения измерений или ошибок в самой методике. К этим же факторам относится экстраполяция данных одного измерения на целый объект. Наиболее наглядным примером будет являться дефектовка коленчатого вала во время сервиса. Так, принимая показания одного измерения как основные, и вынося вердикт о годности детали, мы не учитываем отклонения формы, такие как круглости и профиля продольного сечения, следовательно, вынесенный нами вердикт не может быть достаточно обоснованным.

Также к погрешностям метода можно отнести инструментальное воздействие на тонкостенные элементы. При избыточном воздействии инструмента на измеряемый объект эти элементы могут подвергаться деформации, нарушая правильность измерений.

Инструментальная погрешность происходить из дефектов изготовления самого измерительного инструмента или его износа по мере использования.

К воздействиям внешней среды относятся температурные и вибрационные воздействия, также к ним относится неустойчивость поверхности измерения.

Наиболее эффективным методом обнаружения систематической погрешности является статистическое снятие замеров с определенной периодичностью. При известном нормативном предельном размере производства детали смещение результатов измерений в сторону одной из границ на всем протяжении измерений, будет свидетельствовать о наличии систематической погрешности.

Одним из способов устранение систематической погрешности является замена измеряющего инструмента. Этот способ используется при подозрении в неисправности оригинального устройства измерения. Помимо этого, если устройство измерения требует ровную и жесткую площадку для проведения замеров, необходимо проверить правильность и надежность установки устройства измерения.

В условиях производства существует ряд мероприятий, направленных на исключение возможности возникновения систематических погрешностей. Необходимо регулярно проводить проверку измеряющих устройств на их соответствие нормативам. Проводятся операции по снижению воздействия окружающей среды на проведение измерений, и четкое отслеживание соответствия процесса измерения методике проведения исследования.

В отличие от систематических погрешностей, случайные погрешности труднее отследить, и они меньше поддаются обработке. Случайные погрешности при проведении последовательных испытаний при равных условиях окружающей среды могут принимать различные значения в связи с

рядом различных факторов. На возникновение случайных погрешностей может влиять структура материала, различные припуски на изготовление детали, неравномерность усилия измеряющего инструмента и т.д.

Для случайных погрешностей характерны следующие признаки:

- малый размер погрешности;

- отрицательные и положительные погрешности встречаются с одинаковой частотой в статистических масштабах.

Случайные погрешности оказывают значительное влияние на результаты исследований только в лабораторных условиях измерений. Для исключения этих погрешностей используется статистический анализ многократного замера одного и того же размера одним инструментом измерения.

Грубые погрешности – погрешности, возникающие при нарушении технологического процесса, зачастую вызванные малоквалифицированным персоналом. Эти погрешности легко выявляются при сравнении ряда измерений, и зачастую носят индивидуальный характер.

Точность проведения измерений оказывает большое влияние на эксплуатационные свойства и долговечность изготовляемых узлов и агрегатов. Для соблюдения высокого качества производства необходимо свести к минимуму воздействие погрешностей измерений.

Таким образом, проанализировав выше сказанное необходимо подчеркнуть значение контроля при выполнении технологического процесса изготовления деталей. Требования и указания, предусмотренные технологической документацией, должны строго выполняться рабочими и мастерами, так как при ее разработке технолог предусматривает высококачественное выполнение целого комплекса технологических работ по созданию изделия, в котором малейшее нарушение одного из требований определенной работы может отрицательно сказаться на последующих операциях и качестве изделия.

Список литературы

1. Беляев, А.Н.. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Беляев, А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина, // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

2. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

3. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

4. Науменко, В.С. Технология конструкционных материалов: учебное пособие/ В.С., Науменко, Тришина Т.В., Козлов В.Г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.. – 2017. – 307 с.

5. Пат. 2172669 (С1) Российская федерация, МПК: 7В 27G 15/00 А. Суппортный токарный резец/ В.В.Кузнецов, В.К.Павлов, Т.В. Тришина; патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. - 2000111679/13; заявл. 10.05.2000; оггубл.27.09.2001; бюл. № 24, – 5 с.

6. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

7. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

8. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

9. Тришина Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, Т. В. Тришина// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.390.

10. Тришина Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. конф.- «Техника и технологии - мост в будущее»/ ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 5. – 4.4. – С. 341-344.

11. Тришина Т.В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 3. – 4.4. – С. 366-370.

12. Тришина, Т.В. Метрология стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т.В. Тришина, В.И. Трухачев, А.Н. Беляев. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 231 с.

7. Тришина Т.В. Металлорежущие станки: учебное пособие/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов. –Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013.– 260 с.

13. Тришина Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при

обработке древесины/ Т. В. Тришина, В.Г. Козлов В.И., Трухачев// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.388.

14. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

15. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

16. Тришина Т.В. Совершенствование режущего инструмента для токарной обработки древесных материалов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.21.05)/ Татьяна Владимировна Тришина. –Воронеж, 1999. – 16 с.

17. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

18. Афоничев, Д.Н. Основы научных исследований в электроэнергетике / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 204 с.

УДК 621.95.01

К.А. Грачёв, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

СТУПЕНЧАТОЕ КОМБИНИРОВАННОЕСВЕРЛО, ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Рассмотрена конструкция ступенчатых свёрл, их преимущества, основные характеристики, рекомендации по эксплуатации. Рассмотрена конструкция сверла со сменными многогранными пластинами (СМП).

Ступенчатое сверло – это вид конусного инструмента, который отличается ступенчатым переходом между диаметрами (от меньшего к большему). Этот плавный переход позволяет постепенно увеличивать в процессе работы диаметр отверстия и производить сверление в материалах с толщиной до 4-5мм .

Сверло имеет пирамидальную конструкцию ступенчатой формы, которая представляет собой несколько участков цилиндрической формы разного диаметра, постепенно меняющихся от меньшего к большему. У

участков между собой есть конусные переходы имеющих угол 35−45°, что обеспечивает снятие фаски после завершения процесса сверления.

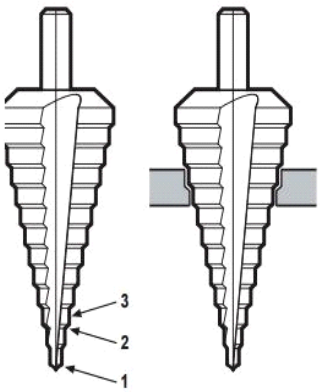
Ступенчатая (пирамидальная) форма сверла обеспечивает комфортную работу с тонкими стальными листами и прочими материалами толщиной не более 1 мм и так же обеспечивает высокое качество поверхности и высокую точность обработки.

Ступенчатое сверло (рис.1) почти всегда имеет одну сплошную режущую кромку. Она начинается от нижнего заостренного конца и под некоторым углом соединяет нижнюю точку со ступенью наибольшего диаметра. Выемка обеспечивает захват слоя материала в процессе обработки. Хвостовик у сверла бывает цилиндрическим или шестиугольным. Также производятся сверла с трехгранными хвостовиками для установки 3-х кулачкового патрона металлорежущих станков и инструмента.

Ступенчатые сверла являются цельнометаллическими и изготавливаются из быстрорежущей качественной стали HSS. При обработке твердых металлов, например нержавейки, используют сверла из стали с высоким содержанием кобальта HSS – Co [2].

Наиболее важным фактором для процесса сверления принято считать точность установки инструмента. Конструкция сверла обеспечивает самоцентрирование в виду своей ступенчатости и значительно облегчает обработку. К тому же, у ступенчатых свёрл имеется и ряд других преимуществ:

- Универсальность применения. Один инструмент может сверлить отверстия различных диаметров.
- Идеально круглая форма отверстий (только при сверлении тонких листов).
- Ровное и быстрое удаление стружки.
- Экономия времени. Потому что не требуется производить замену сверла для последовательного расширения диаметра отверстия. Для этого требуется всего один проход.
- Рез фаски по краю отверстия.



1 – вершина для предварительного сверления; 2 – скошенный переход для снятия заусенцев; 3 – режущая кромка для расширения отверстия.

Рисунок 1 – Ступенчатое сверло

Ступенчатые сверла имеют диаметры от 4 до 86 мм при их длине от 56 до 90 мм. Хвостовики свёрл имеют диаметр от 5 до 14 мм. На прочность инструмента влияет технология упрочнения стали. Серый цвет сверла говорит об отсутствии закалки, черный – о том что производилась обработка паром и о повышенном рабочем ресурсе. Самыми качественными являются инструменты золотистого цвета. Наиболее максимальные показатели износостойкости и прочности у сверл с алмазным напылением илиили титановым покрытием.

В маркировке сверла указываются: материал, диапазон диаметров, шаг и марка стали, твердость и диаметр каждой ступени. Например:

Ø4−122/ HRC 61±2, где

Ø4 – первый диаметр;

Ø12 – последний диаметр;

2 – шаг диаметров (Ø4,Ø6,Ø8,Ø10,Ø12);

HRC – высококачественная быстрорежущая сталь;

61±2 – твердость по Роквеллу.

В процессе сверления отверстий большого диаметра рекомендуется снижать скорость вращения по мере достижения нужного размера. Это нужно затем, чтобы не переходить на следующий диаметр сверла при снятии фаски коническим участком. Как правило, при работе со ступенчатыми свёрлами необходимо придерживаться условия: больше диаметр – меньше скорость.

Заготовку требуется располагать так, чтобы под ней оставалось достаточно свободного пространства для сверла. Требуется применять разнообразные подкладки для обеспечения твердой и ровной основы для сверления тонких деталей. При сверлении важно избежать перегревания инструмента с помощью смазочно-охлаждающих материалов [1].

Сверла с сменными многогранными пластинами (СМП) необходимы для того, чтобы производить операцию сверления в сплошном материале. Поворотные пластины могут принимать как треугольную, так и четырехугольную форму. Располагаются пластины таким образом, чтобы внутренняя режущая кромка доходила до оси сверла, а наружная - до периферии. Режущие кромки должны перекрывать друг друга. Эти сверла изготавливаются с диаметрами от 14 до 86 мм. Наружную кромку можно применять для расточки отверстий и вспомогательного обтачивания наружных поверхностей.

Сверла со сменными многогранными пластинами применяют прежде всего для горизонтального сверления отверстий имеющих глубину 2,5 диаметра сверла. В случае с вертикальным сверлением - до 1,5 диаметра. Если сравнивать их с быстрорежущими сверлами, сверла со смененными многогранными пластинами позволяют увеличить скорость резания как минимум в 4−10 раз (до 330 м/мин) снижая при этом подачу в 2−3 раза. В случае, когда отсутствуют перемычки, усилие подачи уменьшается на 65%. У инструментов с механическим креплением пластин на 55% выше стойкость в сравнении с аналогичными цельными инструментами [3].

Ступенчатые сверла со сменными многогранными пластинами производят многие инструментальные фирмы. Например, «Sandvik Coromant». Сверло Coromant U (рис. 2), предназначено для обработки ступенчатых отверстий под головки винтов. Оно состоит из корпуса со канавками для стружки, сменных многогранных режущих пластин, установленных и выполненных в корпусе, базирующих гнезд с опорными поверхностями.

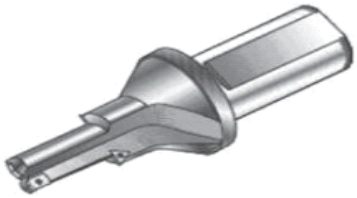


Рисунок 2 – Сверло Coromant U для обработки ступенчатых отверстий под головки винтов

Сверла подобной конструкции эффективно используется для обработки отверстий в заготовках из различных металлов, в том числе легированных и углеродистых сталей. Для обработки отверстий в деталях из углеродистых сталей имеющих предел прочности не более 850 МПа сверла могут работать со скоростью 90 – 150 м/мин. Эти сверла имеют повышенную жесткость и хорошую систему подачи СОТС (смазочно-охлаждающее технологическое средство) в зону резания. За счет этого ими можно обрабатывать деталь при повышенных подачах если сравнивать со спиральными сверлами из быстрорежущих сталей. Сверла Coromant U позволяют повысить общую производительность и сократить номенклатуру инструмента, уменьшить время замены инструмента. Помимо этого, ступенчатые отверстия с фаской обрабатываются за один проход, улучшается формирование и увод стружки.

В случаях, когда инструмент вращается требуется применять специальные устройства для обеспечения подвода смазочно-охлаждающего технологического средства. Для этого они должны находиться около периферии корпуса [2]

Самая совершенная конструкция ступенчатого сверла обеспечивает возможность изменения положения режущей пластины по отношению к обрабатываемой поверхности на угол от 0° до 90° (рис. 3).

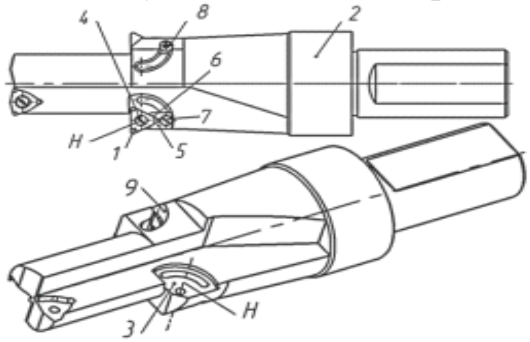


Рисунок 3 – Конструкция ступенчатого сверла, обеспечивающая установку СМП на любой угол

Такое сверло состоит из твердосплавной пластины, оснащенной СТМ 1, державки 2 с пазом 3 на ступени, винта 4, крепящего режущую пластину 1 к державке 2, фиксирующего элемента 5 с профилируемой выемкой 6, который связан с державкой 2 винтом 7 и зажимным элементом 8. Винт 7 и зажимной элемент 8 располагаются в пазу 9, выполненным в виде сегмента окружности.

Режущей пластины 1 устанавливается в пазу 3 винтом 4, при этом указанной частью режущей пластины необходимо войти в аналогичный профиль фиксирующего элемента 5. Затем фиксирующий элемент 5 прижимается винтом 7 и зажимным элементом 8, что фиксирует пластину 1 относительно оси Н. Винтом 4 пластина прикрепляется к державке, что полностью ограничивает ее перемещение в вертикальном направлении.

Это позволяет сократить время технологической операции за счет уменьшения холостого хода в процессе замены инструмента. При этом сокращается продолжительность переходов. Конструкция такого ступенчатого сверла позволяет устанавливать пластину у под различными углами. Это позволяет получить различную геометрию ступеней отверстий. Функциональность при этом повышается за счет установки пластины в зависимости от требуемой геометрии отверстия. При этом не инструмент нене меняется.

Исходя из всего описанного выше, можно выделить следующие преимущества инструментов со сменными многогранными пластинами:

1) Корпуса и державки можно неоднократно использовать. Это позволяет уменьшить их расход;

2) Державка не требует заточки. При этом снижается расход абразивных материалов и время на заточку исключается из общего времени;

3) Инструмент не требует напайки пластин;

4) Отходы твердого сплава более подвержены переработке из-за отсутствия в них отходов металлической и абразивной пыли.

Существенным недостатком является повышенная трудоемкость изготовления корпусов и державок в виду сложности конструкции и более высокого класса точности.

Список литературы

1. Вейц В.Л., Максаров В.В., Лонцих П.А. Динамические процессы, оценка и обеспечение качества технологических систем механической обработки.- Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2001 .-299с

2. Кожевников Д.В. Гречишников В.А. Кирсанов С.В. и др. Режущий инструмент. Учебник для вузов. / Под ред. Кирсанова С.В. М. Машиностроение. 2004.-512 с. Ил.

3. Технология машиностроения: в двух кн. Учебное пособие для вузов/ Э.Л.Жуков, И.И.Козарь, С.Л.Мурацкин и др.; Под ред. С.Л.Мурашкина. –3 –е изд., доп. –М.: Высш. шк., 2008.

4. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.

5. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, В.И. Трухачев // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 388.

6. Тришина, Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 390.

7. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

8. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

9. Костенко А.А. Режущий инструмент и его пути совершенствования / А.А. Костенко, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 146-151.

10. Крекотень М.А. Методы улучшения качественных показателей режущего инструмента / М.А. Крекотень, М.Д. Котков, А.С. Вахидов, В.Г. Козлов, Е.А. Высоцкая // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 566-571.

11. Пушкарская А.Е. Инновационный режущий инструмент и его применение / А.Е. Пушкарская, М.А. Крекотень, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 577-581.

12. Солопов А.В. Комбинированные инструменты для обработки отверстий / А.В. Солопов, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 91-101.

13. Шаров Ю.В. Сверло – его путь от заготовки до режущего инструмента / Ю.В. Шаров [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 319-323.

14. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 635.07

К.Е. Корольков, студент
Т.В. Тришина, к.т.н., доцент

ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье освещены вопросы сертификации продукции сельхозпредприятий и приведен пример сертификации зерна и продуктов его переработки, в свет современных требований Технических регламентов Таможенного союза.

Продукция, производимая предприятиями сельскохозяйственной отрасли, относится к стратегическому запасу государства. Поэтому особое внимание уделяется ее качеству и безопасности. В сельском хозяйстве этот контроль осуществляется инспекторами государственных органов, которые регулируют сельскохозяйственные отношения.

Фермерские хозяйства и крупные компании сельхозпроизводителей производят большое разнообразие продукции отличающиеся друг от друга не только качеством, но и технологией производства.

Целью сертификации является защита потребителей от недобросовестных производителей сельскохозяйственной продукции; контроль безопасности продукции; подтверждение показателей качества продукции; создание одинаковых конкурентных условий для предпринимателей и организаций на едином рынке РФ [5].

В систему сертификации сельскохозяйственной продукции входит целый ряд узкоспециализированных Технических регламентов по видам продукции (табл.).

Технические регламенты это нормативы, которые действуют на территории всего Таможенного союза

Каждый из представленных в таблице регламентов формирует собственные требования, четко прописывает порядок соответствия этим требованиям, при этом учитывая специфику продукции.

Рассмотрим на примере особенности сертификации зерна и продуктов его переработки. В первую очередь определяется два вида документов. К первому виду относятся документы, которые необходимо оформить на продукцию (Декларация соответствия ТР ТС; Свидетельство о государственной регистрации; Декларация ГОСТ Р). Ко второму виду нормативные акты, предъявляющие требования к продукции (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 015/2011, национальные стандарты ГОСТ Р.)

Таблица – Технологические регламенты Таможенного союза

Технический регламент	Виды продукции	Предмет регулирования
ТР ТС 033/2013	О безопасности молока и молочной продукции	Молоко цельное, пастеризованное; молоко сырье; сливки и простокваша; творог; кефиры, ряженка и другие кисломолочные продукты
ТР ТС 034/2013	О безопасности мяса и мясной продукции	Товарная говядина, свинина, баранина, крольчатина и прочее мясо; субпродукты; животный жир; мясные полуфабрикаты
ТР ТС 023/2011	Соковая продукция из фруктов и овощей	Соковая продукция из фруктов и (или) овощей
ТР ТС 015/2011	О безопасности зерна	Зерно выпускаемое для пищевых и кормовых целей: пшеница, рожь, овес, ячмень, гречиха, кукуруза, лен, рис, сорго, просо; прочая зерновая продукция.
ТР ТС 021/2011	О безопасности пищевой продукции	Пищевая продукция; овощи, фрукты, ягоды, грибы; мясо птицы; алкогольные и безалкогольные напитки; крупы и макаронные изделия; рыба и продукция рыбоперабатывающей промышленности и др.

В данном конкретном случае необходимо разделить зерно и продукты его переработки на две совершенно разные категории. Зерно относится к сырьевому ресурсу и соответственно попадает по действие ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна» и подлежит обязательному декларированию. Если технология производства зерна включала методы генной инженерии, то в этом случае зерно как продукт должно пройти процедуру государственной регистрации, и только после этого продукт может быть задекларирован [3, 4].

Зерно, прошедшее подработку на сельскохозяйственных предприятиях и обозначенное как продукт пищевого назначения попадает под юрисдикцию регламента ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В этом случае так же необходима процедура декларирования.

Если декларирование сельхозпродукции является обязательным в соответствие с законодательство РФ, то сертификация осуществляется сельхозпроизводителем добровольно.

Процедура добровольной сертификации зерна осуществляется по требованиям регламента ТР ТС 015/2011. Регламентом предъявляются требования не только к самому продукту, но и к процессам хранения, транспортировки, первичной подработки и очистки зерна [1, 2].

На этом этапе устанавливается схема декларирования. Проведение процедуры оценки соответствия может осуществляться по одной из пяти типовых схем. Схемы 1Д, 3Д, и 6Д рассчитаны на серийно производимую продукцию, а заявителем может быть сам сельхозпроизводитель или его

представитель на территории Таможенного союза. Схемы 2Д и 4Д предназначены для сертификации партий зерна. Заявителем в этом случая может быть продавец или импортер продукции. В рамках сертификации проводится ряд испытаний. Разные схемы оценки соответствия предлагают разный подход к экспертизе. Так схемы 1Д и 2Д, рассчитаны на принятие декларации только на основании данных заявителя. Схема 6Д предполагает сертификацию менеджмента качества. В комплекс экспертиз обычно входит анализ полученных документов, инспекция производственных и складских помещений, лабораторные исследования образцов.

Таким образом, схема сертификации зерна и продуктов его переработки будет иметь следующую последовательность:

- Подача заявки на сертификацию.
- Выбор схемы сертификации.
- Отбор образцов (проб) зерна и продуктов его переработки для целей сертификации проводится в соответствие с ГОСТ 10852-86.
- Проведение анализа образцов в соответствии с перечнем показателей качества и безопасности, подлежащих подтверждению при обязательной сертификации зерна и продуктов его переработки, методами, приведенными в технологическом регламенте.
- Определение условий и особой схемы сертификации при реализации продукции, подвергшейся порче (зерно пораженной болезнями, самосогреванию, плохо сохранившееся зерно и т.д.).
- Выдача сертификата и знака соответствия.
- Проведение инспекционного контроля за сертифицированной продукцией.
- Проведение корректирующих мероприятий при нарушении соответствия продукции установленным требованиям и неправильном применении знака соответствия.

Рассмотрев пример сертификации зерна и продуктов его переработки, в свете современных требований предъявляемых к производителям сельскохозяйственной продукции можно сделать следующие выводы:

Во-первых, система сертификации позволяет повысит качество и безопасность сельскохозяйственной продукции и улучшить ее товарные и потребительские свойства.

Во-вторых, особенность сертификации сельскохозяйственной продукции заключается в том, что она является в общей сложности добровольной. Но в то же время наличие сертификата дает возможность сельхозпроизводителям продвигать свой товар на рынке и повысить его конкурентоспособность.

Список литературы

1. Беляев, А.Н. Предметно-математический подход к описанию модели зерновки [Текст] / А.Н. Беляев, И.А. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 63-й студенческой научной

конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012.– Ч. II. – С. 182-184.

2. Показатели качества продукции [Текст] / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

3. ТР ТС 015/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности зерна" (с изменениями на 15 сентября 2017 года).

4. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции".

5. https://ofsert.ru/articles/605/

6. https://certification-portal.ru/deklarirovanie-sootvetstviya

УДК 621.01

Д.А Паршин, студент
Р.С Потапов, студент
В.В Шередекин, к.т.н., доцент

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МЕХАНИЗМОВ

В статье рассмотрены основные пути повышения надежности механизмов с точки зрения эксплуатации, конструктивных и технологических параметров и определены направления решения достижения высокой надежности и долговечности любого типа машин.

Создание машин, которые безотказно работают в течение всего периода эксплуатации, сохраняя свои рабочие качества, как в обычном режиме, так и в режиме предельных нагрузок является одной из важных задач машиностроения [7, 9, 15]. Поиск путей для решения проблем связанных с повышением качества надежности машин является актуальной проблемой машиностроительной промышленности, в связи с постоянным ростом требований к надежным рабочим качествам техники [11].

С точки зрения надежности это такая машина, параметры которой в течение всего эксплуатационного периода будут находиться в определенных рабочих пределах и имеет следующие рабочие качества:

- восстанавливает свою работоспособность автоматически и осуществляет профилактическое техническое обслуживания;
- предотвращает или минимизирует аварийные ситуации с минимумом тяжелых последствий;
- с целью анализа рабочего состояния имеет автоматические диагностические системы;

- ее информационные системы обладают «искусственным интеллектом», т.е. способны выбирать оптимальные условия работы на основе анализа полученных данных.

Это перспективные задачи машиностроения. Главной задачей для конструкторов является обеспечение высоконадежных машин, повышение быстроходности и производительности в любых эксплуатационных условиях, а так же уменьшение металлоемкости и габаритных размеров.

Характеристики надежности машины в условиях реального проектирования можно только прогнозировать и соответственно невозможно гарантировать соблюдения определенных параметров в рабочем режиме. Реальные же характеристики надежности можно получить только статистическим методом. Для этого учитывают надежность большого количества машин данного вида после их длительной эксплуатации и анализа в сумме множества критериев надежности: безотказности работы, ремонтопригодности, аварийных случаев и т.д.

Тем не менее, путями решения вопроса повышения надежности техники ещё на проектной стадии машины является точный расчет и выбор составляющих деталей и узлов, рабочий регламент, прогнозирование возможных отказов и аварийных ситуаций, уменьшение наступления процессов износа.

Существуют различные методы решения повышения надежности, которые следует применять на всех этапах проектирования, изготовления и использования машин (рис. 1). Проводимые в этой области мероприятия можно разбить на несколько основных путей в зависимости от факторов, влияющих на уровень надежности.

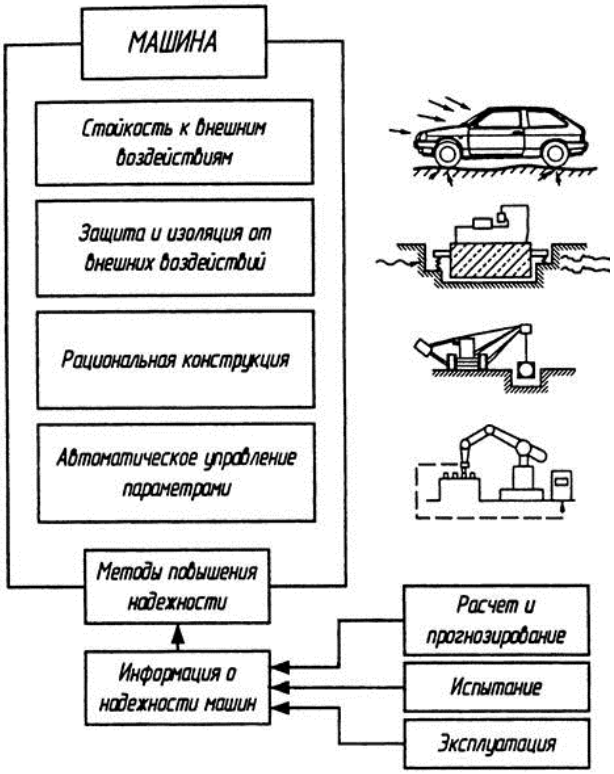


Рисунок 1 – Основные методы повышения надежности

На надежность техники оказывают влияние несколько факторов (рис. 2): эксплуатационный, технологический, конструктивный

Эксплуатационный фактор это базовый фактор определяющий надежность машины. Он связан с воздействием природных явлений и процессов, протекающих во внешней среде на технику в процессе работы. Это работа в условиях низких/высоких температур, повышенная влажность, песок, режим работы, обусловленный сложным рельефом, качеством дорог и т.д. А так как в реальности невозможно полностью «изолировать» машину от воздействия внешней среды, то любой природный фактор будет оказывать воздействие на рабочие параметры машины.

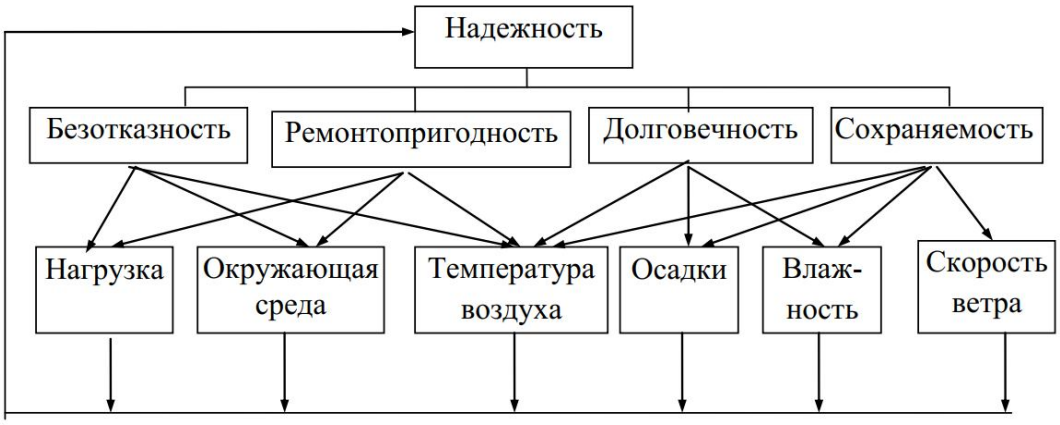


Рисунок 2 – Связь надежности с внешними условиями

Существует несколько способов уменьшить воздействие внешней среды и тем самым повысить надежность техники в процессе эксплуатации. Одним из способов решения этой задачи является повышение стойкости изделий к агрессивным воздействиям внешней среды. Инженеры используют новейшие достижения в области конструирования и технологии, чтобы увеличить стойкость деталей и механизмов в целом по отношению воздействиям внешней среды, характерным для эксплуатационных условий данного типа техники.

Но эти пути совершенствования устойчивости к внешним воздействиям ограничены уровнем развития техники и физическими законами. Нереально обеспечить во всех механизмах исключительно жидкостное трение, исключить инерционное воздействие, или создать недеформирующиеся при колебании температур материалы. Можно использовать другой способ. Защитить или максимально возможно изолировать механизм или его основные рабочие части от контакта с агрессивной внешней средой. Эта задача решается следующими способами:

- установка машины на фундамент;
- защита поверхностей от запыления и загрязнения, радиации с помощью различных экранов и покрытий;
- создание для машин благоприятных условий работы по температуре и влажности.

Однако возможности по изоляции машины от внешних воздействий также ограничены уровнем развития современной науки. Существуют внутренние источники возмущений – вибрации самой машины, тепловыделение в узлах и механизмах и т.п. Они тоже являются факторами снижающими надежность машин, и изолировать технику от влияния подобных «внутренних» процессов на технику почти невозможно.

Технологические способы повышения надежности изделия можно разбить на три группы:

1. Повышение качества поверхностей деталей для обеспечения функциональной избыточности механизма.
2. Улучшение структуры и химического состава материала конструкции.
3. Изменение структуры материала в сочетании с поверхностным упрочнением.

Качество поверхности деталей заключается в оптимальной микрогеометрии детали и физико-механических свойствах поверхностного слоя. Это позволяет снизить трение деталей во время работы и соответственно повысить износостойкость. Достигается это методами упрочнения или специальной обработкой рабочих поверхностей.

К методам упрочняющей технологии относят методы повышения твердости, прочности и чистоты рабочих поверхностей деталей машин с помощью термообработки (закалки), химической обработки (покрытие износостойкими химическими реагентами - азотом, цианидами), покрытие рабочей поверхности дополнительными слоями особопрочных порошкообразных сплавов или напыление расплавленным металлом (металлизация, плазменное напыление), обработка рабочих поверхностей лазером и поверхностно-пластическое деформирование.

Отделочная обработка заключается в полировке рабочих поверхностей специальными абразивными брусками с целью максимального снижения шероховатостей и последующей полировкой рабочей поверхности.

Конструкционный фактор надежности оказывает положительное или отрицательно влияние на безотказность техники благодаря особенностям конструкции деталей и рабочего агрегата.

Конструкция должна быть рациональной с точки зрения эксплуатации машины [3, 5, 8, 12-14], ее ремонтопригодности и приспособленности к диагностированию, на предмет возможных поломок и предотвращению их.

Методы повышения конструктивной надежности включают в себя:

1. Упрощение конструкции и уменьшения числа составляющих ее деталей.
2. Использование долговечных материалов для деталей и их оптимальное сочетание в парах трения позволяет обеспечить максимальный КПД машины при минимальных потерях от трения.
3. Оптимальная геометрия деталей, позволяющая максимально снизить рабочее напряжение во время циклических и динамических нагрузок.

4. Уменьшение температурных колебаний в режимах работы деталей.

5. Создание оптимальных условий для смазывания трущихся деталей, с целью снижения потерь при трении для избегания поломок и отказов в процессе эксплуатации.

6. Приведение отдельных деталей и узлов к рациональному минимуму (унификация и стандартизация), что упрощает организацию ремонта в хозяйстве.

7. Создание конструктивных элементов с локализованными последствиями отказов и поломок.

При прочих равных условиях рациональная конструкция машины позволит достигнуть меньшего износа, усталости, деформации и большей надежности, что позволяет даже из малонадежных деталей создавать надежную технику.

Для обеспечения надежности машин большое значение имеет ее ремонтопригодность [1, 2, 4, 6, 8, 10, 12-14]. Но не всегда можно вовремя предугадать поломку. Встроенный автоматический контроль и автоматизация проверок позволяют уменьшить количество отказов, предупредить и проконтролировать последствия поломки. Это обеспечивается за счет взаимодействия механических, электронных, электрических, гидравлических и других внутренних устройств в единой автоматической системе управлении.

Хотя автоматизация и усложняет решение проблемы надежности, но в разнообразных условиях эксплуатации является наилучшим способом для увеличения надежности.

Одним из важных методов обеспечения повышения надежности автоматической техники является резервирование – дублирование ответственных схем, рабочих узлов, подсистем. В резервируемых системах управления в случае отказа автоматика имеет резервную схему действия. Резервирование может быть с восстановлением или без восстановления. Резервирование с автоматическим восстановлением позволяет не достигнуть отказа всей системы и продолжать функционировать определенное время, необходимое для восстановления работоспособности поврежденной части механизма. Минус резервирования состоит в введении в конструкцию дополнительных элементов, узлов, блоков и подсистем, что существенно усложняет ее вес, объем, сложность изготовления и стоимость.

Создание самообучающихся и саморегулируемых машин, обладающих функциями приспособления к изменяющимся условиям работы и восстановления утраченной работоспособности, позволяет машинам не только выполнять заданную работу (например, обеспечивать ход технологического процесса), но и работать в течение длительного времени, корректируя свою функциональность в зависимости от внешних воздействий и процессов, происходящих в самой машине. Например, самостоятельно регулировать температурный режим или внутреннюю вибрацию.

Такие «разумные машины одновременно с задачей оптимального функционирования решают частично и задачу обеспечения параметрической надежности, поскольку система управления контролирует ряд выходных параметров.

У этих машин в системе управления расположены датчики обратной связи, в результате чего машина может анализировать полученные в ходе работы данные и автоматически регулировать свои действия с учетом условий работы, соответственно изменять характер и режимы функционирования в изменяемой обстановке. Это позволяет добиться большей износостойкости и безотказности в работе.

Автоматизация машин имеет неограниченные возможности по повышению надежности, так как, основываясь на принципах кибернетики, можно для машины любой сложности обеспечить необходимую работоспособность. С каждым годом появляется большое число оригинальных и эффективных устройств машин с АСУ для выполнения различных работ в самых сложных условиях.

Итак, для достижения высокой надежности и долговечности любого типа машин характерны следующие направления решения этой задачи:

- автоматизация производства насколько это возможно;
- повышение эксплуатационной устойчивости в разных режимах работы)нагрузок, температур, скоростей);
- конструктивные решения в сторону малых габаритов и массы;
- повышение требований к точному и эффективному функционированию в заданных параметрах;
- объединение деталей и механизмов в единую сеть с автоматическим управлением;
- рациональная организация производственного контроля;
- повышение квалификации обслуживающего персонала и требование соблюдения культуры производства на рабочем месте.

Таким образом, достижение высокой надежности машин может быть только за счет целого комплекса конструктивных, технологических и организационно-технических мероприятий, что требует целенаправленной совместной работы конструкторов, технологов и производственников, по тщательно разработанному и последовательно осуществляемому плану.

Список литературы

1. Анализ методик выбора средств измерения при контроле линейных размеров шариковой втулки линейного перемещения / Т.В. Тришина [и др.] // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения: мат. межд. науч.-практ. конф., посвященной 115 годовщине со дня рождения проф. Харитончика Е.М. (Россия, Воронеж, 6 апреля 2017 г.). Ч. II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 35-40.

2. Беляев, А.Н. Эквивалентная жесткость многоступенчатых зубчатых редукторов / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина. – Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). – С. 131-136.

3. Беляев, А.Н. Эквивалентная жесткость двухступенчатых зубчатых редукторов / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 9. – С. 11-13

4. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

5. Лободин, А.Ю. Направление повышения точности изготовления ответственных деталей / А.Ю. Лободин, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 69-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018.– Ч. I. – С. 103-105

6. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

7. Оплачко, А.Н. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции.– Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 015.– Ч. I. – С. 118-121.

8. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

9. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

10. Самаркин, А.В. Аттестация и поверка средств измерения / Самаркин А.В., Т.В. Тришина, И.А. Тришина, А.Н. Беляев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – Ч. 1. – С. 9-11.

11. Свиридов, А.С. К вопросу точности изготовления техники сельскохозяйственного назначения / А.С. Свиридов, Т.В. Тришина, А.А. Заболотная // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. I.– С. 386-389.

12. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития

аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

13. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

14. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

15. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

16. Кондрашова, Е.В. Повышение точности измерения мощностных и топливно–экономических показателей двигателей внутреннего сгорания при безтормозных испытаниях / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 38.

17. Кондрашова Е.В. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, К.А. Яковлев и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 4 (47). - С. 80-86.

УДК 65.664

А.А Котенко, студент
С.Ю. Зобов, к.т.н., доцент

КОМПЛЕКСНАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ПУТЬ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИЗДЕРЖЕК

В статье рассмотрены вопросы стандартизации для различных отраслей промышленности. Выявлены причины потерь материала на всех этапах производства и описаны пути снижения этих потерь.

На сегодняшний день основным направлением развития современного производства является снижение производственных издержек. Для достижения этой цели необходимо выделить основные этапы производства и определить, где и на каком уровне, возможно осуществить снижение издержек [2]:

- проектировка детали, узла или механизма [1];
- создание технологической карты производства детали;
- непосредственная обработка заготовки;
- финишная обработка.

С целью определения этапа с наибольшими экономическими потерями следует рассмотреть и определить концепции производства любого изделия. Она основана на двух способах производства.

Первый способ основан на принципе вычитания. Из заготовки больших размеров, чем проектируемая деталь посредством постепенного снятия слоев материала образуется проектируемая деталь в несколько этапов в зависимости от сложности геометрии детали и заданной точности поверхностной обработки. К такому способу производства относятся детали, сделанные, например, посредством обработки на токарном станке.

Второй способ производства основан на принципе сложения. Деталь производится при помощи постепенного нанесения слоев материала, принимающих форму изготавливаемой детали. В традиционном машиностроении такие детали изготавливают посредством литья. Главное преимущество этого способа изготовления деталей заключается в значительном снижении отходов производства, однако этот метод ограничен используемыми материалами и проблемностью отливки деталей сложной конфигурации. Также существуют сложности в контроле равномерности заливки материала и контроля его однородности.



Рисунок – Система комплексной стандартизации

Таким образом, можно сделать вывод, что основные издержки происходят в виде потерь материала на этапе обработки заготовки. По различным данным до 50% материала при обработки уходит в виде отходов.

В авиапромышленности эта цифра может достигать 90%. Помимо этого потери материала происходят в связи с погрешностями используемого оборудования и в виде отбракованных изделий.

Качество изделия определяется совокупностью большого числа факторов, в частности: совершенством применяемого оборудования, качеством используемого сырья, степенью унификации, уровнем технологического контроля производства [3-9].

Применение стандартизации позволяет значительно снизить потери материала на этапе производства. Экономия материальных ресурсов является одной из основных задач стандартизации. Комплексная стандартизация – это метод стандартизации, осуществляющий контроль за самим объектом комплексной стандартизации и совокупностью факторов, воздействующих на этот объект на всех этапах производства. Сущность комплексной стандартизации сводится к установлению четких вертикальных взаимосвязей между факторами производства и изготавливаемой деталью.

К задачам комплексной стандартизации можно отнести:

- регламентацию требованию к объектам и их элементам (детали, узлы агрегаты);
- регламентацию сырья и материалов;
- регламентацию технологических процессов;
- регламентацию нематериальных объектов производства (системы документации и общетехнических норм);
- внедрение новых стандартов производства и контроля качества продукции [3].

С учетом объема производства снижение расходов на материалы даже на 1 % дает большой экономический эффект, поэтому при разработке стандартов необходимо выбирать рациональные конструкции деталей, пользоваться новыми методами расчетов, применять прогрессивные технологические процессы и т. д. По данным на 2017 год прокат стали в РФ составил 27,7 млн. тон, значительная часть которого затрачивается на внутреннее производство. Основываясь на этих данных можно сделать вывод, что совершенствования средств комплексной стандартизации может существенно снизить удельный расход затрат материалов.

Снижение затрат материалов достигается использованием рациональных конструктивных схем и компановок машин, совершенствование методов прочностного расчета деталей, позволяющих использовать меньше материалов при изготовлении деталей, унификация производства и используемых материалов [4, 11].

Несмотря на технологическое развитие производства и методов комплексной стандартизации, невозможно полностью избавиться от проблемы метода производства, основанного на концепции вычитания. При использовании этого метода производства существует большое количество отходов производства.

Даже при использовании второго метода производства невозможно было полностью избежать потерь материала при изготовлении деталей. Современный уровень развития технического производства позволяет начать внедрение 3D печати в машиностроительное производство. Исследование показывают, что детали созданные при помощи 3D печати могут не уступать по прочностным характеристикам, изготовленным при помощи проката или литья.

Использование этой технологии позволяет изготавливать детали сложной поверхностной конфигурации, чье изготовление затруднено при помощи стандартных методов или сопровождается большим количеством отходов. При этом прочностные характеристики таких деталей будут соответствовать схожим деталям, изготовленным обычным способом, однако затраты материала на эти детали будут значительно меньше.

Таким образом, внедрение новых технологий производства требует соответствующего развития методов комплексной стандартизации, которая является основным инструментом контроля качества на всех этапах производства, поэтому повышая уровень стандартизации можно добиться снижения производственных издержек.

Список литературы

1. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

2. Оплачко, А.Н. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

3. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

4. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

5. Самаркин, А.В. Аттестация и поверка средств измерения / Самаркин А.В., Т.В. Тришина, И.А. Тришина, А.Н. Беляев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – Ч. 1. – С. 9-11.

6. Свиридов, А.С. К вопросу точности изготовления техники сельскохозяйственного назначения / А.С. Свиридов, Т.В. Тришина, А.А. Заболотная // Наука и образование на современном этапе развития: опыт,

проблемы и пути их решения: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. I.– С. 386-389.

7. Тришина, Т.В. Метрология стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т.В. Тришина, В.И. Трухачев, А.Н. Беляев. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 231 с.

8. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

9. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

10. Кондрашова, Е.В. Повышение точности измерения мощностных и топливно–экономических показателей двигателей внутреннего сгорания при безтормозных испытаниях / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 38.

11. Афоничев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 621.91

Р.С. Потапов, студент
Д.А. Паршин, студент
А.А. Заболотная, старший преподаватель

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В данной статье рассмотрены различные приборы, используемые для контроля деталей сельскохозяйственной техники. Определена точность при каждом способе измерения и погрешности возникающие при контроле, а также методы их устранения.

Сельскохозяйственные машины – это специальные машины, выполняющие определённые технологические операции. Одним из наиболее важных условий работы сельхоз техники является их надёжность, так как ввиду узкой направленности, машину вышедшею из строя из-за поломки весьма трудно заменить другой. Именно поэтому необходимо обеспечить большой ресурс деталей изготавливаемых для сельскохозяйственной техники [5, 11, 13, 15]. Одним из направлений улучшения качества деталей является повышение точности изготовления, которая позволяет избежать

нежелательных люфтов, натягов при сборке машины или её ремонте. Для повышения точности изготовления детали необходимо сводить количество погрешностей к минимуму [1, 3, 7, 12, 14, 17, 19].

Погрешность – это разница между показаниями измерительного оборудования и действительными значениями измеряемой величины [3, 8, 9, 14]. Они делятся на 3 группы:

1) Систематические погрешности.
2) Случайные
3) Грубые погрешности (промахи).

Для устранения погрешностей, возникающих при контрольных измерениях деталей сельскохозяйственной техники самым простым решение является переход от аналоговых измерительных приборов к цифровым [2, 4, 6, 10, 16].

Традиционные аналоговые штангенциркули типа ШЦ (рис. 1) с нониусом выпускаются с ценой деления 0,1; 0,05; 0,02 мм. У данного типа прибора наиболее часто возникает субъективная погрешность, так как из-за своих зрительных качеств оператор не всегда может достоверно считать показания. В то время как у цифровых штангенциркулей типа ШЦЦ показания выводятся на жидкокристаллический дисплей. Точность отсчёта таких приборов составляет 0,01 мм. Таким образом, значительно упрощается, а в некоторых случаях и ускоряется, процесс измерения, обеспечивается правильное считывание результатов, что позволяет полностью исключить неточности, возникающие по вине человеческого фактора, или свести их к минимуму.



Рисунок 1– Аналоговый и цифровой штангенциркули

Также возможно применение цифровых микрометров типа МКЦ (рис. 2) сценой деления 0,001 мм, вместо микрометров типа МК с ценой деления 0,01 мм. Использование цифровых микрометров сокращает время считывания показаний, что снижает утомляемость работника за счёт упрощения считывания значений с дисплея измерительного прибора.



Рисунок 2 – Аналоговый и цифровой микрометры

Переход от контактного метода измерений к бесконтактному значительно повышает точность измерения. В отличие от бесконтактного контроля, многие традиционные контактные измерительные устройства, такие как микрометры и штангенциркули, касаются поверхности для определения размеров. Погрешности измерения возникают из-за того, что деталь может быть повреждена или маркирована, если деталь не закреплена, шарнирно закреплена или предназначена для перемещения, контакт, вероятно, приведет к по существу нестабильному результату измерения, который вряд ли будет повторяться или давать последовательные результаты при сборе дальнейших измерений.

В основу работы оптического микрометра (рис. 3) положен теневой принцип. Микрометр состоит из двух блоков – излучателя и приемника. При размещении объекта в области светового луча его теневое изображение сканируется фотоприемником. По положению теневой границы компьютер рассчитывает размер объекта. Точность данного измерительного прибора составляет ±3 мкм.

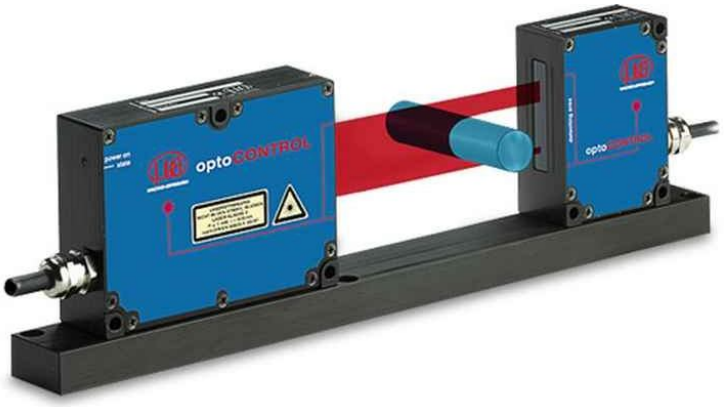


Рисунок 3 – оптический микрометр

Интерферометры являются очень точным оптико-механическими измерительными средствами, которые. используются для проверки концевых мер длины, размеров и формы особо точных изделий. Принцип их работы основан на использовании явления интерференции световых волн. Бесконтактные интерферометры (рис. 4) имеют одинаковые интерференционные трубки с возможностью регулирования точности измерения от 0,05 до 0,2 мкм.



Рисунок 4 – Бесконтактный интерферометр

Одними из самых точных контактных приборов в настоящее время можно считать координатно-измерительные машины (рис.3), которые внесены в Государственный реестр средств измерения Российской Федерации, соответствуют стандартам ISO и могут быть автоматизированы.



Рисунок 5 – Координатно-измерительная машина

КИМы обладают достоинствами:

- высокой точностью измерений (до 0,15 мкм);
- производят замер узких неровных каналов и площади несквозного отверстия внутри детали;
- снижают количество перестановок для сложных деталей;
- высокая производительность.

В настоящее время для повышения точности деталей достаточно применять современные средства измерения, которые позволяют более качественно оценивать те или иные параметры, что в конечном итоге положительно сказывается на надёжности и качестве изготовленных деталей и сборочных единиц.

Список литературы

1. Беляев, А.Н. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Беляев, А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

2. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

3. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной

конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

4. Науменко, В.С. Технология конструкционных материалов: учебное пособие/ В.С., Науменко, Тришина Т.В., Козлов В.Г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.. – 2017. – 307 с.

5. Пат. 2172669 (С1) Российская федерация, МПК: 7В 27G 15/00 А. Суппортный токарный резец/ В.В.Кузнецов, В.К.Павлов, Т.В. Тришина; патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. - 2000111679/13; заявл. 10.05.2000; оггубл.27.09.2001; бюл. № 24, – 5 с.

6. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

7. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

8. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

9. Тришина Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, Т. В. Тришина// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.390.

10. Тришина Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. конф.- «Техника и технологии - мост в будущее»/ ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 5. – 4.4. – С. 341-344.

11. Тришина Т.В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 3. – 4.4. – С. 366-370.

12. Тришина, Т.В. Метрология стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т.В. Тришина, В.И. Трухачев, А.Н. Беляев. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 231 с.

7. Тришина Т.В. Металлорежущие станки: учебное пособие/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов. –Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013.– 260 с.

13. Тришина Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при

обработке древесины/ Т. В. Тришина, В.Г. Козлов В.И., Трухачев// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.388.

14. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

15. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

16. Тришина Т.В. Совершенствование режущего инструмента для токарной обработки древесных материалов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.21.05)/ Татьяна Владимировна Тришина. –Воронеж, 1999. – 16 с.

17. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

18. Метрология и технические измерения. Кузнецов В.В., Трухачев В.И., Козлов В.Г. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки". Воронеж, 2011.

19. Афоничев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 635.07

Д.С. Бирюков, студент
А.А. Заболотная, старший преподаватель

ПРОЦЕСС КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПРОИЗВОДСТВА

Затронут вопрос контроля качества выпускаемой продукции при различных типах производства, приведены основные методы и способы контроля изделий. Также приведен порядок проведения контроля и осмотра, указаны преимущества и недостатки каждого из них.

В данной статье мы хотим выделить вопрос обеспечения контроля качества при производстве изделий специального назначения, который день за днем остается актуальным. Первоначально, следует рассмотреть понятие - контроль качества. Контролем качества мы определяем процесс, в ходе которого изготовленный товар подвергается ряду проверок на соответствие между имеющимися показателями и данными, которые определены нормами и стандартами [5, 11, 13, 15].

В наше время наиболее известными и применяемыми способами контроля качества являются:

- «входной», который применяют, зачастую, лишь малоизвестные, частные предприятия (единичное или мелкосерийное производство). Происходит это из-за недостатка специалистов, малых финансов или же чрезмерного доверия к своему поставщику;

- «подробный», пользуются скорее лишь крупные производства (средне-, крупносерийное и массовое производство), которые готовы полностью испытать и проверить доставленные материалы поставщиком, потратив на это множество ресурсов.

К сожалению, на сегодняшний день, как первый, так и второй подход не считаются удовлетворительными [1, 3, 7, 12, 14, 17]. Подробная проверка качества изделий невозможна из-за чрезмерных затрат по времени и финансам со стороны производителя, а доверчивое отношение и поверхностный осмотр влечет за собой риск выпуска некачественного изделия, потерю заказчиков и некоторое наказание за некачественное производство [3, 8, 9, 14].

На сегодняшний день актуальной задачей по этому вопросу является решение деловых отношений между производителем и его поставщиком, с целью добиться малейшей вероятности выпуска слабо качественной продукции с минимальными затратами в любых проявлениях.

Теперь рассмотрим более подробно каждый из методов контроля.

Входной контроль включает в себя такие операции как:

- организация мест для «отсеивания» материалов и комплектующих изделий несоответствующего качества;

- определение рабочего плана по контролю изделий;

- составление документации по определившемуся плану;

- распределение материала и комплектующих изделий, подлежащих входному контролю.

Методы и способы входного контроля зависят, в первую очередь, от количества и вида поступившего материала. Также, имеет свою значимость такой фактор, как специфика технологического процесса и, соответственно, специфика самого продукта.

Целью входного контроля является установление соответствия между качеством поступивших материалов и требованиями, оглашенными в нормативной документации.

К входному контролю производитель имеет право отнести тот материал, который прописан в стандартах и прочей документации. Для того,

чтобы материал попал в этот список, он должен положительно отвечать по установленным критериям.

Если в результате входного контроля признают, что качество доставленного материала не соответствует регламенту, зафиксированному документально, производитель имеет право выбрать и воспользоваться одним из вариантов:

- вернуть поставщику некачественный товар на переработку;
- зарегистрировать заказ повторно;
- исправить недочеты самостоятельно, затратив собственные ресурсы;
- отправить брак на утилизацию.

Подробный контроль продукции на производстве или тестирование в ходе производства – одна из обязательных частей технологического процесса изготовления изделий [2, 4, 6, 10, 16, 18]. Данный метод позволяет производителю зафиксировать брак в ходе изготовления детали и избавиться от него, либо же произвести ее заново. Изготовленный продукт производство обязано отправлять заказчику только после того, как данное изделие пройдет все этапы проверок на качество. И более того, эта проверка должна быть подкреплена производителем документально.

Следует отметить, что существует еще один метод контроля качества – внутрилабораторный, который заключючается в том, что квалифицированные люди проводят экспериментальные работы, дабы установить соответствие и подлинность заявленных данных по документации с существующими. Пройдя несколько этапов различных опытов, специалист дает заключение. Данный способ крайне достоверен, но и в то же время тяжел со стороны финансовых и прочих затрат по отношению к вышеупомянутым методам.

Таким образом, подводя итог всему вышесказанному, можно резюмировать, что контроль и учет по качеству всех производимых деталей, запчастей и прочих комплектующих – важнейшая и неотъемлемая часть в процессе производства, которая позволит обеспечить надежную работу покупателю за выделенные деньги и, кроме этого, позволит снизить затраты изготовителя в исправлении и корректировке изделия на стадии производства.

Список литературы

1. Беляев, А.Н. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Беляев, А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

2. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

3. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

4. Науменко, В.С. Технология конструкционных материалов: учебное пособие/ В.С., Науменко, Тришина Т.В., Козлов В.Г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.. – 2017. – 307 с.

5. Пат. 2172669 (С1) Российская федерация, МПК: 7В 27G 15/00 А. Суппортный токарный резец/ В.В.Кузнецов, В.К.Павлов, Т.В. Тришина; патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. - 2000111679/13; заявл. 10.05.2000; оггубл.27.09.2001; бюл. № 24, – 5 с.

6. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

7. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

8. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

9. Тришина Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, Т. В. Тришина// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.390.

10. Тришина Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. конф.- «Техника и технологии - мост в будущее»/ ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 5. – 4.4. – С. 341-344.

11. Тришина Т.В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 3. – 4.4. – С. 366-370.

12. Тришина, Т.В. Метрология стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т.В. Тришина, В.И. Трухачев, А.Н. Беляев. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 231 с.

7. Тришина Т.В. Металлорежущие станки: учебное пособие/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов. –Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013.– 260 с.

13. Тришина Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины/ Т. В. Тришина, В.Г. Козлов В.И., Трухачев// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.388.

14. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

15. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

16. Тришина Т.В. Совершенствование режущего инструмента для токарной обработки древесных материалов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.21.05)/ Татьяна Владимировна Тришина. –Воронеж, 1999. – 16 с.

17. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

18. Афоничев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 635.07

И.А. Жуков, студент
Р.С. Потапов, студент
В.В. Шередекин, к.т.н., доцент

ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

В данной статье проведен анализ факторов, оказывающих влияние на уровень качества продукции, и определена их взаимосвязь. Указаны пути достижения баланса между интересами изготовителя и потребителя продукции.

В последнее время во всем мире уделяют все больше внимания контролю качества. Не осталась в стороне и экологически чистая сельскохозяйственная продукция. Повышение уровня качества такой продукции приобретает особую актуальность.

Качество продукции является важнейшим показателем деятельности предприятия, так как в основном определяет его существование в условиях рынка и лучший способ для фирмы обеспечить себе путь успеху и неоднократному получению высокой прибыли [5, 11, 13, 15, 18].

Управление качеством можно представить как анализ внешних (качество сырья, требования рынка и пр.) и внутренних факторов (технология сельского производства, технический контроль, организационная структура и др.), формирующих уровень качества производимой продукции минимуму [1, 3, 7, 12, 14, 17]. Так же к этим факторам можно отнести и человеческий (опыт, квалификация и др.).

На качество продукции оказывает влияние множество факторов, представленных в виде трех больших разделов: человеческий фактор, внешние и внутренние факторы (рис.1).



Рисунок 2 – Влияние различных факторов на качество продукции

Практически, все вышеизложенные факторы сильно связаны между собой и имеют огромное влияние на качество продукции, но стоит помнить о том, что на всех этапах развития предприятия, степень влияние этих факторов разнообразна [3, 8, 9, 14, 19].

Контроль выпуска в стране высококачественной продукции осуществляет стандартизация. Стандарты разделяют на 4 категории: [3]

- Государственные (ГОСТы);
- Отраслевые (ОСТы);
- Стандарты предприятий (СТП);
- Когда на некоторые новые товары еще нет ГОСТов, то на них действуют технические условия (ТУ) или временные технические условия (ВТУ), утверждаемые министерством, которые в свою очередь и являются 4 категорией.

Стандарт направлен на достижение необходимого баланса между интересами изготовителя и потребителя, обеспечивая безопасность продукции для второго и устранение барьеров на пути движения товара к рынку для первого [2, 4, 6, 10, 16].

Все вышеизложенные факторы взаимосвязаны между собой и по-разному влияют на качество продукции, как затрудняют, так и способствуют повышению качества.

К положительным факторам можно отнести улучшение технологии и оборудования, использование высококачественных материалов и передовой измерительной техники, а также разделение труда.

Повышение сложности изделий, изменение видов продукции и технологий изготовления можно отнести к затрудняющим факторам.

Так же незаменимым фактором, влияющим на качество продукции, является конкуренция, способствующая внедрению современных технологий и приводящая на данном предприятии к рациональному использованию всех доступных ресурсов. Если конкуренцию представить в более широком смысле, то она означает соперничество абсолютно во всех сферах деятельности.

Конкурентоспособность продукции или услуг также зависит от множества факторов, которые в свою очередь делятся на три группы, представленные на рисунке 2 [1].

На основании проведенного анализа факторов управления качеством можно сделать вывод, что влияние всех вышеизложенных факторов может быть разнообразным. Для получения сельскохозяйственной продукции с наилучшим качеством необходимо, чтобы все эти факторы были тесно взаимосвязаны друг с другом. Важна также и роль государства, ведь именно оно и предопределяет дальнейшее качество сельскохозяйственной продукции.

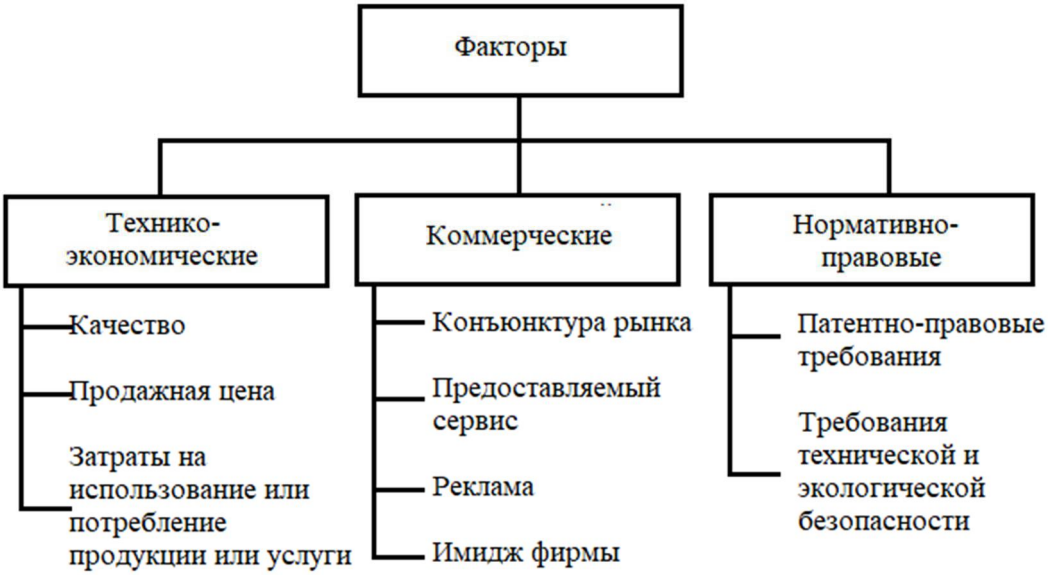


Рисунок 3 – Факторы, влияющие на конкурентоспособность

Список литературы

1. Беляев, А.Н. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений / А.Н. Беляев, А.Н. Оплачко, Т.В. Тришина// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.– Ч. I. – С. 118-121.

2. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

3. Маковский, В.А. Выбор средств измерения при контроле качества восстановленных деталей / В.А. Маковский, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 13-16.

4. Науменко, В.С. Технология конструкционных материалов: учебное пособие/ В.С., Науменко, Тришина Т.В., Козлов В.Г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.. – 2017. – 307 с.

5. Пат. 2172669 (С1) Российская федерация, МПК: 7В 27G 15/00 А. Суппортный токарный резец/ В.В. Кузнецов, В.К. Павлов, Т.В. Тришина; патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. - 2000111679/13; заявл. 10.05.2000; оггубл.27.09.2001; бюл. № 24, – 5 с.

6. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения / Т.В. Тришина [и др.] // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 96-99.

7. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

8. Стаканов, И.Н. Выбор средств измерения при дефектации / И.Н. Стаканов, Т.В. Тришина, А.Н. Беляев //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.– Ч. III. – С. 16-21.

9. Тришина Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, Т. В. Тришина// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.390.

10. Тришина Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар. заочн. научно-практич. конф.- «Техника и технологии - мост в будущее»/ ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 5. – 4.4. – С. 341-344.

11. Тришина Т.В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 3. – 4.4. – С. 366-370.

12. Тришина, Т.В. Метрология стандартизация и сертификация. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т.В. Тришина, В.И. Трухачев, А.Н. Беляев. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 231 с.

13. Тришина Т.В. Металлорежущие станки: учебное пособие/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013.– 260 с.

14. Тришина Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины/ Т. В. Тришина, В.Г. Козлов В.И., Трухачев// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С.388.

15. Тришина, Т.В. Перспективы повышения точности и способов измерений, применяемых на практике / Т.В. Тришина, Высоцкая И.А., Сакен Ж.С., Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. IV. – С. 391-394.

16. Тришина, Т.В. Продольное точение древесины с точки зрения качества поверхности / Т.В. Тришина, А.Н. Беляев, И.А. Тришина// Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета.– ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. 2. – С. 138-145.

17. Тришина Т.В. Совершенствование режущего инструмента для токарной обработки древесных материалов: автореф. дис. на соиск. учен.

степ. канд. техн. наук (05.21.05)/ Татьяна Владимировна Тришина. –Воронеж, 1999. – 16 с.

18. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений / Фролов Н.В. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. I. – С. 114-117.

11. Афоничев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 630.383

П.В. Тихомиров, экстерн
В.В. Никитин, экстерн
С.Ю. Саблин, экстерн
В.Ю. Букреев, аспирант
Д.Е. Болтнев, экстерн
М.В. Мацнев, экстерн
А.О. Боровлев, экстерн

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА ВОДИТЕЛЬ-АВТОМОБИЛЬ-ДОРОГА-СРЕДА

Рассматривая совокупность метеорологических и природно-климатических факторов, необходимо отметить некоторые особенности воздействия на функционирование комплекса «водитель-автомобиль-дорога-среда». Они заключается в том, что часть метеорологических элементов влияет одновременно на все или несколько систем, а остальные – только на отдельные системы или подсистемы комплекса. В результате проведенных исследований, выявлено, что метеорологические условия являются основными внешними факторами, воздействующими на все системы комплекса «водитель-автомобиль-дорога-среда».

Существенное влияние климат и погода оказывают на общее психофизическое состояние организма человека как участника движения и, в том числе, на водителя и пешехода [1 - 8, 10]. Анализ исследований, касающихся влияния метеорологических условий на нервно-эмоциональное состояние водителей и изменение их производственно-значимых функций позволяет сделать основные выводы.

Так, в условиях низких температур нормальная работоспособность сохраняется у человека, когда теплообразование превышает теплоотдачу, т.е. отсутствует «дефицит тепла» [9, 11, 12, 13, 14, 17].

Тяжелые условия работы водителя в зимний период усугубляются такими неблагоприятными погодными явлениями, как туман, метели, снежные заносы, гололед, ухудшение видимости дороги и др. влияние низких температур сказывается и на режиме работы автомобиля, что создает дополнительные предпосылки для нервно-эмоционального напряжения водителя и развития более раннего и выраженного утомления [15, 16, 18, 19, 28, 31-33].

В южных районах страны условия работы неблагоприятны из-за высокой температуры воздуха, пониженной влажности и интенсивной солнечной радиации. Повышение температуры тела водителя приводит к снижению скорости переработки информации, увеличению количества ошибок и более быстрому утомлению (рисунок 1).

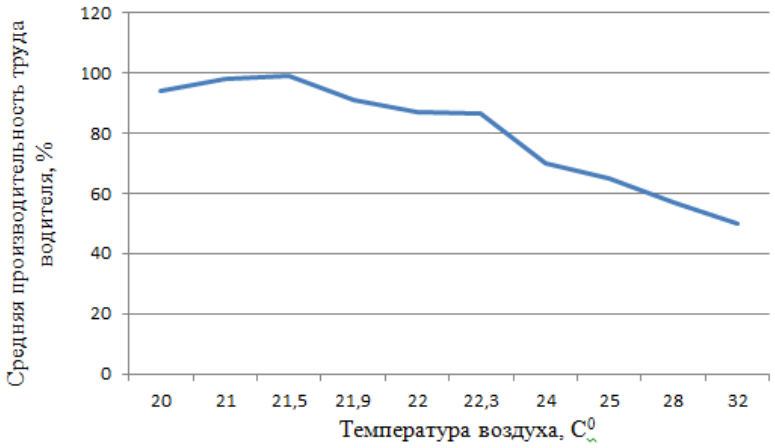


Рисунок 1. Влияние температуры воздуха на работу оператора.

Минимальное количество дорожно-транспортных происшествий наблюдается при температуре воздуха на рабочем месте водителя плюс 20^0С, а с изменением температуры в ту или иную сторону аварийность значительно увеличивается, что показано на рисунке 2.

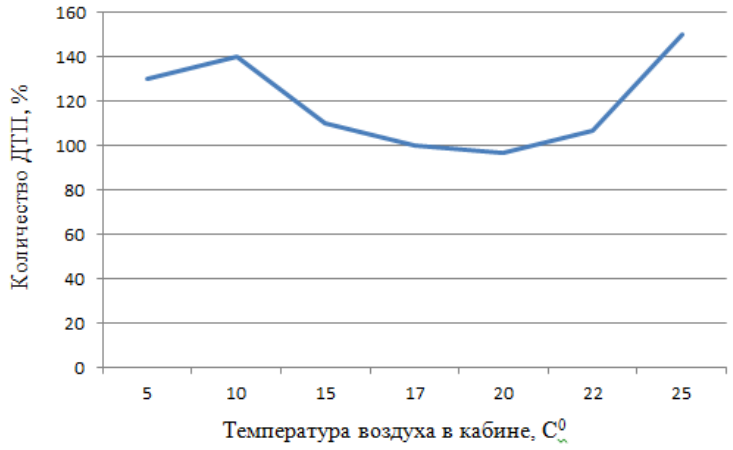


Рисунок 2. Влияние температуры воздуха на количество ДТП

Установлено, что наименьшее значение времени реакции устойчиво наблюдается при температуре воздуха от 16 до 24^0С (рисунок 3). Таким

образом, метеорологические условия и изменения состояния дорог под их воздействием оказывают существенное влияние на состояние таких важных психофизиологических функций, как скорость приема и переработки информации, время реакции, появление ошибочных действий, что может быть причиной возникновения аварий.

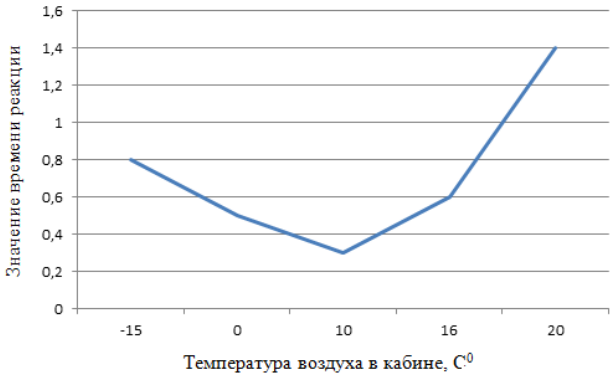


Рисунок 3. Влияние температуры воздуха на скорость реакции водителя

Следовательно, при проектировании дорог, проходящих в разных климатических зонах, необходимо учитывать сезонные изменения функций водителей при определении основных геометрических параметров дороги. Поскольку при температуре воздуха, равной 20^0С наблюдается оптимальное функциональное состояние ведущих психофизиологических показателей водителей, целесообразно принять эту температуру за оптимальную при оценке условий движения [20, 21, 22, 23, 24].

Одновременно необходимо предъявлять большие требования к автомобилям, которые должны обладать определенными технико-эксплуатационными качествами, чтобы успешно работать в неблагоприятных погодно-климатических условиях.

Существенное влияние на состояние систем автомобиля, обеспечивающих безопасность движения, оказывают метеорологические факторы. Например, в автомобильных шинах и деталях, изготовленных из резины и находящихся под нагрузкой, при низких температурах возникают остаточные деформации вследствие потери упругости, что способствует ухудшению их сцепления с поверхностью дороги и ведет к буксованию ведущих колес на участках дорог, покрытых снегом или гололедом. У автомобилей, имеющих пневмонический привод тормозов, скопление и замерзание конденсата воды в приборах и магистралях тормозной системы зимой может приводить к закупорке их и к отказу в работе [25, 26, 27, 29].

Под воздействием метеорологических условий изменяются мощностные и экономические показатели работы двигателей, поэтому за стандартные атмосферные условия испытания автомобилей принимаются: барометрическое давление 760 мм ртутного столба, температура воздуха плюс 20^0С, относительная влажность 50%.

Учитывая разнообразие природно-климатических условий предложен ряд схем деления территории страны на климатические зоны с точки зрения эксплуатации автомобилей [22].

Наибольшее влияние погодно-климатические факторы оказывают на изменение геометрических параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик дорог. Установлено что каждому состоянию метеорологических условий и каждому периоду года соответствуют характерные состояния автомобильных дорог и условий движения, которые зависят от их технического уровня и содержания [11].

Условия движения на дорогах в период действия неблагоприятных метеорологических явлений значительно сложнее, чем в летний период времени при сухом, чистом покрытии и обочинах. Различия определяются целым рядом факторов, основными из которых являются:

- снижение сцепных качеств, изменение механического взаимодействия автомобиля с дорогой и ухудшение ровности покрытия под воздействием осадков, гололеда, тумана, повышенной влажности воздуха и других факторов;

- увеличение сопротивления движению за счет отложений снега, грязи, гололеда, появления неровностей на дороге, в результате чего сокращается свободная мощность двигателя автомобиля;

- изменение внешнего вида и очертания проезжей части и обочин, изменение параметров поперечного профиля за счет снежных отложений и образования полос наката, что приводит к изменению восприятия дороги водителем;

- уменьшение метеорологической видимости в периоды туманов, осадков, пурги, пыльных бурь, слепящего действия солнца, измеряющее восприятие условий движения водителем;

- ухудшение эксплуатационно-технических качеств автомобиля и прежде всего систем обеспечения удобства и безопасности движения, к которым относится тормозная система, рулевое управление, система обеспечения обзорности и видимости, сигнальная система.

Следовательно, можно выделить благоприятные и неблагоприятные для движения периоды года, состояния дорог и метеорологические условия.

Наиболее часто неблагоприятными будут условия движения в зимний и осеннее – весенний периоды года, а условия движения в летний период – только частным, наиболее легкими случаем взаимодействия всех систем и функционирования комплекса водитель-автомобиль-дорога-среда.

К зимнему периоду можно отнести период, характеризующийся устойчивой средней суточной температурой воздуха ниже 0^0С (рисунок 4). В некоторых случаях под зимним подразумевают период с момента образования устойчивого снежного покрова до момента его схода. Сопоставление показывает, что длительность периода устойчивости среднесуточной температурой ниже 0^0С и периода сохранения снежного покрова отличается в целом на 5-10 дней, то не имеет принципиального значения.

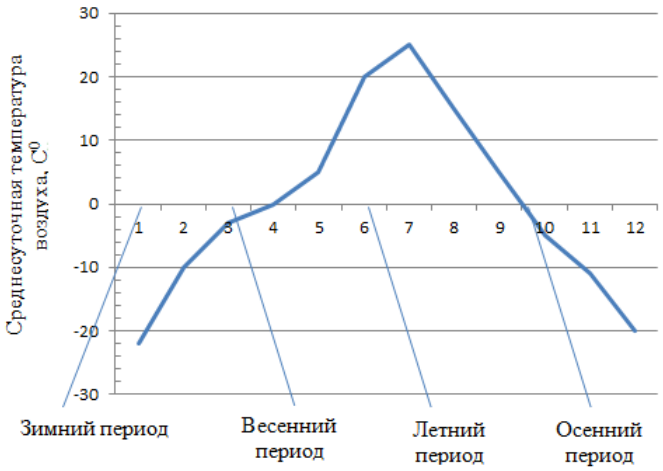


Рисунок 1.4. Характерные периоды года по условиям движения

В результате проведенных исследований, выявлено, что метеорологические условия являются основными внешними факторами, воздействующими на все системы комплекса «водитель-автомобиль-дорога-среда». Однако водитель и автомобиль значительно лучше защищены от непосредственного воздействия метеорологических явлений, чем дорога и прежде всего ее поверхность. Следовательно, задача проектирования дорог, транспортные качества которых остаются высокими при неблагоприятных погодно-климатических условиях остается актуальной.

Список литературы

1. Совершенствование технического сервиса лесовозных автопоездов с учетом влияния состояния автотранспортной сети: монография / В.Г. Козлов, В.А. Бурмистров, А.Г. Чистяков, А.Ю. Арутюнян, М.М. Умаров ; ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, ФГБОУ ВПО «УГТУ», ФГБОУ ВПО «МГУЛ». – Воронеж: изд-во типография ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 228 с.

2. Кондрашова Е.В. Моделирование транспортного потока на лесовозных автомобильных дорогах / Е.В. Кондрашова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 432.

3. Заболотная А.А. Модернизация имитационной системы процесса функционирования автомобильных дорог с использованием информационных технологий / А.А. Заболотная [и др.] // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 433.

4. Губарев В.Ю. Исследование составов для укрепления грунтов при строительстве лесовозных автомобильных дорог / В.Ю. Губарев [и др.] // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 33-38.

5. Смирнов М.Ю. Повышение эффективности функционирования автомобильных дорог лесного комплекса/ М.Ю. Смирнов [и др.] Йошкар-Ола. -2016.

6. Афоничев, Д.Н. Аспекты оптимального проложения временных лесовозных автомобильных дорог в лесосеки / Д.Н. Афоничев [и др.] // Современные научно-практические решения XXI века: матер. международной научно-практической конференции. -2016. - С. 106-111.

7. Скрыпников А.В. Автоматизированное проектирование лесовозной дороги / А.В. Скрыпников [и др.] // Автоматизация. Современные технологии. - 2016. - № 6. - С. 38-41.

8. Скрыпников А.В. Проектирование структуры информационного обеспечения лесовозного автомобильного транспорта / А.В. Скрыпников [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. - 2016. - № 217. - С. 131-141.

9. Скрыпников А.В. Проходимость комплексных трелевочно-транспортных систем на трелевочных волоках / А.В. Скрыпников [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2016. - Т. 20. - № 2. - С. 152-158.

10. Никитин В.В. Имитационная модель функционирования лесовозной автомобильной дороги / В.В. Никитин [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2016. - Т. 20. - № 2. - С. 167-172.

11. Логойда В.С. Исследование отходов промышленности для укрепления грунтов / В.С. Логойда [и др.] // Фундаментальные исследования. - 2016. - № 12-1. - С. 102-106. URL: https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41054

12. Логойда В.С. Методологическое обоснование особенностей проектирования трассы по методу опорных элементов / В.С. Логойда [и др.] // Фундаментальные исследования. - 2016. - № 12-1. - С. 62-68. URL: https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41047

13. Логойда В.С. Методика определения влияния природных факторов на стоимость строительства земляного полотна лесовозных дорог / В.С. Логойда [и др.] // Современные наукоемкие технологии. - 2016. - № 11-2. - С. 305-309.

14. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова [и др.] // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.

15. Бурмистров Д.В. Методика определения влияния природных факторов на стоимость строительства земляного полотна лесовозных дорог / Д.В. Бурмистров [и др.] // Системы. Методы. Технологии. - 2016. - № 2 (30). - С. 179-184.

16. Бурмистров Д.В. Возможность применения нефтеполимерных вяжущих в конструктивных слоях дорожной одежды автомобильных дорог / Д.В. Бурмистров [и др.] // Системы. Методы. Технологии. - 2016. - № 3.- С. 147-154.

17. Умаров М.М. Математическая модель статистической идентификации информационного обеспечения автомобильного транспорта / М.М. Умаров [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2016. - № 1 (67). - С. 45-51.

18. Skrypnikov A.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / A.V. Skrypnikov, S.V. Dorokhin, V.G. Kozlov, E.V. Chernyshova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Т. 12. № 2. С. 511-515.

19. Козлов В.Г. Анализ существующих методов проектирования трассы лесных автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 3; URL: http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41391.

20. Исследования по использованию укрепленных грунтов, местных материалов и отходов промышленности для строительства дорожных одежд лесовозных дорог: монография / А.А. Камусин, В.В. Никитин, И.Н. Журавлев, В.Г. Козлов, В.Н. Логачев, И.И. Бухтояров; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана». – Saint-Louis, Missouri, USA: Science and Innovation Center Publishing House, 2017. – 184 с.

21. Козлов В.Г. Методы, модели и алгоритмы проектирования лесовозных автомобильных дорог с учетом влияния климата и погоды на условия движения [Текст]: диссер. ... докт. техн. наук. / В.Г. Козлов. - Архангельск: САФУ, 2017. - 406 с.

22. Козлов, В.Г. Методы, модели и алгоритмы проектирования лесовозных автомобильных дорог с учетом влияния климата и погоды на условия движения [Текст]: автореф. диссер. ... докт. техн. наук.: 05.20.01 / Козлов Вячеслав Геннадиевич. В.Г. Козлов. - Архангельск: САФУ, 2017.

23. Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Ломакин Д.В. , Микова Е.Ю. Применение экономико-математических методов для определения областей использования видов покрытий // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 5. С. 23–32. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-5-23-32

24. Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Ломакин Д.В., Микова Е.Ю. Оценка влияния на скорость движения постоянных параметров плана и профиля при различных состояниях поверхности дороги // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 6. С. 43–49. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-6-43-49

25. Чирков Е.В. Формирование модели проектирования системы «дорожные условия – транспортные потоки» и пути ее реализации / Е.В. Чирков [и др.] // Лесоинженерное дело. -ВГЛТУ. 2018. Т. 8. № 1 (29). С. 100-111. DOI:10.12737/article_5ab0dfbe6ece23.91630316

26. Kozlov V.G. Method of Individual Forecasting of Technical State of Logging Machines / V.G. Kozlov, V.A. Gulevsky, A.V. Skrypnikov, V.S. Logoyda, A.S. Menzhulova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering . 2018. 327(4), 042056.

27. Зеликова Ю.А. Комплексные экспериментальные исследования изменения параметров и характеристик дорожных условий, транспортных

потоков и режимов движения под влиянием климата и погоды / Ю.А. Зеликова [и др.] // Лесотехнический журнал. -ВГЛТУ. 2018. Т. 8. № 2 (30). С. 156-168. DOI: 10.12737/article_5b240611858af4.37544962

28. Kozlov V.G. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / V.G. Kozlov, A.V. Skrypnikov, E.V. Chernyshova, R.V. Mogutnov, D.M. Levushkin // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1015 (2018) 032069 doi :10.1088/1742-6596/1015/3/032069

29. Бурмистров Д.В., Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Могутнов Р.В., Абасов М.А. Рабочая гипотеза ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог и ее экономико-математическое развитие // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 5. С. 69–76. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-5-69-76

30. Являнская И.В. Оценка влияния на скорость движения постоянных параметров плана и профиля при различных состояниях поверхности дороги / И.В. Являнская [и др.] //Бюллетень транспортной информации. 2018. № 6 (276). С. 23-27.

31. Поставничий С.А. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог / С.А. Поставничий [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117-127.

32. Гулевский В.А. Экспериментальная оценка сцепных качеств и ровности покрытий при различных состояниях автомобильных дорог и погодных условиях / В.А. Гулевский [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (56). С. 112-118.

33. Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Belyaev A.N., Chernyshova E.V. (2019) Theoretical Foundations of the Method of Designing a Clothoid Track with Approximation of Succession of Points. In: Popkova E., Ostrovskaya V. (eds) Perspectives on the Use of New Information and Communication Technology (ICT) in the Modern Economy. ISC 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 726. Springer, Cham.

УДК 621.96

В.В. Кочергин, студент
А.Д. Головин, студент
И.А. Пожидаев, студент
Д.А. Михайленко, студент
Д.А. Мирошник, студент

ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Рассмотрен способ электроэрозионной обработки металлов в промышленных технологиях

Электроэрозионная обработка - способ изменения размера и формы металлической заготовки или сплава. Как правило, такая обработка предназначена для формирования сквозной или глухой перфорации в теле заготовки.

При этом, форма заготовки может быть любой: от круга до сложных многоугольников. Также электроэрозионная обработка позволяет ускорить процесс создания пазов под шпонку, фасонных плоскостей, канавок любой формы и прочих элементов, которые затруднительно формировать традиционной обработкой резанием.

В некоторых случаях электроэрозионная обработка металлов является единственно возможной и при этом наиболее точной технологией.

Физический смысл процесса электроэрозионного «резания» заключается в деструктивной энергии дугового «пробоя» между анодом и катодом. Электрическая дуга, проскакивая между электродами, разъедает кристаллическую решетку заготовки (отсюда и аналогия с эрозией). Частота подобного «проскакивания» находится в пределе от 5 кГц до 0,5 МГц [3].

Процесс электрической «эрозии» сейчас в полной мере контролируется компьютерами, что гарантирует высокую производительность при высокой точности обработки, потому что сама деталь является непосредственно электродом. Производительность и качество процесса электроэрозионной обработки прежде всего зависит от мощности и частоты импульсов, подаваемых на пару электродов.

Именно поэтому процесс такой металлообработки имеет несколько разновидностей:

1. Анодно-механическая электроэрозия, основывается на дуговом резании при параллельном удалении отходов из рабочей зоны. При помощи такой технологии можно не только производить резку заготовки, но и подвергать ей поверхность шлифовке или затачивать кромки под требуемым углом. Этот способ дуговой обработки применяется в процессе производства классических металлорежущих инструментов.
2. Электроимпульсная дуговая эрозия. Это процесс, характеризующийся максимальной производительностью не гарантирует высокое качество обработки поверхности. Из-за этого электроимпульсное оборудование применяется только для черновой обработки.
3. Электроконтактный способ. При нём новый рельеф детали создаётся в жидкой среде, что дает этой технологии дополнительное преимущество, которое связано с возможностью контролировать в зоне электроэрозионного разрушения металла температуру.
4. Электроискровая методика. Она применяется в процессе высокоточной эрозийной обработки самых мелких деталей из металлов.

Все перечисленные способы обработки дают еще один положительный результат - они существенно повышают твердость поверхности заготовки, при этом не меняя остальные характеристики металла [1].

Процесс электроэрозионной обработки обеспечивается наличием двух электродов - самой детали и стержня из тугоплавкого материала, не подвергающимся процессу электрической эрозии. Тугоплавкие электроды, как правило, производят из вольфрама с добавлением различных присадок или из технически чистого графита. Иногда в работе используются и электроды из латуни, меди и даже алюминия в некоторых случаях.

Схема подключения полярности пары «заготовка - режущий электрод» может быть как прямой, так и обратной. При прямой полярности на заготовку подаётся положительный заряд, при обратной - отрицательный.

Подобная избирательность обосновывается неравномерным распределением энергии в паре анод-катод: при маленьких частотах плавится анод, а при больших частотах - катод.

Имея возможность регулирования схемы подключения тока и частотную характеристику импульса, можно обеспечить большую производительность при высоком качестве обрабатываемой поверхности.

Главными параметрами электрических импульсов, подаваемых на промежуток между электродами, являются частота их повторения, длительность, скважность и амплитуда и также форма, которые определяют максимальную мощность и энергию. Форма и параметры импульса имеют существенное влияние на процесс износа электрода-инструмента, производительность и шероховатость обрабатываемой поверхности.

Обозначим частоту повторения импульсов, т. е. количество импульсов в секунду, как f. Величина T = 1/f будет являться периодом. Период определяет тот промежуток времени, через который последует очередной импульс.

Сам импульс характеризуется амплитудой напряжения и тока Um и Im. Это те максимальные значения, которые приобретают напряжение и ток во время импульса. В процессе электроэрозионной обработки амплитуда напряжения меняется от нескольких вольт до нескольких сотен вольт, а амплитуда тока от доли ампера до десятков тысяч ампер. Промежуток скважности импульса при такой обработке находится в пределе от 1 до 30.

Помимо этого, перемена полярности позволяет сберечь материал «режущего» электрода, снижая себестоимость процесса [2].

Первые электроэрозионные станки появились в середине 1940-х годов в СССР. А первый станок с числовым программным управлением создан в начале 60-х в Швейцарии.

Современные станки позволяют решить как промышленные, так и малосерийные или единичные задачи эстетического (декорирование, шлифовка и прочее) или практического характера (перфорация глухих и сквозных отверстий, заточка режущего инструмента, формирование пазов). И с теми, и с другими задачами электроэрозионные станки справляются с одинаковой эффективностью [4].

Себестоимость обработки на таком оборудовании существенно ниже аналогичного показателя для классических металлорежущих станков.

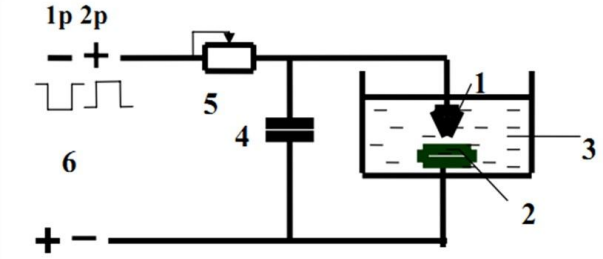
При этом такое качество поверхности иногда просто невозможно достигнуть станками из обычной группы.

Поэтому аппараты для электроэрозионной обработки применяются при создании высокоточных деталей, применяются в приборостроении, аэрокосмической отрасли, автомобилестроении, станкостроении и прочих отраслях, испытывающих потребность в точных изделиях [5].

Но к сожалению, эта технология обработки металла редко применяется в промышленности, помимо аэрокосмической отрасли, несмотря на то что она является более точной и выгодной по себестоимости.

Простейшая электроэрозионная схема (рис. 1) всегда состоит из следующих элементов:

- источник питания;
- электрод;
- емкость для рабочей среды;
- конденсатор;
- реостат.

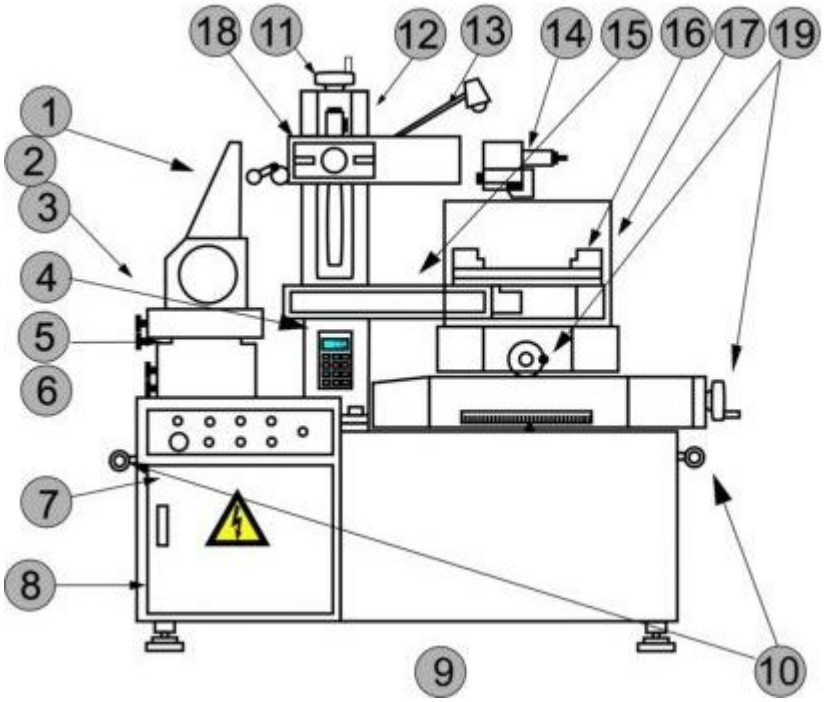


1 - электрод-инструмент, 2 - обрабатываемая деталь, 3 - среда, в которой производится разряд, 4 - конденсатор, 5 - реостат, 6 - источник питания, 1р - режим электроискровой обработки, 2р - режим электроимпульсной обработки.

Рисунок 1 – Простейшая схема электроэрозионной обработки металлов:

Питание этой схемы обеспечивает напряжение импульсного типа, которое должно иметь разную полярность. Это позволяет получить электроимпульсный и электроискровой режимы, требующиеся для работы.

При подаче напряжения осуществляется заряд конденсата, от которого в последующем на электрод поступает разрядный ток. Этот электрод заранее опускается в емкость с рабочим составом и заготовкой. Как только на конденсаторе напряжение достигает требуемого потенциала, происходит пробой жидкости. Далее она начинает стремительно нагреваться до температуры кипения; при этом в ней образуется пузырь из газов, который создаёт локальный нагрев заготовки. А у самой заготовки происходит плавление верхних слоев, что позволяет получить необходимую форму.



1 – Защитный щиток барабана; 2 – Проволочный барабан; 3 – Подвижный стол проволочного барабана; 4 – Настраиваемые концевики-ограничители использования намотанной проволоки на барабане и кнопки переключения направления вращения; 5 – Регулировка подачи СОЖ сверху и снизу; 6 - Панель управления станком; 7 – Дверь шкафа электрооборудования станка; 8 – Конические, настраиваемые по высоте опоры станка, 4 шт; 9 – Чугунная, литая станина коробчатого типа; 10 – Монтажные проушины 4 шт; 11 – Колесо вертикальной подачи верхнего рукава; 12 – Колонна; 13 – Лампа освещения; 14 – Механизм наклона проволоки до +/-6° (по осям U, V); 15 – Нижний рукав (два направляющих ролика и один твёрдосплавный электрод); 16 – Рабочий стол; 17 – Брызго-защитный кожух рабочего стола; 18 – Верхний рукав (три направляющих ролика и два твёрдосплавных электрода); 19 – Колеса подачи рабочего стола (по осям X, Y).

Рисунок 2 – Общий вид электроэрозионного станка:

Следует отметить, что самым важным элементом в схеме, необходимой для процесса электроэрозионной обработки, является электрод, который должен иметь достаточную эрозионную стойкость. Поэтому в качестве электрода используют такие металлы, как:

- медь;
- графит;
- алюминий;
- вольфрам;
- латунь.

Предприятия для электроэрозионной обработки металла используют специальное оборудование, такое как:

- копировально-прошивочное;
- проволочно-электроэрозионное.

Если существует необходимость изготовить деталь со сложной формой, а также некоторые материалы с высокой точностью обработки, следует, применяют проволочно- электроэрозионные агрегаты. Наиболее

часто это оборудование требуется для изготовления разнообразных деталей для самолетов, электроники, и в некоторых случаях и для космической сферы.

Копировально-прошивочные агрегаты, как правило, применяют для серийного производства деталей. С помощью таких станков получают точные сквозные контуры и мелкие отверстия, что в свою очередь активно используется при изготовлении сеток и штампов. Оборудование подбирают, в зависимости от поставленных целей и финансовой окупаемости. Обработка металла электроэрозионным способом является сложным и трудоемким рабочим процессом.

Список литературы

1. Гусев В. Н. Анодно-механическая обработка металлов. М.-Л. : Машгиз, 1952.

2. Космачев И. Г. Обработка металлов анодномеханическим способом. М. ; Л. : Машгиз, 1961.

3. Левинсон Е. М., Лев В. С. Справочное пособие по электротехнологии. Электроэрозионная обработка металлов. Л. : Лениздат, 1972. 327 с.

4. Металлорежущие станки : учебник. В 2 т. / В. В. Бушуев, А. В. Еремин, А. А. Какойло, В. М. Макаров Т. 2. М. : Машиностроение, 2011. 586 с.

5. Серебреницкий П. П. Современные электроэрозионные технологии и оборудование : учеб. пособие. 2-е изд., доп. и перераб. СПб. : Лань, 2013. 352 с.

6. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.

7. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

8. Козлов В.Г. Современные методы обработки металлов. Электроэрозионная обработка / В.Г. Козлов, В.С. Волков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 180-184.

9. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

10. Козлов, В.Г. Инновационный способ физико-технической обработки / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 27-31.

11. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

12. Солдатов, Ю.И. Электроконтактная обработка / Ю.И. Солдатов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 189-192.

13. Сидоренков, В.Л. Использование электроэрозионной обработки металлов для нужд сельского хозяйства / В.Л. Сидоренков, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 377-378.

14. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

15. Щеглов В.С. Технология электроэрозионной обработки металлов / В.С. Щеглов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 248-253.

16. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.

17. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика: учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 65.05

И.А. Пожидаев, студент
Д.А. Михайленко, студент
Д.А. Мирошник, студент
А.Д. Головин, студент
В.В. Кочергин, студент
А.А. Заболотная, старший преподаватель

ГИДРОАБРАЗИВНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА

Тенденции современного машиностроения диктуют необходимость гибкости производства, которое может обеспечивать быструю переналадку при высоких параметрах скорости изготовления и качества деталей различного назначения. Такая гибкость может быть обеспечена технологией гидроабразивной резки.

Гидроабразивная резка –вид обработки резанием, в котором режущим инструментом является струя воды с частицами абразива, которая подаётся под высоким давлением. Суть процесса заключается в отрыве и уносе из зоны реза частиц материала потоком абразивных частиц.

Гидроабразивная резка имеет следующие преимущества:

- **Холодный рез.** Гидроабразивная резка – это «холодный» процесс, так как для него не требуются дополнительные тепловложения. При резке этим способом задействуются вода и абразив, поэтому нагрев материала находится в пределах 50-70 ℃, в следствие чего отсутствуют механическая и термическая деформации. Также преимуществом «холодного» реза является отсутствие окалин, короблений, поэтому на выходе изделия не требуют подготовки перед последующими операциями (например, сварка или окрашивание). Также процесс холодной резки в целом увеличивает производительность, так как они не нуждаются в фиксации при установке.
- **Высокая точность реза** (± 0,1 мм). Сочетание большого давления при малой площади реза позволяют добиваться желаемого результата без второстепенных операций. Гидроабразивная резка часто используется при необходимости получить рез высокого качества, например для достижения точных геометрических форм. Гидроабразивная резка может применяться при обработке разнообразных материалов и нестандартных поверхностей.
- **Высокая универсальность**. Гидроабразивная резка применяется в различных сферах: от серийного производства деталей из листового металла до резьбы по мрамору, и на данный момент является самой универсальной системой резки. Допустимая толщина разрезаемых сталей составляет 300 мм. Внедрение 5-осевых режущих головок привело к широкому распространению гидроабразивной резки: при резании плоских деталей головка производит непрерывную резку, двигается вокруг заготовки и производит наклонную резку в диапазоне $\pm 55^{o}$.
- **Малое число отходов от обрабатываемого металла**.
- **Полная пожаро- и взрывобезопасность процесса** (исключена вероятность плавления или горения материалов).
- **Экологичность** (полное отсутствие испарений за счет используемых воды и абразива).

Гидроабразивная резка имеет следующие недостатки:

- Более низкая скорость резания сталей малой толщины если сравнивать с лазерной и плазменной резкой;
- Дорогое оборудование и повышенные эксплуатационные затраты. Это обусловлено расходом абразива, воды, электрической энегрии, регулярной заменой смесительных трубок, уплотнителей и сопел, работающих при высоком давлении;
- повышенный шум при работе [4].

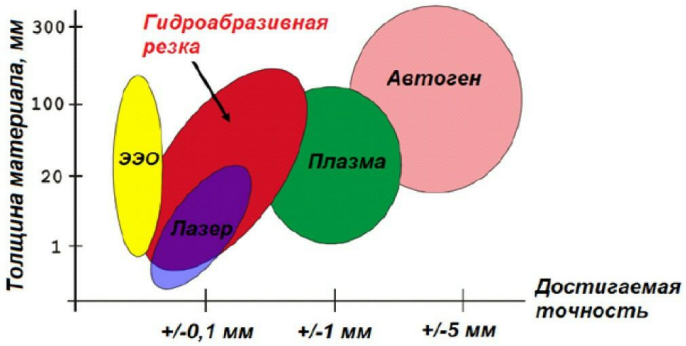


Рисунок 1 – Сравнение параметров гидроабразивной резки с другими технологиями резки

Гидроабразивная резка работает следующим образом (рис. 2). Вода подаётся насосом с давлением 1000–6000 атмосфер, затем нагнетается в режущую головку. После прохождения через узкое сопло (дюзу), которая имеет диаметр 0,08–0,5 мм со скоростью 900–1200 м/с и более, струя попадает в смесительную камеру, в которой перемешивается с частицами абразива – зернами электрокорунда, песком, карбидом кремния или другими высокотвердыми материалами. Струя выходит из трубки с внутренним диаметром 0,5–1,5 мм и после разрезает материал. В некоторых модификациях режущих головок абразив сразу попадает в смесительную трубку. Для того чтобы компенсировать остаточную энергию струи используют слой воды с толщиной 70–100 см.

В качестве абразива используются материалы с твердостью от 6,5 по Моосу. На их выбор влияет твердость и вид обрабатываемого изделия, а также следует принимать во внимание, что чем большую твердость имеет абразив, тем скорее изнашиваются узлы режущих головок. При гидроабразивной резке разрезающая способность создается в большей степени за счет абразива, а вода выполняет переносную функцию.

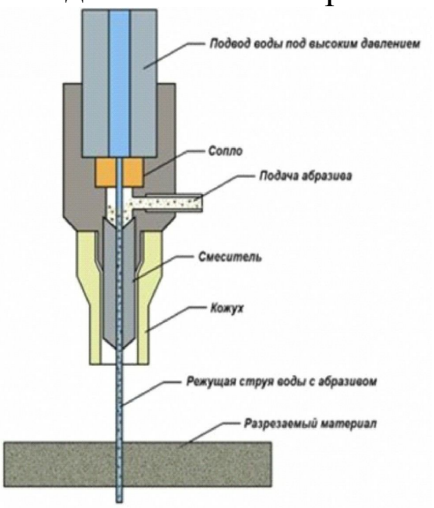


Рисунок 2 – Схема головки для гидроабразивной резки

Размер абразивных частиц выбирают исходя из условия 10–30% от диаметра режущей струи. Это поддерживает ее результативное воздействие и стабильное истечение. Как правило, зерна имеют размер 0,15–0,25 мм и в

некоторых случаях 0,075–0,1 мм, если существует необходимость получения поверхности с малой шероховатостью. Принято считать, что оптимальный размер абразивных частиц должен быть меньше величины (dc.т.– dв.с.)/2, где dc.т.– внутренний диаметр смесительной трубки, dв.с.– внутренний диаметр водяного сопла [3].

Материалы, которые обрабатываются гидроабразивной резкой:

- Черные и цветные металлы, их сплавы (в том числе латунь, медь, алюминий; и такие как никель, титан, магний и их сплавы)
- Легированные стали (в том числе и их сплавы: нержавеющие и жаропрочные);
- Пористые, композитные материалы, пеноматериалы, резина;
- Искусственные или природные камни, керамические материалы (Гранит, плитка, мрамор и т.п.);
- Железобетон и бетон.

Материалы, которые обрабатываются при помощи воды, без абразива:

- Каучук, резина, полиуретан
- Пенистые, пробковые, термоизоляционные материалы
- Ткани, кожа, картон

На качество водной резки влияют:

1. Угол пропила – это разница ширины реза в нижней и верхней части детали. При увеличении скорости резки отношение ширины реза в верхней части к нижней части существенно увеличивается. При понижении скорости уменьшается и конусность реза.
2. Качество кромки. При увеличении скорости резки, увеличивается глубина следа гидроабразивной струи на кромке реза. Современные контроллеры позволяют изменять качество резки в зависимости от технических требований. Точные отверстия с гладкой кромкой вырезаются на небольших скоростях. Высокие скорости применяются там, где качество кромке не столь важно.
3. Расстояние между режущей головкой и материалом. Для того чтобы обеспечивать высокое качество резки, расстояние между режущей головкой и деталью должно оставаться неизменным. Считается, что 1-1,5 мм наиболее оптимальная дистанция до материала. В случае когда расстояние больше 1,5 мм, образуется заметная конусность и увеличивается угол пропила. Это происходит из-за того, что струя воды проходящая через воздух теряет когерентность. Если расстояние между головкой и материалом увеличить на 1,4, то скорость резки необходимо снизить на 20% для того чтобы добиться приемлемого качества кромки. Устройство для автоматического регулирования дистанции - наиболее надежный и точный способ соблюдения оптимального расстояния. Если дистанция будет увеличиваться, то струя не будет иметь достаточной энергии для того чтобы разделить материал.
4. Точность резки. Фокусирующие трубки производят из твердых материалов. Но в тоже время они подвергаются износу, что необходимо включать в себестоимость резки. Отверстие фокусирующей трубки

расширяется в среднем на 0,02 мм каждый час. Таким образом, срок ей службы составляет примерно 120 ч. Если износ трубки не симметричный, гидроабразивная струя перестанет быть круглой. Это приводит к смещению струи, а, значит, к менее точной резке. Поэтому срок службы фокусирующей трубки определяется в зависимости от требований к точности. Как правило, трубки, которые еще можно использовать, откладывают для других работ, которые не требуют высокой точности [2].

Оборудованием для гидроабразивной резки служат специальные станки. Конструкция станка имеет следующие составляющие:

- Рабочая ванна из нержавеющей стали.
- Система перемещения с ременным приводом.
- Насос высокого давления. От него зависит скорость и сила струи воды.
- Программное обеспечение и система программного учета.
- Выносной пульт с маховиком. Он служит для более легкой эксплуатации оборудования.
- Емкость для абразивного материала.
- Датчик контроля абразива.
- Устройство для удаления остатков материала.
- Устройство подачи металлического листа или детали, которая подлежит резке.

Станки для гидроабразивной резки работают в трех пространственных координатах. Координатный стол, на котором находится заготовка, соединена с механизмом подачи. На ней находится мультипликаторный насос, сопло которого в исходном положении перпендикулярно относительно координатного стола. Устрйоство подачи создаёт двумерную плоскость, перемещая заготовку в горизонтальном направлении. Третья координата необходимая для объемной резки создаётся трехмерными программами для проектирования деталей.

На сегодняшний день распространение получили универсальные станки для гидроабразивной резки работающие в пяти пространственных координатах за счет поворотного координатного стола и отклоняющегося сопла с точностью до 0,001˚. Их внедрение позволяет вырезать контур любой кривизны со скосом, делая станки чрезвычайно универсальным. Такие станки обеспечивают производительность до 30 м/мин при ширине реза не более 3000 микрон [1].

Список литературы

1. Ковалев Анатолий Андреевич. [Электронный ресурс]: Внедрение технологии гидроабразивной резки в производство ОАО "Равенство" –ОАО "Равенство". 2014.

2. Мерзляков, В.Г. Физико-технические основы гидроструйных технологий в производстве / В.Г. Мерзляков, В.Е. Бафталовский, И.В. Иванушкин. М.: ННЦ ГП ИГД им. А.А.Скочинского, 2004. 340 с.

3. Полянский, С.Н. Технология и оборудование гидроабразивной резки / С.Н. Полянский, А.С. Нестеров // Вестник машиностроения: 2004. - №5.-С. 43-46.

4. Тихомиров, Р.А. Резание струями жидкости высокого давления. / Р.А. Тихомиров, В.И. Николаев. -JL: Машиностроение, 1975. 120 с.

5. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.

6. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

7. Козлов В.Г. Современные методы обработки металлов. Электроэрозионная обработка / В.Г. Козлов, В.С. Волков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 180-184.

8. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

9. Козлов, В.Г. Инновационный способ физико-технической обработки / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 27-31.

10. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

11. Солдатов, Ю.И. Электроконтактная обработка / Ю.И. Солдатов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 189-192.

12. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.

13. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

14. Щеглов В.С. Технология электроэрозионной обработки металлов / В.С. Щеглов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 248-253.

15. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.

16. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В.

Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 621.771

А.Д. Головин, студент
В.В. Кочергин, студент
И.А. Пожидаев, студент
Д.А. Михайленко, студент
Д.А. Мирошник, студент
Д.С. Сиволапов, студент

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

Большинство предприятий, которые связаны с изготовлением конструкций или изделий из металла, не могут обойтись без оборудования для резки деталей из листового металлопроката. Одним из самых прогрессивных методов резки металлов является лазерная резка.

Лазерная резка представляет собой точечное воздействие на поверхность, подлежащую обработке, лазерным излучением и нагрев этой поверхности за счет передачи ей большого количества энергии и последующий раскрой материала.

Причем качество раскроя является крайне высоким, из-за того что температура металла в точке реза значительно возрастает всего лишь за несколько секунд при небольших размерах луча.

Данная методика позволяет избегать любые виды механического воздействия на обрабатываемый материал и препятствует возникновению временной или остаточной деформации.

Лазерной резкой можно создать детали разной геометрии. А с помощью применения в станках качественного ПО специалисты имеют возможность значительно повышать скорость процесса.

Общими преимуществами такой резки являются:

1. Возможность резки хрупких или деформирующихся материалов, которая обуславливается отсутствием непосредственного механического контакта.
2. Возможность резки твердосплавных деталей.
3. Повышенная скорость резки стальных листов небольшой толщины.
4. Использование данной технологии при производстве ограниченного количества продукции (лазерная резка в таком случае считается наиболее экономным вариантом, в сравнении с изготовлением деталей литьем и пресс-формами).

5. Возможность автоматического раскроя металла по предварительно составленному чертежу.

Все перечисленные преимущества вместе с высокой точностью, отсутствием деформаций и прочими особенностями технологии стали причиной того, что этот вид резки металла стал широко применяется в производстве.

Технология лазерной резки металлов позволяет обрабатывать:

- сталь (как обыкновенную, так и нержавеющую);
- алюминий (включая его сплавы);
- латунь;
- медь;

Наиболее хорошо воздействию лазера поддаются металлы, которые обладают низкой теплопроводностью, из-за того что в них энергия лазера концентрируется в малом объеме материала. При этом тип лазера для каждого случая следует выбирать отдельно.

На данный момент существует три разновидности технологического процесса резки лазером: газокислородная и сублимационная резки.

При сублимационной резке для того чтобы повысить эффективность генерации излучения молекул углекислого газа в большинстве CO_2-лазеров применяется газовая смесь с содержанием диоксида углерода CO_2, азота N, и гелия He. Добавление азота в рабочую газовую смесь способствует усилению генерации излучения лазера, а гелий улучшает отвод теплоты при генерации из-за высокой теплоемкости и теплопроводности, снижая общую температуру смеси.

В процессе кислородной резки сталей и их сплавов в качестве вспомогательного газа применяется кислород, который позволяет выделять на поверхности разрушения дополнительную теплоту образующуюся в процессе экзотермической реакции. Помимо этого, на обрабатываемой поверхности металла образуется оксидная пленка, меняющая тепловой баланс в канале реза из-за перемены поглощающей способности материала. Оксидная пленка существенно влияет на гидродинамику течения расплава, потому что вязкость оксидов существенно выше соответствующей вязкости для жидкого металла.

Для превращения в обработанную деталь заготовка проходит несколько промежуточных изменений: 1-я стадия — импульс лазера в начальной точке реза нагревает вещество до температуры плавления и приводит к появлению усадочной раковины; 2-я стадия — энергия излучения приводит к кипению и дальнейшему испарению металла; 3-я стадия — после проплавления заготовки на полную глубину рабочий орган совершает поступательное движение согласно указанной траектории. Практика показывает то, что процесс испарения металла есть только у заготовок малой толщины.

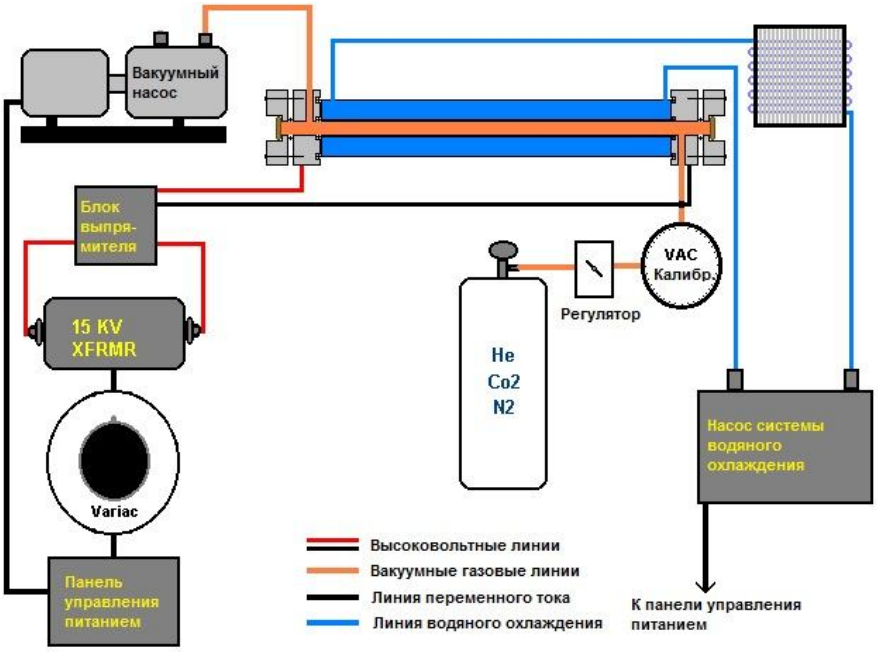


Рисунок 1 – Схема компонентов лазерной установки

Существует три типа устройства машины для лазерной резки: машина с перемещающимся материалом, гибридная и с управляемой оптической системой. Их отличие заключается в способе перемещения луча лазера относительно заготовки. Для большинства типов станков лазерной резки обычно заданы две оси X и Y. В случае если режущая часть имеет возможность перемещаться, то добавляется ось Z.

Лазерные станки с перемещающимся рабочим столом с листом имеют фиксированную лазерную головку и перемещающийся под ней заготовку. Данный способ лазерной резки работает при неизменном расстоянии от лазерного луча до рабочей части. В такой машине мало оптических элементов, но при этом есть существенный недостаток — требуется передвигать массивный стол, что делает процесс довольно медленным.

Гибридные лазеры комбинируют перемещение стола по одной оси (как правило ось-X) и подвижную часть вдоль оси-Y. Это обеспечивает неизменную длину оптической системы (из-за небольшой длины оси-Y), что не могут обеспечить станки с управляемой оптической системой. Это позволяет снизить потери.

Станки с управляемой оптической системой имеют неподвижный рабочий стол и перемещающуюся лазерную головку, которая может двигаться над материалом в любом горизонтальном направлении, а также подниматься по оси вертикали Z. Такие машины не требуют фиксации листа на столе, т.к. он неподвижен во время процесса резки. Эти станки наиболее быстрые, что является главным преимуществом при резке материалов малой толщины. Также преимуществом является возможность перемещения по оси Z, что обеспечивает поддержание высоты головки над металлом в случае если лист металла имеет различные неровности. Такие станки используют определенные методы для поддержания постоянных параметров при

движении головки от ближней до дальней части рабочего стола, а именно: адаптация оптики, коллимация или использование фиксированной длины луча лазера.

Современные станки оснащаются головкой, которая не только перемещается в трех плоскостях, но и поворачивается под любым углом. Что позволяет не только резать листы металла, но создавать объемные детали.

На процесс лазерной резки металлов влияют следующие факторы: плотность мощности и непосредственно мощность лазерного излучения, скорость резки, давление и состав поддуваемого газа, размеры и конфигурация сопла для подачи газа, расстояние от среза сопла до поверхности материала, поглощающая способность поверхности материала, вид, состав и свойства разрезаемого материала.

Плотность мощности, подводимой в зону обработки, зависит от мощности излучения, его модового состава, поляризации и условий фокусирования (рис. 2).

С позиции технико-экономической эффективности лазерная резка целесообразна в тех случаях, когда к продукции предъявляются высокие требования качества [2].

Параметры качества лазерной резки металлов имеет много общих характеристик с другими термическими способами резки. Качество определяется такими показателями как: точность, шероховатость R_z, неперпендикулярность (клиновидность) j, протяженность зоны термического влияния $b_{\text{зтв}}$, ширина реза b, отставание линии реза, количество грата (наплывы на нижней кромке разрезаемого металла), радиус оплавления верхней кромки R.

Точность резки характеризуется совпадением размеров полученной детали с заданными размерами.

В этом случае следует различать линейную и размерную точность. Линейная точность это постоянство макрогеометрического профиля поверхности реза по всей толщине и определяется она преимущественно энергооптическими параметрами излучения, динамическими характеристиками направляемой в зону обработки струи газа и скоростью резки.

Размерная точность резки это совпадение размеров полученной детали в плоскости с заданными размерами. Зависит от конструкции и качества изготовления устройства, относительного перемещения луча и детали; типа микропроцессора, управляющего этим относительным перемещением; состояния металла, подвергаемого резке (наличие внутренних напряжений); теплового воздействия процесса резки на разрезаемый металл (возникновение тепловых деформаций); технологии резки (режимы резки, порядок выполнения резов и т. п.) [4].

Из-за сложности количественной оценки точности лазерной резки, целесообразно пот отдельности оценивать точность работы исполнительных устройств и точность полученных деталей [5].

Точность машины зависит от погрешности механических узлов, системы управления, электропривода, а также оптической системы.

При лазерной металлов на поверхности реза образуются углубления (бороздки. Бороздки характеризуются следующими показателями: глубина, частота и форма (искривлением, или так называемым отставанием линии реза), определяющие микрогеометрию (шероховатость) поверхности реза. Эти бороздки являются концентраторами напряжения, влияющими на усталостную прочность металлов.

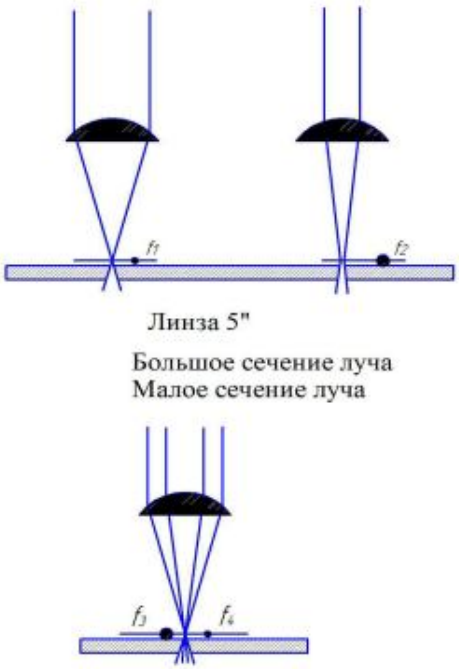


Рисунок 2 – Ширина реза в зависимости от диаметра лазерного луча

Для каждого металла шероховатость зависит от тепловых характеристик источника тепла, параметра струи режущего газа и от погрешности координатного устройства [3].

Список литературы

1. Алмаметов В.Б., Баннов В.Я., Кочегаров И.И. Информационные технологии проектирования РЭС. Единое информационное пространство предприятия: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. - 108 с.

2. Альтудов, Ю.К. Лазерные микротехнологии и их применения в электронике. / Ю.К. Альтудов, А.Г. Гарицин. – М.: «Радио и связь», 2001.- 632 с.

3. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.

4. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.

5. Григорьянц, А.Г. Технологические процессы лазерной обработки. / А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов, А.И. Мисюров. – М.: МГТУ, 2006. – 664 с.

6. Козлов В.Г. Современные методы обработки металлов. Электроэрозионная обработка / В.Г. Козлов, В.С. Волков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 180-184.

7. Козлов, В.Г. Инновационный способ физико-технической обработки / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 27-31.

8. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

9. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

10. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

11. Кочегаров И.И. и др. Автоматизация процессов измерения механических воздействий для защиты РЭС / Современные информационные технологии: труды международной научнотехнической конференции. - Пенза: Пензенская государственная технологическая академия, 2011. - с. 70–71.

12. Солдатов, Ю.И. Электроконтактная обработка / Ю.И. Солдатов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 189-192.

13. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

14. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.

15. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика: учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

16. Щеглов В.С. Технология электроэрозионной обработки металлов / В.С. Щеглов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 248-253.

УДК 669.713.7

С.А. Комиссаров, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА С ПОМОЩЬЮ ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ

Механическая резка металлов является одной самых древний технологий резки. Она прошла проверку временем и даже сегодня не уступает эффективностью и производительностью современным технологиям обработки листового металла, но даже превосходит многие в плане себестоимости и качества реза

Из-за быстроразвивающихся технологий резки металла старые способы становятся менее популярными в СМИ и информационных кругах в целом. При этом многие забывают о том, что якобы «устаревшие» методы по сей день являются конкурентоспособными как по эффективности, так и по производительной и качественной части.

Механическая резка материалов начинает свою историю еще во времена палеолита, когда люди научились точить камни для их более эффективного использования. Сам процесс механической резки заключается в воздействии одного более твердого материала на другой более мягкий с целью придачи более мягкому материалу нужной формы. Со временем люди научились добывать и использовать железо для своих нужд и именно тогда имеет свое начало процесс механической обработки металлов, ибо полученное железо гораздо эффективнее в использовании при его заточке. Примером служат как острые клинки для бесконечных войн, так и использование серпов для сельскохозяйственных нужд. Даже игла для шитья нуждается в заточке для создания более качественной одежды. [1]

В наши дни механическая резка металлов, по большей части в промышленных условиях, производиться с помощью болгарки (углошлифовальной машины), различных видов стационарных циркулярных пил, в простонародье именуемых «циркулярками», гильотинами и ленточнопильными станками. Подобный вид резки имеет большую популярность в домашних условиях (болгарки) и не меньшую на предприятиях, которые не стали использовать современные виды резки. Несмотря на большую распространенность механический вид резки в целом имеет существенный недостаток, а именно возможность проводить процесс резки только прямолинейно. Достоинств же у такого вида резки гораздо больше: низкая стоимость обработки и самого аппарата для резки (имеются исключения) относительно станков для термических способов резки, высокую точность и последний, но один из главных плюсов использования – ровные края реза, не требующие дальнейшей обработки.

Механическая резка с помощью ленточной пилы происходит в результате воздействия одноименной ленточной пилы на металл. Важно отметить тот факт, что такие показатели, как твердость и плотность материала, из которого изготовлена пила, должны быть гораздо выше нежели показатели обрабатываемого материала.

Оборудование для лентопильной резки относится к классу оборудования высокой мощности, в связи с этим такой станок может разрезать самые твердые сплавы металлов. Ограничением служит только качественные показатели пилы и мощность двигателя, приводящего эту пилу в действие. Суть обработки заключается использовании КПД двух маховиков, стянутых ремнями, и в направлении свободной механической энергии на рабочий орган, а именно режущую пилу.

Для оказания равномерного давления на обрабатываемый участок заготовки, саму заготовку располагают соответствующим образом. Подобные манипуляции производятся увеличения точности распила вдоль линии реза обрабатываемой заготовки.

Из-за непрерывного и длительного механического воздействия, а именно трения рабочего органа о полотно металла, возникает перегрев вышеназванных элементов, что в свою очередь, ведет к возникновению дефектов, например, поломке пилы. Чтобы избежать подобной ситуации необходимо использовать охлаждающую жидкость в целях сохранения допустимой температуры полотна и самого режущего элемента. Самой распространенной охлаждающей жидкостью является вода, но при недостаточном охлаждении рекомендовано использовать специальные охлаждающие жидкости для увеличения производительности и большей экономической выгоде. [2]

Ленточная пила является главным рабочим органом в рассматриваемом способе резки металлов. В большинстве случаев она состоит из следующих материалов:

1. Материалы, состоящие из твердых сплавов используются для металлов, имеющих повышенную степень прочности
2. Биметаллические сплавы используются для раскройки металлов в особых режимах работы
3. Напыление с использованием алмазной крошки мелкой фракции применяются для обработки материалов, состоящих преимущественно из абразива
4. Углеродистая сталь является оптимальным материалом для резки металлических заготовок их сплавов

Анализируя вышеперечисленные материалы, из которых может изготавливаться рабочий инструмент, можно сделать вывод о том, что станок для ленточнопильного реза может включать в свою конфигурацию различное оборудование, которое зависит от предполагаемого режима работы.

Особенности конструкции станков ленточнопильного способа резки

Несмотря на большое количество производителей, станки такого способа резки делятся на небольшое количество категорий.

Консольный тип

Название говорит само за себя и проявляется это в раме, которая целиком или большей частью состоит из консоли, а сам процесс настройки оборудования и управления станом осуществляется с помощью манипуляций, производимых путем вращения консоли на шарнирной основе.

По большей части подобное оборудование применяется для резки профильных труб и прокатов. Отличительной характеристикой является наличие поворотного или неповоротного стола, от функций которого зависит то, какой срез будет получаться: прямой или наклонный. [3]

Станки с одной или двумя стойками

Обработка на таких станках может носить более расширенный характер. Это обусловлено конструкцией стола:

- на колонных (одна стойка) производятся простые перемещения вдоль одной вертикальной оси по специальной направляющей, которая зафиксирована на одной из сторон колонны
- на двухколонных (две стойки) производятся более сложные операции, включающие в себя помимо перемещения вверх-вниз еще и перемещение под нужным углом с помощью манипуляций все с тем же поворотным столом.

Еще одной отличительной характеристикой данного вида станков является усиленное закрепление стола, что необходимо для обработки высокопрочных сталей. Пильная рама расположена таким образом, чтобы она могла производить все необходимые манипуляции, связанные в резкой.

Станки горизонтального типа

Станки такого типа не являются прорывом в области механической резки, но с их помощью возможно производить резку одновременно по двум осям. Такое технологическое улучшение доступно благодаря использования установки рамы под разными углами относительно обрабатываемой заготовки, а также благодаря использованию подвижных тисков и стола, обеспечивающих требуемый уровень резки под разными углами.

Станки вертикального типа

Подобный тип станков в большинстве случаев используется для обработки массивных металлических заготовок из-за высокой эффективности при резке вдоль продольного и поперечного направления, а также высокой точности и качеству обработки, достигаемой с помощью интеграции в консоль ЧПУ, который в автоматическом режиме рассчитывает оптимальную траекторию резки при заданных параметрах. [4]

Уровни автоматизации

По уровню использования автоматики станки делятся на 3 вида:

Ручной. Максимально простыми в использовании и требующие минимум знаний в области резки требуют станки, не снабженные ЧПУ. Принцип их действия заключается в следующем: рама с рабочим инструментом опускается под сод собственным весом или при помощи усилий оператора. Затем перепускной клапан, установленный вкупе с

гидроцилиндром регулирует процессы перемещения рамы, а именно скорость перемещения, фиксацию и подъем пилы.

Обязанности оператора на таких станках заключается в нанесении разметки и закреплении детали. Недостатками являются отсутствие возможности полностью контролировать силу воздействия полотна пилы на деталь или полотно металла и сильная вибрация, вызывающая повышенный износ рабочего инструмента, что, в свою очередь, к увеличению издержек на ее замену. Большинство таких станков используется на небольших предприятиях, где не требуется повышенная точность и большая производительность.

Полуавтоматические. Большая часть операций вроде движения рамы с пилой, зажима и освобождения заготовки автоматизированы и выполняется в соответствии с заданной программой. Раскрой металла же производиться с помощью дополнительного гидроцилиндра, который обеспечивает необходимое на деталь давление и заданной скоростью.

Единственными обязанностями оператора остаются только обеспечение укладки материала в механизм зажима, остальное же производиться с помощью встроенного ЧПУ.

Так же станки полуавтоматического уровня подразделяются на одностоечные, двухстоечные и станки в консольном исполнении. Используются на средних предприятиях с необходимостью в большем уровне производительности.

Автоматические. Автоматические станки позволяют производить обработку в автономном режиме, благодаря большему списку возможных действий, включающему в себя выполнение фиксации обрабатываемой заготовки, изменение угла резки, а также перемещение рамы, регулируют скорость резки и остальные технологические процессы. Однако такой вид станков может быть выполнен уже в пяти различных вариантах, где к предыдущим трем, перечисленным в прошлом пункте, добавляются портальный и вертикальный.

Но есть еще один немаловажный плюс использования автоматических станков – это возможность переоборудования агрегата под станок для ручной резки при необходимости вроде поломки ЧПУ или замене программы.

Преимущества ленточнопильной резки

Резка с помощью ленточной пилы несет в себе множество преимуществ, основное из которых, относительно термических способов резки, это высокая точность и отсутствие такого дефекта, как расплавленные края, которые нуждаются в дальнейшей обработке путем шлифовки.

Если отсутствует интенсивное тепловое воздействие, то отсутствует и потеря металла, вызванная его сгоранием, как при кислородной резке, или его плавлении, как при лазерной резке. Следовательно, на выходе получается линия с минимальной шириной реза и отсутствие потери металла, что важно при обработке трудно получаемых сплавов или заготовок с маленькими размерами.

Отсутствие химической реакции между воздействующим инструментом и полотном металла, как в ситуации с кислородной резкой. Это преимущество позволяет обрабатывать сплавы с самым разнообразным составом, например, нержавеющие, жаропрочные и даже цветные металлы без какого-либо уменьшения качества реза. [5]

Вывод

Ленточнопильный способ резки позволяет обрабатывать самые разнообразные сплавы металлов, как толстостенные сплошные заготовки, вроде шестигранников, так и полые изделия вроде труб. При этом такой способ показывает высокое качество обработки, которое соответствует требуемой точности и толщине реза без потери плавленого металла впустую. Единственным минусом является недостаточная технологичность в плане возможно резки по кривой линии или вырезки деталей разнообразной геометрической формы. Но этот минус не является существенным для предприятий, ориентирующихся на раскрое профильного полотна или простой резке металла. К тому же резка с помощью ленточной пилы является одной из самых дешевых, ибо станки для такой резки и более технологичные станки вроде плазменной или гидроабразивной резки металлов стоят в разы дороже.

Анализирую выше приведенные факты можно сделать вывод о том, что даже в современных условиях, на сегодняшнем уровне развития технологичности резки металлов, ленточнопильная резка является одной из самых эффективных, выгодных и востребованных в определенной области применения.

Список литературы

1. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов.—М.: Высш. шк., 1985,— 72 с, ил.
2. Справочник по теории автоматического управления/ под ред. А.А. Красновского М.: Наука, 1987. – 14 с.
3. Степанов, М. Статистические методы обработки результатов механических испытаний. Справочник/ М. Степнов. М.: Машиностроение, 2005. —56 с.
4. Болотин Х. Л., Костромин Ф. П. Станочные приспособления. Изд. 5-е, переработ, и доп. М., «Машиностроение», 1973, 137 с.
5. В. В. Данилевский Справочник молодого машиностроителя. Справочник для молодых рабочих машиностроительных заводов и учащихся проф.-техн. училищ. Изд. 3-е, доп. и перераб. М., «Высш. школа», 1973.72 с. с ил.
6. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.

7. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.
8. Козлов В.Г. Современные методы обработки металлов. Электроэрозионная обработка / В.Г. Козлов, В.С. Волков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 180-184.
9. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
10. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
11. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.
12. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 621.311

С.А. Литовкин, студент
П.О. Гуков, к.т.н., доцент

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ПИТАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,38 кВ

На примере реально действующей сельской электрической сети 0,38 кВ показан способ повышения надежности электроснабжения потребителей за счет установки двухтрансформаторной подстанции и использования устройств автоматического включения резерва.

Существуют различные способы повышения надежности электроснабжения потребителей. К ним относятся и мероприятия по совершенствованию защит линий электропередачи, в частности, секционирование протяженных линий с установкой дополнительных аппаратов защиты [1]. Использование самонесущих изолированных проводов уменьшает вероятность обрывов и отключений линий при схлестывании проводов фаз. Но одним из основных способов повышения надежности

электроснабжения остается резервирование питания. В соответствии с Правилами устройства электроустановок [5] резервирование обязательно должно применяться для потребителей 1-й категории. В последнее время и для потребителей 2-й категории рекомендательный характер использования резервных источников все чаще переходит в разряд обязательных. В сетях 0,38 кВ среди способов резервирования наиболее распространенными являются использование второго трансформатора 10/0,4 кВ, подключенного к своей линии 10 кВ, и использование автономного дизельного или бензогенератора. Кроме того, в настоящее время появился достаточно широкий спектр аккумуляторных источников бесперебойного питания (ИБП) с мощностью, достаточной для временного питания трехфазных и однофазных потребителей с достаточно большим электропотреблением.

Покажем на примере несложной сети 0,38 кВ, как можно организовать резервирование питания потребителей 2-й категории. Схема сети с подключенными потребителями показана на рисунке 1. Сеть реально действующая, расположена в одном из районов Белгородской области.

До недавнего времени питание потребителей осуществлялось от однотрансформаторной подстанции 10/0,4 кВ. Для повышения надежности электроснабжения было принято решение об установке второго трансформатора, подключенного к другой линии 10 кВ. От второго трансформатора планируется провести резервные линии 0,38 кВ к трем потребителям: водоканалу, бассейну и стадиону (показаны пунктиром). Кроме того, от этого трансформатора отходит основная рабочая линии для потребителей 3-й категории (Ф6 на схеме). Все линии обоих трансформаторов постоянно находятся под напряжением: основные питающие – Ф1, Ф2, Ф4, Ф6 и резервные – Ф3, Ф5, Ф7.

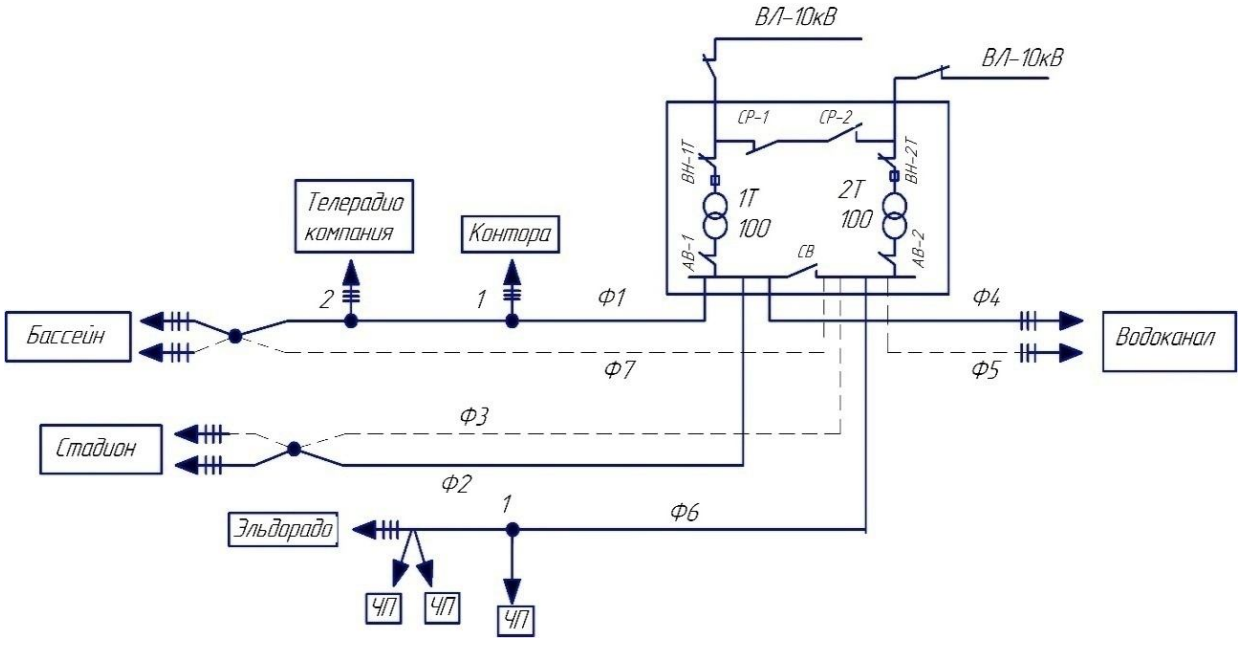


Рисунок 1 - Схема расположения потребителей

Необходимо провести расчет основных параметров для измененной системы электроснабжения. Основными исходными данными являются установленные мощности потребителей (мощности на вводах) и конфигурация сети с известными длинами участков. Дневные и вечерние нагрузки потребителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Электрические нагрузки потребителей

№	Потребитель	Количество	$P_д$, кВт	$P_в$, кВт
1	ЧП	3	7	2
2	Бассейн	1	15	15
3	Стадион	1	5	20
4	Водоканал	1	10	10
5	Эльдорадо	1	12	3
6	ИП	1	10	2
7	Телерадиокомпания	1	15	15
8	Контора	1	10	2

На участках сельских электрических сетей 0,38 кВ с производственной или смешанной нагрузкой суммирование мощности осуществляется с помощью добавок по формуле [4]:

$$P_{\Sigma}=P_{max}+\Delta P\ (P_{min}). \quad (1)$$

Полную и реактивную мощность потребителей найдем, используя значения коэффициентов из таблицы 2, по формулам:

$$S=\frac{P}{\cos\varphi}, \quad (2)$$

$$Q = P\times tg\varphi. \quad (3)$$

Таблица 2 - Коэффициент мощности cosφ и коэффициент реактивной мощности tgφ для различных типов потребителей

Тип потребителей	$\cos\varphi_д$	$tg\varphi_д$	$\cos\varphi_в$	$tg\varphi_в$
Производственный	0,7	1,02	0,75	0,88
Коммунально-бытовой	0,9	0,48	0,92	0,43
Смешанный	0,8	0,75	0,83	0,67

Покажем расчет мощности на примере линии Ф1.

Линия имеет три участка (рис.1): от бассейна до узла 2, участок между узлами 2 и 1, участок от узла 1 до ТП 10/0,4 кВ.

На участке 1-2 суммируются мощности на вводах бассейна и телерадиокомпании. Так как оба объекта производственного типа, то суммирование активных мощностей проводим по добавке:

$P_{1\text{-}2}=15+9{,}2=24{,}2$ кВт

Реактивная и полная мощности участков определяются по коэффициентам из таблицы 2 (дневной максимум).

$Q_{1\text{-}2}$= 24,2×1,02 = 24,68 кВАр;

$S_{1\text{-}2}$ = 24,2/0,7 = 34,57 кВА.

На участке от узла 1 до ТП (участок 0-1) мощность увеличивается за счет подключения еще одного потребителя.

$P_{0\text{-}1}$=15+9,2+6=30,2 кВт;

$Q_{0\text{-}1}$= 30,2×0,75 = 22,65 кВАр;

$S_{0\text{-}1}$ = 30,2/0,8 = 37,75 кВА.

Аналогично рассчитываются мощности для всех остальных линий, как для дневного, так и для вечернего максимумов. Полученные мощности используются для выбора сечений проводов линий 0,38 кВ и для выбора мощностей трансформаторов.

Основным критерием при выборе сечения проводов сельских распределительных сетей 0,38 кВ является соответствие фактических потерь напряжения в линии допустимой потере. При этом выполнение других критериев осуществляется проверкой.

Например, для магистрали линии Ф1 выбираем провод марки СИП2А-3×35+1×50, погонные параметры которого равны $r_0 = 0{,}83$ Ом/км; $x_0 = 0{,}104$ Ом/км. Потеря напряжения на участке 1-2:

$$\Delta U = \frac{24{,}2 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}83 + 24{,}68 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}104}{0{,}38} = 7{,}15 \text{ В}.$$

На участке от узла 1 до подстанции:

$$\Delta U = \frac{30{,}2 \cdot 0{,}09 \cdot 0{,}83 + 22{,}65 \cdot 0{,}09 \cdot 0{,}104}{0{,}38} = 6{,}48 \text{ В}.$$

Здесь 0,12 км – длина участка 1-2, 0,09 км – длина участка 0-1.

Суммарные потери напряжения на магистральных участках линии Ф1 равны 13,63 В. Если допустимая потеря напряжения в линии 0,38 кВ составляет 6% от номинального напряжения (22,8 В), то выбранный провод удовлетворяет критерию

$\sum \Delta U = 13{,}63 \text{ В} < \Delta U_{\text{доп}} = 22{,}8 \text{ В}$.

С учетом перспективного роста нагрузки за счет подключения новых потребителей к установке приняты два трансформатора с номинальной мощностью 100 кВА каждый.

При нормальной работе сети питание потребителей осуществляется от основных линий Ф1, Ф2 и Ф4. При отклонении параметров питающей линии от нормы должно осуществиться переключение ввода на резервную линию. Под отклонением от нормы, как правило, понимают исчезновение напряжения в одной или во всех фазах, перекос фаз и нарушение порядка следования фаз.

В качестве устройства автоматического включения резерва можно использовать устройство АВР с приоритетом одного из вводов [2, 3]. Схема устройства показана на рисунке 2.

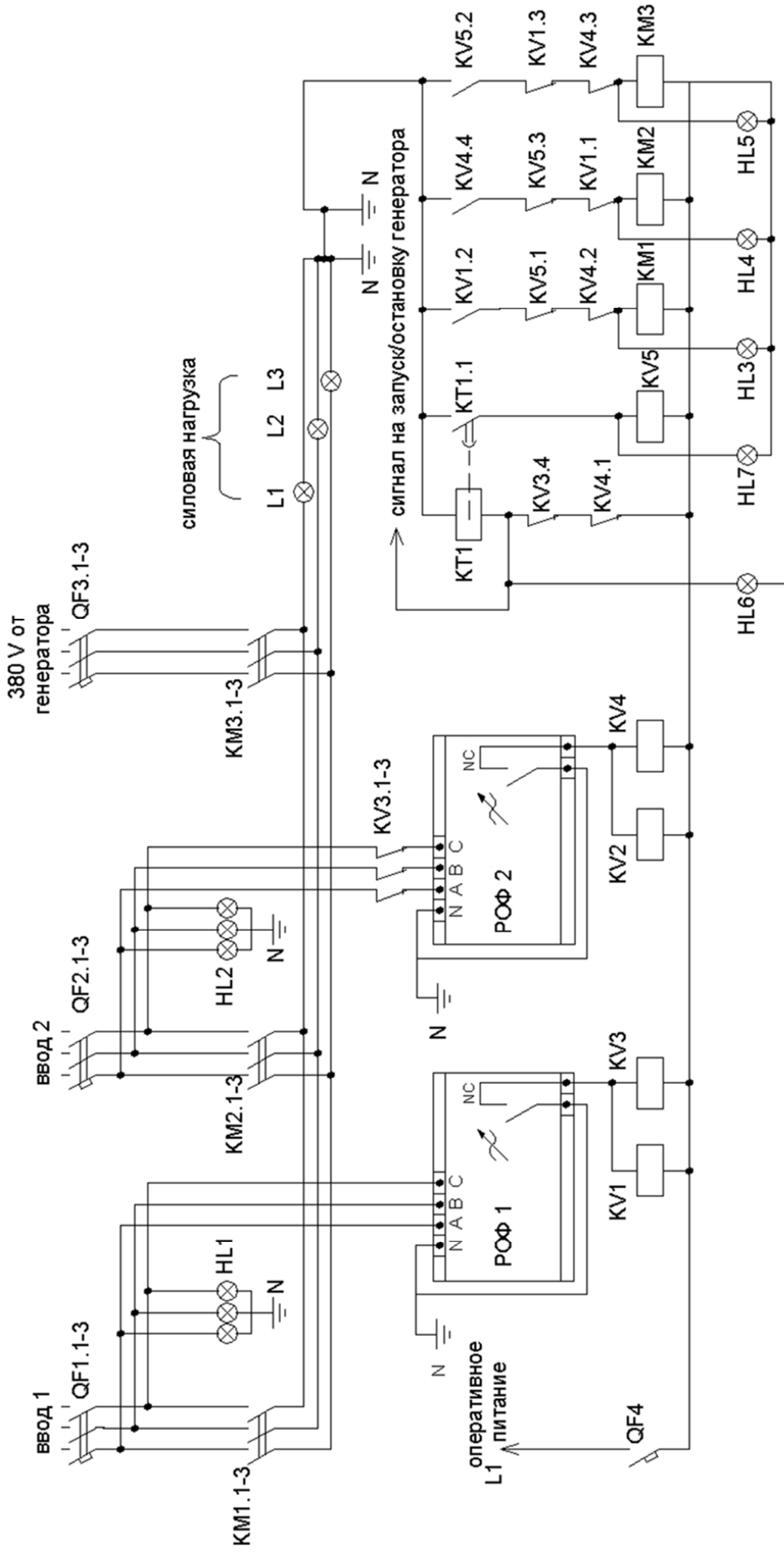


Рисунок 2 - Электрическая схема АВР с приоритетом ввода 1

Если на основной линии (ввод 1 на схеме 2) возникает аварийный режим, то происходит отключение потребителя от поврежденной линии и подключение к резервной (ввод 2). Если на вводе 1 питание восстанавливается, то происходит обратное переключение. Таким образом, поддерживается приоритетность питания потребителя от основной линии.

Устройство предусматривает питание и от дополнительного источника в случае повреждения обоих вводов 1 и 2. В данной схеме возможно подключения генератора с установленной пользователем выдержкой времени. Предпочтительнее использовать генераторы с автозапуском.

Электрогенераторы с системой ATS работают автоматически. Такие генераторы оборудованы специальным прибором, который постоянно контролирует наличие в системе напряжения. В случае его отключения проводится автоматический запуск станции. При включении электроснабжения генератор сам отключается. Это позволяет исключить перерасход топлива в те моменты, когда это уже не нужно и обеспечить бесперебойную работу оборудования.

Кроме генератора, в качестве автономного резервного источника можно использовать аккумуляторные батареи или другие источники бесперебойного питания. В частности можно использовать трёхфазный источник бесперебойного питания серии EA900Pro 3/3. Это высокотехнологичный трёхфазный источник с двойным преобразованием напряжения, построенный по полностью цифровой технологии. Номинальная мощность модели составляет 10 кВА.

Список литературы

1. Гуков, П.О. Повышение надежности защиты сельских линий электропередачи 0,38 кВ [Текст]/ П.О.Гуков, А.О.Павленко, Р.М.Панов//Наука и образование на современном этапе развития:опыт, проблемы и пути их решения: матер. Междунар.науч.-практ. конф.-Воронеж, 2018.- С.106-110.

2. Гуков, П.О. Схема автоматического включения резерва с приоритетом одного из вводов [Текст]/П.О.Гуков, Д.А.Плотников//Техника в сельском хозяйстве.-2012.-№4.-С.17-19.

3. Гуков, П.О. Устройство АВР для повышение надежности электроснабжения в сети 0,38 кВ [Текст]/ П.О.Гуков, С.А.Литовкин// Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 70-й науч. студ. конф.- Воронеж, 2019.- С.537-540.

4. Лещинская Т.Б., Электроснабжение сельского хозяйства: учебник [Текст] /Т.Б.Лещинская. – М.: Колос, 2006.- 368 с.

5. Правила устройства электроустановок. Издание 7[Текст].- Изд-во НЦ ЭНАС, 2011.- 513 с.

УДК 001.818:655.3.022.1

Н. В. Скляров, студент
А.И. Королев, к.т.н., доцент

ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

В статье изучены виды исследований в агроинженерии, рассмотрены общие правила оформления полученных результатов, выявлены особенности научных работ инженеров, приведены способы информирования научной общественности о проведенных исследованиях.

Научное исследование – это целенаправленное познание, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов и теорий [1, 5, 6, 7]. Агроинженерами, данный вид исследований проводится часто, так как эта отрасль связана с созданием новых машин, моделей, систем и совершенствованием имеющихся. В инженерии исследования можно подразделить на:

- фундаментальные достаточно дорогостоящие исследования, основной целью которых является получение новых знаний без цели их непосредственного применения на практике. Результатами такого вида исследований обычно служат гипотезы, теории;
- прикладные исследования в агроинженерии чаще всего направлены на машины и выполняемые ими процессы, особенностью этих исследований является их адресность. Прикладные исследования проводятся чаще всего по заказу того или иного лица, обладают высокой практической применимостью;
- опытно-конструкторские разработки осуществляются на основе прикладных наук и направлены на усовершенствование имеющихся конструкций машин или создание новых в качестве образца. Такие исследования позволяют расширять ассортимент машин и улучшать технологический процесс, в котором они применяются [3 - 7].

Любое научное исследование включает большое количество этапов: начиная от выбора направления исследования и заканчивая оформлением результатов научной работы. Завершающий этап очень важен, так как от правильности его выполнения зависит общее восприятие исследования научной общественностью. Оформление результатов исследования может осуществляться в виде отчета, статьи, доклада, монографии, диссертации и других научных трудов. Студенческие исследования чаще всего оформляются в виде курсовых, дипломных работ, рефератов и т.д.

К научной работе предъявляется ряд требований, которые необходимо знать и соблюдать.

1. Понятность и однозначность. Изложение должно быть ясным, кратким, без тавтологии, не перегружено причастными оборотами и придаточными предложениями. Специализированные термины обязательно расшифровываются в конце страницы со ссылкой на расшифровку. Не допускается переход к новой мысли, если предыдущая полностью не раскрыта.

2. Единообразие условных обозначений. Используемые автором условные обозначения должны быть стандартизированными. Так, например, единицы массы в килограммах должны обозначаться кг без точки в конце. Правильное условное обозначение той или иной единицы измерения содержится в Общероссийском классификаторе единиц измерения [1].

3. Беспристрастность. В научной работе категорически запрещается критиковать высказанные в другой литературе точки зрения по изучаемому вопросу. Текст должен быть написан в третьем лице, например, мы считаем.

4. Логичность. Работа должна быть систематизированной, содержать абзацы, каждый из которых раскрывает ту или иную мысль. При этом исследователь в своей работе освещает самую важную информацию для понимания процесса и результатов исследования. Способы изложения подбираются индивидуально, однако существуют некоторые методики, которыми часто пользуются авторы:

- воспроизведение основных этапов и логики проведенного поиска;
- воспроизведение истории происхождения (генезиса) объекта;
- теоретическое воссоздание предмета и объекта исследования.

При логичной подаче материала убедительность, и понятность работы увеличивается, что повышает шансы на признание общественностью полученных результатов.Оформление результатов должно иметь четкую структуру и состоять из следующих частей:

- названия, которое должно отражать суть исследовательской работы;
- фамилия, имя, отчество в именительном падеже и должность авторов;
- название учреждения и города, где выполнена работа;
- год оформления;
- фамилия, имя, отчество и должность руководителя научного труда;
- оглавление, в котором обозначены главы и иные подразделы работы;
- введение содержит выдвигаемую гипотезу, основные цели и задачи работы, актуальность изучаемой темы;
- основная часть включает в себя методики, экспериментальные данные, методики, обобщения и выводы автора. Часто в эту часть работы включаются таблицы, графики и иные данные подкрепляющие правильность мнения автора.

- заключение – подводятся итоги, обобщаются наиболее значимые положения работы, обозначается круг проблем, который предстоит рассмотреть в дальнейшем.
- перечень используемой литературы. Сюда включаются все литературные источники, которые тем или иным образом фигурируют в тексте. Литература оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 [2].

В научных трудах могут быть использованы различные приложения (таблицы, дополнительные материалы), которые не включены в основной текст работы. В основном тексте должна обязательно указываться ссылка на номер приложения.Часто к работе приходится готовить аннотацию или реферат. Их основное отличие заключается в том, что аннотация представляет собой краткую характеристику научной работы, ее типа, объектов, целей и методов исследования, обозначение круга основных проблем, а реферат – краткое содержание основной работы с выводами и результатами. Размер реферата часто превышает аннотацию и составляет до 5500 символов.

Все научные исследования, отправляемые на публикацию, проходят рецензирование. Рецензия – это статья небольшого размера, в которой содержится анализ или критическая оценка печатного труда. Она включает в себя заглавие рецензируемого источника, краткое перечисление основных вопросов, указание на недостатки и достоинства рецензируемой работы. В конце рецензии оценивается практическая значимость, правильность выводов и актуальность научной работы.

Таким образом, результаты инженерных, в частности, агроинженерных исследований должны оформляться в соответствии с вышеописанными правилами. Их характерными особенностями являются короткие сроки и непосредственная взаимосвязь с инженерной деятельностью. Агроинженерные исследования в основном направлены на разработку новых технологий и машин в сельском хозяйстве с возможностью дальнейшего практического применения полученных результатов. Они включают в себя предпроектное обследование, научное обоснование разработки, анализ возможности использования уже полученных научных данных для конкретных инженерных расчётов, характеристику эффективности разработки, анализ необходимости проведения недостающих научных исследований и т. д. Для оформления результатов агроинженерных исследований характерно большое количество иллюстрирующих данных: таблиц, графиков, рисунков, моделей. Часто в научной работе содержится много расчетов.

Для информирования научной общественности о результатах работы проводятся симпозиумы, конференции, съезды, совещания, выставки экспериментальных разработок, конгрессы. На этих мероприятиях чаще всего слушаются доклады о результатах исследования, изучаются предоставленные модели. Кроме этого могут быть заключены договоры на производство и внедрение разработок с последующим финансированием.

Список литературы

1. Баранов Ю.Н. Основы научных исследований : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Ю.Н. Баранов, А.И. Королев, Н.И. Теплинский ; Воронеж. гос. аграр. ун-т .— Воронеж : ВГАУ, 2011 .— 144 с

2. ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. - Введен 01.01.2009. - Москва: Стандартинформ, 2008. - 22 с.

3. Дьячков А.П. Использование метода последовательных уступок при решении многокритериальных задач [Текст] /А.П. Дьячков, А.И.Королев, Н.П. Колесников, С.В. Семынин // Наука и образование в современных условиях: материалы научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016. – 480 с.

4. Королев А.И., Гончаров В.В. Традиционная методика проведения эксперимента в учебном процессе // Инновационные технологии и технические средства для АПК материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. 2018. С. 321-324.

5. Основы научных исследований и патентоведение. Практикум. учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / А.П. Дьячков, Ю.Н. Баранов, А.И. Королев, Н.И. Теплинский, А.Д. Бровченко. - Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. - 124 с.

6. Скляров Н.В., Королев А.И. Основы научных исследований в агроинженерии // Молодежный вектор развития аграрной науки. Материалы 70-й научной студенческой конференции. Воронежский государственный аграрный университет. 2019. С. 193-197

7. Афоничев Д.Н. Основы научных исследований в электроэнергетике / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 204 с.

УДК 631.362.3

А.А. Плешков, студент
Т.В. Тришина, к.т.н., доцент

ОЧИСТКА И СОРТИРОВКА ЗЕРНА С ПОМОЩЬЮ ФОТОСЕПАРАТОРА

В статье рассматривается технология фотосепарации зерновых материалов. Приведены основные рабочие органы фотосепаратора, приведены конструкции некоторых производителей.

Подготовка семенного материалы является важнейшим этапом в обеспечении продовольственной безопасности страны [2,7,8]. Существуют как классические методы получения семенного материала, так и инновационные методы основанные на принципиально новых технологиях[1,3,5,9]. К таким методам относят фотосепарациюи семян.

Фотосепарация — это относительно новая технология по очистке сыпучих материалов, не так давно появившаяся в России и уже приобретающая большую известность. Эта технология так же незаменима для последней фазы очистки зерновых культур [11,12,16,17]. Фотосепараторы способны сильно упростить сортировку зерна и избавить нас от работы целого комплекса механических аппаратов для очистки.

Фотосепараторы (оптические сортировщики) относятся к высокоэффективным аппаратам для финальной очистки зерновых культур. Фотосепараторы просты в эксплуатации, на выходе можно получить зерно, очищенное до 99,9%, когда механические сортировщики проводят очистку от 80 до 94%.

Для чего используются фотосепораторы? Используются фотосепараторы для финальной стадии сортировки зерновых культур. С данной технологией зерновые можно сортировать не только по сортам, форме, размерам. Программное обеспечение фотосепаратора различает зерна по цвету, весу, плотности и даже содержанию клетчатки. Возможности современных фотосепараторов позволяют отсортировать поврежденные или зараженные вредителями зерна.

Используя сканирование и последующую обработку изображения, можно отделить зерна с трещинами, сколами и другими повреждениями поверхности. При помощи данной технологии возможно отделять высококачественный посадочный материал.

Достаточно простой в управлении аппарат легко перенастраивается на сортировку бобовых, орехов, мелких семенных культур, сухофруктов, кукурузы и т. д.

Основные элементы фотосепаратора представлены на рис.1.



Рисунок 1 – Основные элементы фотосепаратора

Принцип работы: Из бункера обрабатываемый материал подается на виброраспределители, где при помощи вибрации зерно размещается в один слой на специальных лотках с небольшими желобами. Лотки покрыты особым антифрикционным покрытием, что устраняет возможность переворачивания зерен во время сепарации.

Для лучшего качества очистки – зерна не должны «переворачиваться», перемещаясь на большой скорости в распределительных лотках .

Далее, зерно попадает в зону освещения люминесцентных ламп. Свет, отражаясь от подвижной поверхности обрабатываемого материала, меняет свои характеристики, что позволяет установить его соответствие или несоответствие заданным нормам.

Сенсорные или CCD камеры фиксируют отраженные от материала лучи и передают информацию для обработки компьютерной системой.

Компьютерная система обрабатывает полученную информацию и при несоответствии части обрабатываемого материала указанным параметрам запускает работу очистителя.

После получения соответствующей команды система выстреливает тонкий поток воздуха, и бракованный материал выдувается в выходной патрубок для отходов. Из него по специальным каналам неликвид выводится из аппарата.

Зерно, полностью соответствующее заданным стандартам, перемещается в бункер для очищенного зерна.

Какие бывают фотосепараторы и чем различаются? Существующие на сегодняшний день фотосепараторы различаются сенсорами. Есть монохромные («видят» только оттенки, светлее-темнее) и цветные фотосепараторы («различают» цвета). Доступны InGaAs и рентген-фотосепараторы, в которых сортировка происходит уже не по цвету, а по структуре продукта.

Фотосепаратор сортирует по цвету – общеизвестный факт. Это и так, и не так одновременно. Изначально сенсоры распознавали только оттенок, светлее-темнее, а не сам цвет. Но и это уже позволяло отобрать, например, ту же черную гречку – она темнее.

Сейчас на рынке существуют монохромные (различают оттенки), цветные фотосепараторы, а также новые фотосепараторы с X-ray и InGaAs-камерами, которые имеют дело со свечение за пределами видимого спектра.

По сути, все эти фотосепараторы различаются камерами. Первые фотосепараторы, как уже сказано, видели только оттенок. Современные камеры уже умеют цвета различать, знают RGB-линейку (RGB – от названия цветов: red – красный, green– зеленый, blue – синий, из этих трех цветов состоят все другие цвета спектра).

InGaAs-камеры еще лучше: у них матрица из сплава под названием арсенид индия-галлия и они могут видеть в недоступном человеческому глазу диапазоне. Если видимый спектр – это 300-700 нм, то эта камера может видеть 900-1900 нм. При такой длине волны даже одинаковые по цвету, но разные по структуре продукты она распознает как разные. Например,

возьмем грецкий орех. Ядро и скорлупа грецкого ореха абсолютно одинаковые по цвету, а вот строение разное, и с помощью данных систем возможно деление ядра и скорлупы. Скорлупа тверже и свечение у нее другое, камера это распознает. Помимо скорлупы возможно удаление различных примесей: камней, стекла, пластика, резины и прочих примесей схожих по цвету с годным продуктом.

С рентгеновскими фотосепараторами X-ray также приходилось сталкиваться, там используется рентгеновское излучение. Он работает примерно, как рамки в аэропортах, на которых чемоданы просвечивают. Излучение тут совсем минимальное и безопасное для человека. Как это работает? Вот реальный пример: рентгеновский фотосепаратор поставили предприятию, которое специализируется на производстве кедрового ореха – весь цикл от обрушки, сушки до упаковки готовой продукции. По факту после всего производственного цикла, в который уже включена сортировка на фотосепараторе, в готовом продукте оставались инородные включения в виде стекла и камня, схожие по цвету и размеру с годным продуктом (орешками). Их убирали вручную, прогоняя весь продукт по конвейерной ленте: несколько человек ежедневно стояли и выискивали эти стекла и камни размером 3 - 7 мм. При таком подходе нет гарантии, что человек не пропустит мусор и в дальнейшем не будет претензий к качеству продукции. Руководство предприятия решило установить рентгеновский фотосепаратор Meyer X-ray, с чем успешно справились специалисты компании «Unisort».

В зависимости от вида осветителя сепараторы можно разделить на:

1. Полихромные — широкополосные светодиоды и галогенные лампы;
2. Монохромные — лазерные излучатели с длиной волны видимой области спектра инфракрасного излучения;
3. Мультихромные — используют несколько длин волн (зеленого, синего цветов), что значительно увеличивает эффективность фотосепаратора из-за видимости различных примесей в разных диапазонах спектра;
4. Рентгеновские — проводят внутренний анализ материала, применяются если поверхность примесей неотличима от поверхности обрабатываемого продукта.

Камеры фотосепараторов также можно разделить на четыре типа:

1. Фотодиод;
2. Фотодиодная линейка — чувствительная к волнам различной длины;
3. Фотодиодная матрица — с большим разрешением вплоть до видеокамер;
4. Рентгеновские регистраторы.

Где используются фотосепараторы.Фотосепараторы довольно востребованы в различных сферах: пищевой и перерабатывающей промышленности, в частности, при переработке зерновых культур. Их активно используют фермерские хозяйства, заводы по переработке круп, предприятия, чья деятельность связана с хранением и очисткой зерна**.**

Фотосепарация занимает важное место в финальной части подготовки зерна на мукомольных предприятиях.

Фотоэлектронный сепаратор «SMARTSORT»Применение нейронного алгоритма позволяет проводить сортировку полосатых семян подсолнуха, изюма с хвостиками и без, зерна пшеницы по стекловидности. Способность обучаемости программы позволяет сортировать продукт по ряду нескольких признаков (яркость, форма, размер, пестрота, рябь)

В случае производственной необходимости возможно увеличение производительности до 3-х раз на базе имеющегося фотосепаратора. CCD-матрицы с разрешением 2048 пикселей обеспечивают изображение с высокой детализацией сортируемого элемента и способны обнаруживать дефекты размером от 0,13 мм.

Воздушные сопла шириной 4.5 мм обеспечивают высокую точность удаления элемента при малых воздушных затратах. Достоинства данного фотосепаратора состоит в возможности его модернизации до желаемой конфигурации.

Весной 2019 года компания «СиСорт» представил новинку: обновленную версию фотосепаратора SmartSort, разработанную специально для тех клиентов, которым важна наилучшая точность сортировки. Аппарат создали для семеноводов, переработчиков подсолнечника, производителей круп, в том числе сегмента «премиум», а также предприятий, выпускающих биопродукты для здорового питания. Разработчики встроили в новый аппарат высокоскоростные цветные камеры с разрешением 5400 пикселей и внедрили в 4 раза более мощное, чем в традиционных аппаратах. SmartSort освещение. Такие обновления позволяют вычеслить из потока зерна с мельчайшим отклонением от нормы и убрать их. Аппарат обнаружит даже слабо различимые оттенки зерен или семян. Семеноведам он позволяет еще более точно убирать больные, зараженные паразитами, вредителями семена, а также зерна с мельчайшими повреждениями, которые не взойдут при посадке.

Российские производители так же используют данную технологию [4,6,13,14]. ООО “Воронежсельмаш” фотосепаратор Ф 5.1 (10.1/15.1/20.1), предназначенный для сортировки по цвету зернового материала колосовых, крупяных и зернобобовых, технических и масличных культур на этапах получения высокого качества продовольственного сырья, также для получения семян с чистотой 99,9%.

Фотосепаратор может использоваться для работы в составе поточных линий послеуборочной обработки зерна, семенных линиях, линиях по переработке крупы в качестве машины финальной очистки. Фотосепаратор разработан с расчетом поставки на внутренний рынок и экспорт для различных климатических зон. Производительность за 1 час основного времени на пшенице с натурой исходного материала 760 г/л: при очистке семян, продовольственного зерна и круп с содержанием сорной примеси 2%; при очистке продовольственного зерна и круп с содержанием примесей 10%;

Фотосепараторы относятся к высокотехнологичному и высокоточному оборудованию. Их использование в различных областях промышленной сортировки позволяет значительно увеличить качество конечного продукта и решить целый ряд проблем связанных с удалением трудноотделимых примесей.

Применение фотосепараторов при очистке зерновых позволяет вывести готовую продукцию на качественно новый уровень [9,10]**.**

Процесс работы таких аппаратов полностью автоматизирован, а показатели чистоты конечного продукта не имеют аналогов среди других приспособлений для сортировки.

Список литературы

1. Востриков П.С. Влияние зерновой нагрузки на функционирование рабочих органов зерноочистительных машин [Текст]/ П.С. Востриков, А.П. Тарасенко, К.К. Полянский // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2018. – С. 469-473.

2. Востриков П.С. Повышение точности деления зернового потока [Текст]/ П.С. Востриков, В.С. Павлюченко, Т.Н. Тертычная// Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2018. – С. 424-429.

3. Востриков П.С. Обеспечение оптимальной загрузки агрегатов путем деления зернового потока [Текст]/ П.С. Востриков// Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы научно-практической конференции молодых ученых. – Воронеж: ВГАУ, 2009. – С.242-246.

4. Востриков П.С. Формирование зерновых потоков в зерноочистительных агрегатах [Текст]/ П.С. Востриков// Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы международной научно-практической конференции. Часть 3. – Курск: КГСХА, 2010. - С.111-112.

5. Кузнецов В.В. Обоснование величины коэффициента неравномерности деления зернового потока[Текст]/ В.В. Кузнецов, П.С. Востриков// Вестник ВГАУ. – 2009. – №1(20). – С.43-46.

6. Оробинский В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технические средства для ее реализации: дис. д-ра. с.х. наук [Текст]/ В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ.-Воронеж, 2007.-334с.

7. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст]/ И.В. Баскаков и др.// Вестник Воронежского государственного аграрного университета.-2016.-№3(50).-С.12—126.

8. Оробинский В.И. Фракционирование зернового вороха и качество семян [Текст]/В.И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины.-2006.-№10.-С.29-30.

9. Оробинский В.И. Использование двухърусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст]/В.И. Оробинский // Зерновое хозяйство.-2006.-№4-С.18-19.

10. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст]/В.И. Оробинский и д.р.// Весник Воронежского государственного университета.-2015.-№4(47).-С 93-87.

11. Тарасенко А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст]/А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э.Мерчалова// Механизация и электрификация сельского хозяйства.-1999.-№12.-С.27-28.

12. Тарасенко А.П. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст]/А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2009.-№8.-С.2-4.

13. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решетной зерноочистительной машины/ А.М.Гиевский и др.// Тракторы и сельхозмашины. -2014.-№5.- С.32-34.

14. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст]/ А.П. Тарасенко и д.р.// Техника в сельском хозяйстве.-2010.-№5.-С.9-11.

15. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации/ А.П. Тарасенко и д.р.-М.: ФГБНУ Росинформатех, 2014. -60с.

16. Тарасенко А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст]/ А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э.Мерчалова // Зерновые культуры.Зерновое хозяйство.-1999.-№4. –С.22-24.

17. Оробинский В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст]/ В.И. Оробинский// Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2005.-№2._С.6-7.

УДК 628.8

Д.С. Ковалевский, студент
М.Н. Грубый, студент
Л.И. Федулова, к.т.н., доцент

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ

Статья посвящена раскрытию темы решения системы уравнений. В ней детально показано, что представляет собой система, какие виды уравнений

существуют, какими способами их можно решить, приведены примеры различных способов решения. Данная тема актуальна тем, что с помощью систем уравнений решаются многие прикладные задачи механики.

Итак, разберемся, что же представляет собой система?

Системы уравнений – определенное количество уравнений, которые объединены фигурной скобкой и имеют множество решений, одновременно являющихся решениями для всей системы.

Классифицируются уравнения по количеству неизвестных.

Решением системы уравнений с двумя неизвестными является пара переменных. При подстановке она обращает каждое уравнение в верное числовое неравенство, что и является решением для каждого уравнения этой системы.

Решение системы уравнений с одной переменной - значение переменной, которая является корнем уравнений системы, следовательно, все уравнения будут обращены в верные числовые равенства [1,2].

Системы уравнений могут совсем не иметь решения или же иметь множество решений. Поэтому, их классифицируют на несовместные (совместные), определенные (неопределенные).

Несовместной называют систему уравнений, которая не имеет решений, в противном случае говорят о совместной системе.

Неопределенной называют систему уравнений, которая имеет бесконечное множество корней, в противном случае говорят об определенной системе.

Уравнения также классифицируются на линейные и нелинейные.

Существуют различные способы решения систем уравнения, различающихся по сложности и степени трудоемкости. Рассмотрим несколько вариантов.

Метод подстановки или железобетонный метод.

Название «железобетонный» метод получил потому, что с помощью этого метода практически всегда можно решить систему уравнений.

Рассмотрим на примере данного метода решение системы уравнений:

$$\begin{cases} x + 3y = 5 \\ 5x - 4y = 6 \end{cases}$$

Выражаем из первой строки x: x=5-3y

Подставляем во второе уравнение:

5(5-3y)-4y=6,

25-15y-4y=6,

-15y-4y=6-25,

-19y= -19,

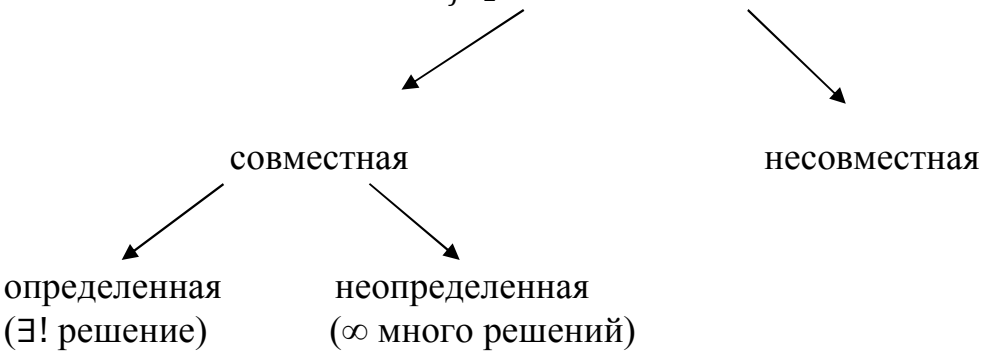
y=1.

Находим x: x=5-3*1, x=2.

Таким образом, методом подстановки мы получили ответ к нашей системе: x=2, y=1.

Метод Гаусса [2].

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, x_j = b_i, i = \overline{1,m}$$



Карл Фридрих Гаусс – известный великий математик, в своё время его признали «королём математики». Выдающиеся люди чаще всего рождаются в бедных семьях. Дедушка Гаусса был обычным крестьянином, отец работал в герцогстве садовником, каменщиком или водопроводчиком. Родители узнали, что их ребенок вундеркинд, когда малышу исполнилось всего лишь два года.

«Метод Гаусса» является общепринятым, но Гаусс не является его автором: этот метод был известен задолго до него. Первое описание имеется в китайском трактате «Математика в девяти книгах».

Метод Гаусса не трудоемкий и дает возможность установить, совместна система или нет, найти ее решения в случае совместимости.

Способ используется для решения систем линейных уравнений с произвольным числом уравнений и неизвестных. Также удобен для решения систем с большим числом уравнений. Основан такой метод на алгебраических преобразованиях.

Принцип метода Гаусса состоит в том [1, 3, 5], что применяется обратный ход.

При помощи элементарных преобразований систему линейных уравнений приводят к такому виду, чтобы её матрица из коэффициентов оказалась трапециевидной или близкой к трапециевидной.

Рассмотрим на примере данного метода решение системы уравнений [4]:

$$\begin{cases} x + y + z = 4 \\ y + 2z = 6 \\ z = 3 \end{cases}$$

Нам уже дано значение третьего выражения, z=3, подставляем его во второе выражение: y+2*3=6,y=0.

Значение двух выражений найдено, теперь подставляем в первое уравнение и находим оставшееся неизвестные: x+0+3=4, x=1.

Таким образом, методом Гаусса мы получили ответ к нашей системе

z=3, x=1, y=0.

Таким образом, метод Гаусса является более удобным и универсальным и имеет более широкое применение при решении математических задач.

Список литературы

1. Гриднева И. В. Математика. Ч. 1: учебное пособие для студентов очной формы обучения агроинженерного факультета по направлению подготовки 35.03.06 "Агроинженерия" / И. В. Гриднева, Л. И. Федулова, А. Е. Попов; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2016 - 213 с.
2. Данилов Ю. М. Математика: Учебное пособие / Ю. М. Данилов, Н. В. Никонова - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014 - 496 с.
3. Миносцев В. Б. Курс математики для технических высших учебных заведений. Часть 4. Теория вероятностей и математическая статистика: / Миносцев В.Б., Пушкарь Е.А., Берков Н.А., Мартыненко А.И. - Москва: Лань", 2013.
4. Математика. Ч. 1: методические указания по изучению дисциплины и самостоятельной работе обучающихся по направлению 35.03.06 Агроинженерия / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост.: И. В. Гриднева, Л. И. Федулова, В. П. Шацкий] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019.
5. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК- 630.383

Е.А. Кондобарова, студентка
М.С. Гурова, студентка

ПОВЫШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Под проходимостью принято понимать способность автомобиля или другого транспортного средства передвигаться по дорогам, которые имеют очень низкое качество, и миновать препятствия не используя при этом какие - либо вспомогательные средства. Обычно проходимость задаётся в процессе проектирования транспортного средства, основываясь на его назначении учитывая экономическую выгоду. Поэтому проходимость является составной характеристикой подвижности автомобиля.

Вся техника делится на:

1. Машины обычной проходимости – имеют обычные шины и неблокирующийся дифференциал, преимущественно применяются при движении по грунтовым или шоссейным дорогам;

2. Машины повышенной проходимости – к ним относят военную технику, которая имеет колёсную формулу 4×4, 6×4, 6×6, 8×8 или широкопрофильные шины с системой регулировки давления, в них дифференциал частично либо полностью блокируется, преимущественно применяются при движении по бездорожью;

3. Машины высокой проходимости (их так же называют вездеходы) - к ним относят гусеничную и полноприводную технику, имеющую шины сверхнизкого давления, пневмокатки, арочные шины.

Первостепенной задачей для производителя считается улучшение маневренности автомобиля, совершенствования его тяговых качеств на всех типах дорог. В статье мы рассмотрим главные методы увеличения проходимости автомобиля без больших финансовых затрат.

В связи с тем, что подавляющее большинство автомобилистов передвигаются по твердому, сравнительно ровному дорожному покрытию, вопрос увеличения проходимости переходит на второй план. При этом на первое место выходит: повышение комфорта и безопасности водителя и пассажиров, повышение тягово-скоростных качеств автомобиля и его маневренности в современных условиях.

Для устойчивости на проезжей части необходим хороший протектор и шины, подходящие к погодным условиям. Но на случай если этого мало, есть необходимость уменьшить давление в шинах.

На давление в шинах влияют многие факторы. Например, вес транспортного средства, характер дорожного покрытия, размер колеса, тип резины, скорость, твердость боковин.

Следует отметить, что низкое давления требует низких скоростей-до 60 км/ч. Иначе может произойти перегрев и, в связи с этим, разрыв колеса. Нужно избегать соприкосновения с наточенными предметами, они могут разрезать боковую часть колеса. Поместив камеру в шину, есть возможность снизить вероятность самопроизвольной разбортировки колес. Лучше всего спускать колеса на твердой ровной поверхности заранее, перед преодолением сложного участка. Обязательно проверяйте давление с помощью манометра, оно должно быть одинаковым на всех колесах. Важным определяющим фактором является визуальная деформация колеса, а не только количество атмосфер.

Следует помнить, что после разбортировки, а также при длительной езде на спущенном колесе нарушается балансировка, и при первой же возможности его необходимо восстановить.

Одним из способов повышения проходимости на дорогах является искусственная блокировка дифференциала, как межколесного, так и межосевого.

Далее рассмотрим несколько способов повышения маневренности автомобиля с предварительной подготовкой к вождению на сложных участках дороги.

Противоскользящие браслеты помогают двигаться по рыхлой или скользкой земле. Они легко устанавливаются на колеса, даже застрявшего в

грязи или снегу автомобиля, а после преодоления трудного участка и выезда с трассы легко снимаются. Рекомендуемая скорость движения не более 30 км/ч.

Цепи противоскольжения на машине выполняют функцию протектора, который позволяет традиционные покрышки превратить в резину для езды по бездорожью. Цепи бывают трех типов: типа «лестница», «треугольник» и «Сота». «Лестница» и «треугольник» дешевле и проще, но из-за конструктивных особенностей теряют по проходимости «соты». Простые перекладины, сделанные из цепи, вгрызаются в снег или грязь и помогают автомобилю выбраться из достаточно сложных ситуаций. Более «зубастые» соты предназначены для тяжелого бездорожья.

Цепи на колесах в разы увеличивают проходимость автомобилей на заснеженных, обледенелых дорогах и крупных грязевых участках.

Преимущества противоскользящих цепей: простота монтажа и демонтажа; в цепях, специально разработанных для зимних условий, имеется замок, для еще более удобного монтажа; при использовании цепей только на целевых участках дороги, срок их службы практически неограничен.

При использовании цепей противоскольжения необходимо также учитывать, что они увеличивают расход топлива и ограничивают скорость автомобиля до 50 км / ч.

Использование цепей для грузовиков важно при движении по заснеженной или болотистой местности. Они очень пригодятся для преодоления привычных препятствий на мокрой грунтовой дороге. Но здесь крайне важно подобрать правильное натяжение, которое проверяется очень просто: цепь не должна подниматься пальцем над колесом на высоту более 5-8 миллиметров.

Якорь-самовытаскиватель.

Если автомобиль прочно застрял в земле и ничего не спасает, на помощь придет якорь-самовытаскиватель. Этот прибор установлен сразу перед передней осью колес. Во время вращения последнего, цепь наматывается на съемный барабан. Использование данного устройства позволяет автомобилю быстро добраться до безопасной зоны.

К подручным средствам улучшения проходимости относятся: дорожки из веточек, пучки веточек, песок, дерн, а также деревянные ломы для подъема застрявших колес автомобиля.

Так же можно использовать лебедку из подручных средств. Для этого потребуется два шеста, буксирный трос, лопата, веревка.

Для улучшения маневренности автомобиля в перспективе разработка нового поколения универсальных шин.

На первом месте среди способов повышения проходимости автомобиля по популярности среди водителей занимают импровизированные подручные средства. Второе и третье место занимает блокировка дифференциала и способ снижения давления в шинах. Четвертый -противоскользящие браслеты. Пятое-цепи противоскольжения. Шестое место заняла лебедка из подручных средств. Седьмое место – якорь-самовытаскиватель.

Список литературы

1. Автомобили. Качение колеса. Термины и определения. ГОСТ 17697-72.

2. Бахмутов С.В., Лепешкин А.В., Шухман С.Б. Силовой привод колес многоосных машин: перспективы научного поиска оптимальных решений. - М., «Автомобильная промышленность», 2015, № 3. - с. 11-15.3.

3. Бахмутов С.В., Шухман С.Б., Коркин С.Н., Малкин М.А. Принципы автоматического управления гибкой трансмиссией полноприводного АТС // Автомобильная промышленность 2017. - № 2. - с. 14 - 17.

4. Вольская Н.С. Оценка проходимости колесной машины при движении по неровной грунтовой поверхности: Монография. - М.: МГИУ, 2017.

5. Гладов Г.И., Петренко А.М. Специальные транспортные средства: испытания: учебник для вузов / Гладов Г.И., Петренко А.М.; ред. Гладов Г.И. М.: Гринлайт, 2010. - 383 с.

6. Кузьмин, Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей: закономерности изменения работоспособности: учебное пособие / Н.А. Кузьмин / - М.: ФОРУМ, 2011. - 208 с.

7. Ларин В.В. Теория движения полноприводных колесных машин. Учебник для вузов. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 391 с.

8. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатац ионных свойств: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1989. - 240 с.

9. Филатов А. / Автомобиль сервис АБС авто. 2016. №5. С. 60-62.

10. Козлов, В.Г. Оценка устойчивости колесных машин / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - № 9. - С. 17-19.

11. Козлов, В.Г. Модернизация имитационной системы процесса функционирования автомобильных дорог с использованием информационных технологий / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова, А.А. Заболотная, Т.В. Скворцова // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 433.

12. Кондрашова Е.В. Исследование влияния параметров ходовой части и шин на интенсивность колебаний колес автомобилей / Е.В. Кондрашова, И.М. Петрищев, А.В. Скрыпников и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2 (45). - С. 46-55.

13. Повышение эффективности функционирования автомобильных дорог лесного комплекса/ Смирнов М.Ю., Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Дорохин С.В., Скворцова Т.В., Журавлев И.Н. Йошкар-Ола. -2016.

14. Козлов В.Г. Результаты исследования колееобразования на грунтовых усах лесовозных дорог / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, А.Ю. Арутюнян // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2016. - Т. 20. - № 2. - С. 159-166.

15. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.

16. Козлов В.Г. Математическая модель статистической идентификации информационного обеспечения автомобильного транспорта / В.Г. Козлов, И.Н. Журавлев, Е.В. Кондрашова, М.М. Умаров // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2016. - № 1 (67). - С. 45-51.

17. Козлов В.Г. Исследование и проектирование структуры информационного обеспечения автомобильного транспорта / В.Г. Козлов, И.Н. Журавлев, Г.И. Котов, М.М. Умаров // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2016. - № 1 (67). - С. 57-62.

18. Skrypnikov, A., Dorokhin, S., Kozlov, V. G., & Chernyshova, E. V. (2017). Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 12(2), 511-515.

19. Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Ломакин Д.В., Микова Е.Ю. Оценка влияния на скорость движения постоянных параметров плана и профиля при различных состояниях поверхности дороги // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 6. С. 43–49. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-6-43-49.

20. Kozlov, V. G., Gulevsky, V. A., Skrypnikov, A. V., Logoyda, V. S., & Menzhulova, A. S. (2018). Method of individual forecasting of technical state of logging machines. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 327(4) doi:10.1088/1757-899X/327/4/042056

21. Козлов В.Г. Комплексные экспериментальные исследования изменения параметров и характеристик дорожных условий, транспортных потоков и режимов движения под влиянием климата и погоды / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, Е.Ю. Микова, Р.В. Могутнов, Ю.А. Зеликова // Лесотехнический журнал. -ВГЛТУ. 2018. Т. 8. № 2 (30). С. 156-168. DOI: 10.12737/article_5b240611858af4.37544962

22. Skrypnikov A.V., Kozlov V.G., Belyaev A.N., Chernyshova E.V. (2019) Theoretical Foundations of the Method of Designing a Clothoid Track with Approximation of Succession of Points. In: Popkova E., Ostrovskaya V. (eds) Perspectives on the Use of New Information and Communication Technology (ICT) in the Modern Economy. ISC 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 726. Springer, Cham

23. Kozlov, V. G., Skrypnikov, A. V., Sushkov, S. I., Kruchinin, I. N., Grigorev, I. V., Nikiforov, A. A., . . . Timokhova, O. M. (2019). Enhancing quality of road pavements through adhesion improvement. Journal of the Balkan Tribological Association, 25(3), 678-694.

24. Logoyda, V. S., Skrypnikov, A. V., Kozlov, V. G., Tikhomirov, P. V., Zelikov, V. A., Brovchenko, A. D., & Razgonyeva, V. V. (2019). Development of

the method for individual forecasting of technical state of logging machines. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(5), 2178-2183.

УДК 360

О.А. Кузовлев, студент

МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА С ПОМОЩЬЮ ГИЛЬОТИНЫ И КРИВОШИПНЫХ НОЖНИЦ

Несмотря на технологичность современных методов резки металлов с помощью гидроабразива, лазера, плазмы и прочего их стоимость и вероятность получения дефекта остается на порядок выше по сравнению с механическим способом резки, конкретнее рубки гильотиной, листового материала. Рубка листового металла на сегодняшний день остается одной из самых востребованных видов обработки для которой успешно используются далее представленные станки.

Современные промышленные комплексы представляют собой сложные производственные системы, в которых находится множество единиц самого разнообразного механического и электрического оборудования, для обслуживания которого требуется составления и соблюдение четкого регламента и графика. Для большей производительности приходится соблюдать непрерывный технологический процесс, для поддержания которого требуется проведение множество одновременных операций, которые могут отличать как по характеру, так и по количеству затраченного труда. Из-за высокой скорости производства рабочему персоналу приходится подстраиваться под выполнение рабочего плана вне зависимости от ситуации, сложившейся на производстве. Даже при использовании полуавтоматической и автоматической аппаратуры интенсивность производства не всегда позволяет вовремя отследить дефект произведенной детали или поломку оборудования, из-за чего обслуживающий персонал вынужден быстро реагировать и четко знать свои задачи в той или иной ситуации.

Общая часть

Классификация механизмов кривошипных ножниц для резки металла

Ножницы, состоящие из кривошипных элементов предназначены для разделительных операций (резки) и применяются для, непосредственно, резки проката, листа и труб. В сравнении с другими методами обработки металла кривошипные ножницы обеспечивают достаточно высокую производительность относительно резки с помощью дисковой пилы и абсолютную чистоту резки от дефектов, возникающих при термической обработке (чистота кромок). Явными недостатками использования данной

технологии являются затраты времени на операцию надрезки и нанесение разметки предварительного типа.

Подразделяются кривошипные ножницы на 2 типа:

- Однокривошипные
- Двухкривошипные

Ножницы, предназначенные для резки листов с ножом, имеющим наклон называю двухкривошипными, остальные же ножницы принято называть однокривошипными. К однокривошипным ножницам относятся такие виды ножниц, как листовые, ножницы обычной и повышенной точности резки заготовок и ножницы для резки скрапа.

Ножницы, имеющие в своем составе 3 исполнительных механизма и, которые служат для резки полос, проката и прочих прямолинейных изделий называются комбинированными пресс-ножницами. Приставка пресс означает, что у ножниц имеется дыропробивной пресс.

Для производства зарубок, а также обработки проката фасонного, сортового или листового типа применяются комбинированные ножницы.

Для обработки листового или фасонного проката используются, а также пробитии отверстий используются пресс-ножницы. Такие ножницы имеют смонтированные на одной станине механизмы для ранее перечисленных операций и имеют в наличии общий привод. Механизм управления ползуном сортовых и листовых ножниц рычажный, управление дыропробивным прессом рычажное или педальное. Основные параметры комбинированных пресс-ножниц регламентирует ГОСТ 7355 – 77. Толщина разрезаемых листов от 10 до 32 мм, диаметр отрезаемого круга от 36 до 75 мм, сторона квадрата от 32 до 65 мм, число ходов в минуту от 66 до 28. Резка на ножницах является самым экономичным способом разделки проката на заготовки. При резке важно (во избежание двойного среза), чтобы глубина внедрения ножей в металл не превышала V4 высоты разрезаемого сечения, особенно в случае резки высокопластичных металлов или заготовок, подогретых до высокой температуры. Чтобы предотвратить образование трещин на торцах (вследствие хрупкости некоторых сталей), прибегают к подогреву заготовок. Вхолодную режут углеродистые стали, содержащие до 0.5 % углерода. На качество реза влияет и скорость внедрения ножей в металл, для углеродистых сталей предпочтительнее повышенная скорость, а для легировочных сталей пониженная. В связи с этим новые конструкции ножниц рационально снабжать двухскоростными электродвигателями. [1]

Фактически основным рабочим инструментом гильотинного способа резки металла являются гильотинные ножницы, которые предназначены преимущественно для работы (раскройки) с листовым материалом. Толщина материала может сильно отличаться в зависимости от мощности оборудования, но при этом показывать достаточно высокий уровень точности обработки. В большинстве случаев гильотину принято классифицировать по способу управления механизма.

Сама классификация зависит от особенностей функционирования и устройстве балки с ножом. То есть гильотина делится на

- ручные;
- пневматические;
- гидравлические;
- механические;
- электромеханические;
- автоматические (с ЧПУ);
- комбинированные.

Если для автоматических гильотинных ножниц используется внедрение определенной программы оборудования совместно с ЧПУ, которое регулирует работу непосредственно ножевой балки, то для использования ручного механизма используется простое приспособление вроде специальной педали. По сути первые два первых типа гильотинных станков являются одними из самых простейших в использовании типов кузнечного и прессового оборудования. Они могут свободно использоваться как для раскройки металла в листах, так и для другого листового материала, вроде пластмасс или резин. Из-за простой конструкции ручные гильотинные ножницы становятся самыми простыми в эксплуатации и самыми компактными по габаритам. Благодаря последней характеристике такое оборудование может устанавливать и транспортироваться в самые затруднительные места без потери эффективности и дополнительных затрат. В плане энергопотребления они не используют электричество, то есть их можно использовать малоразвитых предприятиях или подсобных хозяйствах, к котом не подведена электроэнергия. Единственным минусом при ручной резке выступает такой фактор, как отсутствие возможности резки особо прочных металлов. [2]

Для механического типа гильотинных ножниц характерны такие характеристики, как повышенная надежность и низкий уровень энергопотребления. Станки такого типа приводятся в действие с помощью карданного вала, а маховик начинает движение за счет электродвигателя. К тому же механические гильотинные ножницы не сильно впереди по сложности эксплуатации по сравнению с ручными и пневматическим типом резки, а специальные конструкционные особенности сварной рамы, позволяют заметно снизить нагрузку на ножевую балку и станок в целом.

Станки для гильотинной резки гидравлического типа в большинстве случаев представляют собой массивную конструкцию, что сказывается на их мобильности. Но большой вес вкупе с задней линейкой способствует повышению точности реза по сравнению с предыдущими типами. Благодаря специальным цилиндрам, расположенным на рабочей раме, станок имеет возможность плотно зафиксировать разрезаемый материал, что способствует отсутствию дефектов, роде неровных краев реза и тому подобного. Так же некоторые станки гидравлического типа в большинстве своем могут снабжаться ЧПУ, что положительно сказывается на скорости функционирования, позволяет сохранить параметры для каждого металла,

что положительно сказывается на производительности, которая увеличивается в несколько раз.

Гидравлическая гильотина вкупе с установленным ЧПУ называется комбинированной и имеет возможность проводить регулировку, заключающуюся в изменении зазора между ножами, как в ручном, так и в полностью автоматическом режиме. У гильотинных ножниц комбинированного типа тик же расширено количество возможных функций, включающих в себя не только не резку листового металла, но и резку стержней. Благодаря внедренной автоматике такие станки могут работать автономно без риска понижения точности или увеличения количества дефектов. Оборудование позволяет перейти в ручной режим, при этом оно будет сохранять необходимые параметры в базе данных для их дальнейшего использования. [3]

Наиболее эффективные типы гильотинных ножниц.

На сегодняшний день наиболее эффективными и популярными типами гильотинной резки металлов являются следующие типы:

- ✓ Ручной
- ✓ Механический (с электроприводом)
- ✓ Гидравлический

Ручной тип гильотинных ножниц является наиболее распространенным в маленьких фирмах или при необходимости срочной обработки небольших партий тонких листов металла (до 1 миллиметра), что объяснимо вышесказанными характеристиками: простотой в использовании, дешевизной и компактностью. Возможно ручные ножницы и не могут похвастаться большой производительностью, но они остаются незаменимым инструментом при раскройке профилей для кровельных работ или резки листов облицовочного металла, толщина которых редко превышает установленную норму.

Снабжение электромеханическим приводом позволяет не просто увеличить мощность, но и в разы увеличить производительность. Например, при использовании электромеханического привода максимально возможная толщина обработки возрастает с 1 миллиметра до 16 миллиметров, но уже не обычного облицовочного металла, а горячекатных листов стали. Так же отдельно стоить выделить такие характеристики, с помощью которых ускоряется процесс и увеличивается качество обработки, подобного типа, как

1. контроль за гидроприжимами;
2. комплекс поддержки;

конвейер автоматического принципа действия, предназначенный для приема обработанной металлической продукции.

Гильотинный ножницы с гидравлическим приводом являются наиболее популярным типов станков для механической резки, что обусловлено следующим рядом достоинством:

- медленное изнашивание элементов гильотины;
- высокая мощность и скорость выполнения операций;

- гарантия защиты оборудования от перегрузок;
- малый уровень вибрации и шума при работе агрегата;

простота обслуживания (ремонт гильотины для рубки металла может не требоваться годами, если проводить необходимые профилактические работы и замену режущего инструмента на такой установке в рекомендованные сроки).

Практически нулевая вероятность получения брака из-за соблюдения заданных пропорций на одном из высочайших уровней. [4]

Общая технология процесса

Стол снабжен двумя ножками, одна из которых неподвижна, а вторая имеет возможность производить круговые движения. Для транспортировки по столу к месту резки (рубки) в станок вмонтированы рольганги, по которым движется лист металла. После закрепления листа металла (гидрозажимами или в ручном режиме) оператор включает нож гильотины, который с помощью создаваемого приводом давления опускается на металл и рубит его в установленном месте.

Важным компонентом станка для гильотинной резки является прижимной механизм, который обеспечивает высокую точность рубки. К тому же сам процесс обработки может производится не только вертикально и горизонтально как многие считают, но еще под самыми различными углами.

Вывод

Благодаря такому виду резки даже без использования программного обеспечения кромки обрабатываемого металла остаются ровными (если соблюдены рекомендации по толщине), а при внедрении ЧПУ добавляется уникальный уровень точности геометрических параметров, при получении минимального из всех возможных количества дефектов (нет деформации кромки, шлака, термического смешивания материалов и прочего). Подключении ПО ко всем основным узлам, которые участвуют в процессе резки, сопровождается резки увеличением производительности и качества, к тому же добавляется база данных, которая имеет в себе и постоянно пополняется нужными параметрами для каждого отдельного металла для обработки в короткие сроки.

Как видно из описания, технология применения гильотины весьма проста. Выгоды же от такого оборудования очевидны – "оперативный" раскрой разных по толщине металлических заготовок, малая энергоемкость операций, возможность производства серийных резов и выпуска продукции любой не особо сложной конфигурации ("косынки", прямоугольники с разными размерами сторон изделия, стандартные полосы и так далее). [5]

Список литературы

1. В. В. Данилевский Справочник молодого машиностроителя. Справочник для молодых рабочих машиностроительных заводов и учащихся проф.-техн. училищ. Изд. 3-е, доп. и перераб. М., «Высш. школа», 1973. 27 с. с ил.

2. Справочник по теории автоматического управления/ под ред. А.А. Красновского М.: Наука, 1987. – 3 с.

3. Степанов, М. Статистические методы обработки результатов механических испытаний. Справочник/ М. Степнов. М.: Машиностроение, 2005. —400 с.

4. Болотин Х. Л., Костромин Ф. П. Станочные приспособления. Изд. 5-е, переработ, и доп. М., «Машиностроение», 1973, 156 с.

5. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов.—М.: Высш. шк., 1985,— 24 с, ил.

6. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.

7. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, В.И. Трухачев // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 388. (№ 1872 по Перечню …ВАК)

8. Тришина, Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 390. (№ 1872 по Перечню …ВАК)

9. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

10. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

11. Костенко А.А. Режущий инструмент и его пути совершенствования / А.А. Костенко, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 146-151.

12. Крекотень М.А. Методы улучшения качественных показателей режущего инструмента / М.А. Крекотень, М.Д. Котков, А.С. Вахидов, В.Г. Козлов, Е.А. Высоцкая // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 566-571.

13. Пушкарская А.Е. Инновационный режущий инструмент и его применение / А.Е. Пушкарская, М.А. Крекотень, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 577-581.

14. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК: 504.062.2: 631.354.3

Д.П. Тарасенко, студент
И.В. Баскаков, к.т.н., доцент
А.М. Гиевский, д.т.н., профессор

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНА

В данной статье рассмотрены методы сбережения ресурсов при послеуборочной обработке зерна. Приведены основные факторы, влияющие на потери зерна, а также на его качество.

Ресурсосбережение на сегодня является одной из самых важных задач для российского сельского хозяйства. Учитывая тенденцию повышения цен на энергоресурсы, данная тема является действительно актуальной. Низкое качество обработки посевного материала в итоге приводит к снижению урожайности культур. Особую опасность при этом представляют микротравмированные семена, которые нельзя отделить на очистительных и сортировальных машинах. Чаще всего развивающиеся растения из таких семян ослаблены, в большей степени поражаются грибными и бактериальными заболеваниями, многие из них гибнут в процессе вегетации. Главными причинами низкого качества семян являются высокий уровень их травмирования и несвоевременная обработка зернового вороха, что объясняется недостаточным технологическим и техническим уровнем механизации производства семян [1, 4, 6].

Зерновой ворох, поступающий от комбайнов, представляет собой смесь полноценного, щуплого и повреждённого зерна основной культуры, семян других культурных и сорных растений, а также примесей органического (частицы растений, соломы, колосьев, полова) и минерального (песок, комочки земли и др.) происхождения. Засорители, а также травмированное и биологически неполноценное зерно являются благоприятной средой для обитания и размножения микроорганизмов, ухудшающих посевные качества семян, количество которых увеличивается по мере хранения.

Послеуборочная обработка заключается в очистке зернового вороха от примесей, дробленого и неполноценного зерна, а также сушке и активном вентилировании зерна. Можно условно разделить этапы сбережения на два направления: энергоресурсные и сырьевые (рисунок 1). Сэкономить энергетические ресурсы при послеуборочной обработке зерна возможно путем усовершенствований технологического оборудования. Современное оборудование потребляет меньшее количество газа и электроэнергии. Благодаря этому удается снизить затраты на обработку зерна [2].

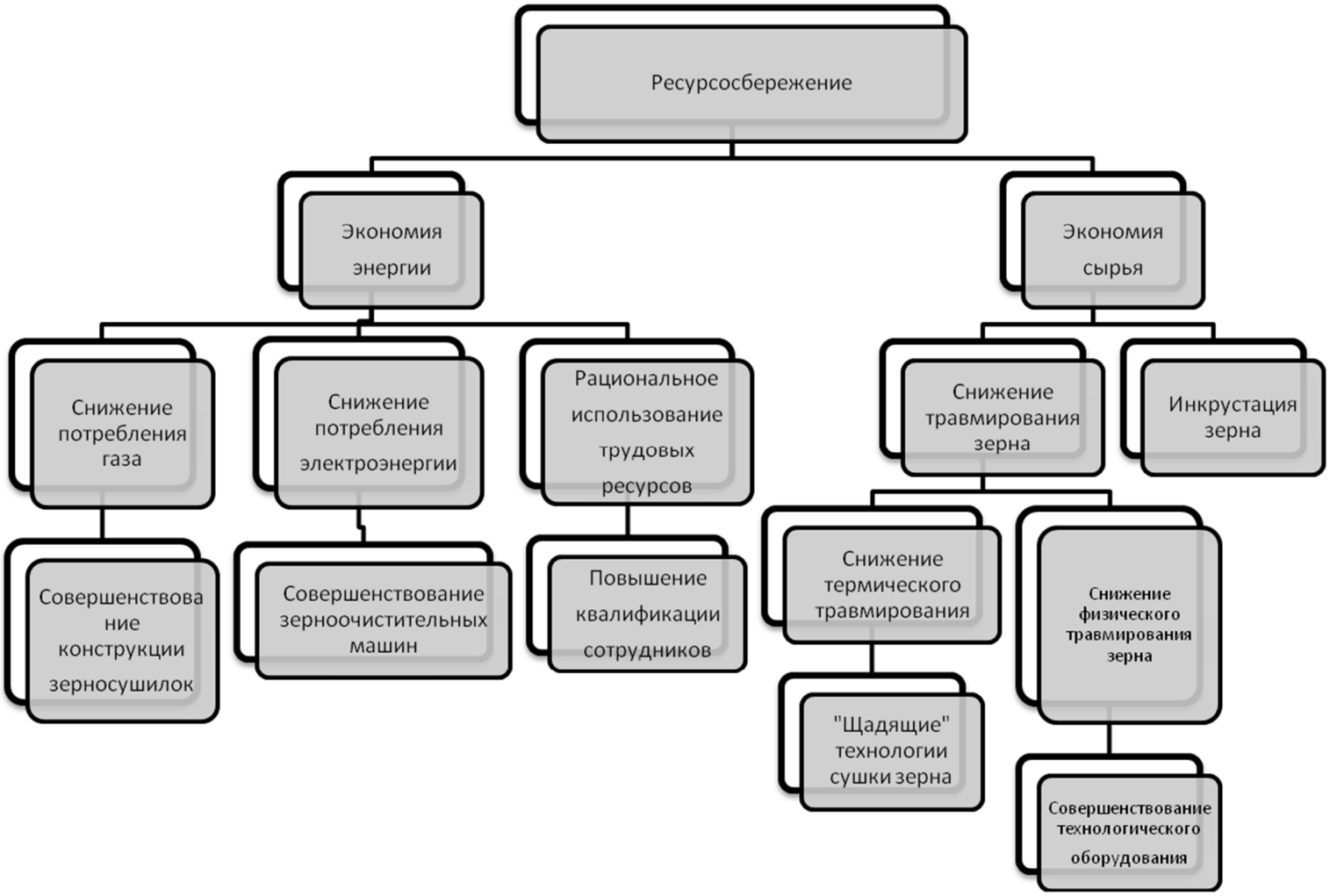


Рисунок 1 – Основные направления ресурсосбережения при послеуборочной обработке зерна

Но внедрение современного оборудования нецелесообразно без подготовки высококвалифицированных кадров. Обучение персонала методам работы на новом прогрессивном оборудовании поможет эффективно его использовать и добиваться высокого качества обработки зерна. За один пропуск семян пшеницы через семяочистительную машину количество травмированных семян возрастает на 2-3% [3, 5]. Поэтому персоналу необходимо тщательно подбирать оптимальные режимы обработки зерна.

Понятно, что замена морально устаревших зерноочистительных машин, сильно повреждающих зерно, на более эффективные сепараторы с щадящей обработкой зернового материала произойдет не так быстро, как это требуется. Поэтому уже сейчас необходимо применять различные мероприятия, направленные на компенсацию вреда от воздействия рабочих органов зерноочистительного агрегата на зерно [2, 5]. Например, можно провести обеззараживание зерна с целью обеспечения его сохранности в послеуборочный период. Перспективным методом считается инкрустация семян, т.е. их покрытие многокомпонентной смесью из микроэлементов, стимуляторов роста и т.д. Подобное протравливание посевного материала не только снижает его зараженность, но и обволакивает зерновку защитной плёнкой. Это предотвращает развитие вредителей в микроповреждениях, которые оставили рабочие органы зерноочистительного агрегата.

Снижение физического травмирования зерна осуществляется не только благодаря использованию современных машин. Одним из наиболее простых методов является замена металлических трубопроводов на полиэтиленовые. В сложных очистительных машинах нужно заменять загрузочные и выгрузные элеваторы со скребками на цепной передаче скребками на ремне, а звездочки на концах элеваторов – валиками. Такое несложное переоборудование значительно снизит травмирование зерна.

Для сушки зерна необходимо использовать современные зерносушилки. Они оснащены средствами контроля и регулирования технологического процесса, что обеспечит требуемое качество просушиваемого материала. Еще одним условием является наличие средств охлаждения зерна после сушки. Конструкции зерносушилок не должна приводить к физическому травмированию зерна.

Таким образом, в настоящий момент зерноочистительные агрегаты работают с большим потреблением энергии и высокими потерями зерна. Уже существуют современные сепараторы, зерносушилки, транспортное оборудование, которые работают в щадящем режиме. Причём как в отношении зерна, так и в отношении энергопотребления. Сокращение затрат при послеуборочной обработке зерна позволит снизить себестоимость его производства. Снижение потерь зерна поспособствует получению дополнительной продукции, которую можно реализовать на рынке. В результате сельскохозяйственные предприятия получат дополнительные финансовые средства, которые можно направить на модернизацию зерноочистительного оборудования, повышение зарплаты работников, обучение персонала и т.д.

Список литературы

1. Баскаков И.В. Зерноочистительные машины и элеваторное оборудование производства ООО «Воронежсельмаш»: учебное пособие / И.В. Баскаков, Р.Н. Карпенко, В.И. Оробинский. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 307 с.

2. Влияние процесса озонирования на эффективность сушки семян / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, А. В. Чернышов // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: матер. V междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7-9 ноября 2018 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 34-42.

3. Гиевский А.М. Повышение эффективности работы универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Гиевский Алексей Михайлович; [Место защиты: Воронежский гос. аграрный ун-т им. императора Петра I]. – Воронеж, 2016. – 364 с.

4. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для её реализации: дис. ... д-ра с.-х. наук: 05.20.01 / Оробинский Владимир Иванович; [Место защиты: ФГОУ ВПО Воронежский гос. аграрный ун-т им. К.Д. Глинки]. – Воронеж, 2007. – 334 с.

5. Тарасенко А.П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна и семян: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Механизация сельского хозяйства" / А.П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2008. – 232 с.

6. Чернышов С.В. Снижение травмирования зерна за счет совершенствования механизации его послеуборочной обработки: дис. ... канд. с.-х. наук: 05.20.01 / Чернышов Сергей Владимирович. – Воронеж, 2011. – 129 с.

7. Кузнецов, В.В. Совершенствование деления зернового потока / В.В. Кузнецов, В.Г. Козлов, П.С. Востриков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2010. - № 10. - С. 10-11.

8. Козлова Е.В. Pneumatic magnatic separator for cleaning grass seeds Е.В. Козлова, М.И. Аксенова, А.А. Заболотная, В.Г. Козлов // Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования. Матер. III международной заочной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов на иностранных языках (Россия, Воронеж, апрель 2017 г.). Воронежский государственный аграрный университет. -2017. -С. 56-61.

9. Kozlov, V.G., Izvekov E.A. (2018). Theoretical Justification of Optimal Design and Process Parameters of Pneumomagnetic Separation. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018), vol 12. 397-400 doi: https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.74.

УДК 631.372

В.Н. Федоринов, студент
А.С. Корнев, к.т.н., доцент

КОНУСНЫЙ ЗАГРУЗЧИК ЗСНСР-25-01, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

В статье рассмотрены технические характеристики навесного конусного загрузчика ЗСНСР-25-01 и его модификации «Гладиатор», используемого для зерна и сухих удобрений. Выявлены преимущества использования данного вида загрузчика в посевной период. И описана техника безопасности при эксплуатации данного погрузчика.

Зерновые культуры являются самой важной частью растениеводства, имеют стратегическое значение в экономике. В технологии производства большое значение играют сроки и способы посева зерна, от которого зависит качество и объем будущего урожая. С ходом времени плодородие почвы в пределах одного и того же поля неуклонно снижается, чтобы улучшить количество и качество урожая, нужно обязательно ее удобрять. Для этого используют различные технические средства. В результате эксплуатации, которые возникают вопросы, касающиеся обеспечения безопасности персонала.

В технологическом процессе возделывания аграрных культур, важно правильно подготовить почву для посева (основная и предпосевная обработка), сформировать технологические колеи для интенсификации возделывания. В течении вегетационного периода требуется проводить многократные минеральные подкормки растений, внесение регуляторов роста, а также обеспечить химическую защиту посевов от сорняков, болезней и вредителей [7, 8].

Качество выполнения этих технологических операций зависит от выбора агротехнологии и выполнения полевых работ в оптимальные агротехнические сроки. При этом рабочие машины должны быть взаимосвязаны по ширине захвата, производительности, ширине колеи, качеству работы [7, 8].

Современные сеялки дают возможность вести посевные работы в ночных условиях. Для освещения используются мощные навесные фонари, габаритные огни, галогеновые светильники, светодиодные лампы установленные на корпусе техники. Например, система ночного LEDосвещения на HORSCH Pronto (рисунок 1).

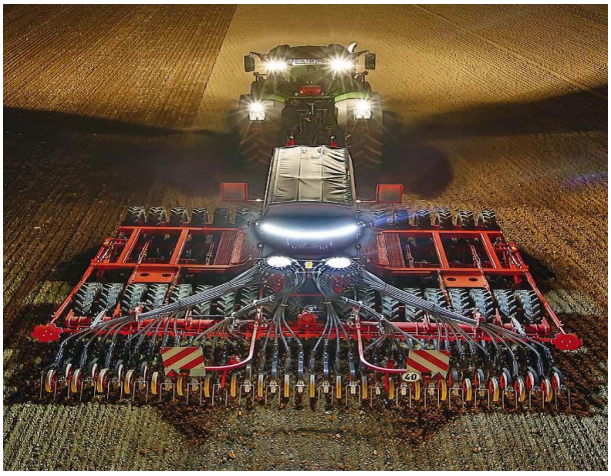


Рисунок 1 – Ночной посев HORSCH Pronto

Современное техническое оснащение дает возможность точно дозировать подкормку грунта, обеспечивать ее равномерное распределение в почве, качественное измельчение и разрыхление [6].

Правильно подготовленная почва и своевременный посев - это необходимая составляющая хорошей урожайности сельскохозяйственных культур. Для каждого вида и типа удобрений требуется отдельная технология внесения в почву.

Благодаря четко дозированному расходу минеральных веществ возможно нормировать количество требуемых удобрений и затраты на их приобретение. Обеспечивать сочетание умеренной стоимости и высоких эксплуатационно-технических характеристик загрузчиков семян и минеральных удобрений компании позволяет целый ряд объективных факторов. Основными из них являются достаточная оснащенность производства, использование современных материалов, прямые контакты с поставщиками узлов и комплектующих, продуманная организация труда и грамотное планирование [3].

Для загрузки зерна или удобрений в разбрасыватели и сеялки применяются специальные загрузчики: ЗСН-25-01, ЗСНР-25-02 (Гладиатор), ЗСНБ-40 (КАМАЗ боковой самосвал); ЗСНУ-25 – Русагромир и т.д.(рисунок 2).



Рисунок 2. Загрузка удобрений в разбрасыватель.

Загрузчики в зависимости от крепления к самосвалу делятся на два типа: донные и навесные. Донные загрузчики (ЗСНБ-40) монтируются на кузов самосвала вместо заднего борта или к подрамнику кузова и могут выполнять загрузку гранул по обе стороны от грузовика. Навесные загрузчики закрепляются к бортам машин, а рабочий орган состоит из шнекового транспортера. Они способны производить загрузку на высоту 0,5-3,6 метров, обладают высокой производительностью до 25 тонн в час, и легкостью в эксплуатации (загрузку можно осуществлять в поле при участии одного механизатора) [2].

Несомненно, лучшей и наиболее востребованной навесной моделью на данный день является загрузчик ЗСН-25-01 (рисунок 3).



Рисунок 3. загрузчик ЗСН-25-01 монтированный на ГАЗ.

ЗСНСР-25-01 – конусный загрузчик с возможностью регулировки выгрузного шнека по высоте загрузки горизонтально до вертикального состояния. ЗСН-25-01 – имеет угол 45 градусов относительно горизонта, без возможности регулирования по высоте.

Наиболее перспективным в настоящее время является использование ЗСНСР-25-01, так как этот загрузчик является универсальным для установки на автомобили ГАЗ, ЗИЛ, 2ПТС4 и КамАЗ, имея комплект кронштейнов уже в комплекте. Обслуживая несколько посевных комплексов, данный загрузчик позволяет экономить огромное количество времени на переезды.

Главные преимущества ЗСН-25-01:

- тело загрузчиков ЗСНР-25 и ЗСН-25 изготавливается из металла 09Г2С толщиной 3мм, что исключает любую деформацию на протяжении долгого срока службы (за 8 лет изготовления ни одного случая);

- конус загрузчика выполнен в виде цельногнутого листа 3мм, что гарантированно предотвращает выдавливание или деформацию, разрыв

сварных швов (отсутствуют) на агрегате. Производители аналогичной техники конус сварной делают из нескольких сварных листов;

- конусная конструкция позволяет максимально выгрузить кузов автомобиля, за счет формирования правильного потока зерновых, или иных сыпучих материалов;

- выгрузные шнеки на ЗСНР-25-01 и ЗСН-25-01 имеют диаметр 210мм, что является самой большой камерой приема сыпучих материалов, и в сочетании с гидр мотором МГП-160 обеспечивает наибольшую производительность загрузчикам из всех представленных на рынке РФ аналогов.

- высокая функциональность;

- сокращение продолжительности внесения удобрений или посева зерна;

- надежность и безопасность конструкции обеспечивает страховочная цепь и поддерживающая рамка, которая ограничивает выгрузной шнек от отклонения от горизонтальной плоскости и минус. Так же выгрузной шнек усилен пластиной 3мм в местах соприкосновения с поддерживающей рамкой, что предохраняет наружный кожух шнека от деформации в случае удара или неосторожного обращения с механизмом подъема;

- легкость очистки и технического обслуживания;

- отсутствие потерь зерна или удобрений;

- увеличенный срок службы;

Существуют также различные модификации отечественных загрузчиков: например, загрузчик сеялок ЗСНР-25-02 (Гладиатор).

Основное преимущество Гладиатора определяется тем, что он может выгружать сыпучие материалы (зерно, удобрения) в любую строну от заднего борта авто на 180° и управлять подъемом и опусканием при помощи гидроцилиндра, что делает процесс загрузки легким и быстрым.

Общие правила безопасности:

- загрузчик сеялок монтируется вместо бортов грузовика, Проверяется качество сборки и всех элементов, перед запуском проверяется уровень масла, а в случае необходимости доливается до нормы, для перевода шнека из транспортировочного в рабочее состояние по требованию безопасности сначала следует обратить внимание на изношенность стяжных элементов.

- при работе с минеральными удобрениями необходимо соблюдать требования безопасности с учетом агрессивности, токсичности, взрывоопасности конкретного удобрения [1].

- каждый рабочий, получивший разрешение складским или транспортным операциями с минеральными удобрениями, должен знать их основные свойства и способы обращения с ними.

- работающие на загрузке удобрений должны пользоваться средствами индивидуальной защиты (комбинезоном хлопчатобумажным и шлемом из пыленепроницаемой ткани, рукавицами комбинированными, сапогами резиновыми, респиратором, защитными очками). Если в процессе работы с минеральными удобрениями или пестицидами произошло нарушение

защитных свойств индивидуальной защиты органов дыхания, следует прекратить работу, остановить оборудование и выйти из зоны проведения химических работ. При появлении признаков отравления пострадавшего немедленно следует вывести на свежий воздух и организовать подачу кислорода для дыхания. Во всех случаях отравления минеральными удобрениями необходимо доставить больного в медицинское учреждение.

- перед загрузкой минеральных удобрений необходимо убедиться в наличии маркировочных данных, сопроводительного документа, удостоверяющего вид продукции, и предупредительных надписей на упаковке.

После окончания работы необходимо:

- привести в порядок рабочее место (транспортные средства после перевозки минеральных удобрений должны тщательно очищаться и обезвреживаться),

- снять спецодежду и средства индивидуальной защиты, тщательно очистить и обезвредить их (рабочая одежда подлежит обязательной стирке с предварительным замачиванием в растворе хозяйственного мыла, а обувь орошается мыльным раствором и затем промывается чистой водой).

- вымыть лицо и руки теплой водой с мылом, прополоскать рот, принять душ [1, 5].

Так как большинство минеральных удобрений являются агрессивными для человека химическими веществами, то работа с ними требует строжайшего соблюдений техники безопасности и личной гигиены.

ЗСНСР-25-01 является наиболее функциональным и востребованным загрузчиком сеялок. Загрузчик надежен и безопасен в эксплуатации. Он многофункционален и может использоваться как для загрузки зерна, так и сухих удобрений. Благодаря своей мобильности, высокой производительности, загрузчик позволяет существенно экономить время загрузки. Загрузчик позволяет организовывать не прерывный технологический процесс посева с минимальными затратами и потерями зерна или удобрений. Работа с загрузчиком не требует высокой квалификации персонала и простой в обслуживании. Но при работе требуется строго соблюдать требование безопасности. Подытоживая вышесказанное, сделаем вывод, что ЗСНР-25-01 рекомендуется применять для загрузки в сеялки, как зерна, так и сухих удобрений во время полевых работ для интенсификации технологического процесса.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности / Е.А. Андрианов, А.В. Полуэктов, А.А. Андрианов, Е.А. Галкин // учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 110800 «Агроинженерия». – Воронеж, – 2013. – 365с.

2. Загрузчик ЗСНСР-25-01 для внесения твёрдых минеральных удобрений и извести. Техническое описание, инструкция по эксплуатации. (Заводские инструкции).
3. Индустриальная технология применения минеральных удобрений / Сост. М.Н.Марченко. - М.: Россельхозиздат, 1987 - 239 с.
4. Механизация внесения удобрений/ Голышев Ю.С. и др. Л.: Агропромиздат, 1985 - 29 с.
5. Половцев Е.Л., Маслов С.Ф. Механизация работ по повышению плодородия почвы. - М.: Росагропромиздат, 1988 - 256с.
6. Оптимальная плотность почвы – резерв повышения урожайности [Текст] / И. В. Баскаков, В. И. Оробинский, А. М. Гиевский, А. В. Чернышов //Сельский механизатор. – 2017. – №11. – С. 12-13.
7. Солнцев В.Н. Механизация растениеводства / В.Н. Солнцев, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов // практикум; Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, – 2016. – 168 с.
8. Солнцев В.Н., Технологии и технические средства в сельском хозяйстве / В.Н. Солнцев, В.И. Оробинский // учебное пособие; Воронеж, – 2018. – 302 с.
9. Кузнецов, В.В. Совершенствование деления зернового потока / В.В. Кузнецов, В.Г. Козлов, П.С. Востриков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2010. - № 10. - С. 10-11.

УДК 621.952.8

М.О. Ермолаев, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ

В статье рассмотрены основные положения, связанные с технологическим процессом глубокого сверления отверстий и подводом смазочно-охлаждающей жидкости. Представлены конструкции инструмента и рекомендации по выбору основных параметров процесса сверления.

Технологический процесс получения отверстий с большой глубиной на данный момент считается одним из наиболее сложным и малоизученным в области изготовления отверстий, применяющихся в общем машиностроении. Например, валы турбин, роторы, втулки и оси экскаваторов, цилиндры и прочие.

Глубокие отверстия разнообразны по своей классификации:

- По конструкции – глухие, сквозные, ступенчатые или весьма длинные.
- По чистоте и точности поверхностей, прямолинейности оси.

- По расположению – смещенные и центральные.

Существует два способа получения отверстий имеющих большую глубину:

1. Сплошное сверление. При таком подходе весь материал измельчается в стружку для образования отверстия.

2. Кольцевое сверление. Требуемое отверстие получается посредством высверливания полости в заготовке, с последующим образованием в центре отверстия стержня, который после сверления отламывается или отрезается специальным приспособлением.

Глубокое сверление имеет особое место среди множества операций, применяемых для обработки деталей с большой относительной длиной. Особенность данного технологического процесса заключается в том, что инструмент перемещается в сплошном материале без заранее подготовленной опоры и фиксированного направления. Так же качество глубокого сверления влияет на структуру последующих технологических процессов.

При глубоком сверлении невозможно непосредственно наблюдать за ходом процесса и трудно выполнять данную операцию на универсальных станках без их предварительной подготовки.

Процесс сверления глубоких отверстий происходит непрерывно с принудительным наружным или внутренним отводом стружки. Отвод стружки, как правило, осуществляется подводом жидкости под давлением в зону резани. Реже используют сжатый воздух. Чтобы поддерживать циркуляцию жидкости необходимы специальное оборудование и оснастка.

Наружный отвод стружки проходит следующим образом: жидкость от насоса через полость стебля и сверла поступает в зону резания и со стружкой через зазоры между сверлом со стеблем уводится и затем попадает в стружко-приемник. Он предназначен для задерживания стружки; жидкость в свою очередь стекает в отстойник резервуара. Жидкость в резервуаре фильтруется от механических примесей, охлаждается и насосом подается через трубопровод и стебель сверла в зону резания.

В случае с внутренним отводом стружки насос направляет жидкость в маслоприемник. Из него жидкость подается через зазоры между наружной поверхностью стебля со сверлом и формирующейся поверхностью отверстия в зону резания. После чего стружка вымывается жидкостью в стружкоприемник через внутреннюю полость сверла и стебля. Путь жидкости до насоса такой же, как и описанный выше.

Глубокое сверление по отводу стружки делится на [4]:

- Эжекторное (двухштанговое) сверление.

С помощью жекторного сверления можно достичь той же производительности и точности отверстий, что и при наружном или внутренним подводом смазочно-охлаждающей жидкости. Этот вид сверления выполняется на сверлильных, горизонтально-расточных, токарных станках. Необходимым условием для этого является присоединение к ним

насосной станции, которая в случае необходимости должна иметь возможность перемещаться от станка к станку.

При таком сверлении нет необходимости в герметичности зазора между заготовкой и втулкой, что позволяет существенно упростить наладку и обслуживание подобных станков (рис. 1). Двухштанговое сверление применяют не только для сверления различных отверстий, но и для сверления прерывистых отверстий, например, в коленчатых валах.

Возможность применения эжекторного сверления определяется способностью эжекционного насоса поддерживать скорость потока смазочно-охлаждающей жидкости.

Недостатком такого сверления является то, что оно не подходит для сверления коррозионно-стойких и жаропрочных сталей. Это связано с тем, что в процессе их сверления невозможно получить стабильную мелкодробленую стружку.

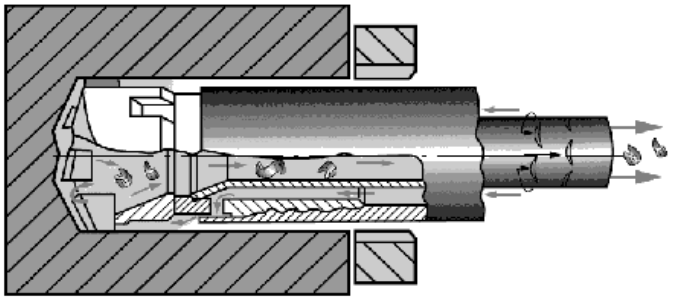


Рисунок 1 – Процесс сверления эжекторной системой

- (одноштанговое).

Эта технология на данный момент считается самой прогрессивной, но и самой сложной. Сложность заключается в том, что существует необходимость герметизации стыка, а именно направляющей втулки и торца заготовки. В таком случае необходимо во время работы использовать маслоприемник. Конструкция маслоприемников усложняется, когда требуется сверлить вращающиеся детали. Направляющая втулка и деталь в этом случае вращаются заодно, а сам маслоприемник находится в неподвижной стойке (рис. 2). Маслоприемнику необходимо стабильно поддерживать подвод большого количества смазочно-охлаждающей жидкости в зазор между отверстием и стеблем. В процессе сверления отверстий больших диаметров расход может достигать и более. Это усложняет процесс проектирования уплотнителей маслоприемника.

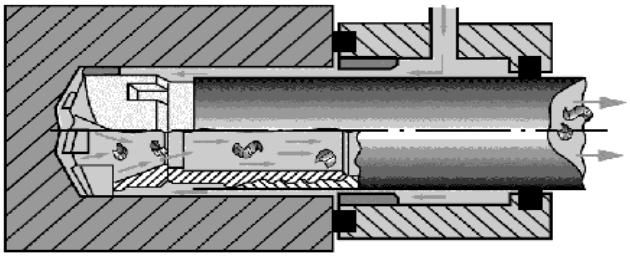


Рисунок 2 – Процесс сверления одноштанговой системой

- Сверление пушечными сверлами.

Преимуществами сверления пушечными сверлами (рис. 3) в сравнении другими аналогичными сверлами считаются: повышенная точность и большая производительность. Например, в процессе сверления некоторых материалов можно добиться высокой точности [1].

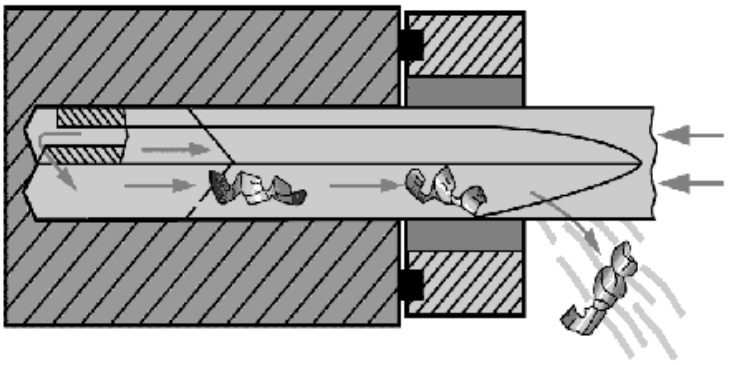


Рисунок 3 – Сверление пушечным (ружейным) сверлом

Важной частью процесса глубокого сверления является формирование стружки и ее вывод.

Смазочно-охлаждающая жидкость выполняет следующие функции:

- уводит стружку из зоны резания;
- уменьшает силы между поверхностью отверстия и направляющими элементами;
- уводит тепло, образующееся в процессе резания.

Моющие свойства смазочно-охлаждающей жидкости, а именно ее способность смачивать частицы износа, препятствовать привариванию или слипанию частиц износа к поверхности должны обеспечивать качественный отвод стружки и продуктов износа [2].

Силы трения и резания уменьшаются не только за счет смазывающих свойств СОЖ, но и свойств, которые непосредственно влияют на резание. На смазывающие свойства влияет добавление поверхностно-активных присадок и веществ в смазочно-охлаждающую жидкость.

Присадки создают пленку. Изъяном является то, что сохраняться она может только при определенных условиях. Причем, каждая присадка заставляет другую действовать активнее.

Действие смазочно-охлаждающей жидкости принято оценивать по суммарной осевой силе и суммарному крутящему моменту на направляющих.

Затраты энергии на преодоление сил трения и резания могут меняться из-за температуры циркулирующей жидкости. Каждая смазочно-охлаждающая жидкость имеет свою оптимальную температуру, которая позволяет поддерживать минимальные значения и на протяжении всего процесса сверления. Зона оптимальной температуры должна способствовать поддержанию пленки и оптимальной вязкости для сохранения гидродинамической смазки [3].

Список литературы

1. Кижняев Ю.И., Немцев Б.А., Плужников С.К. Прогрессивные инструменты для глубокого сверления и результаты их применения в производстве деталей валов // Металлообработка. 2006. №1, С. 8-12.

2. Минков М.А. Технология изготовления глубоких точных отверстий. М.; Л: Машиностроение, 1965. 176 с.

3. Обработка глубоких отверстий / Н. Ф. Уткин, Ю. И. Кижняев, С. К. Плужников и др.; под общ. ред. Н. Ф. Уткина. Л.: Машиностроение, 1988. 269 с.

4. Троицкий Н.Д. Глубокое сверление. Л.: Машиностроение, 1971. 176 с.

5. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.

6. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, В.И. Трухачев // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 388. (№ 1872 по Перечню …ВАК)

7. Тришина, Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 390. (№ 1872 по Перечню …ВАК)

8. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

9. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

10. Костенко А.А. Режущий инструмент и его пути совершенствования / А.А. Костенко, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 146-151.

11. Крекотень М.А. Методы улучшения качественных показателей режущего инструмента / М.А. Крекотень, М.Д. Котков, А.С. Вахидов, В.Г. Козлов, Е.А. Высоцкая // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 566-571.

12. Пушкарская А.Е. Инновационный режущий инструмент и его применение / А.Е. Пушкарская, М.А. Крекотень, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 577-581.

13. Солопов А.В. Комбинированные инструменты для обработки отверстий / А.В. Солопов, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный

вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 91-101.

14. Шаров Ю.В. Сверло – его путь от заготовки до режущего инструмента / Ю.В. Шаров [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 319-323.

15. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика: учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 378:14

И.С. Баринов, курсант
М.С. Соломатин

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДА ВОЕННОГО ВУЗА КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ

В статье рассматриваются принципы функционирования информационно-образовательной среды в военных образовательных организацияхкак одно из средств повышения мотивации к обучению.

Состояние и перспективы современной военно-политической обстановки определяется совершенствованием средств, форм и методов вооруженной борьбы, развитием и внедрением новых образцов вооружения и военной техники, обострением информационного противоборства. Умение применять полученные навыки в быстро меняющейся обстановке приводит к тому, что необходимо систематически развивать систему военного образования.

В Послании президента Федеральному собранию в 2018 г. Путин В.В. сказал: «Мы напряженно работали над перспективной техникой и вооружениями. Это позволило нам сделать стремительный, большой шаг в создании новых образцов стратегического оружия» [1]. В связи с этим устанавливаются все более высокие требования к подготовке военных специалистов.

Одним из перспективных направлений совершенствования военного образования является создание и развитие информационно-образовательной среды (ИОС) в вузах Министерства обороны.

Информационно-образовательная среда – это система информационных и образовательных ресурсов, информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических

средств, обеспечивающих условия для реализации образовательных программ и автоматизации процессов повседневной деятельности.

В целях подготовки военнослужащих к успешному выполнению должностных обязанностей необходимо в процессе обучения создать условия для формирования их профессиональной компетентности. Одним из таких условий является наличие высокой мотивации, оказывающей влияние на эффективность подготовки квалифицированных специалистов в период их обучения в военном вузе.

В психологии «мотива́ция (от лат. movere) определяется как побуждение к действию; психофизиологический процесс, управляющий поведением человека, задающий его направленность, организацию, активность и устойчивость; способность человека деятельно удовлетворять свои потребности» [2].

К способам повышения мотивации относят:

– снижение трудности обучения;
– удовлетворение процессом обучения;
– снижение времени обучения;
– развитие положительного отношения к будущей профессии.

Одним из эффективных способов повышения мотивации обучающегося считаем внедрение в образовательный процесс современных информационных технологий обучения.

Информационные технологии – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов, а также приёмы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных.

К современным информационным технологиям следует отнести:

– новые способы визуализации (дополненная и виртуальная реальности);
– аддитивные технологии (3D печать).

«Дополненная реальность – это технология добавления, внедрения в реальную жизнь, в трехмерное поле восприятия человека виртуальной информации, которая воспринимается как элементы реальной жизни».

Реальность расширяется (или дополняется) внедрением в нее виртуальной информации. То есть, при создании дополненной реальности в обычную жизнь в режиме реального времени помещаются виртуальные объекты. Это делается при помощи специального программного обеспечения и гаджетов, таких как:

– очки дополненной реальности («умные очки»);
– планшеты;
– смартфоны с функцией дополненной реальности;
– другие устройства.

Основными преимуществами дополненной реальности являются:

– вовлеченность и интерактивность способствуют повышению запоминаемости;

– комфортное, легкое, игровое получение информации способствует устойчивому запоминанию;

– возможность взаимодействовать с искусственным миром при помощи гаджетов, что является существенным преимуществом дополненной реальности перед виртуальной реальностью.

Сферами применения дополненной реальности являются почти все сферы человеческой жизни – медицина, образование, военное дело, развлечения.

Другим перспективным способом визуализации данных является виртуальная реальность.

«Виртуальная реальность – созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и другие. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие. Для создания убедительного комплекса ощущений реальности компьютерный синтез свойств и реакций виртуальной реальности производится в реальном времени».

Объекты, представленные в виртуальной реальности, как правило ведут себя приближенно к реальным. С ними возможно взаимодействовать в соответствии с существующими физическими законами (столкновения, сила тяжести и т.д.).

В системах виртуальной реальности самым доступным средством вывода изображения является «шлем виртуальной реальности», который представляет собой специфические очки, содержащие несколько дисплеев, линзы, которые корректируют получаемое изображение. Так же дополнительно может быть установлен гироскоп для отслеживания положения в пространстве. Самым важным свойством для подобного рода очков является возможность вывода наилучшего изображения, весовые показатели, эргономика устройства.В Вооруженных Силах Российской Федерации использование виртуальной и дополненной реальности допустимо при изучении современных образцов вооружения и военной техники. Поэтому возникает необходимость в создании специализированных обучающих программ, современных электронных учебников и программно-аппаратных комплексов. Создание и внедрение данных решений позволяет снизить расходы на обучение, закупку и ремонт дорогостоящего оборудования. Обучающийся отрабатывает удаленно навыки работы в виртуальной среде, а потом проходит итоговый контроль уже на реальных образцах, что позволяет снизить время обучения большого количества специалистов.

«Аддитивные технологии – это комплекс принципиально новых производственных процессов, в которых построение изделия происходит путем добавления материала, в отличие от традиционных технологий, где деталь создается методом удаления лишнего».

Разновидностью аддитивных технологий является 3D-печать. Использование подобного рода технологий позволяет моделировать, быстро изготавливать штучные экземпляры сложных и дорогостоящих деталей.

Внедрение и функционирование ИОС должно отвечать следующим основным принципам:

Принцип педагогической целесообразности применения новых информационных технологий. Он требует педагогической оценки эффективности каждого шага проектирования и создания ИОС, поэтому на первый план необходимо ставить не внедрение техники, а соответствующее и педагогически обоснованное содержательное наполнение учебных курсов и образовательных программ[3].

Принцип соответствия уровню получаемого образования. Элементы ИОС должны удовлетворять потребностям различных уровней образования, реализуемых в военном вузе: общего среднего, специалитета, магистратуры и адъюнктуре. Необходимо дифференцировать образовательные и информационные технологии, применяемые в обучении кадетов, военных специалистов тактического, оперативно-тактического уровня и при подготовке научно-педагогических кадров.

Принцип мобильности обучения. Он заключается в создании в рамках ИОС образовательных и научных ресурсов, позволяющих военнослужащим непрерывно повышать свой интеллектуальный уровень в дистанционном режиме независимо от места нахождения при прохождении службы в войсках, в командировке, стажировке и т.д.

Принцип самостоятельности работы курсантов, слушателей и адъюнктов как особой дидактической формы организации учебной деятельности в пространстве ИОС[4].

Принцип системности, который дает возможность значительно расширить уровень научного познания, так как он позволяет создать целостное представление об изучаемых объектах и явлениях. Элементы и связи встречаются в системе с определенной последовательностью, формируя структуру исследуемой системы, изучение которой заключается в исследовании этой структуры и связей между элементами.

С помощью принципа системности можно целостно исследовать такие объекты, которые состоят из множества разнородных элементов, оценить взаимосвязи между элементами системы и установить определяющие, т.е. формирующие систему устойчивые и системные связи.

Принцип системности требует системного представления обучающимся содержания учебной дисциплины, отражающей определенную область науки, данного через систему базисных понятий, которые должны обладать свойствами системности, т.е. формироваться не изолированно друг от друга, а выступать как элементы системы, находящиеся друг с другом в определенных отношениях.

Выделяются следующие особенности области применения принципа системности в профессиональной подготовке военных специалистов. Перечислим те из них, в основе которых лежат базисные понятия:

определение органической взаимосвязи процессов обучения и воспитания при профессиональной подготовке;

разработка учебных планов и программ профессиональной подготовки;

оптимизация процессов обучения;

разработка принципов и средств обеспечения межпредметных связей при профессиональной подготовке;

анализ учебников и учебно-наглядных материалов профессиональной подготовки.

Принцип автономности, представляющий собой основную составляющую современного общества. Внедрение информатизации во сферы его жизнедеятельности, такие как обучение, работа, общение делает необходимым умение искать, анализировать, обрабатывать и использовать полученную информацию. Особую ценность приобретает умение быстро находить необходимую актуальную информацию и интерпретировать ее. Именно поэтому важно научить не столько конкретному набору знаний, умений и навыков, сколько научить способности самостоятельно приобретать новые знания и правильно их использовать.

В ходе такой деятельности обучающийся, осознавая свою потребность в знаниях, одновременно осознает путь собственного движения от незнания к знанию, приобретая способность регулировать свои действия в соответствии с целью и предметом деятельности, а также с целью управления ею. В результате создаются необходимые предпосылки для постепенного перерастания контроля в самоконтроль, обучения – в самообучение, то есть для формирования у обучающегося опыта самообразовательной деятельности [4].

Таким образом, внедрение и функционирование информационно-образовательной среды оказывает влияние на мотивацию к обучению. Это позволит усовершенствовать подготовку военных специалистов, автоматизировать процессы управления повседневной деятельности.

Список литературы

1. Известия. Послание президента Федеральному собранию. Ключевые цитаты – URL: https://iz.ru/export/google/amp/714850 (дата обращения 20.02.2019 г.)

2. Википедия – свободная энциклопедия – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F (дата обращения 10.02.2020).

3. Тренин И.В. Интеграция информационных и дидактических ресурсов в образовательном процессе военного вуза. Дис. … канд.пед.н.: 13.00.08. М. 2017. 295с.

4. Раецкая О.В. Информационная среда современного военного вуза // Интернет-журнал «Мир науки». 2017, Том 5, № 5 [Электронный ресурс] – // URL: https://mir-nauki.com/PDF/67PDMN517.pdf (дата обращения: 20.02.2019)

5. Машин В.Н. Формирование профессиональных компетенций специалистов на основе автоматизированного обучающего комплекса. Дис. … канд.пед.н.: 13.00.08. В.: 2015. 191.

УДК 629.7.081

Г.Я. Белановский, курсант ВУНЦ ВВС «ВВА»
А.М. Терновых, курсант ВУНЦ ВВС «ВВА»
В.В. Емцев, к.т.н., ВУНЦ ВВС «ВВА»

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Проведен анализ изнашивания деталей различных машин и оборудования эксплуатирующихся в различных условиях. Представлен анализ и результаты повышения износостойкости в результате восстановления деталей хромированием.

Детали двигателей внутреннего сгорания, силовой передачи подвергаются действию больших усилий, испытывают ударные нагрузки. Детали цилиндропоршневой группы кроме того работают при значительной температуре. Все это способствует износу трущихся поверхностей. Упрочнение контактирующих поверхностей покрытием их износостойким слоем твердого металла позволит повысить долговечность деталей. Изношенные поверхности могут быть восстановлены гальваническим наращиванием изношенных участков с упрочнением поверхностного слоя.

В местах сопряжения деталей, когда имеют место микроколебания, например, в соединении подшипника с корпусом выступы неровностей поверхностей схватываются между собой, происходит вырыв частиц металла, нарушение кристаллической структуры поверхностного слоя. Происходит фреттинг-коррозия поверхности детали.

В зависимости от условий эксплуатации детали объединяют в три основные группы, работающие: 1) при длительных статических нагрузках (болты, штоки цилиндров, шкворни и т.п.); 2) при динамических нагрузках (коленчатые валы, оси редукторов, валы турбин и т.п.); 3) на износ при сравнительно низких нагрузках (цилиндры, плунжеры и т.п.).

Только зная, какое влияние оказывает каждый фактор на эксплуатационные свойства деталей можно правильно управлять процессами восстановления и рекомендовать способы механической и термической обработки до и после нанесения покрытий, обеспечивающие их надежность (выносливость, износостойкость и т. п.) при разных условиях эксплуатации.

Технологическая последовательность восстановления изношенных деталей гальваническими покрытиями в зависимости от вида дефектов может состоять в нанесении сплошного слоя покрытия по всей поверхности детали

или локального заращивания дефекта с изоляцией остальной поверхности соответствующими материалами и последующей (или без) механической обработкой.

Наряду с термическими, термохимическими и другими способами упрочнения и восстановления деталей, значительное место занимает электрохимическое хромирование, позволяющее повысить долговечность деталей в 2-4 раза и более по сравнению с долговечностью деталей, не подвергнутых такой обработке. Этим способом восстанавливается 30-40% наиболее изнашиваемых деталей машин [1, 2, 3,5,6,7].

В настоящее время в России эксплуатируется множество различных машин, механизмов и приборов, в том числе иностранного производства. Опыт эксплуатации различных машин и проведенный анализ показывают, что работоспособность большинства машин определяется, главным образом, не поломками, а незначительными изменениями размеров, формы и свойств поверхности тонкого слоя в результате износа.

В таблице 1 приведены данные о величине износа деталей некоторых машин.

Таблица 1 - Износ деталей машин и оборудования в процентах

Пределы износа, мм	Частость %								
	Автомобили грузовые и специальные	Тракторы		Специальные гусеничные и базовые машины	Самолеты	Оборудование			
		Гусеничные	Колесные			Сельскохозяйственных машин	Автокранов и погрузчиков	Металлорежущие станки	Машины и оборудование пищевой промышленности
0,1-0,07	42,0	39,5	35,1	40,5	45,3	4,5	20,0	45,0	8,2
0,7-0,14	23,0	20,0	21,3	30,5	39,5	10,8	12,0	25,0	12,3
0,14-0,21	11,0	11,5	6,0	10,2	10,8	11,3	17,0	15,0	15,5
Итого:	76	71	62,4	81,2	95,6	26,6	49	85	36
0,21-0,28	8,0	8,0	18,0	5,1		9,6	11,0		
0,28-0,35	5,0	6,8	6,0	4,1		12,1	13,0		
0,35-0,42	5,7	3,5	3,0	3,1	4,4	17,4	1,5	15	64
0,42-0,49	2,2	2,5	5,3	1,5		13,3	1,1		
Более 0,49	3,1	8,2	5,3	5,0		21,0	24,4		
Итого:	24	29	37,6	18,8	4,4	73,4	51	15	64
Всего:	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Из таблицы 1 видно, что износ деталей сельскохозяйственной техники до 0,21 мм наблюдается у 26,6-81,2% деталей машин, а более 0,21 мм - у 18,8 - 73,4%. При этом износ деталей до 0,21мм достигают 62,4-71% тракторов и 76% грузовых автомобилей. Износ более 0,21 мм достигают 73,4% деталей сельскохозяйственных машин.

Износ деталей машин вызывает необходимость их ремонта и, как следствие этого, дополнительного расхода материалов и запасных частей. Расход материалов, запасных частей, людских и производственных ресурсов может быть меньше, если детали подвергаются предварительному упрочнению при изготовлении или ремонте.

Чем выше степень упрочнения поверхностей деталей, тем меньше износ и больше их долговечность. Установлено, что применяя прогрессивную технологию упрочнения деталей машин в процессе изготовления и ремонта, а также улучшая организацию восстановления деталей, можно сократить потребление запасных частей при эксплуатации машин и оборудования до 40-60% [1,2,8].

Среди передовых технологических процессов, применяемых при изготовлении и ремонте деталей машин, важное место занимают процессы химического и электролитического покрытия, и в их числе хромирование. В настоящее время ни один гальваностегический процесс не имеет столь широкого и разнообразного применения, как хромирование.

В таблице 2 показано, что упрочнению хромированием при изготовлении некоторых машин подвергаются до 1200 деталей, причем площадь покрытия может достигать 16 м^2. Еще большее количество деталей машин подвергается хромированию в процессе их ремонта (по некоторым машинам в 1,5-2 раза).

Таблица 2 - Анализ гальванических покрытий деталей машин

Наименование машин	В процессе изготовления				При ремонте			
	Всего		Количество покрытий, %		Всего		Количество покрытий, %	
	Количество деталей, шт.	Площадь покрытий, м2	Износо-стойких	Защитно-декора-тивных	Количество деталей, шт	Площадь покрытий, м2	Износостойких	Защитно-декора-тивных
Автомобили грузовые легковые	40-50 200-300	0,4-0,6 1,8-2,2	30-40 0,2-0,6	60-70 99,4-99,8	60-80 300-350	0,6-1,5 2,3-2,6	90-95 1-2	4-10 98-99
Тракторы	14-18	0,15-0,20	95-99	1-5	20-40	0,25-0,35	95-99	1-5
Сельскохозяйственные машины	8-10	0,10-0,15	95-99	1-5	10-15	0,15-0,35	95-99	1-5
Специальные гусеничные машины	50-60	0,6-0,8	70-80	20-30	100-150	2,0-2,5	98-99	1-2
Металлорежущие станки	8-15	0,8-1,5	15-25	75-85	12-25	1,2-2,5	10-15	85-90

Чем более ответственна функциональная роль машины или ее узлов, тяжелее условия эксплуатации, тем большее количество деталей

подвергается хромированию. Широкое распространение хромирования в производстве обусловлено его высокими физико-механическими и технологическими возможностями.

Электрохимические осадки хрома отличаются исключительно высокой износостойкостью, в 1,5-20 раз и более превосходящей износостойкость других материалов. В таблице 3 приводятся данные об увеличении износостойкости деталей сельскохозяйственной техники в результате восстановления хромированием.

Таблица 3 - Повышение износостойкости деталей в результате восстановления хромированием:

Детали и узлы	Повышение износостойкости, раз
Цилиндры двигателей	2-14
Поршневые кольца	2-4
Толкатели	1,5-3
Стержни клапанов	3-4
Кулачки и шейки распределительного вала	3-4
Поршневые пальцы	1,1-2,7
Шейки коленчатого вала	3-6
Посадочные места под подшипники	15-20
Шипы крестовин карданных валов	2-4
Цилиндры и штоки гидравлических устройств	1,8-5
Пресс-формы	2-3

Резкое увеличение износостойкости, стойкости против коррозии и других показателей работоспособности материалов, подвергнутых хромированию, обусловливает повышение долговечности некоторых деталей до 1,5-14 раз и более. Повышение долговечности деталей машин равносильно вводу в действие новых производственных мощностей. Кроме того, оно вызывает сокращение эксплуатационных расходов, связанных с выполнением монтажно-демонтажных работ до 25%. Расчеты показывают, что увеличение числа наименований хромируемых деталей, например, в двигателях автомобилей с 1 до 15 позволит увеличить срок их службы с 100 тыс. до 600 тыс. км пробега.

Таким образом, проведенные исследования показали, что электрохимические осадки хрома находят применение как износостойкие покрытия для упрочнения и восстановления деталей машин с последующей механической обработкой и без нее, а также для защиты их от коррозии и декоративной отделки. Выявлена тенденция к увеличению потребления износостойких хромовых покрытий в тяжелом и сельскохозяйственном машиностроении, поэтому потребление хрома в этом сегменте возрастает в 1,5-2,5 раза. Это обусловлено тем, что в сельскохозяйственных машинах широко используются гидравлические и пневматические системы, в которых цилиндры и штоки рабочих органов традиционно подвергаются хромированию из-за высокого износа.

Список литературы

1. Емцев В.В. Восстановление изношенных деталей сельскохозяйственной техники гальваническими покрытиями / Н.Ю. Стекольникова, Ю.А. Стекольников, В.К. Астанин, В.В. Емцев, Э.М. Санников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2017. - № 133. - С. 173-185.

2. Емцев В.В. Износостойкость деталей, восстановленных хромированием на нестационарных режимах осаждения / В.К. Астанин, Ю.А. Стекольников, В.В. Емцев, Э.М. Санников // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, 2017. - № 2. - С. 102-109.

3. Емцев В.В. Анализ износов сельскохозяйственных машин / В.В. Емцев // Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе : материалы международной научно-практической конференции., г. Воронеж, 15-16 ноября 2017 г. В 2-х ч. Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 266-270.

4. Петрова Ю.С. Физико-механические свойства электролитических осадков / Ваграмян А.Т., Петрова Ю.С. // М., Изд-во АНСССР, 1960. - С. 206.

5. Polivaev O.I. EFficiency of using porous network material as a filter material in shutter filters / O.I. Polivaev, A.N. Larionov, I.A. Spitsyn, A.V. Bozhko, L.K. Gorban // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012027.

6. Polivaev O.I. Upgrading seat suspension of tractor belarus 1221/ O.I. Polivaev, A.V. Loschenko, R.G. Belyansky, A.N. Kuznetsov // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012051.

7. Larionov A.N. Influence of pressure and temperature on the parameters of liquid-crystalline working fluids of technical devices / A.N. Larionov, O.I. Polivaev, N.N. Larionova, A.V. Bozhko, L.K. Gorban // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012032.

8. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means / O.I. Polivaev, L.K. Gorban, A.V. Vorokhobin, O.S. Vedrinsky, // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042083.

9. Козлов В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

10. Козлов В.Г. Современные методы обработки металлов.

Электроэрозионная обработка / В.Г. Козлов, В.С. Волков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 180-184.

11. Козлов В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

12. Козлов В.Г. Инновационный способ физико-технической обработки / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 27-31.

13. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

14. Солдатов Ю.И. Электроконтактная обработка / Ю.И. Солдатов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 189-192.

15. Сидоренков В.Л. Использование электроэрозионной обработки металлов для нужд сельского хозяйства / В.Л. Сидоренков, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 377-378.

16. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

17. Щеглов В.С. Технология электроэрозионной обработки металлов / В.С. Щеглов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 248-253.

18. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК: 629.3.032.26

С.О. Мякишев, магистр
А.В. Божко, к.т.н., доцент

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-33086 ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ ТРАНСМИССИИ

В статье изложена целесообразность применения на автомобиле раздаточной коробки с автоматическим подключением переднего ведущего

моста, а также описана конструкция модернизированной раздаточной коробки и её преимущества.

Увеличение роста перевозок грузовым и пассажирским автомобильным транспортом требует повышения их эффективности, что определяет перспективы развития конструкций автомобилей. В первую очередь в направлении повышения их производительности, топливной экономичности, экологичности, надёжности и других эксплуатационных свойств. Снижение расходов топлива имеет важное значение так как это экономит энергетических ресурсов. В свою очередь производительность и топливная экономичность – главнейшие факторы, определяющие себестоимость использования автотранспорта. В связи с этим важно наметить наиболее эффективные направления работ по совершенствованию конструктивных параметров, которые оказывают наибольшее влияние на указанные качества автомобилей [7].

Проанализировав литературные источники [1, 2, 3, 4, 5, 6], для повышения эксплуатационных свойств автомобиля ГАЗ-33086 предлагается модернизировать раздаточную коробку. Схема усовершенствованной раздаточной коробки представлена на рисунке 1. Раздаточная коробка двухступенчатая с прямой и понижающей передачами. Включение (отключение) переднего ведущего моста осуществляется с помощью гидроподжимной муфты по сигналу блока управления на гидроблок, установленный на раме автомобиля.

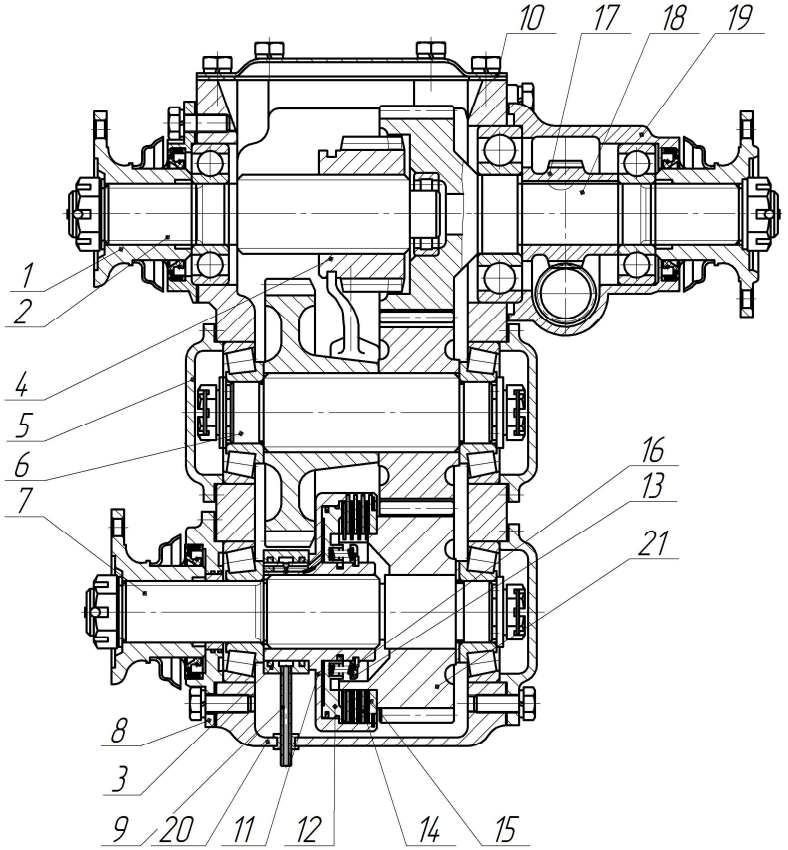


Рисунок 1 – Модернизированная раздаточная коробка автомобиля ГАЗ-33086

Раздаточная коробка кронштейнами крепят к раме автомобиля. Привод раздаточной коробки осуществляется от вторичного вала коробки передач карданным валом, присоединенным к первичному валу раздаточной коробки 2. На шлицах первичного вала 2 установлена подвижная шестерня 4, предназначенная для включения прямой и пониженной передач. При введении в зацепление шестерни 4 с шестерней 10 вала привода заднего моста валы 2 и 18 соединяются между собой, и включается прямая передача. При зацеплении шестерни 4 с шестерней промежуточного вала 6 включается пониженная передача.

На шлицах промежуточного вала 6 установлена шестерня передающая крутящий момент на шестерню 21 привода переднего ведущего моста. Шестерня 21 свободно вращается на валу 7 и передает крутящий момент, когда гидромуфта 11 включена. При включенной муфте шестерня 21 соединяется пакетом фрикционных дисков с барабаном гидроподжимной муфты11, диски 14 и 15 сжимаются поршнем 12 под действием давления масла.

Работает усовершенствованная раздаточная коробка следующим образом. При движении автомобиля без буксования частота вращения колес передней и задней оси автомобиля одинаковая. Блок управления не подает управляющий сигнал на гидроблок и соленоид электрогидрораспределителя находится в положении выключено, давление в полости фрикционной муфты отсутствует.

При наличии буксования задней ведущей оси на величину, заложенную в блок управления (как правило 20-30%) сигнал с блока управления поступает на гидроблок, в котором происходит включение соленоида электрогидрораспределителя, масло под давлением подается в полость гидроподжимной муфты, перемещая поршень. При этом пакет дисков сжимается, блокируя шестерню с барабаном и обеспечивая передачу крутящего момента на переднюю ось автомобиля.

При принудительном включении переднего ведущего моста масло в полость гидроподжимной муфты подается независимо от буксования задней ведущей оси автомобиля. При отключении переднего ведущего моста происходит выключение соленоида электрогидрораспределителя, масло идет на слив из гидроподжимной муфты.

Устройство и режимы работы системы управления приводом переднего ведущего моста (ПВМ).

Система управления ПВМ включает в себя блок управления, датчики частоты вращения ведущих колес, электрогидрораспределитель, переключатель выбора режимов работы раздаточной коробки.

Переключатель имеет три положения:

- «Автоматическое управление ПВМ» (верхнее фиксированное);
- «ПВМ выключен» (среднее фиксированное);
- «ПВМ включен принудительно» (нижнее фиксированное).

В положении переключателя «Автоматическое управление ПВМ» привод ПВМ автоматически включается при пробуксовке задней ведущей оси автомобиля.

В положении переключателя «ПВМ выключен» к электрогидрораспределителю не подается питание, муфта привода ПВМ сообщена со сливом и привод ПВМ выключен.

При установке переключателя в положение «ПВМ включен принудительно» привод ПВМ включен принудительно независимо от буксования задней ведущей оси автомобиля.

Применение модернизированной раздаточной коробки позволит повысить проходимость автомобиля в плохих дорожных условиях, так как будет исключена ошибка водителя позднего включения переднего ведущего моста. Повысятся тормозные качества автомобиля (при торможении автоматически подключается передний мост, что улучшает эффективность торможения), а также снизится средний расход топлива автомобиля и повысить удобство управления в условиях бездорожья.

Список литературы

1. Конструкция тракторов и автомобилей [Текст]: Учеб. пособие для вузов / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский.– СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 288 с.

2. Конструкция тракторов и автомобилей [Текст]: Учебник/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский; под общ. ред. О.И. Поливаева.-Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – 258 с.

3. Поливаев, О.И. Тракторы и автомобили. Конструкция [Текст]: учебное пособие / О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко. – М.: КноРус, 2013. – 252 с.

4. Поливаев, О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства [Текст]: Учебник/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин; под общ. ред. О.И. Поливаева.-Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – 319 с.

5. Поливаев, О.И. Повышение эксплуатационных свойств мобильных энергетических средств за счет совершенствования приводов ведущих колес [Текст]: монография / О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 210 с.

6. Поливаев, О.И. Снижение динамических нагрузок в трансмиссии трактора [Текст]/ О.И. Поливаев, А.В. Панков, Е.М. Попов// Тракторы и сельхозмашины, 2011. – №.3. – С. 43 – 45.

7. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок [Текст]: Учебное пособие для ВУЗов/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 291 с.

УДК 621.382

Ю.В. Буряк, курсант, ВУНЦ ВВС "ВВА"
В.Ю. Чёнгин, преподаватель, ВУНЦ ВВС "ВВА"

РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ

Рассмотрены перспективы применения и особенности расположения заглублённых цилиндрических заземлителей. Представлена конструкция и методика расчёта параметров цилиндрического заземлителя.

Цилиндрические конструкции находят широкое распространение для обеспечения заземления [1]. Для расчёта параметров цилиндрического заземлителя целесообразно исследовать электрическое поле металлической нити длиной 2ℓ, равномерно заряженной с линейной плотностью заряда τ [2,3]. Поскольку электрическое поле нити в однородной среде обладает цилиндрической симметрией [4], достаточно рассмотреть его параметры в одной плоскости, перпендикулярной нити (рис.1). Элементарный потенциал поля в точке M, обусловленный элементарным зарядом отрезка dy_1 нити, равен (рис.1) [1,5]

$$d\varphi_M = \frac{d\tau}{r'} = \frac{\tau}{2\cdot\ell}\cdot\frac{dy_1}{r'} = \frac{\tau}{2\cdot\ell}\cdot\frac{dy_1}{\sqrt{(y-y_1)^2+x^2}}. \qquad (1)$$

Значение полного потенциала может быть получено в результате интегрирования данного выражения

$$\varphi_M = \frac{\tau}{2\cdot\ell}\cdot\int_{-\ell}^{+\ell}\frac{dy_1}{\sqrt{(y-y_1)^2+x^2}} =$$

$$= -\frac{\tau}{2\cdot\ell}\cdot\ln\left[(y-y_1)+\sqrt{(y-y_1)^2+x^2}\right]_{-\ell}^{+\ell} =$$

$$= \frac{\tau}{2\cdot\ell}\cdot ln\frac{y+\ell+r_1}{y-\ell+r_2}. \qquad (2)$$

Здесь символы r_1 и r_2 соответствуют расстояниям от дальнего и ближнего концов нити до точки M. Если сумма $r_1+r_2=const$, то дробь под знаком логарифма в выражении (2) является постоянной величиной [1,6]. В этом случае $\varphi_M = const$, то есть в плоскости x–y линии равного потенциала равномерно заряженной линии представляют собой эллипсы, а эквипотенциальными поверхностями являются эллипсоиды вращения.

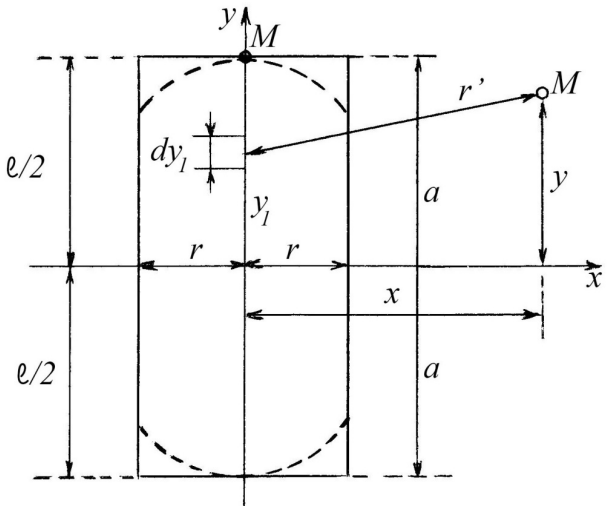


Рис.1. Электростатическое поле равномерно заряженной нити

Перемещая точку *M* на вертикальную ось (рис.1) и вводя обозначения $r_1=y+\ell=a+\ell$ и $r_2=y-\ell=a-\ell$, где a – большая ось эллипсоида вращения, ℓ – фокальное расстояние, с помощью формулы (2) можно рассчитать потенциал поверхности эллипсоида вращения

$$\varphi_0 = \frac{\tau}{2\cdot\ell}\cdot ln\left[\frac{a+\ell+a+\ell}{a-\ell+a-\ell}\right] =$$

$$= \frac{\tau}{2\cdot\ell}\cdot ln\left[\frac{(a+\ell)^2}{b}\right] \cong \frac{\tau}{\ell}\cdot ln\left(\frac{2a}{b}\right), \qquad (3)$$

где $b \ll a$ – малая ось эллипсоида.

Если вписать эллипсоид в воображаемую трубу с бесконечно тонкими стенками, удовлетворяющую условию: длина $L = 2a$, радиус $r = b$, то при $L \gg r$ (рис.1), то потенциал поверхности эллипсоида можно описать выражением

$$\varphi_0 = \frac{\tau}{L/2}\cdot ln\left(\frac{L}{r}\right) = \frac{2\cdot\tau}{L}\cdot ln\left(\frac{L}{r}\right). \qquad (4)$$

В этом случае сопротивление растекания электрического тока в заземлитель описывается выражением

$$R = \frac{\rho}{2\cdot\pi\cdot L}\cdot ln\left(\frac{L}{r}\right) = \rho\cdot c_{\Phi}, \qquad (5)$$

где ρ – удельное сопротивление земли, c_{Φ} – коэффициент формы, учитывающий размеры трубы и способ её размещения в земле.

Если труба длиной *L* забита в землю так, что её верхний край совпадает с поверхностью земли, то сопротивление растекания описывается формулой

$$R_1 = 2\cdot\frac{\rho}{2\cdot\pi\cdot 2\cdot L}\cdot ln\left(\frac{2\cdot L}{r}\right) = \frac{\rho}{2\cdot\pi\cdot L}\cdot ln\left(\frac{2\cdot L}{r}\right). \qquad (6)$$

Деление формулы (6) на выражение (5) даёт

$$\frac{R_1}{R} = 1 + \frac{lg2}{\lg(L)} = 1 + k. \qquad (7)$$

Для трубчатых заземлителей, получивших наиболее широкое распространение k=0,10÷0,15. Поэтому размещение вертикальной трубы у

поверхности земли приводит к увеличению сопротивления растекания по сравнению с трубчатым заземлителем, расположенным в земле на большой глубине, не более, чем на 10÷15% [2,7]. Таким образом, качество заземления практически не зависит от глубины расположения трубы в земле и сопротивление растекания можно рассчитывать с помощью формулы (5) [4,8].

Сопротивление растекания трубчатого заземлителя, расположенного горизонтально, и закопанного частично, например на половину диаметра описывается выражением

$$R_2 = 2 \cdot R_1 = \frac{\rho}{\pi \cdot L} \cdot ln\left(\frac{L}{r}\right). \quad (8)$$

Сопротивление растекания расположенного горизонтально трубчатого заземлителя, на глубине *h* равно

$$R_3 = \frac{\rho}{\pi \cdot L} \cdot ln\left(\frac{L}{r_э}\right), \quad (9)$$

где $r_э = \sqrt{2 \cdot r \cdot h}$ – эквивалентный радиус заземлителя, в несколько раз превышающий радиус реальной трубы.

Сопротивление растекания заземлителя, представляющего собой тонкую пластину шириной *b* в зависимости от способа её размещения в земле может быть рассчитано по формулам (5)÷(9), где эквивалентный радиус связан с шириной пластины соотношением $r = 0{,}25 \cdot b$. Если пластинчатый заземлитель находить в земле на большой глубине распределение потенциала можно рассчитывать с помощью формулы (2).

Если точка *M* находится на оси *Ox*, то

$$y = 0,\ r_1 = r_2 = \sqrt{\frac{L^2}{4} + x^2}, \ell = L/2.$$

Потенциал точки с координатой *x* описывается выражением

$$\varphi_x = \frac{\tau}{L} \cdot ln \frac{\left(\frac{L}{2} + \sqrt{\frac{L^2}{4} + x^2}\right)}{\left(-\frac{L}{2} + \sqrt{\frac{L^2}{4} + x^2}\right)} = \frac{\tau}{L} \cdot ln \frac{\left(\frac{L}{2} + \sqrt{\frac{L^2}{4} + x^2}\right)^2}{x^2} =$$

$$= \frac{2 \cdot \tau}{L} \cdot ln \frac{\left(\frac{L}{2} + \sqrt{\frac{L^2}{4} + x^2}\right)}{x}. \quad (10)$$

Выражая τ из уравнения (4) через потенциал φ_0, соотношение (10) потенциала φ_x можно преобразовать к виду

$$\varphi_x = \frac{\varphi_0}{ln\left(\frac{L}{r}\right)} \cdot ln \frac{\left(\frac{L}{2} + \sqrt{\frac{L^2}{4} + x^2}\right)}{x}. \quad (11)$$

Если $x \to \infty$, то $\varphi_x \to 0$. В случае $x \to r$ при условии $L \gg r$ потенциал $\varphi_x = \varphi_0$. Если труба расположена у поверхности земли, распределение потенциала в произвольном направлении на поверхности земли можно рассчитывать с помощью уравнения (11), выполнив замену L на $2 \cdot L$.

Список литературы

1. Физические основы электроники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014 г. – 186 С.

2. Ларионов А.Н., Воищев В.С., Ларионова Н.Н., Ефремов А.И. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2017. – 260 С.

3. Физика. Учебное пособие. Часть I. [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2019 г. – 103 С.

4. Мельников Г.А., Вервейко В.Н., Ларионов А.Н. Моделирование димерных образований в конденсированных средах [текст] / Г.А. Мельников, В.Н. Вервейко, А.Н. Ларионов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика, Математика. – 2012 г. – №1. – С.42–51.

5. Физика. Учебное пособие [текст] / В.С. Воищев [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014. – 333 С.

6. Influence of pressure and temperature on the parameters of liquid-crystalline working fluids of technical devices. [текст] / A.N. Larionov [et all.] // IOP Conference series: Materials science and engineering. Irkutsk National Research Technical University. 2019. – С.12032.

7. Ларионов А.Н., Чернышёв В.В., Ларионова Н.Н. Погрешности измерения физических величин. Учебное пособие для вузов. [текст] / А.Н. Ларионов, В.В. Чернышёв, Н.Н. Ларионова // Воронежский государственный университет. Воронеж. – 2009 г. – 48 С.

8. Физические основы электроники и электротехники /А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2015. – 433 С.

УДК 631.333.5

В.В. Жемчужников, магистр
В.А. Следченко, к.т.н., доцент

АНАЛИЗ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕЙ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В данной статье приведен обзор рабочих органов машин, применяемых для распределения твердых минеральных удобрений по поверхности поля. Указаны их преимущества и основные недостатки.

Внесение минеральных удобрений - это одно из самых важных условий при выращивании качественного урожая. Большое количество полезных микро и макроэлементов улучшают рост урожая. В настоящее время, на современном рынке минеральные удобрения представлены в большом количестве. Для работы с ними используются различные виды специализированной техники. Чтобы добиться хороших урожаев, у каждого агрария на вооружении должен быть разбрасыватель минеральных удобрений.

Разбрасыватель минеральных удобрений представляет собой дополнительное сельскохозяйственное оборудование, с помощью которого значительно ускоряется процесс внесения минеральных удобрений или непосредственный посев семян. Благодаря разбрасывателям все минеральные удобрения вносятся в нужной дозировке. Использование техники данного типа позволяет сократить расходы на приобретение минеральных удобрений [1-2].

В настоящее время, рынок сельскохозяйственной техники богат, в том числе и на разбрасыватели минеральных удобрений. Каждый производитель старается сделать свою машину привлекательной, надежной и производительной, чтобы ее купили. Так как на рынке представлено большое количество машин, и зачастую они очень похожи друг с другом, то разработчикам приходится дорабатывать конкретные узлы и детали, чтобы добиться высоких показателей, а именно рабочие органы, в нашем случаи – это диски и лопатки. К примеру, компания Kverneland предлагает свою линейку разбрасывателей Exacta, на которых установлены большие восьмилопастные диски для разбрасывания от 9 до 45 метров (рис. 1) и применена разбрасывающая система CentreFlow (рис. 2). Данная конструкция восьмилопастного диска, как утверждает производитель, позволяет добиться наилучшего распределения рабочего материала по всей ширине разбрасывания, что не мало важно при работе на высоких скоростях. Принцип работы разбрасывающей системы CentreFlow заключается в том, что в центральном барабане за счет плавного ускорения и центробежной силы частицы удобрения разгоняются до скорости диска прежде чем они попадают на лопатки. Следовательно, в данном процессе уменьшается количество ударов частиц материала о лопатки дисков и снижается вероятность дробления частиц, что тоже не маловажно [3-4].

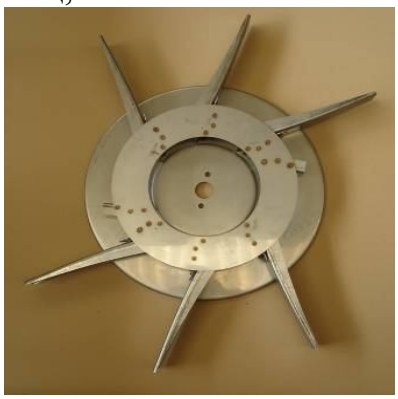


Рисунок 1. Рабочий диск Kverneland Exacta

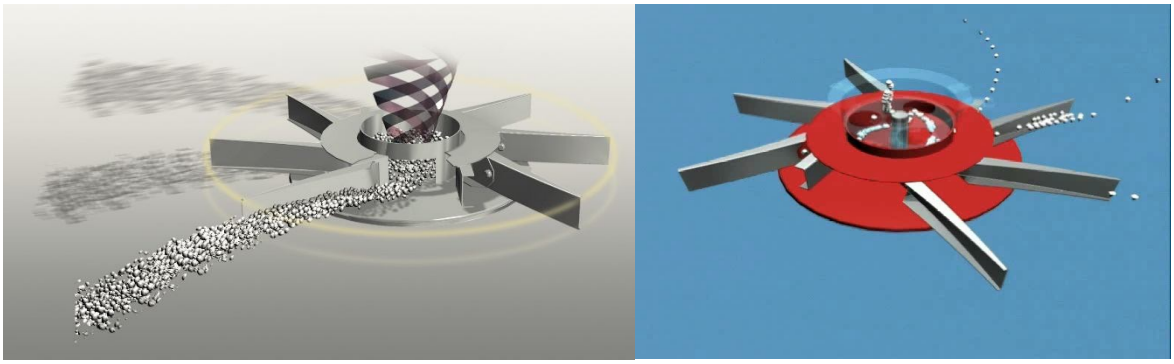


Рисунок 2. Разбрасывающая система CentreFlow

Еще один яркий представитель данной техники – это немецкая компания Amazone. К характерным особенностям можно отнести двойной воронкообразный бункер, а также сам распределительный механизм в виде двух дисков, на каждом из которых установлено по две лопатки (рис. 3). Данные лопатки имеют разную длину. Короткая лопатка распределяет удобрения в основном по центру рассева, в то время как длинная лопатка – в основном по краям полосы.

На каждом распределяющем диске расположены две различающиеся, характерные шкалы положения распределяющих лопаток, что позволяет более точно настроить необходимую ширину захвата агрегата [5].



Рисунок 3. Лопатки разбрасывателя минеральных удобрений Amazone

Разбрасыватели минеральных удобрений BOGBALLE. Ключевой особенностью данного производителя является метод разбрасывания удобрений, при котором разбрасывающие диски вращаются навстречу друг другу (система Trend). При этом как левый, так и правый диск разбрасывает удобрения на 180º полукругом, работая с полным взаимным перекрытием. Разбрасывание происходит от колеи до колеи, таким образом создавая 4-кратное перекрытие (рис. 4), благодаря чему коэффициент неравномерности разбрасывания (КНР) стремится к нулю (КНР - процентное отклонение разбрасываемого количества удобрений от среднего значения). Такая система принципиально отличается от систем других производителей разбрасывателей и существенно превосходит их по точности внесения.

Рабочие органы немного схожи с Amazone, так установлено по две лопатки на каждом диске [6-7].

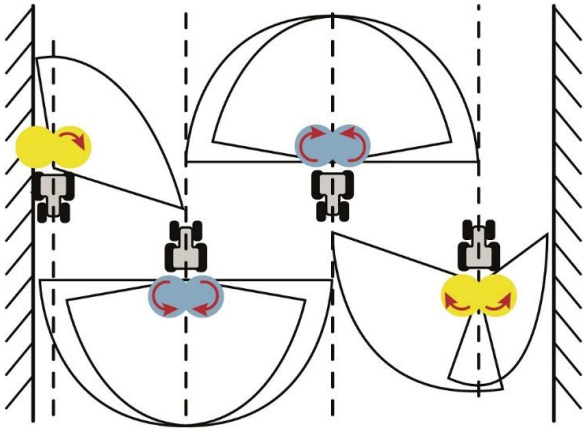


Рисунок 4. Четырехкратное перекрытие секторов рассева при работе разбрасывателя BOGBALLE

Единого мнения какой распределяющий рабочий орган лучше и может обеспечить более качественное распределение материала по полю так и нет. Системы, предназначенные для предварительного разгона частиц удобрений, по большей части показывают хорошие результаты, но в силу взаимодействия частиц при движении потока материала их ударное взаимодействие с лопатками диска все же возникает, особенно при больших подачах. И нередко встречается такое явление, при котором лопатка рабочего органа встречает ударную нагрузку в виде комка удобрений, который по своим физико-механическим свойствам не смог разогнаться перед контактом с лопаткой, что приводит к преждевременному выходу из строя рабочих органов. Поэтому дальнейшее исследование процесса распределения материала и поиск новых конструкций распределяющих органов, является актуальным направлением.

Список литературы

1. Обоснование рациональных технологий основного внесения минеральных удобрений и параметров разбрасывателей для их осуществления / Дьячков А.П., Бровченко А.Д., Козлов В.Г., Колесников Н.П. // В сборнике: Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I. 2019. С. 149-160.

2. Колесников, Н.П. Обзор и анализ основных технологических схем транспортно-распределительного процесса внесения удобрений и мелиорантов (на примере дефеката) / Н.П. Колесников, Д.Е. Колесник, В.Н. Колесников // В сборнике: Агропромышленный комплекс на рубеже веков Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию агроинженерного факультета. 2015. С. 228-234.

3. Официальный сайт компании Квернеланд [сайт] – URL: https://ru.kvernelandgroup.com/
4. Информационный портал [сайт] [Электронный ресурс] – URL: https://www.kvgportal.com/publicquest/
5. Компания Amazone [сайт] [Электронный ресурс] – URL: http://www.amazone.ru/
6. Российский агропромышленный сервер: [сайт] [Электронный ресурс] – URL: http://www.agroserver.ru
7. Фермер: [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fermer.ru.

УДК 669.713.7

Д. С. Косачев, студент
А.А. Заболотная, старший преподаватель

ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ

В статье рассмотрены факторы, влияющие на эффективность оборудования для гидроабразивной резки металлов, способ и примеры применения, а также ее преимущества технологии в сравнении другими способами обработки металлов.

Гидроабразивная резка металлов является одним из самых распространенных видов обработки изделий из металла. При такой обработке металла, для воздействия на структурную целостность материала используется обычная вода, которая благодаря высокому давлению выталкивается из установки. При помощи этого металлические изделия разрезаются быстрее, чем масло разрезается ножом. Не редко воду смешивают с абразивными материалами для улучшения скорости резки при обработке более твердых сплавов.

Еще с давних времен люди замечали, что вода при длительном воздействии и определенной скорости падения способна придать предмету форму, отличающуюся от исходной («Вода камень точит»). Например, галька вдоль рек или морей когда-то была обычными шероховатыми камнями, но спустя время она стала гладкой под воздействием постоянных ударов волн. Со временем люди смогли использовать это свойство воды в промышленности с помощью увеличения давления воды и контроля ее направления. Для этого в начале 1970-х годов Олдсен разработал схему первого мультипликаторного насоса, которой в дальнейшем использовался и используется по сей день для создания оборудования для гидроабразивной резки материалов. Использование подобного оборудования позволяет с легкостью вырезать любые формы из титановых или высоколегированных жаропрочных сталей и их заготовок, не упоминая уже о резине, железобетоне и широко распространенных металлах, а также природных камнях. [1]

Резка материала с помощь воды или гидроабразивной смеси в основе своей, как отдельного направления в обработке металлов, содержит разделение металлов с помощью струи воды, в которую при необходимости может добавляться определенное количество абразива для лучшего отрыва частиц металла. Особым отличие этого направления в резке металлов является получение хорошей структуры реза. Результат гидроабразивного резания металла зависит от нескольких факторов:

- Уровень давления
- Допустимый расход воды
- Скорость струи
- Наличие абразивного вещества

Весь процесс заключается в сжатии гидроабразивной смеси\воды до давления в 4 000 атм. и его дальнейшем пропуске через узкое сопло, диаметром в 1 мм. При таких условиях скорость воды\смеси на выходе будет превышать скорость звука более чем в 4 раза и резка даже толстого металла (10 см) будет не менее эффективной, чем резка тонкого листа. Важно, что малом диаметре сопла, размер абразивы для смеси не должен превышать 30% от диаметра сопла в 1 мм. При таком балансе гарантируется эффективная и стабильная работа гидроабразивных установок.

Использование гидроабразивного способа резки можно найти во разных сферах деятельности, но если рассматривать только резку металлов, то такой способ резки используется для обработки следующих видов:

Цветные\черные металлы и их сплавы

Железобетон

Композиционные материалы и легированные стали

Но в некоторых случаях гидроабразивная обработка используется для кожи, стекла или камня. Полезными свойствами подобной резки является как отсутствие ограничений по мощности, так же и отсутствие проблем при работе с отражающими материалами (те же цветные металлы вроде алюминия и латуни). А благодаря отсутствию повышения температура этот метод резки можно использовать даже для обработки пластмассовых или резиновых изделий. Порой при замене материала необходимо лишь отрегулировать давление воды для большей экономической выгоды. Применение гидроабразивной установки обходится дешевле, чем покупка установки для лазерной обработки при сохранении эффективности и увеличении количества сфер применения.

Если сравнивать гидроабразивный метод резки с электроискровым методом и лазерным способами резками, то в отличии от первого отсутствуют ограничения по применению, например электропроводность материала, при той же точности резки, а в отличии от второго при резке металла с помощью гидроабразивной смеси не происходит деформации из-за температуры поверхности подверженной воздействию, как в случаи с лазером, а так же отсутствуют ограничения в области толщины разрезаемого материала. [2]

Если рассматривать данный процесс схематично, то он будет выглядеть следующим образом:

При помощи упомянутого ранее мультипликаторного насоса вода\смесь накапливается и подается на металл. При этом зависимость между давлением, под которым подается вода\смесь и толщиной и прочностью металла, который подвергается обработке. Вода подается из централизованной системы водоснабжения с помощью шлангов.

Регулировка состава смеси, подаваемого на металл, как сказано ранее, так же зависит от его толщины. Например, если необходимо использовать твердый и вязкий метал, то при обработке обычно используется наполнитель трехфазного характера, а если металл обладает меньшей прочностью, то чаще всего используется двухфазный наполнитель, состоящий преимущественно из абразива и воды

Регулировка сопла для подачи смеси так же зависит от толщины металла, т.е. с ее увеличением (толщины металла), уменьшается диаметр сопла (максимальная мощность оборудования достигается при уменьшении сопла до 1 мм). Но здесь важно учитывать и прочность сопла для определенной мощности, ибо при большом давлении оно также может подвергнуться нежелательной резке. Изготавливают сопло для гидроабразивных установок преимущественно из высоколегированной стали

Смеситель. Одним из важнейших факторов при подготовке и во время самой резки является процесс смешивания абразива и воды. В данном случае смешивание происходит, непосредственно, в смесителе, который является одной из важнейших частей систем подобного типа. Именно от качества смешивания зависят такие показатели как толщина реза и вероятность появления сколов при работе установки

Автоматизация процесса. Обязательным условием при резке является возникновение конусности, которая прямо пропорциональна скорости работы установки. Однако применение автоматики при современном прогрессе запросто компенсирует этот недостаток. Сегодня компьютер может самостоятельно распознавать степень прочности металла и выбирать оптимальный набор действий из загруженных алгоритмов для изменения угла наклона сопла.

Подготовка воды. Для сохранения большего количества ресурса в целях экономии средств на ремонте установки использует воду повышенного уровня чистоты, т.е. перед подачей потока воды на установку, ее предварительно очищают и доводят до требуемых параметров, а уже после этого используют при работе. [3]

Можно найти большое количество способов для применения установок с подобным способом обработки и вот некоторые из них:

Станок с гидроабразивным способом резки способен проводить операции с изменением угла резки, что позволяет исключить необходимость дальнейшей обработки детали.

Автоматизацию подобных станков позволяет переводить работу в абсолютно автономный режим. Благодаря автоматике, участие человека и,

главное, вероятности наличия человеческой ошибки стремится к минимуму. Происходит это благодаря внедрению определенной программа, которая потом и устанавливает порядок действий в зависимости от поставленной задачи и имеющихся условий, а из-за уменьшение человеческой ошибки, получаются детали высочайшей точности обработки.

Добавление автоматики так же позволяет использовать подобную аппаратуру для резки изделий сложной формы, которые в свою очередь, могут относиться как к предметам интерьера или замысловатым украшениям. В данной ситуации от качества оборудования и установленного на него программного обеспечения зависит гораздо больше, чем от квалификации и профессиональной подготовки работника.

Несмотря на одно назначение станки для гидроабразивной резки могут работать как в ручном режиме, так и снабжаться программой.

Станки с ЧПУ обладают рядом положительных отличий по сравнению с оборудованием для ручной обработки:

Автономность. Благодаря внедрению программного обеспечения, которое подбирается отдельно для каждого металла, станок может производить обработку без участия работника. Это происходит из-за того, что автоматика сама рассчитывает необходимые параметры для достижения максимальной производительности и качества

Деталь, полученная на станке с ручной обработкой, из-за неправильного подбора струи может содержать незначительные внешние дефекты вроде шероховатости, которые устраняются встроенной программой в автоматическом режиме

Разнообразный выбор комплектации. Из-за цены на компьютерное обеспечение подобного станка производитель добавляет в комплектацию станка не только оборудование для резки, но оборудование для других операций, к примеру станок для гидроабразивной резки может снабжаться оборудованием для сверления отверстий различного диаметра.

Для управления станками с абразивной резкой в ручном режиме не нужно заканчивать космическую академию или тратить несколько лет на их изучение, все необходимые знания можно получить за короткий промежуток времени за счет простоты рабочей установки. Это достигается с помощью простого управления и наличием минимального количества набора функций, обусловленных проведением операций только простой геометрии. [4]

Преимущества гидроабразивного способа резки металлов:

- Отсутствие нагрева металла. Тепло образующееся при трении компенсируется водой и, как следствие, отсутствую дефекты и дополнительные операции в их устранении связанные с перегревом металла.
- Многофункциональность. Станки для гидроабразивной резки могут выполнять детали как простой, так и сложной формы. К тому же на таких станках можно изготавливать профиль сложной формы.
- Качество. Деталь, полученная таким способом обработки, не имеет или имеет незначительные дефекты (особенно при автоматической

резке) и, как следствие, в дальнейшем нет необходимости исправлять или доделывать деталь до подходящего качества.

- Технологичность. Именно из-за особенностей такого способа резки станки отличаются особой технологичностью, ибо станки, управляемые в ручном режиме, могут использоваться даже для обработки металлов под водой.
- Экономичность. Если сравнивать количество затрачиваемых ресурсов при обработке гидроабразивным способом по сравнению с другими способами резки, то резка водой и абразивом дает самые низкие показатели по затратам ресурсов.
- Безопасность. Из-за отсутствия нагревания при работе такой способ резки можно применять даже в местах с повышенной взрывоопасностью не боясь последствий.

Универсальность. Станки для гидроабразивной резки могут снабжаться не только оборудованием для резки, но и оборудованием для других операций.

Недостатки:

- При подобной резке металлов существует небольшая вероятность появления конусности.
- Эффективность и качество резки не вызывают вопросов, но одинаковая скорость обработки толстых и тонких металлов является небольшим минусом экономичности и производительности при использования подобного оборудования.
- Последним по значению минусом в списке обозначается цена установки. Немногие предприятие могут себе позволить установки за 50 000 – 150 000 евро в зависимости от автоматизации, даже несмотря на малый расход смеси, примерно 15 центов. [5]

Список литературы

1. Тихомиров, Р.А. Резание струями жидкости высокого давления. / Р.А. Тихомиров, В.И. Николаев. -JL: Машиностроение, 1975. – 221 с.
2. Потапов, В.А. Струйная обработка: состояние и перспективы развития в Европе и мире / В.А. Потапов // Вестник машиностроения. -1996. №1. - 13 с.
3. Шумилин, Б.А. Резание водой: от искусства к технологии / Б.А. Шумилин //Изобретатель и рационализатор. 1996. № 12. – 66 с.
4. Блокнот технолога. Резка абразивной струей // Изобретатель и рационализатор. 1999. № 3. - 39 с.
5. Кремень, З.И. Гидророабразивная обработка- новый способ обработки / З.И. Кремень, М.Д. Масарский // Вестник машиностроителя. — 1977. №8. – 77 с.
6. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие

для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.

7. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

8. Козлов В.Г. Современные методы обработки металлов. Электроэрозионная обработка / В.Г. Козлов, В.С. Волков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 180-184.

9. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

10. Козлов, В.Г. Инновационный способ физико-технической обработки / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 27-31.

11. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

12. Солдатов, Ю.И. Электроконтактная обработка / Ю.И. Солдатов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 189-192.

13. Сидоренков, В.Л. Использование электроэрозионной обработки металлов для нужд сельского хозяйства / В.Л. Сидоренков, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 377-378.

14. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

15. Щеглов В.С. Технология электроэрозионной обработки металлов / В.С. Щеглов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 248-253.

16. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.

17. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 621.437.24

А.Р. Глушанков, студент
А.Н. Кузнецов, к.т.н., доцент

ПРИНЦИП РАБОТЫ И РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЯ ВАНКЕЛЯ

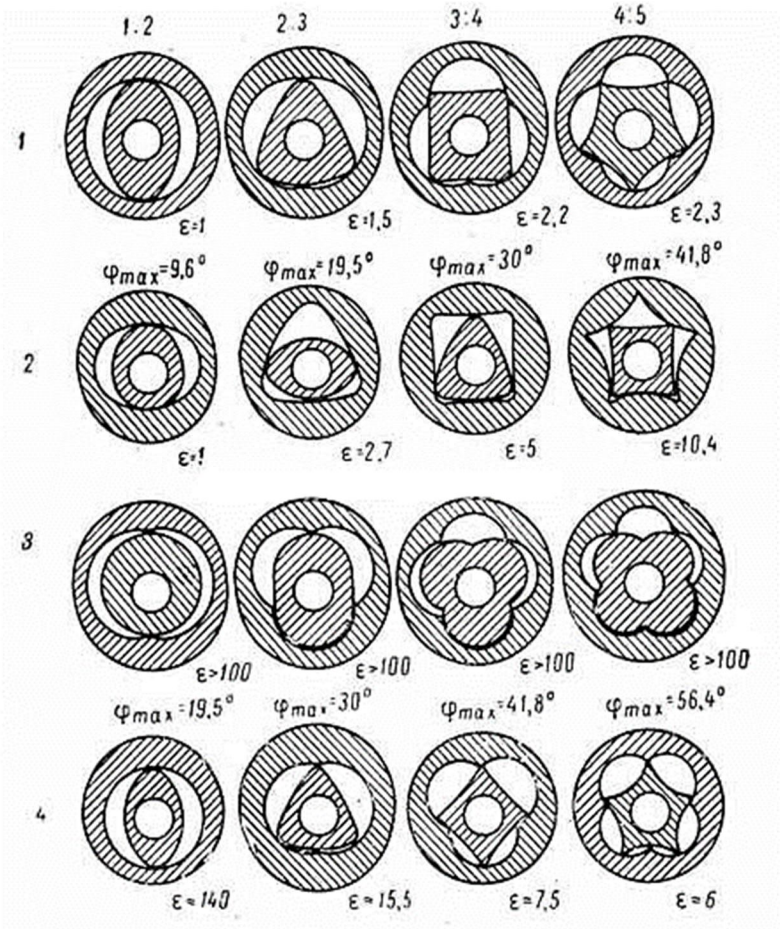
В данной описана история создания, устройство и принцип работы роторно-поршневых двигателей Ванкеля, а также приведены схемы их конструкции. Кроме этого в статье подробно рассмотрены основные преимущества и недостатки данных двигателей в сравнении со стандартными двигателями.

В настоящее время, единственной разновидностью роторного двигателя, выпускаемого в массовом производстве, является двигатель Ванкеля. Данный двигатель оснащен наиболее простой системой главного рабочего элемента, совершающего круговые движения планетарного типа. Однако система имеет свои серьезные недостатки в создании рабочих процессов. [5].

История создания данного рода двигателей берёт начало в 1943 году, когда конструктор Майлар подал патент на создание двигателя с планетарным вращательным движением (Рисунок 1). Предложение на разработку двигателя с данным видом конструкции поступило от Вальтера Фреде – главного инженера немецкой автомобильной компании NSU Motorenwerke. Двигатель имел серьезный недостаток в уплотнительной системе, находящейся на соединении между соседними гранями ребер, в которых происходит вращательное движение треугольного ротора и стенками самого корпуса.

Для решения данной проблемы был приглашен в качестве инженера по уплотнительным системам Роберт Ванкель. В 1957 году был сконструирован прототип роторного двигателя в лаборатории компании NSU. Двигатель был оснащен вращающимся корпусом вокруг неподвижного ротора треугольной формы с рабочей камерой сгорания в виде специальной капсулы. Данный тип двигателя имел аббревиатуру «DKM» и был вскоре заменен на двигатель с более упрощенной конструкцией – «KKM». Различие этих двух видов конструкции заключалось в том, что в двигателе типа «KKM» рабочая камера была неподвижной в самом корпусе, в котором вращался ротор. В ноябре 1959 года компания официально заявила о создании роторного двигателя.

После небольшого промежутка времени порядка 100 фирм со всей страны приобрели на данную разработку и 34 из них оказались японскими.



1 – гипотрохоидные с внешними огибающими; 2 – гипотрохоидные с внутренними огибающими; 3 – эпитрохоидные с внешними огибающими; 4 – эпитрохоидные с внутренними огибающими.

Рисунок 1 - Схемы циклоидальных двигателей.

В конечном итоге двигатель (Рисунок 2) оказался достаточно мощным и малогабаритным. В ходе продаж роторных двигателей в Европе и их дальнейшей эксплуатации статистика показала, что двигатель обладает весьма малым ресурсом и высоким расходом топлива, сопровождающимся токсичным выхлопным дымом. Это повлекло за собой прекращение разработки методов усовершенствования двигателя Ванкеля из-за нефтяного кризиса в 1973 году.

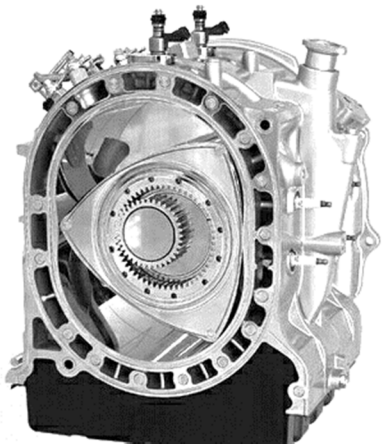


Рисунок 2 – Внешний вид внутренних элементов роторного двигателя

В настоящее время компания Mazda является единственным автоконцерном, который ведет серийное производство роторных двигателей Ванкеля на спортивное купе Mazda RX-8 (Рисунок 3). Автомобиль оснащается двигателем фирмы «RENESIS» с двумя роторными секциями общим объемом 1,3 литра мощностью 200-250 л.с. в зависимости от модификации двигателя [2, 3].



Рисунок 3 - Mazda RX-8 с роторным двухсекционным двигателем «NEMEZIS»

Как и у всех автомобильных моторов, двигатель Ванкеля также имеет ряд «плюсов» и «минусов» в своей конструкции. [1,6]

Перечислим основные преимущества:

1. Двигатель Ванкеля обладает гораздо меньшей массой деталей и амплитудой их неуравновешенных движений по сравнению с поршневыми ДВС.

2. Удельная мощность роторного двигателя в два раза превышает удельную мощность поршневых двигателей. Это обусловливается вращательными движения деталей роторного двигателя, когда в поршневых ДВС осуществляется возвратно-поступательные движения.

3. В двигателях Ванкеля отсутствует кривошипно-шатунный механизм, что значительно упрощает конструкцию.

4. В них меньше на 35-40% количества деталей (Рисунок 4).

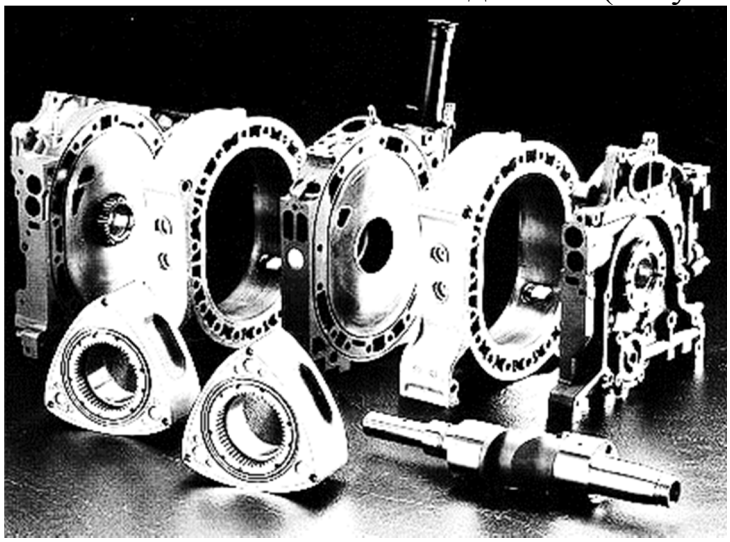
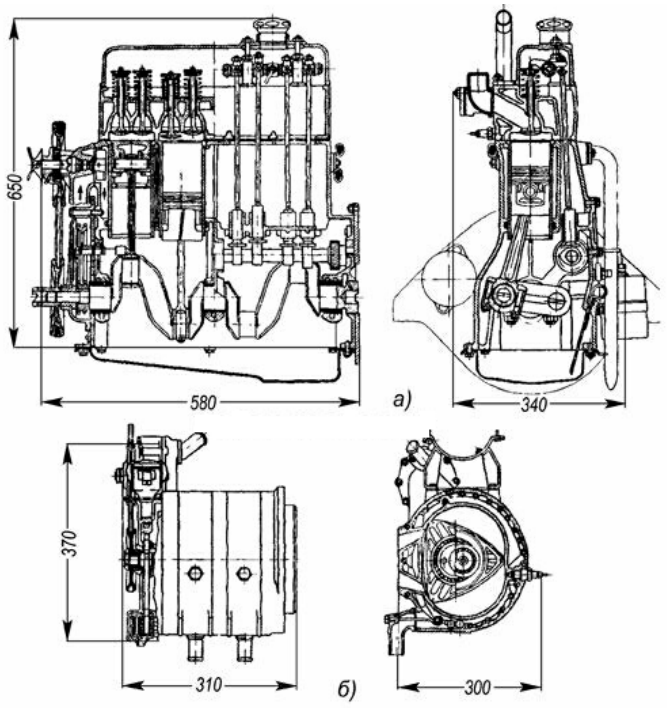


Рисунок 4 - Роторно - поршневой двигатель Ванкеля в разобранном виде.

5. Роторный двигатель в два раза меньше поршневых двигателей по габаритам (Рисунок 5).



а) четырехтактного 4-х цилиндрового поршневого двигателя;
б) двухсекционного роторного двигателя.
Рисунок 5 - Сравнительные габариты двигателей

Кроме достоинств роторные двигатели также обладают и рядом недостатков, в сравнении со стандартными конструкциями ДВС:

1. Из-за малой длины рабочего хода ротора треугольного типа, двигатель Ванкеля имеет ухудшенную топливную эффективность в сравнении с поршневыми двигателями внутреннего сгорания. Это объясняется тем, что в рабочей камере продукты сгорания не успевают передать все давление на ротор из-за раннего открытия выпускного окна. Поэтому температура выхлопных газов оказывается значительно высокой.

2. За счет сложной формы камеры сгорания, стенки корпуса и ротора имеют тесный контакт с газами, что приводит к снижению КПД двигателя, повышает его температуру и ухудшает процесс смесеобразования.

3. Центр масс ротора планетарного типа осуществляет постоянное вращение вокруг центра масс корпуса и его радиус имеет величину плеча эксцентрика вала мотора. Из этого следует, что в корпусе двигателя будут постоянно присутствовать вибрации за счет возникающего вектора силы при вращении, который соизмерим с силой, создаваемой на самом роторе.

4. Из-за тесного контакта между стенками рабочей камеры сгорания и уплотнением ребра ротора двигателя, велика вероятность пробоя газов из одной рабочей полости в другую, а также есть риск прорыва газов через посадочные седла свечей двигателя в момент прохождения ребра ротора.

5. Поскольку на углы треугольного ротора оказывается сильная радиальная нагрузка, это ведет к ускоренному их износу.

6. Имеются повышенные требования к точности изготовления деталей из-за сложной формы ротора в виде треугольника, производство двигателей

Ванкеля становится дорогостоящим и сложным. Для этого применяют станки с высокой точностью изготовления деталей сложных форм и объемов рабочей камеры с криволинейной поверхностью. [6]

Исходя из вышеизложенных фактов, можно сказать, что двигатель Ванкеля имеет настолько серьезные недостатки своей конструкции, что ему не удалось заменить поршневые двигатели внутреннего сгорания. Однако, проблемы кривошипно-шатунных двигателей внутреннего сгорания наиболее серьезные и многочисленные. Это позволило бы роторно-поршневым двигателям быть как дееспособный вид продукции с коммерческой точки зрения. [1,4]

Список литературы

1. Роторно-поршневой двигатель // Большая советская энциклопедия
2. Автомобильные двигатели // М.Г. Шатров
3. Автомобили. Теория и конструкция автомобиля и двигателя // В.К. Вахламов, А. Юрчевский, М.Г. Шатров
4. Двигатели внутреннего сгорания // И.В. Алексеев, А. Павлов, М.Г. Шатров, В.Н. Луканин
5. Роторно-поршневой двигатель, X-MOTORS PRESS 2006 г.
6. Книга: Автомобильные роторно-поршневые двигатели. Ханин Н.С., Чистозвонов С.Б. М.: МАШГИЗ . 2003г.

УДК 539.3:624.07

А.Р. Глушанков, студент
Д.Н. Задорожний, студент
С.Ю. Зобов, к.т.н., доцент

РАСЧЁТЫ ПРИ ВНЕЦЕНТРЕННОМ РАСТЯЖЕНИИ (СЖАТИИ)

Описана методика расчета внецентренного растяжения (сжатия), а также приведены расчеты на прочность и определения размера скобы струбцины в качестве примера.

Внецентренное растяжение (сжатие) – вид нагрузки, в котором брус находится под воздействием сил растяжения, которые являются параллельными оси бруса и не имеют возможности прохождения через центр тяжести сечения бруса. За точку полюса силы возьмем точку P (рис.1) воздействия силы при внецентренном растяжении (сжатии). Расстояние, взятое между продольной осью стержня O_x и полюсом P, называется эксцентриситетом.

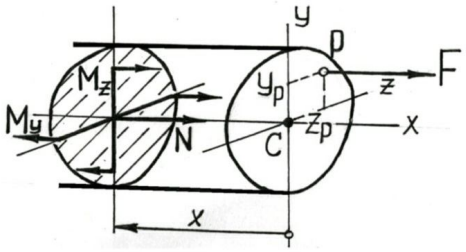


Рисунок 6. Схема внецентренного растяжения (сжатия) стержня в точке Р с координатами $\boldsymbol{y_p}$ и $\boldsymbol{z_p}$.

Определение внутренних напряжений при внецентренном растяжении (сжатии)

В качестве примера возьмем стержень, растягивающийся в некоторой точке P с координатами y_p и z_p. Применим метод сквозного разреза, составим уравнения равновесия:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N = F$$
$$\sum M_y = 0 \Rightarrow M_y = F \cdot z_p$$
$$\sum M_z = 0 \Rightarrow M_z = F \cdot y_p$$

Поскольку в сечении стержня действует всего лишь три усилия, а именно два изгибающих момента и осевое напряжение, то можно сделать вывод о том, что внецентренное растяжение или сжатие может представлять совокупность данных изгибающих моментов и самого растяжения в плоскостях, параллельных между собой. Далее необходимо вычислить напряжения каждого из обычных типов сопротивления в одном сложном и использовать метод суперпозиции, выполнив суммирование найденных напряжений. Это позволит найти нормальные напряжения в произвольной точке $K(y, z)$:

а) нормальные напряжения в момент центрального растяжения

$$\sigma' = \frac{N}{A} = \frac{F}{A}$$

б) нормальные напряжения в момент изгиба .

$$\sigma'' = \frac{M_z \cdot y}{J_z} = \frac{F \cdot y_p \cdot y}{J_z}$$
$$\sigma''' = \frac{M_z \cdot z}{J_y} = \frac{F \cdot z_p \cdot z}{J_y}.$$

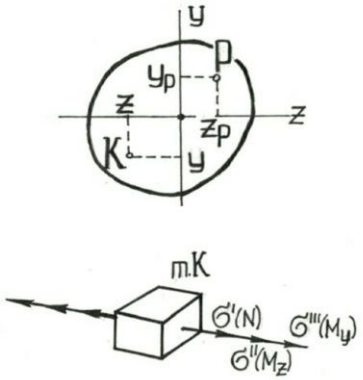


Рисунок 7. Схема определения внутренних усилий и напряжений стержня при внецентренном растяжении (сжатии).

После процесса суммирования вычислим напряжения при внецентренном растяжении (сжатии):

$$\sigma = \sigma' + \sigma'' + \sigma''' = \frac{N}{A} + \frac{M_z \cdot y}{J_z} + \frac{M_z \cdot z}{J_y} =$$

$$= \frac{F}{A} + \frac{F \cdot y_p \cdot y}{J_z} + \frac{F \cdot z_p \cdot z}{J_y} = \frac{F}{A}\left(1 + \frac{A \cdot y_p \cdot y}{J_z} + \frac{A \cdot z_p \cdot z}{J_y}\right)$$

Исходя из того, что радиус инерции сечения стержня $i = \sqrt{J/A}$, запишем

$$\sigma = \frac{F}{A}\left(1 + \frac{y_p \cdot y}{i_z^2} + \frac{z_p \cdot z}{i_y^2}\right) \quad (1)$$

Также следует применять правило знаков перед использованием формулы (1): сила растяжения F имеет знак «плюс», сжатие обладает знаком «минус», и координаты точек $P(y_p, z_p)$, $K(y, z)$ тоже имеют свои знаки.

Определение местонахождения нейтральной оси и величины максимальных напряжений

Поскольку нормальные напряжения нейтральной оси равны нулю (σ=0), возможно получить его уравнение:

$$\sigma = \frac{F}{A}\left(1 + \frac{y_p \cdot y}{i_z^2} + \frac{z_p \cdot z}{i_y^2}\right) = 0 \Rightarrow \frac{y_p \cdot y}{i_z^2} + \frac{z_p \cdot z}{i_y^2} = -1$$

$$\frac{y}{\left(\frac{i_z^2}{y_p}\right)} + \frac{z}{\left(\frac{i_y^2}{z_p}\right)} = 1 \Rightarrow \frac{y}{y_\text{Н}} + \frac{z}{z_\text{Н}} = 1. \quad (2)$$

Данное выражение (2) является уравнением прямой для отрезков $y_\text{Н}$ и $z_\text{Н}$, где

$$y_\text{Н} = -\frac{i_z^2}{y_p},\ z_\text{Н} = -\frac{i_y^2}{z_p} \quad (3)$$

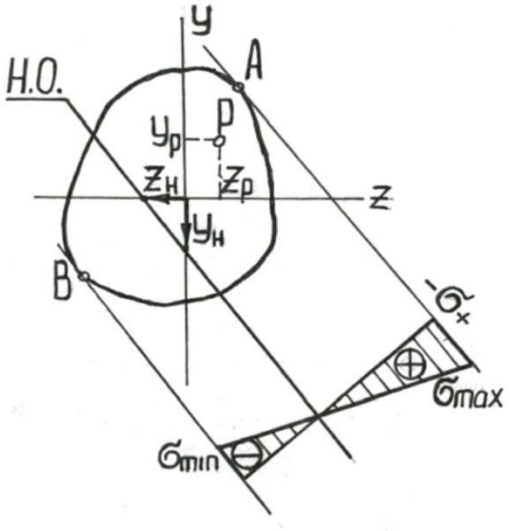


Рисунок 8. Схема определения нейтральной оси стержня

Исходя из полученных выражений, можно сделать заключение, что не существует зависимости между положением нейтральной оси и величиной силы *F*, нейтральная ось находится относительно центра тяжести и некоторая фиксированная точка позволяет осуществить поворот нейтральной оси во время движения вдоль прямой.

Точки сечения, находящиеся на большом расстоянии от нейтральной оси образовывают экстремальные нормальные напряжения

$$\sigma_{extr} = \frac{F}{A} \cdot \left(1 + \frac{y_p \cdot y_{уд}}{i_z^2} + \frac{z_p \cdot z_{уд}}{i_y^2}\right). \quad (4)$$

Получим величину сжимающих и растягивающих напряжений по формуле (4) за счет деления сечения нейтральной осью на сжатую и растянутую часть. Но при этом важно соблюдать традиционные правила знаков.

Условие прочности можно представить в более упрощенном виде в случае если в точках сечения действуют лишь нормальные напряжения:

$$|\sigma|_{max} = \left|\frac{F}{A} \cdot \left(1 + \frac{y_p \cdot y_{max}}{i_z^2} + \frac{z_p \cdot z_{max}}{i_y^2}\right)\right| \leq [\sigma].$$

Пример. Выполнить расчет на прочность и на его основе найти размер h скобы струбцины.

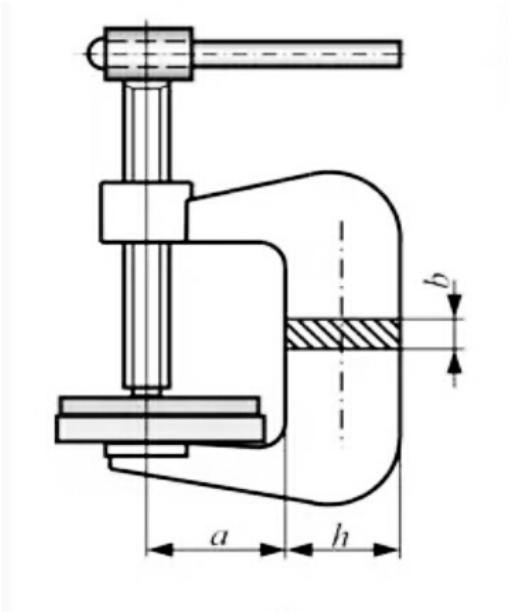


Рисунок 4. Схема скобы струбцины

Решение.

Условие прочности в момент внецентренного растяжения фигуры плоского типа

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W} \leq [\sigma],$$

где $A = b \cdot h$; $W = b \cdot h^2/6$; $M = F(a + h/2)$.

Условие прочности:

$$\sigma = \frac{F}{bh} + \frac{F(a + h/2)6}{bh^2};$$

$$\sigma = \frac{F}{bh} + \frac{6Fa}{bh^2} + \frac{3Fh}{bh^2} \le [\sigma];$$
$$\frac{F}{h^2}\left(\frac{h}{b} + 6\frac{a}{b} + 3\frac{h}{b}\right) \le [\sigma];$$
$$\frac{F}{h^2}\left(4\frac{h}{b} + 6\frac{a}{b}\right) \le [\sigma].$$

Необходимый размер скобы: $h \ge \sqrt{\frac{F}{[\sigma]}\left(4\frac{h}{b} + 6\frac{a}{b}\right)}$.

Размер h находится в двух частях данного неравенства. Таким образом, полученное выражение является трансцендентным уравнением. Применяем метод последовательных приближений. В первом случае ставим h в скобки под корень, равный нулю: $h_0 = 0$.

В таком случае

$$h_1 = \sqrt{\frac{F}{[\sigma]}\left(4\frac{0}{b} + 6\frac{a}{b}\right)} = \sqrt{\frac{16000}{90}\left(0 + 6\frac{90}{16}\right)} = 77{,}46 \text{ мм};$$

$$h_2 = \sqrt{\frac{16000}{90}\left(4\frac{77{,}46}{16} + 6\frac{90}{16}\right)} = 97{,}17\text{мм;}$$

Невязка подбора $\frac{h_2 - h_1}{h_1}100 = \frac{97{,}17 - 77{,}46}{77{,}46}100 = 25{,}4\%$.

Следующее приближение $h_3 = \sqrt{\frac{16000}{90}\left(4\frac{97{,}17}{16} + 6\frac{90}{16}\right)} = 101{,}58$ мм.

Невязка подбора $\frac{h_3 - h_2}{h_3}100 = \frac{101{,}58 - 97{,}17}{97{,}17}100 = 4{,}5\%$.

Следующее приближение $h_4 = \sqrt{\frac{16000}{90}\left(4\frac{101{,}58}{16} + 6\frac{90}{16}\right)} = 102{,}54$ мм.

Невязка подбора $\frac{h_4 - h_3}{h_4}100 = \frac{102{,}54 - 101{,}58}{101{,}58}100 = 0{,}95\%$

Последняя невязка менее 1%, поэтому прекращаем процесс цикла подбора.

Берем $h = 103$ мм.

Проверка:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W} = \frac{16000}{16 \cdot 103} + \frac{16000 \cdot 6}{16 \cdot 103^2}\left(90 + \frac{103}{2}\right);$$
$$\sigma = 9{,}71 + 80{,}03 = 89{,}74 \text{ МПа} < [\sigma].$$

Проведем сравнение результатов от изгиба и растяжения в одно напряжение:

$$\frac{\sigma_{\text{изг}}}{\sigma} = \frac{80{,}03}{89{,}74} = 0{,}892.$$
$$\frac{\sigma_{\text{раст}}}{\sigma} = \frac{9{,}71}{89{,}74} = 0{,}108.$$

Сопоставив результаты, можно сделать заключение, что напряжения от изгиба превышают напряжения от растяжения в 8,24 раза. Для уменьшения такого соотношения разрешается уменьшить долю напряжений растяжения от изгиба за счет уменьшения плеча e момента изгиба.

Список литературы

1. Беляев А. Н. Сопротивление материалов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин; Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013 - 560 с.

2. Степин П. А. Сопротивление материалов: учебник / П. А. Степин - Москва: Лань, 2014 - 320 с.

3. Межецкий Г.Д. Сопротивление материалов / Г.Д. Межецкий - Москва: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2016 - 432 с.

УДК 621.382

А.Р. Глушанков, студент
А.В. Машина, научный сотрудник, ВУНЦ ВВС "ВВА"
А.Н. Ларионов, д.ф.-м.н., профессор

ТЕОРИЯ СТРИМЕРНОГО ПРОБОЯ ГАЗОВ

Приведена зависимость пробивных напряжений и напряженностей воздуха от расстояния между плоскими электродами, математически выразили закон Пашена для разрядного напряжения при постоянной температуре, а также выяснили, что при уменьшении давления пробивные напряжения уменьшаются.

Стримерная теория пробоя газов описывает основные характеристики и явления, которые наблюдаются в этом воздушном промежутке. Смысл данной теории заключается в том, что заряженные частицы, образованные под действием ударной ионизации, крайне неравномерно распределяются в межэлектродном пространстве[1,2].

Если предположить, что при воздействии внешнего ионизатора катод покидает один электрон (рис.1), то увидим, что на расстояниих число электронов возрастает до n за счет последовательных процессов ионизации [2,3]. На пути dx каждый электрон способен производить $\alpha \cdot dx$ актов ионизаций, а общее увеличение числа электронов будет равно

$$dn = n \cdot \alpha \cdot dx.$$

Разделим переменные и проинтегрируем,

$$\int_0^n \frac{dn}{n} = \int_0^x \alpha \cdot dx. \quad (1)$$

учитывая, что $x = 0$ при $n = 1$ в однородном электростатическом поле, получим

$$n \sim e^{\alpha \cdot x}. \quad (2)$$

Большая часть зарядов создается вблизи анода. Постепенное увеличение концентрации заряженных частиц по мере перемещения от одного электрода к другому имеет лавинный характером. В лавине содержатся заряды обоих знаков. Но электроны, которые имеют более высокую подвижность по сравнению с положительными ионами, стремительно уходят к аноду, где и происходит их нейтрализация. При этом положительные ионы некоторое время находятся в межэлектродном пространстве, образуя положительный объемный заряд [2,4]. Поскольку распределение зарядов в лавине неравномерно, то напряженность поля, создаваемого данным зарядом, будет также неравномерной. Наибольшее значение напряженности будет вблизи анода.

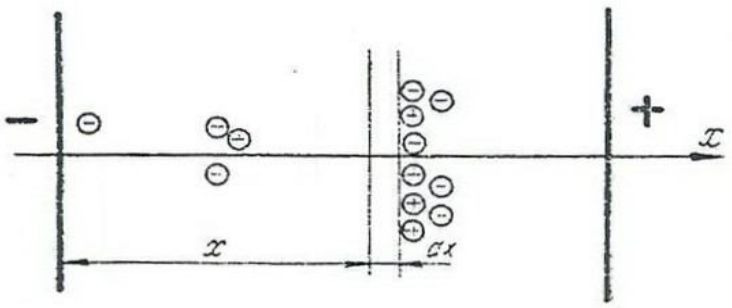


Рис.1. Схема для расчета числа зарядов в лавине

При невысокой интенсивности ударной ионизации, поле положительного заряда не будет оказывать сильного влияния на процесс в воздушном промежутке.

При некотором значении напряжения U_0, интенсивность ударной ионизации возрастает до такой степени, что объемный положительный заряд обретает свойство формирования напряженности поля, которая будет достаточной для того, чтобы начать процесс фотоионизации в объеме воздуха. Затем начинается процесс испускания фотоны с энергией, достаточной для ионизации молекул воздуха. Образованные вторичные электроны будут создавать новые лавины. Электроны этих лавин притягиваются положительным зарядом начальной лавины и рядом формируется стример, заполненный ионизированным газом (плазмой).

Оставшиеся положительные заряды вторичных лавин образуют головку стримера, которая представляет собой положительный объемный заряд, постепенно перемещающийся в сторону катода при последующих операциях вторичной ионизации [2,5]. Процесс развития стримера можно подробно рассмотреть на рис.2. За счет образования сквозного проводящего канала в промежутке, при достижении стримером катода, пробой

завершается. Как только положительный объемный заряд становится источником вторичных электронов, в наличии внешнего ионизатора нет необходимости, поскольку разряд становится самостоятельным.

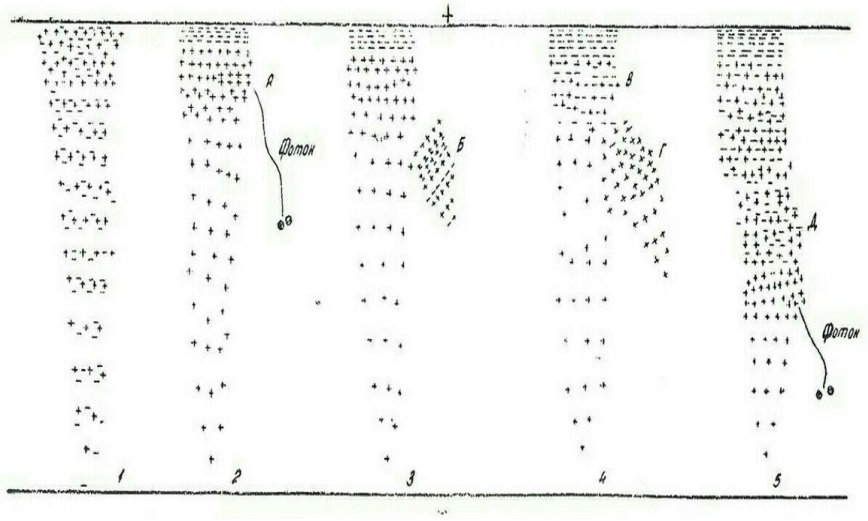


Рис.1. Схема образования и развития анодного стримера:
1 – начальная лавина зарядов; 2 – объемный положительный заряд начальной лавины; 2-А – область объемного заряда, в котором плотность зарядов достаточна для фотоионизации; 3-Б – образование вторичной лавины; 4-В – образование плазменного канала; 4-Г – объемный положительный заряд (головка стримера), образованный вторичными лавинами; 5-Д – распространение плазменного канала при последующих актах вторичной ионизации

Напряжение U_0, при котором произойдет следующий пробой промежутка и разряд будет также оставаться самостоятельным, называют начальным разрядным напряжением. Величину данного напряжения для однородного поля можно выявить по условию превращения разряда в самостоятельный.

В начальной лавине содержится $e^{\alpha s}$ электронов (s- расстояние между электродами) и соответственно $e^{\alpha s}$ - единица положительных частиц.

Для создания самостоятельного разряда, поле объемного заряда должно образовать как минимум один вторичный электрон. Обозначив γ - коэффициентом объемной фотоионизации, условие можно записать в следующем виде

$$\gamma(e^{\alpha s} - 1) = 1. \qquad (3)$$

Поскольку $e^{\alpha s} \gg 1$, то

$$e^{\alpha s} = \frac{1}{\gamma}\ , \qquad \text{или} \quad \alpha s = \ln\frac{1}{\gamma}\ . \qquad (4)$$

Используя связь между напряжением и напряженностью для однородного электрического поля

$$E = \frac{U_0}{s},$$

получим

$$U_0 = \frac{Bps}{\ln\left(\frac{Aps}{\ln\frac{1}{\gamma}}\right)}. \quad (5)$$

Общий вид разрядного напряжения можно определить с помощью уравнения

$$U_0 = f(p \cdot s). \quad (6)$$

Это уравнение отражает закон Пашена, согласно которому при неизменной температуре разрядное напряжение в однородном поле является функцией произведения давления газа на расстояние между электродами.

На рис.3 приведена зависимость разрядного напряжения для воздуха, построенная из уравнения (6). Из данной зависимости следует, что в однородном поле при любых значениях p и s, отличных от нуля, разрядное напряжение не может быть ниже определенной величины (около 320В). Минимальное разрядное напряжение может быть при определенной величине произведения $p \cdot s$, для которого ионизация происходит с минимальной затратой энергии.

Уравнение (6) можно представить в виде закона подобия разряда в воздухе в однородном поле, который утверждает, что при изменении давления соответственно изменению коэффициента подобия, в геометрически подобных промежутках разрядные напряжения будут одинаковы.

При рассмотрении изменений температуры в предыдущих соотношениях, закон Пашена можно выразить уравнением

$$U_0 = f\left(\frac{ps}{T}\right). \quad (7)$$

При фиксированном расстоянии между электродами разрядное напряжение может зависеть от давления и температуры. Это обусловливается тем, что уменьшение давления влечет за собой уменьшение плотности воздуха, при этом длина свободного пробега электронов будет увеличиваться. Также следует учитывать, что на единице пути $1/\lambda$ общее число столкновений каждого электрона будет уменьшаться, а вероятность ионизирующих столкновений

$$e^{-\frac{x_и}{\lambda}}$$

– увеличиваться. Таким образом, при уменьшении давления (увеличении температуры) пробивные напряжения уменьшаются, а взаимодействие данных факторов в обратной последовательности вызывает увеличение пробивного напряжения.

Относительную плотность воздуха при изменении температуры и давления можно вычислить по формуле

$$\delta = \frac{(273+20)p}{(273+t)76} = \frac{3{,}86p}{273+t}.$$

Тогда закон Пашена имеет следующий вид

$$U_0 = f(\delta, s). \quad (8)$$

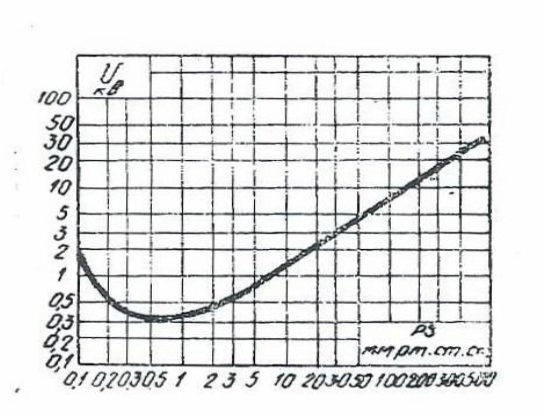


Рис.2. Зависимость пробивного напряжения воздуха от произведения давления на расстояние между электродами

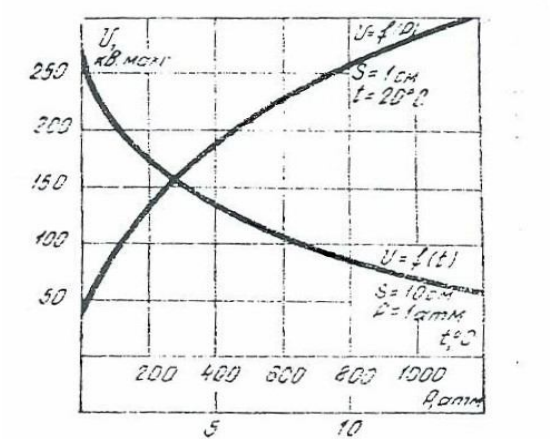


Рис.3. Зависимость пробивного напряжения воздуха от давления и температуры

При нормальных условиях атмосферы изменение расстояния между электродами создает линейный участок изменения пробивного напряжения в однородном поле (рис. 1-4). Но за счет соизмеримости между размерами промежутка и длиной свободного пробега электронов, пробивные напряженности увеличиваются, где и наблюдаются осложнения в формировании начальной лавины. Предварительная ионизация воздуха в зонах высокой напряженности обеспечит более улучшенное формирование стримера в неоднородных полях.

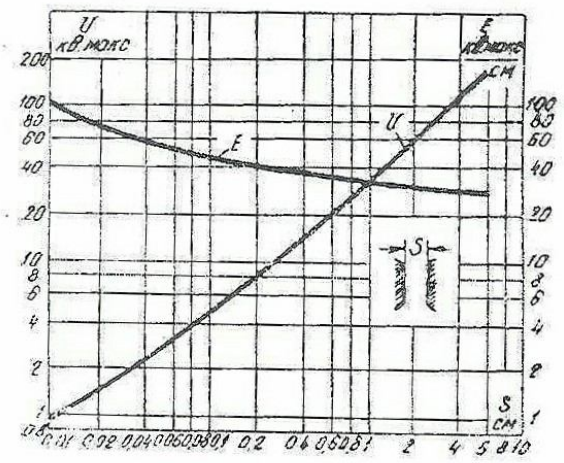


Рис.4. Зависимость пробивных напряжений и напряженностей воздуха от расстояния между плоскими электродами

Наличие паров воды в воздухе повышает разрядные напряжения. Это объясняется тем, что молекулы воды захватывают свободные электроны, образуя малоподвижные отрицательные ионы и уменьшают возможность развития ионизации. Также, на величину пробивных напряжений влияют форма, размеры и полярность электродов, так как они оказывают влияние на степень неоднородности поля.

Список литературы

1. Физические основы электроники и электротехники /А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2015. – 433 С.
2. Ларионов А.Н., Воищев В.С., Ларионова Н.Н., Ефремов А.И. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2017. – 260 С.
3. Физика. Учебное пособие [текст] / В.С. Воищев [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014. – 333 С.
4. Ларионов А.Н. Курс физики / А.Н. Ларионов, В.П. Шацкий, Н.Н. Ларионова // Воронеж – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2018 г. – 360 С.
5. Физические основы электроники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014 г. – 186 С.

УДК 631.3.03

А.С. Гриднев, студент
В.П. Шацкий, д.т.н., профессор

О ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЯХ РЕШЕТНЫХ СТАНОВ

Приводится алгоритм нахождения горизонтальных ускорений колеблющихся решетных станов. С помощью координатного метода выводится уравнение движения, выполняется его численное решение и строится аппроксимирующий полином, с помощью которого определяются искомые ускорения и возникающие силы инерции.

При работе колеблющихся решетных станов возникают достаточно большие силы инерции [1], приводящие к биению сепарационных установок. Определение ускорений, вызывающих эти биения, позволят подбирать геометрические и режимные характеристики функционирования подобных установок [2–4]. В настоящей работе мы остановимся на определении горизонтальных ускорений решетного стана простейшей конфигурации.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема механизма привода решетного стана.

Введем обозначения: | OA |=| OB| =L, | AC |=| BM| =S, | DC |=| DM| =R, α=ωt. Пусть (x_1, y_1)–координаты точки M, а (x, y)–координаты точки B. Тогда $x^2 + (L - y)^2 = L^2$, откуда $y = L - \sqrt{L^2 - x^2}$. Координаты x_1 и y_1 определяются по формулам: $x_1 = \sqrt{S^2 - R^2} + R\sin\omega t$, $y_1 = R\cos\omega t$.

Через координаты точек B и M определим длину отрезка BM [5].

$$\left(\sqrt{S^2 - R^2} + R\sin\omega t - x\right)^2 + (R\cos\omega t - y)^2 = S^2,$$

или

$$\left(\sqrt{S^2 - R^2} + R\sin\omega t - x\right)^2 + \left(R\cos\omega t - L + \sqrt{L^2 - x^2}\right)^2 = S^2. \qquad (1)$$

Решение этого уравнения позволяет определить координату x точки B, то есть ее горизонтальное перемещение за период колебаний эксцентрика.

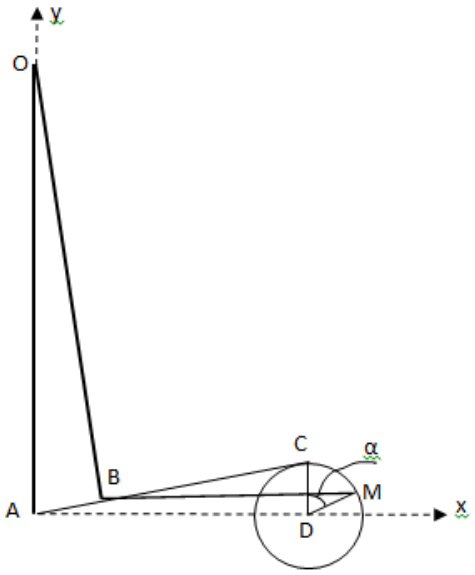


Рис. 1. К выводу горизонтального перемещения

OA–один из стержней подвески, поддерживающий стан, AC–шатун, DC–радиус эксцентрика. Рассмотрим поворот эксцентрика на угол $\alpha = \omega t$. Тогда точка A перейдет в точку B, а точка C–в точку M.

Аналитического решения уравнение (1) не имеет. Было проведено численное решение полученного уравнения в последовательности значений времени t, находящихся в отрезке [$-T/10$, T+T/10], где T– период колебаний решетного стана $T=2\pi/\omega$. Промежуток численного решения выбран шире промежутка периода, так как при аппроксимации полученной табличной функции в крайних точках могут быть получены некорректные результаты. Значения горизонтального перемещения при значениях входящих параметров: L =1 м, S=0.6 м, R =0.03 м, ω = 35 1/c в виде точек представлены на рисунке 2.

Полиномная аппроксимация [6] этих точек также приводится на рисунке 2 и имеет вид

$$x(t) = 0.44\cdot10^{10}\,t^{11} - 0.11\cdot10^{10}\,t^{10} + 0.78\cdot10^{8}\,t^{9} - 0.2\cdot10^{8}\,t^{8} + 0.37\cdot10^{7}\,t^{7} - 347573\,t^{6} + 22929\,t^{5} + 267.75\,t^{4} - 215.5\,t^{3} - 0.9\,t^{2} + 1.05\,t. \qquad (2)$$

В силу большой осцилляции численных данных аппроксимация проведена многочленом одиннадцатого порядка и имеет максимальную относительную погрешность 0.2%. Более низкая степень аппроксимирующего многочлена ведет к увеличению погрешности, например, многочлен девятого порядка приводит к максимальной относительной погрешности 2%. Вид многочлена выбран таким образом, чтобы выполнялось условие: $x(0) = 0$.

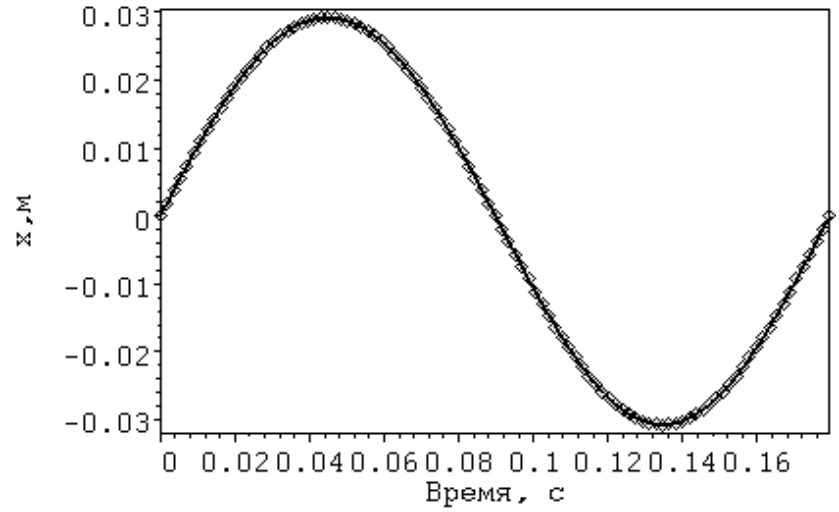


Рис. 2. Горизонтальные перемещения решетного стана

Необходимость получения аналитической аппроксимации численного решения обусловлена возможностью дифференцирования полученной функции с целью определения горизонтальных скоростей и ускорений для нахождения сил инерции, вызывающих горизонтальную вибрацию сепарационных установок.

Вторая производная по времени от функции $x(t)$ дает выражение

$$x''(t) = 0.48 \cdot 10^{10} t^9 - 0.1 \cdot 10^{11} t^8 + 0.15 \cdot 10^9 t^7 - 0.13 \cdot 10^{10} t^6 + \\ + 0.15 \cdot 10^9 t^5 + 0.1 \cdot 10^8 t^4 + 458578 \cdot t^3 + 3213 t^2 - 11293 t - 1816 . \quad (3)$$

График этой функции представлен на рисунке 3.

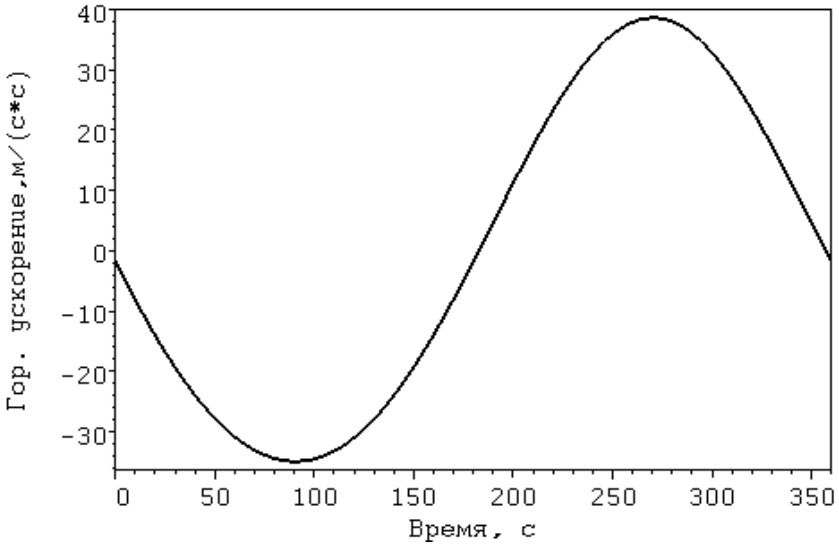


Рис. 3. Горизонтальное ускорение решетного стана

В рассматриваемом выше случае модуль максимального ускорения равен 38.7 м/с^2. Полученные ускорения вызывают образование горизонтальных сил инерции, которые при массе решетного стана m=100 кг достигают 3870 н.

Рассмотрим влияние входящих параметров на величину ускорения. Проводимые по указанному выше алгоритму показали, что горизонтальные ускорения, в отличие от вертикальных, не изменяются при вариации длины стержня L.

При уменьшении длины шатуна S эти ускорения незначительно увеличиваются. Так при S=0.3 м модуль максимального ускорения равен 40.5 м/с^2.

Довольно ощутимые перемены вертикальных ускорений возникают при изменении радиуса эксцентрика R. При увеличении значения R с 0.03 м до 0.06 м модуль максимального ускорения растет с 38.7 м/с^2 до 81 м/с^2.

Еще большая зависимость ускорений от частоты вращения эксцентрика ω. При снижении ее с 35 с$^{-1}$ до 17.5 с$^{-1}$ модуль максимального ускорения падает с 38.7 м/с^2 до 9.7 м/с^2.

Полученные результаты могут быть использованы при конструировании геометрических и режимных параметров работы решетных станов.

Список литературы

1. Гулевский В.А. Краткий курс теоретической механики [Текст]/ В.А. Гулевский, В.П. Шацкий //Учебное пособие. Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Воронеж, 2009.-179 с.
2. Корнев А.С. Анализ влияния конструктивных и режимных параметров работы решетного стана зерноочистительной машины на уровень общей вибрации [Текст] / А.С. Корнев, В.И. Оробинский, И.И. Аксенов, А.С. Майгуров// В сборнике: Наука вчера, сегодня, завтра: материалы научно-практической конференции. 2016. С. 23-28.
3. Корнев А.С. Повышение эффективности сепарации зерна на плоских решетах зерноочистительных машин/ Электронный ресурс / Воронеж, 2016.
4. Шередекин П.В. Способы снижения вредных вибраций в процессе работы зерноочистительных машин [Текст]/ П.В. Шередекин, В.Н. Колесников, А.С. Корнев// В сборнике: молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. 2017.– С. 178-183.
5. Шацкий В.П. Высшая математика. Краткий курс [Текст]/ В.П. Шацкий, П.В. Москалев, В.П. Богатова, И.В. Гриднева//Учебное пособие/Под редакцией профессора Шацкого В.П., Воронеж.-2009.-240 с.
6. Окишева О.Г. Возможности аппроксимации табличных данных в пакете «maple» [Текст]/ О.Г. Окишева, В.П. Шацкий// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 70-й студенческой научной конференции. – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019.–С. 281–286

УДК 519.237.8

А.А. Герасименко, студентка
И.В. Гриднева, кандидат ф.-м. наук, доцент

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Методами кластерного анализа проведена классификация хозяйств по анализируемой структуре объема реализованной продукции. Получено устойчивое разбиение хозяйств на две статистически однородные группы.

При исследовании социально-экономических процессов и явлений широко применяются регрессионные модели, которые строятся, как правило, по однородным группам данных. В случае неоднородности данных, необходимо разбить их на отдельные типологические группы и построить для них соответствующие модели, которые называются типологическими регрессиями. Примеры построения регрессионных зависимостей приведены в работах [1-2].

Классификацией наблюдений занимается кластерный анализ, основные понятия которого изложены в [3]. В основе алгоритмов кластерного анализа лежит матрица расстояний между наблюдаемыми объектами. В качестве примера рассмотрим обычное евклидово расстояние, которое определяется по формуле:

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{e=1}^{k} (x_{ie} - x_{je})^2} \quad (1)$$

Между классами объектов используют расстояния, измеряемые по принципам «ближайшего соседа», «дальнего соседа», по «центрам тяжести», по «средней связи». Результаты классификации представляют в виде дендрограммы.

Алгоритм кластерного анализа рассмотрим на следующем примере.

Задача. В таблице представлены данные 4-х хозяйств, работа которых характеризуется двумя показателями объема реализованной продукции: x_1 – растениеводства и x_2 – животноводства с одного гектара пашни (млн руб./га).

№ хозяйства	1	2	3	4
x_{i1}	1	7	1	9
x_{i2}	5	9	3	7

Проведем классификацию этих хозяйств по иерархическому агломеративному алгоритму. В качестве расстояния между объектами возьмем евклидово расстояние, а расстояние между кластерами будем измерять по принципам «ближайшего» и «дальнего соседа» и «средней связи». Сопоставим результаты с целью получения окончательной классификации.

Решение. Изобразим исходные данные в системе координат (Рис.1). По расположению четырех наблюдений можно предположить, что по объему

реализованной продукции 1-е и 3-е хозяйства принадлежат одной типологической группе, а 2-е и 4-е – другой группе.

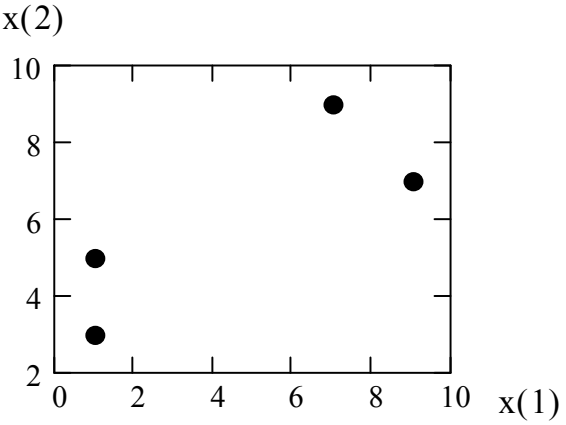


Рис. 1. Исходные данные для классификации

1. Для классификации при обычном евклидовом расстоянии применим принцип «ближайшего соседа».

Применяя формулу (1), вычислим расстояние между наблюдениями 1 и 2:

$$d_{1,2} = \sqrt{\sum_{j=1}^{k} \left(x_{1j} - x_{2j}\right)^2} = \sqrt{(1-7)^2 + (5-9)^2} = 7{,}21.$$

При этом $d_{1,1}$=0.

Найдем расстояния между остальными наблюдениями и получим матрицу расстояний

$$D_1 = \begin{pmatrix} 0 & 7{,}21 & 2 & 8{,}25 \\ 7{,}21 & 0 & 8{,}49 & 2{,}83 \\ 2 & 8{,}49 & 0 & 8{,}94 \\ 8{,}25 & 2{,}83 & 8{,}94 & 0 \end{pmatrix}.$$

Наиболее близкие объекты 1 и 3 ($d_{1,3}$=2) объединим в один кластер. После этого получим три кластера: $S_{(1,3)}$, S_2, S_4.

Используя принципу «ближайшего соседа», определим расстояние между кластерами по формуле пересчета. Например, расстояние между кластерами S_2 и $S_{(1,3)}$:

$$d_{2,(1,3)} = \frac{1}{2}d_{2,1} + \frac{1}{2}d_{2,3} - \frac{1}{2}\left|d_{2,1} - d_{2,3}\right| = \frac{1}{2}7{,}21 + \frac{1}{2}8{,}49 - \frac{1}{2}\left|7{,}21 - 8{,}49\right| = 7{,}21.$$

После вычислений матрица расстояний будет иметь вид:

$$D_2 = \begin{pmatrix} 0 & 7{,}21 & 8{,}25 \\ 7{,}21 & 0 & 2{,}83 \\ 8{,}25 & 2{,}83 & 0 \end{pmatrix}.$$

Так как расстояние между наблюдениями 2 и 4 является наименьшим (2,83), то объединив их, получим соответственно кластеры: $S_{(1,3)}$, $S_{(2,4)}$, расстояние между которыми:

$$d_{(1,3),(2,4)} = \frac{1}{2}d_{(1,3),2} + \frac{1}{2}d_{(1,3),4} - \frac{1}{2}\left|d_{(1,3),2} - d_{(1,3),4}\right| =$$

$$= \frac{1}{2}7{,}21 + \frac{1}{2}8{,}25 - \frac{1}{2}\left|7{,}21 - 8{,}25\right| = 7{,}21.$$

Следовательно, матрица D_3 будет иметь вид

$$D_3 = \begin{pmatrix} 0 & 7{,}21 \\ 7{,}21 & 0 \end{pmatrix}.$$

Таким образом, на расстоянии $d_{(1,3),(2,4)} = 7{,}21$ все четыре наблюдения можно объединить в один кластер.

Изобразим графически полученные результаты (Рис. 2).

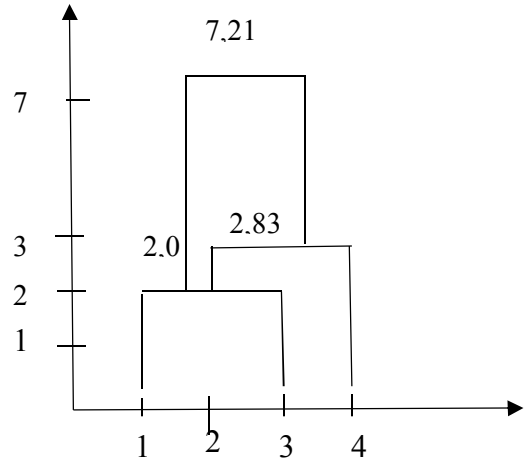


Рис.2. Дендрограмма

На основании графического представления результатов кластерного анализа заключаем, что наилучшим является разбиение четырёх хозяйств на два кластера: $S_{(1,3)}$, $S_{(2,4)}$. В этом случае пороговое расстояние находится в интервале $2{,}83 < d_{пор} < 7{,}21$.

2. Проведем классификацию, взяв при обычном евклидовом расстоянии принцип «дальнего соседа».

Заметим, что матрица D_1 остается без изменений, поэтому снова объединим в один кластер объекты 1 и 3 и получим три кластера: $S_{(1,3)}$, S_2, S_4.

Расстояние между кластерами находим по принципу «дальнего соседа» по формуле пересчета, взяв $\delta = 1/2$. Тогда расстояние между кластерами S_2 и $S_{(1,3)}$ равно:

$$d_{2,(1,3)} = \frac{1}{2}d_{2,1} + \frac{1}{2}d_{2,3} + \frac{1}{2}\left|d_{2,1} - d_{2,3}\right| = \frac{1}{2}7{,}21 + \frac{1}{2}8{,}49 + \frac{1}{2}\left|7{,}21 - 8{,}49\right| = 8{,}49,$$

а матрица расстояний $D_2 = \begin{pmatrix} 0 & 8{,}49 & 8{,}94 \\ 8{,}49 & 0 & 2{,}83 \\ 8{,}94 & 2{,}83 & 0 \end{pmatrix}$.

Объекты 2 и 4 являются самыми близкими ($d_{1,3}$=2,83), следовательно объединим их в один кластер и вычислим расстояние между $S_{(1,3)}$ и $S_{(2,4)}$:

$$d_{(1,3),(2,4)} = 8{,}94.$$

Таким образом, $D_3 = \begin{pmatrix} 0 & 8{,}94 \\ 8{,}94 & 0 \end{pmatrix}$ и $2{,}83 < d_{пор} < 8{,}94$.

Мы получили такое же разбиение на два кластера, как и в первом случае.

3. Проведем классификацию, взяв при обычном евклидовом расстоянии принцип «средней связи».

Применяя матрицу D_1, снова объединим кластеры S_1 и S_3 в один $S_{(1,3)}$. Расстояние от кластера $S_{(1,3)}$ до других кластеров вычислим по формулам

$$d_{(1,3),2} = \frac{1}{2}(d_{1,2} + d_{3,2}) = \frac{1}{2}(7{,}21 + 8{,}49) = 7{,}85;$$

$$d_{(1,3),4} = \frac{1}{2}(d_{1,4} + d_{3,4}) = \frac{1}{2}(8{,}25 + 8{,}94) = 8{,}6.$$

Следовательно, матрица расстояний будет иметь вид

$$D_2 = \begin{pmatrix} 0 & 7{,}85 & 8{,}6 \\ 7{,}85 & 0 & 2{,}83 \\ 8{,}6 & 2{,}83 & 0 \end{pmatrix}.$$

Наиболее близкими являются кластеры S_2 и S_4 ($d_{2,4}$=2,83) поэтому их следует объединить. Расстояние между $S_{(1,3)}$ и $S_{(2,4)}$ равно:

$$d_{(1,3),(2,4)} = \frac{1}{4}(d_{1,2} + d_{1,4} + d_{3,2} + d_{3,4}) = 8{,}22.$$

На этом расстоянии все четыре хозяйства объединились в один кластер.

Заметим, что это разбиение на два кластера $S_{(1,3)}$ и $S_{(2,4)}$ совпадает с первыми двумя случаями и согласуется с данными априорного анализа, поэтому можно считать его окончательным.

Список литературы

1. Алипова А.И. Построение регрессионных моделей некоторых показателей / А.И. Алипова, А.С. Гриднев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Ч. IV. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 243-249.

2. Гриднева И.В. Построение линейной регрессионной модели в условиях мультиколлинеарности / И.В. Гриднева, Т.А. Иванова // Экономика и управление в аграрной сфере АПК: проблемы и решения. Сб. науч. тр. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. – С. 59-63

3. Мхитарян В.С. Эконометрика: Учебник / В.С. Мхитарян, М.Ю. Архипова, В.А. Балаш и др. – М.: Проспект, 2011. – 384 с.

УДК 519.85

Д.А. Милородов, студент
И.В. Гриднева, кандидат ф.-м. наук, доцент

ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

В работе построена математическая модель динамической задачи распределения ресурсов между различными направлениями во времени, что позволяет осуществлять оптимальное планирование управляемого процесса.

Динамическое программирование – метод оптимизации, применяемый для решения *динамических задач*, т.е. задач, в которых процесс принятия решения может быть разбит на этапы (шаги). Данный метод применяют, например, при решении задач планирования производства; составления планов текущего и капитального ремонта сложного оборудования; распределения капитальных вложений между новыми направлениями; поиска кратчайших расстояний на транспортной сети и т.д.

Предположим, что имеется управляемый процесс или система *S*, которая переводится из начального состояния s_0 в конечное $\overline{s}$ в результате управления *X*. Пусть указанное управление можно разбить на *n* шагов: $X = (X_1, X_2, \ldots, X_n)$, причем на *к*-шаге в результате управления X_k система *S* приводится к состоянию $s_k = \varphi_k(s_{k-1}, X_k)$.

Процессы и системы, исследуемые методом динамического программирования, должны удовлетворять условиям:

1. В конце *к*-го шага состояние системы s_k зависит только от предшествующего состояния s_{k-1} и управления на *к*-м шаге X_k, т.е. $s_k = \varphi_k(s_{k-1}, X_k)$.

2. Целевая функция *F* равна сумме целевых функций F_k на каждом шаге, т.е. $$F = \sum_{k=1}^{n} f_k(s_{k-1}, X_k).$$

Задача динамического программирования: найти управление $X^* = (X_1^*, X_2^*, \ldots, X_n^*)$, переводящее систему *S* из состояния s_0 в состояние

$\bar{s}$, такое, чтобы целевая функция F достигала оптимальное значение (см. [1-3]).

Решение этой задачи основано на *принципе оптимальности*, сформулированного Беллманом: каково бы ни было состояние S системы в результате какого-либо числа шагов, на ближайшем шаге нужно выбирать управление так, чтобы оно в совокупности с оптимальным управлением на всех последующих шагах приводило к оптимальному результату на всех оставшихся шагах, включая данный. Причем решение задачи динамического программирования начинается с оптимизации последнего n-го шага.

Рассмотрим задачу, которую можно свести к математической модели динамического программирования.

Задача. Автопредприятие выделяет в течение трех месяцев 100 машин для работы на двух базах А и В. Работа x машин в течение месяца на базе А приносит прибыль $f(x) = 0{,}5x$, при этом, начиная со следующего месяца, работать на базе будут $\alpha(x) = 0{,}8x$ машин. Работа y машин в течение месяца на базе В приносит прибыль $g(y) = 0{,}8y$, при этом в дальнейшем работу продолжат из них $\beta(y) = 0{,}4y$ машин.

Требуется найти такое распределение по месяцам автомашин по базам А и В, чтобы прибыль, полученная автопредприятием, была максимальной.

Решение. Согласно методу динамического программирования, разобьем объем всех работ, выполненных автомашинами на базах А и В, на три части, каждая из которых соответствует объему выполненных работ за конкретный месяц. Тогда состояние системы в начале каждого месяца определяется числом автомашин, выделенных для работы на базах, а управление X этой системы – количеством машин, выделенных для работы на одной из двух баз. При этом функция прибыли будет иметь вид

$$F = f_1(s_0, X_1) + f_2(s_1, X_2) + f_3(s_2, X_3),$$

где каждое слагаемое представляет собой прибыль, полученную за соответствующий месяц.

Предположим, что на базах А и В в третьем месяце работают n автомашин, из них на базе А работают x машин. Тогда состояние системы в начале 3-го месяца $(s_2 = n)$ и оптимальное управление $(X_3 = x)$ можно найти, максимизируя функцию прибыли $f_3(s_2, X_3)$:

$$F_3(s_2) = F_3(n) = \max_{0 \le X_3 \le n} f_3(s_2, X_3) = \max_{0 \le x \le n} \{0{,}5x + 0{,}8(n - x)\} =$$

$$= \max_{0 \le x \le n} \{0{,}8n - 0{,}3x\} = 0{,}8n.$$

Следовательно, функция управления на третьем месяце равна нулю: $X_3 = 0$. Таким образом, прибыль, полученная предприятие за третий месяц, будет максимальной, если все машины будут работать только на базе В.

Пусть к началу второго месяца m автомашин работают на базах А и В, причем из них x машин работают на базе А. Тогда прибыль автопредприятия за второй месяц равна

$$f_2(s_1, X_2) = f_2(m, x) = 0{,}5x + 0{,}8(m - x) = 0{,}8m - 0{,}3x.$$

Количество машин, работающих к началу второго месяца на двух базах, составляет $s_2 = 0{,}8x + 0{,}4(m - x) = 0{,}4x + 0{,}4m$, а максимальная прибыль в этом месяце равна

$$F_3(s_2) = 0{,}8s_2 = 0{,}8(0{,}4x + 0{,}4m) = 0{,}32x + 0{,}32m.$$

Максимальную прибыль автопредприятия за последние два месяца получим из уравнения Беллмана:

$$F_2(s_1) = F_2(m) = \max_{X_2}\{f_2(s_1, X_2) + F_3(s_2)\} =$$

$$= \max_{0 \le x \le m}\{0{,}8m - 0{,}3x + 0{,}32x + 0{,}32m\} = \max_{0 \le x \le m}\{1{,}12m + 0{,}02x\} = 1{,}14m,$$

т.е. $X_2^* = x = m$. Следовательно, на втором месяце все машины должны работать на базе А.

Предполагая, что к началу первого месяца x автомашин работают на базе А, $100 - x$ автомашин работают на базе В, получим величину прибыли за первый месяц:

$$f_1(s_0, X_1) = f_1(100, x) = 0{,}5x + 0{,}8(100 - x) = 80 - 0{,}3x.$$

Количество машин, работающих на базах к началу первого месяца, равно $s_1 = 0{,}8x + 0{,}4(100 - x) = 0{,}4x + 40$. Тогда максимальная прибыль за последние два месяца

$$F_2(s_1) = F_2(0{,}4x + 40) = 1{,}14(0{,}4x + 40) = 0{,}456x + 45{,}6.$$

Применяя формулу Беллмана, найдем наибольшую прибыль автопредприятия за три месяца работы:

$$F_1(s_0) = \max_{X_1}\{f_1(s_0, X_1) + F_2(s_1)\} = \max_{0 \le x \le 100}\{80 - 0{,}3x + 0{,}456x + 45{,}6\} =$$

$$= \max_{0 \le x \le 100}\{125{,}6 + 0{,}156x\} = 144{,}2 \text{ ден. ед.}$$

Следовательно, максимальная прибыль, которую может получить автопредприятие, составляет 144,2 ден. ед. При этом имеющиеся автомашины необходимо распределить следующим образом: в первый месяц все 100 автомашин должны работать на базе А. К началу второго месяца количество работающих на базах машин будет равно $0{,}8 \cdot 100 = 80$ и все они должны работать на базе А. К началу третьего месяца $0{,}4 \cdot 80 = 32$ машины продолжат работать на базах, причем все они должны быть направлены на базу В.

Список литературы

1. Хуснутдинов Р.Ш. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / Р.Ш. Хуснутдинов. – М.: ИНФРА - М, 2013. – 224 с.

2. Гриднева И.В. Прикладная математика в АПК. Учебное пособие / И.В. Гриднева, Л.И. Федулова, С.Н. Дементьев. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. – 93 с.

3. Гриднева И.В. Прикладная математика. Учебное пособие / И.В. Гриднева, Л.И. Федулова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2015. – 109 с.

4. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 517.2

В.Л. Савченко, студентка
И.В. Гриднева, к. ф.-м. н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛАСТИЧНОСТИ ФУНКЦИИ В ЭКОНОМИКЕ

В работе изучаются виды эластичности, используемые при анализе функции спроса и потребления; рассмотрены практические применения понятия эластичности.

Понятие эластичности функции используется для исследования многих экономических процессов. Эластичностью $E_x(y)$ функции $y = f(x)$ называется предел отношения относительного приращения функции $\frac{\Delta y}{y}$ к относительному приращению аргумента $\frac{\Delta x}{x}$, когда Δx стремиться к нулю:

$$E_x(y) = \lim_{\Delta x \to 0}\left(\frac{\Delta y}{y} : \frac{\Delta x}{x}\right) = \frac{x}{y} \cdot y'.$$

Эластичность функции характеризует, на сколько процентов изменится значение функции при увеличении аргумента в точке x на 1 %. Свойства эластичности можно найти в учебниках [1-3].

Рассмотрим несколько видов эластичности, применяемых при анализе функции спроса и потребления.

1. Известно, что спрос на товар зависит от доходов потребителей: $q = q(r)$. *Эластичность спроса относительно дохода* $E_r(q) = \frac{r}{q} \cdot q'(r)$ показывает, на сколько процентов изменится спрос при увеличении дохода

на 1 %. При этом, если $E_r(q) > 0$, то товар считается нормальным, а если $E_r(q) < 0$, то – малоценным.

Например, предположим, что спрос q кг в месяц на некоторый товар зависит от среднего дохода потребителей (тыс. руб.) следующим образом:

$$q(r) = 8125 + 1125r + 15r^2 - r^3.$$

Определим, при каком среднем доходе этот товар будет считаться качественным, а при каком малоценным.

Вычислим эластичность спроса относительно дохода:

$$E_r(q) = \frac{r}{q} \cdot q'(r) = \frac{r}{q}(1125 + 30r - 3r^2).$$

Товар будет качественным, если $E_r(q) > 0$, что эквивалентно неравенству

$1125 + 30r - 3r^2 > 0$,

решая которое, получим $-15 < r < 25$.

Следовательно, товар будет нормальным при среднем доходе потребителей меньше 25 тыс. руб. и малоценным, если средний доход больше 25 тыс. руб.

2. Спрос на товар зависит от цены: $q = q(p)$. *Эластичностью спроса q относительно цены p* называется величина $E_p(q) = \frac{p}{q} \cdot q'(p)$, которая показывает, на сколько процентов изменится спрос при увеличении цены на 1 %. Если $|E_p(q)| > 1$, то спрос называется эластичным, а если $|E_p(q)| < 1$, то неэластичным.

Пусть имеется зависимость спроса *q* кг в месяц на некоторый товар от цены товара *p* (руб.):

$$q(p) = 4284 + 12p - p^2.$$

Установим, при какой цене на товар неэластичный спрос перейдет в эластичный.

Найдем эластичностью спроса относительно цены:

$$E_p(q) = \frac{p}{q} \cdot q'(p) = \frac{p}{4284 + 12p - p^2} \cdot (12 - 2p) = \frac{12p - 2p^2}{4284 + 12p - p^2}.$$

Неэластичный спрос переходит в эластичный при условии, что $|E_p(q)| = 1$.

$$\left| \frac{12p - 2p^2}{4284 + 12p - p^2} \right| = 1 \quad \Rightarrow \quad p = 42.$$

Следовательно, цена товара равна 42 руб.

Заметим, что аналогичным образом можно определить понятие эластичности предложения *s* относительно цены *p*. В следующем примере

рассмотрим нахождение эластичности спроса и предложения для равновесной цены и определим, что произойдет при увеличении цены на 1 %.

Предположим, что функции спроса q и предложения s от цены p определяются соотношениями:

$$\mathrm{q} = \frac{60 - \mathrm{p}}{\mathrm{p} + 2}, \quad \mathrm{s} = \frac{\mathrm{p}^2 + 5\mathrm{p} + 20}{\mathrm{p} + 2}.$$

Из условия равновесия $\mathrm{q}(\mathrm{p}) = \mathrm{s}(\mathrm{p})$ получим

$$\frac{60 - p}{p + 2} = \frac{p^2 + 5p + 20}{p + 2} \quad \Rightarrow \quad p^2 + 6p - 40 = 0 \quad \Rightarrow \quad p = 4.$$

Вычислим эластичность спроса по цене

$$E_p(q) = \frac{p}{q} \cdot q'(p) = \frac{p \cdot (p+2)}{60 - p} \cdot \left(\frac{-62}{(p+2)^2} \right) = -\frac{62p}{(60 - p)(p + 2)}.$$

Отсюда $\mathrm{E}_{\mathrm{p}=4}(\mathrm{q}) \approx -0{,}74$. Следовательно, при увеличении цены на 1% спрос уменьшится на 0,74%.

Найдем эластичность предложения по цене

$$\mathrm{E}_{\mathrm{p}}(\mathrm{s}) = \frac{\mathrm{p}}{\mathrm{s}} \cdot \mathrm{s}'(\mathrm{p}) = \frac{\mathrm{p} \cdot (\mathrm{p} + 2)}{\mathrm{p}^2 + 5\mathrm{p} + 20} \cdot \frac{\mathrm{p}^2 + 4\mathrm{p} - 10}{(\mathrm{p} + 2)^2} = \frac{\mathrm{p} \cdot (\mathrm{p}^2 + 4\mathrm{p} - 10)}{(\mathrm{p}^2 + 5\mathrm{p} + 20)(\mathrm{p} + 2)}.$$

Следовательно, $\mathrm{E}_{\mathrm{p}=4}(\mathrm{s}) \approx 0{,}26$, значит, при увеличении цены на 1% предложение увеличится на 0,26%.

Полученные значения эластичностей означают, что изменение цены не влечет сильного изменения спроса и предложения.

3. *Перекрестная эластичность спроса по цене*. Перекрестная эластичность спроса по цене для двух товаров $\mathrm{E}_{\mathrm{p_i}}(\mathrm{q_j})$ показывает изменение спроса на *j*-й товар, если цена на *i*-й товар, который является заменяющим или дополняющим данный, изменяется на 1 %.

При $\mathrm{E}_{\mathrm{p_i}}(\mathrm{q_j}) > 0$ товары взаимозаменяемы, увеличение цены на один из них влечет увеличение спроса на другой. Если $\mathrm{E}_{\mathrm{p_i}}(\mathrm{q_j}) < 0$, то товары являются взаимодополняемыми, увеличение цены на один товар влечет снижение спроса на другой.

Заметим, что выручка (доход) от продажи товара зависит от эластичности спроса, т.е. с увеличением цены на товар эластичного спроса доход растет, а для товара неэластичного спроса – уменьшается ([3]).

Предположим, что функция спроса задана уравнением $\mathrm{q} = 100\sqrt{4 - \mathrm{p}}$. Определим, как повлияет увеличение цены на выручку, если в данный момент цена равна 2 ден. ед.

Вычислим абсолютную величину эластичности спроса по цене

$$\mathrm{E}_{\mathrm{p}}(\mathrm{q}) = \frac{\mathrm{p}}{\mathrm{q}} \cdot \mathrm{q}'(\mathrm{p}) = \frac{\mathrm{p}}{100\sqrt{4 - \mathrm{p}}} \cdot \left(\frac{-50}{\sqrt{4 - \mathrm{p}}} \right) = -\frac{\mathrm{p}}{2(4 - \mathrm{p})}.$$

$$|E_p(q)| = \frac{p}{2(4-p)} \quad \Rightarrow \quad |E_{p=2}(q)| = 0{,}5 < 1.$$

Следовательно, спрос неэластичный, увеличение цены товара влечет увеличение выручки, значит повышать цену выгодно.

Таким образом, понятие эластичности можно применять для прогнозирования выручки продавца. В свою очередь, эластичность спроса по доходу позволяет определять процентное изменение количества востребованной продукции, обусловленное изменением дохода потребителя.

Список литературы

1. Попов А.М. Экономико-математические методы и модели / А.М.Попов, В.Н. Сотников. – М: Изд-во Юрайт, 2012. – 479 с.
2. Кастрица О.А. Высшая математика для экономистов / О.А. Кастрица. – Мн.: Новое знание, 2006. – 491 с.
3. Кремер Н.Ш. Высшая математика для экономистов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, М.Н. Фридман. – М: ЮНИТИ, 2003. – 471 с.

УДК 37.01

В.О. Емашов, курсант

ПРИНЦИПЫ ГУМАНИЗМА В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ А. В. СУВОРОВА «НАУКА ПОБЕЖДАТЬ»

В статье рассмотрена система принципов, великого полководца Александра Васильевича Суворова, в обучении военному делу, и их взаимосвязь с гуманистическим подходом в современной системе обучения и воспитания.

Особое место в истории России занимает имя великого генералиссимуса Александра Васильевича Суворова. На протяжении пятидесятилетнего командования русской армией А. В. Суворовым, лучшие армии Европы терпели поражение от русского солдата. «Наука побеждать» это, своего рода, инструкция-памятка, которую А. В. Суворов писал на протяжении всей своей военной жизни. В многолетнем труде он изложил свои умозаключения, наблюдения, которые делал исходя из боевого опыта и опираясь на опыт своих предшественников, Петра Александровича Румянцева, Петра Алексеевича Романова. [1] Время начала работы, над инструкцией-памяткой, датируется 1763-1768 годами. «Наука побеждать» это наставления для солдат и офицеров, поэтому Александр Васильевич Суворов пытался написать ее доступным для понимания языком. Свои поучения генералиссимус излагал поговорками, так что бы можно было запомнить, простым служивым.

А. В. Суворова называют одним из основоположников системы обучения военному мастерству. Еще в те далекие времена полководец А. В. Суворов в своем многолетнем труде «Наука побеждать» уделил основное внимание воспитанию и обучению личности военного.

В настоящее время система обучения Александра Васильевича Суворова находит свое отражение в образовательной системе, не только военных вузах. В школьных учреждения педагоги, с целью воспитания ответственности и стремления к знаниям у своих учеников, используют поговорки А. В.Суворова.

– «Тяжело в учении – легко в походе; легко в учении – тяжело в походе»

– «Учение – свет, не ученье – тьма» [2]

В военных вузах в сфере военно-профессиональной подготовки уроки Александра Васильевича Суворова так же имеют свое продолжение, как и раньше сейчас уделяется особое внимание порядку и чистоте, как в подразделениях так и сами курсанты должны быть опрятными и дисциплинированными. Большое внимание уделяется воспитанию и обучению личности каждого курсанта. В процессе обучения офицеров важно развить такие качества личности, как стойкость духа, любовь к родине, готовность к защите интересов своей страны.

Тема личностного подхода в процессе обучения, на данный момент актуальна и активно обсуждается различными учеными и педагогами современности: Алексеевым А. Н., Тулаевой Л. А., Шелеховой Л. В. Великого полководца Александра Васильевича Суворова можно по праву назвать одним из первых, кто поставил личность обучаемого в центр внимания всего процесса обучения.

Анализируя педагогическую деятельность великого полководца можно сказать, что А.В. Суворов, разрабатывая свою систему обучения и воспитания войск, особое внимание уделял именно развитию личности, поощрял офицеров солдат за проявления смекалки, считал, что успех боя напрямую зависит от профессиональных качеств солдат и старших офицеров, принимающих участие в бою.

«Сия есть гениальная диспозиция атаки, а подробности зависят от обстоятельств, разума, искусства, храбрости и твердости господ командующих». [3] Тем самым в очередной раз, подчеркнув важность личности командующих офицеров, потому что предугадать, поведение противник невозможно, и многие решения принимаются во время сражения. Исход боевых действий, по мнению Александра Васильевича Суворова зависит, в первую очередь, от командиров и солдат, принимающих участие в бою, а не только от принятой заранее «диспозиции атаки». Поэтому А. В. Суворов старался воспитывать в своих подчиненных твердость характера стойкость духа, и особенно ценил острый ум. Потому с большим нетерпением относился к «Немогузнайству». Великий полководец часто задавал служивым каверзные вопросы, тем самым проверял насколько быстро и остро ответит солдат, так Александр Васильевич Суворов

вырабатывал смекалку у подчиненных, ведь острый ум порой в военных действиях бывает незаменим.

«Всякий воин должен знать свой манёвр» [2] эти слова великого генералиссимуса Суворова Александра Васильевича говорят о том, что во время боя каждый солдат и командир должны четко знать и понимать свою задачу на поле сражения, с тем чтобы в мгновенно меняющейся обстановке, боец мог быстро сориентироваться и принять верное решение, ведь исход всего боя зависит в первую очередь от тех кто в нем принимает участие. Для этого старшие офицеры должны подробно рассказать о плане боя. «Не довольно, чтобы главные начальники были извещены о плане действия. Необходимо и младшим начальникам постоянно иметь его в мыслях, что бы вести войска согласно с ним. Мало того, даже батальонные, эскадронные, ротные командиры должны знать его по той же причине даже унгер – офицеры и рядовые. Каждый воин должен знать свой маневр» – приказ А. В. Суворова во времена проведения сражений в Северной Италии. [3]

Суворов Александр Васильевич разрабатывал систему воспитания и обучения солдат и офицеров, в которой центральное место занимала личность. В то время когда в Европе в наемной прусской армии Фридриха II царствовала палочная дисциплина и в приоритете была муштра и шагистика «солдат боялся палки капрала более нежели пули неприятеля» [

А. В. Суворов считал, что успех в сражении зависит не только от количественного превосходства армии солдат, боеприпасов, и не от правильно выбранной генералами тактики сражения. Самое главное это духовная составляющая войск, морально-психологическое состояние офицеров и солдат, их боевой дух. Именно этим качествам генералиссимус уделял большое внимание при обучении солдат. Суворов Александр Васильевич требовал соблюдения дисциплины, как от младших чинов, так и от старших офицеров. Не терпел, и сразу же пресекал любое проявление самоуправства и произвола со стороны старших офицеров. Начальники, по словам, А. В. Суворова должны являться примером солдатам, вызывать гордость у младших чинов за военную службу и желание защищать родину. Поэтому и относится к своим подчиненным, должны с уважением и пониманием. Великий полководец настоятельно советовал начальникам знать всех подчиненных по имени и вменял им в обязанность интересоваться тем, как обстоят дела в семьях солдат и подчиненным им офицерам. А. В. Суворов не скупился на поощрения, отличившихся, за добросовестную службу, но и наказывал то же, все должно быть по справедливости. Великий полководец относился с отеческой любовью к своим армейцам, не противился солдатской каши, во время сражений не требовал особых привилегий в быту, жил в полевых условиях вместе с остальными офицерами и солдатами. Бывали случаи, когда великий генералиссимус выступал на передовых позициях вместе с рядовыми, тем самым он поднимал боевой дух армии. Формированию морально-боевых качеств Суворов уделял особое место. По-мнению великого полководца солдат, сильными сторонами

которого являются: преданность государю, храбрость, бесстрашие, уверенность в своих силах, является непобедимым для противника.

По истине, новаторским можно назвать подход А. В. Суворова в отношении воспитания и обучения, солдат и офицеров, ведь он шагнул далеко в перед, по сравнению со своими современниками. Каждый раз оканчивались неудачей попытки военных деятелей прошлого распознать закономерности войны. Поэтому, великие полководцы Западной Европы и вовсе исключили факт возможности предугадать и просчитать как-либо исход сражения. Этого мнения придерживались такие современники Александра Васильевича Суворова, как Наполеон Бонапарт, по его словам, исход боя предугадать невозможно и на войне «случайности повелевают». Другой современник Суворова А. В. военачальник и военный теоретик Карл Филипп Готтлиб фон Клаузевиц, так же поддерживал взгляды Наполеона Бонапарта «война область недостоверного, война область случайностей». [4]

У генералиссимуса Суворова Александра Васильевича было другое мнение на этот счет, и его он подробно изложил в своем труде «Наука побеждать», в котором он попытался отразить свои наблюдения, проведенные, на протяжении всей своей военной деятельности. Многолетний плод деятельности Александра Васильевича Суворова «Наука побеждать» состоит из двух частей. В первой части – «Ученье разводное или перед разводом», содержатся краткие указания для командиров о том, как следует проводить полевое учение, выдвинут ряд требований. До начала учений требуется провести проверку готовности личного состава. Это подразумевает проверка готовности офицеров и солдат к боевым действиям, проверка умения владеть оружием, и самое главное дисциплина и сплоченность личного состава. Сами учения Александр Васильевич Суворов проводил в обстановке приближенной к реальным боевым действиям. Еще одна составляющая успешного исхода боя, по мнению А. В. Суворова, это морально-психологическая готовность к войне бойцов. В «Учении перед разводом» Суворов А. В. отдавал предпочтение атакующим действиям подчиненного ему состава, так как нападающая сторона в психологическом отношении находится в лучшем положении, чем защищающаяся. [5] Отсюда и требования молниеносной атаки. «Фитиль на картечь – бросься на картечь: летит сверх головы. Пушки твои, люди твои. Вали на месте, гони, коли, остальным давай пощаду. При проведении молниеносной атаки инициатива боя переходит на сторону нападающих. Самое главное при проведении маневра атаки это быстрота, подвижность и внезапность войск. Великий полководец в атаке выделял три главных принципа это: глазомер, быстрота и натиск. При внезапном нападении, противник растерян, тут его и нужно атаковать «Атакуй с чем пришел, чем бог послал» – слова Суворова Александра Васильевича. [6]

Вторая часть «Науки побеждать» называется «Словесное поучение солдатам о знании для них необходимом», она содержит знания необходимые как для солдат, так и для офицеров по ведению сражений в различных боевых обстановках. [7] Так же содержит поучения бойцам, в них

Суворов вложил все свои наблюдения и знания, полученные им за годы военной службы. Поучения написаны в виде поговорок, так чтобы можно было легко выучить и запомнить, о том как следует проводить сражение в меняющейся боевой обстановке и принципы воинского обучения, для солдат и офицеров.

Суворов Александр Васильевич несомненно внес огромный вклад в развитие военного искусства. Поучения в виде пословиц и поговорок для солдат и офицеров дошли до нашего времени и по-прежнему остаются актуальными Новаторскими для своего времени были гуманистические идеи воспитания и обучения солдат и офицеров. В то время когда в Европе царствовала палочная дисциплина в войсках, Суворов Александр Васильевич отдавал приоритет воспитанию и обучению личности солдата. Новая, смелая для своего времени, система обучения и воспитания войск великого генералиссимуса сделала непобедимой Русскую армию для противника на протяжении пятидесяти лет командования войсками Суворовым Александром Васильевичем.

Список литературы

1. Литвиненко С.В. Теория и практика военно-педагогической деятельности в наследии А.В.Суворова: дис. … пед. наук. СПБ., 2001 442 с.

2. Сборник изречений «Заветы Суворова»/ Сост. К. Пигарев. М., 1943

3. Петрушевский А.Ф. Генералиссимус князь Суворов, М.: В. Секачев, 2012.432 с.

4. Гершельман С. Нравственный элемент в руках Суворова // Российский военный.

5. Сергиенко А.И. Колесникова И.Ю. Психолого-педагогические аспекты формирования у Русских воинов высокой морально психологической готовности к войне в XVIII веке. НОИ-2019: материалы Национальной научной конференции ВГАУ имени Петра I. Ч. II. – Воронеж, 2019. –275 с. С. 167-171.

6. Стратегия духа: Основы воспитания войск по взглядам А.В. Суворова и М.И. Драгомирова. - М., 2000.

3. Жилин П.А. Военно-теоретическое наследие А.В. Суворова // Жилин П.А. О войне и военной истории. М., 1984. С. 487-492.

7. Не числом, а умением!: Военная система А.В. Суворова / Сост. А.Е. Савинкин и др. М.: Русский путь, 2001. 615 с

УДК: 519.233.22

Д.К. Емельянов, студент
А.Е. Попов, к.т.н., доцент

О ВОПРОСЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ

В данной статье рассмотрены примеры обработки опытных данных с помощью методов математической статистики. Представлены пакеты программ для обработки результатов экспериментов.

Наука и математика помогают нам понять, как мир вокруг нас связано - от происхождения и структуры Вселенной для развития и функционирования человечества и всех других организмов на земле.

Научные знания позволяют критически оценивать достоверность информации в различных сферах повседневной жизни, в обществе и средствах массовой информации.

Математическая статистика - предмет прикладной математики, описывающий и анализирующий случайные события.

В основу положена математическая теория вероятности, которая восходит к 17 веку, но в нынешнем виде развита преимущественно в 20 веке.

Применение матметодов в пищевой промышленности резко возросло за последние 20 лет, и эта тенденция, безусловно, сопровождается развитием различных алгоритмов и компьютерных программ, что способствует широкому использованию этих методов. Эту тенденцию можно объяснить низкой стоимостью компьютеров и растущей способностью обработки данных анализировать сложные и большие объемы экспериментальных результатов. Кроме того, разработчики программного обеспечения заинтересованы в обеспечении вычислительных пакетов простейшими интерфейсами. В этом смысле математики и статистики оптимизировали и разработали новые методы решения задач в различных областях, таких как медицина, химия, агрономия, биология. Эти методы или модели были реализованы в вычислительных пакетах (программном обеспечении), и ученые извлекли выгоду из их использования, поскольку ручные вычисления занимают много времени и, как правило, неточны (для больших наборов данных).

Теория вероятностей также является основой статистической теории о том, как делать выводы из данных со случайными характеристиками, а развитие компьютерных технологий внесло значительный вклад в расширение применения математической статистики. Сегодня математическая статистика является одним из самых мощных инструментов в прикладной математике.

Примерами, которые в значительной степени используют математическую статистику, являются страховой и финансовый секторы,

биологические и медицинские исследования (биостатистика) и промышленные приложения, такие как телекоммуникации и контроль качества.

Весь предмет статистики основан на идее, что у вас есть большой набор данных, и вы хотите проанализировать этот набор с точки зрения взаимосвязи между отдельными точками в этом наборе данных.

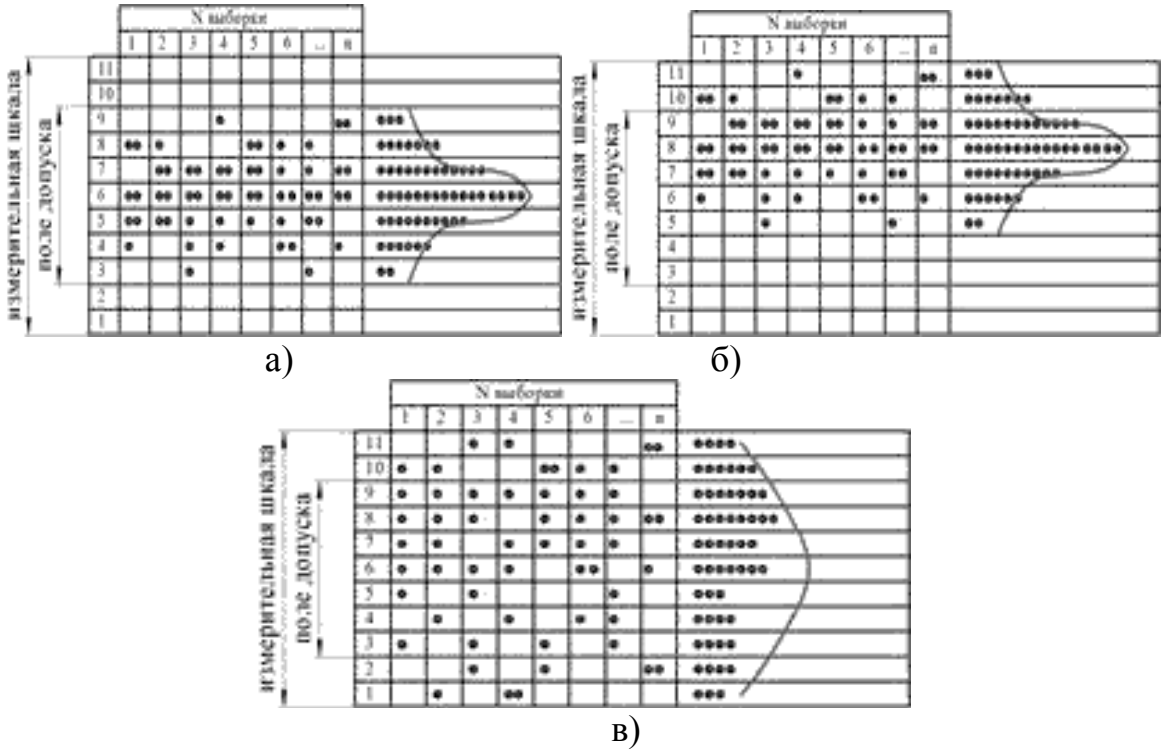
В результате экспериментов (исследований) получают случайные величины, которые чаще всего подчинены нормальному закону распределения (закону Гаусса).Этот закон используется во множестве областей и с его помощью моделируется много реальных процессов.

При контроле свойств изделия используют контрольные диаграммы при построении которых изучается кривая Гаусса. Результаты проведенных замеров для каждого объекта заносятся в контрольную диаграмму, в следствии чего получается возможность определить необходимые параметры:

1 вариант. Измеряемые параметры входят в пределы поля допуска *(рис. 1а).*

2 вариант. Необходима наладка, так как распределение находится вне поля допуска *(рис. 1б).*

3 вариант. Наладка невозможна. *(рис. 1в).*



а) б)

в)

Рис. 1. Варианты контрольных карт

Необходимые выводы о контроле над техпроцессом делают на основе визуального анализа.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	8,61	8,73	8,82	8,58	8,69	8,82	8,45	8,54	8,80	8,63
2	8,87	8,56	8,34	8,67	8,70	8,74	8,40	8,55	8,64	8,98
3	8,62	8,68	8,72	8,37	8,44	8,67	8,51	8,87	8,59	8,61
4	8,60	8,66	8,76	8,85	8,42	8,28	8,78	8,62	8,57	8,65
5	8,48	8,76	8,65	8,49	8,53	8,77	8,81	8,56	8,84	8,71
6	8,55	8,66	8,68	8,72	8,87	8,46	8,53	8,42	8,75	8,67
7	8,39	8,47	8,83	8,71	8,65	8,57	8,62	8,86	8,69	8,58
8	8,70	8,74	8,64	8,68	8,60	8,58	8,54	8,50	8,71	8,79
9	8,65	8,69	8,70	8,52	8,61	8,75	8,51	8,62	8,78	8,61
10	8,67	8,63	8,82	8,53	8,66	8,59	8,62	8,61	8,66	8,55

Рис. 2. Втулка Ø8,5H14 и выборка по внутреннему диаметру втулки

Использование многомерной аналитики процессов побуждает людей мыслить совершенно по-новому и улучшать процессы и операции с лучшим пониманием процесса. Это позволяет оперативному персоналу выявлять и вносить более обоснованные исправления до конца партии и играет важную роль в обеспечении того, чтобы партии неоднократно поражали заранее определенные цели в конце партии. Кроме того, инженеры и другой оперативный персонал получают дополнительное представление о взаимосвязи между технологическими переменными и их важностью для качества продукции.

Список литературы

1. Кирьянова Г. А., Сорокина Л. А., Кожанова Е. Р. Статистический анализ обработанных изделий // Молодой ученый. 2015.

2. Кожанов Р. В., Артемова А. Д.Построение логических схем с использованием Matlab/Simulink и Scilab/Xcos // Молодой ученый. 2015.

3. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

4. Афоничев Д.Н. Основы научных исследований в электроэнергетике / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 204 с.

УДК 621.793.74

С.В. Хляка, студент
О.А. Колпакова, студент
А.Е. Рыжкова, студент
Д.А. Пищаков, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

ИОННО-ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

В данной статье рассмотрены различные состояния веществ, строение плазмы, а также ценность плазменной обработки в современном мире.

Предполагается, что вещество бывает в 3-х состояниях: твердом, жидком и газообразном. В последнее время особое внимание привлекли свойства вещества в четвертом состоянии, такое вещество называется плазмой.

Плазма — это газ, состоящий из положительных и отрицательных заряженных молекул, заряд суммарно которых равен нулю и хаотичные электроны которой могут переносить электрический ток. В следствии этого плазма — это своего рода, проводящий газ.

Не секрет, что при сильном нагревании, любое вещество улетучивается, тем самым преобразуется в газ. Если систематически увеличивать температуру, то резко увеличится процесс хода тепловой ионизации, т. е. происходит распад молекул нагретого газа на составляющие их атомы, которые в последствие превращаются в ионы. Взаимодействие с электрическим излучением либо бомбардировкой газа заряженными частичками может вызвать ионизацию газа.

В состоянии плазмы присутствует сдерживающая доля вещества Вселенной — звездное небо, астральные атмосферы, галактические туманности, а также межзвездная сфера. Плазма обусловливается в космосе в виде солнечного ветра, наполняя магнитосферу (создавая радиационные зоны Земли) а также ионосферу. Этим обусловлены мощные магнитные бури, а также полярные сияния. Отображение радиоволн с ионосферной плазмы гарантирует возможность отдаленной радиосвязи на Нашей Планете.

Существует высокотемпературная плазма. В самых недрах Солнца, очень сдавленная плазма обладает весьма немалой температурой - 10 000 000 К. При подобной температуре - атомные ядра встречаются с такого рода силой, отчего без усилия объединяются между собой. Непосредственно эта самая энергия, которая излучается Солнцем, также считается вплоть до сего периода основой нашего существования. Энергия, которая излучается солнцем, считается важнейшей основой существования и также в наше время.

Плазма, температура которой 1000 К, является своего рода низкотемпературной плазмой. Применяется такая плазма в газоразрядных источниках света, а также в газовых лазерах, термоэлектронных преобразователях тепловой энергии в электрическую, а также в магнитогидродинамических (МГД) генераторах. Плазмотроны, которые формируют потоки крепкой низкотемпературной плазмы, обширно используют в разных сферах техники. В главном, с их помощью разрезают, а также сваривают сплавы, наносят стойкие напыления.

Обрабатывание материалов низкотемпературной плазмой генерируемой частотными плазмотронами, при котором меняется состав, размеры, внешний вид или же поверхностная оболочка, называется плазменной обработкой.

При резке плазменной струей, воздух, окисляет сплав, а также предоставляет вспомогательный электроэнергетический взнос в процедуру резки.

Плазменные покрытия различаются пониженной теплопроводимостью, а также прекрасно оказывают сопротивление термическим ударам.

Плазменное насыщение — это разновидность напыления сжатой дугой, метод получения этой плазменной дуги состоит в сжатии столба сварной дуги линией обдувания ее струями прохладного газа. Приспособление, специализированное с целью извлечения плазменной дуги, именуется плазмотроном.

Переход элемента в состояние плазмы раскрывает для людей новейшие способности его результативного применения с целью обрабатывания материалов.

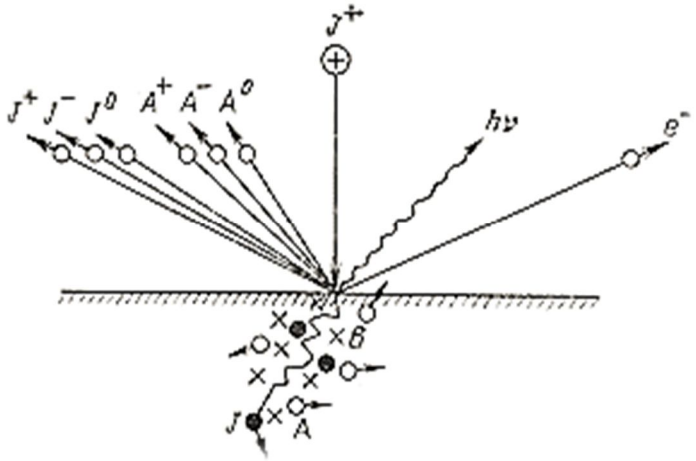


Рисунок 4. Схема физических явлений, наблюдаемых при взаимодействии иона с материалами J^+,J^-,J° – бомбардирующие и обратно рассеянные ионы в различном зарядовом состоянии, A^+,A^-,A° – распыленные атомы в различном зарядовом состоянии, B^+, B^-,B° – дефекты в материале, e^- - вторичные электроны, hv - фотоны

Таблица 1. Сравнительные характеристики систем плазмохимического травления

Параметры	Планарная система		Объемная система
	с загружаемым анодом	с загружаемым катодом	
Диапазон давлений, Па	13…200	1,3…13	13…200
Мощность обработки, Вт	Зависит от размеров	Зависит от размеров	100…500
Механизм травления	Химический и физический	Химической и физический	Химический
Управление температурой подложки	Есть	Есть	Нет
Потенциал на подложке	Регулируется	Регулируется	Плавающий

Ионы – это составная часть плазмы, которые отбираются, а также убыстряются до необходимых энергий электрическим полем. Воздействие ионов на материалы, их управление перемещением, является важнейшим условием применения ионов. Ионы, обладающие кинетической энергией, внедряют в материал, совершается смещение, а также побуждение атомов, которое приводит к изменению структуры материала. Происходит ликвидация атомов с поверхности материала, которые могут располагаться в разном зарядовом отношении. Связь сопровождается второстепенной электрической эмиссией, электромагнитным излучением, диапазон которого протягивается с инфракрасного вплоть до рентгеновского.

«Чистая» поверхность – это плоскость, которая обладает незначительным количеством элементов чужеродного, для предоставленной подложки материала. К количеству поверхностных загрязнений принадлежат пласты, сформировавшиеся в следствии химических взаимодействий на поверхности – окислы, а также карбиды материала подложки.

Классическое жидкостное химическое обрабатывание подложек до их внедрения в технологические конструкции считается наиболее основной стадией очищения. Подобное обрабатывание далеко не дает возможность абсолютно целиком убрать все без исключения засорения, так как она сама оставляет незначительные засорения. При загрузке в технологические камеры подложки снова загрязняются. Ионно-плазменным обрабатыванием осуществляется финишное очищение подложек накануне нанесения пленочного напыления. Это дает возможность получать высокоплотные, основательно сцепляющиеся с подложками оболочки, уменьшать противодействие невыпрямляющих контактов, извлекать качественные выпрямляющие контакты, металл – полупроводник. В дальнейшей ионно-плазменной очистки плоскость подложки становится возвышенно химически активной.

При ионно-плазменной очистке устранение загрязнений совершается в согласовании с одним, либо несколькими приспособлениями, основными из которых считаются: тепловая десорбция загрязнений в следствии незначительного разогрева подложки под воздействием ионной, а также электронной бомбардировки, рассеивание, а также формирование нестойких соединений загрязнений с химически интенсивными ионами.

Имеется большое число определенных технологических действий ионно-плазменного очищения. Один из более обычных – обрабатывание в тлеющем разряде в остаточной воздушной обстановке. Свойства очищения характеризуются сокращением краевого угла увлажнения, а также повышением адгезии планки алюминия, характеризуемого согласно величине действия, требуемого с целью отрыва оболочки от подложки, сформулированного в граммах.

Список литературы

1. Муранова Г.А., Терпугов В.С., Егоров П.П. Ионная полировка оптических поверхностей [Текст]: Муранова Г.А., Терпугов В.С., Егоров П.П. Ионная полировка оптических поверхностей, 1979 – с.35.
2. Гайнутдинов И.С. Очистка и полировка поверхностей подложек в плазме низкого давления[Текст]: Гайнутдинов И.С. Очистка и полировка поверхностей подложек в плазме низкого давления, 1977 – с.152.
3. Розов В.В., Калмыкова Ю.К. Механизм плазмохимического травления [Текст]: Розов В.В., Калмыкова Ю.К. Механизм плазмохимического травления, 1979 – с.91.
4. Нассонова А.А., Осаждение тонких пленок в плазме [Текст], Нассонова А.А., Осаждение тонких пленок в плазме, 1971 – с.79.
5. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

УДК: 628.13

И.А. Жуков, студент
М.А. Панферов, студент
Р.А. Дружинин, к.т.н., доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В статье описывается принцип работы гидрооборудования, такого как водонапорные башни, их исторические предпосылки возникновения и конструктивные особенности.

Если не брать в расчёт того, что мы живем в век автоматизации всех технологических процессов, классические водонапорные башни, обеспечивающие сельскохозяйственные предприятия водой, продолжают служить людям и в современных условиях жизни. Более того, их число постоянно растет.

Потребление воды в течение суток отличается крайней неравномерностью. Для того чтобы подача воды была постоянной (без перебоев) и чтобы глубинные насосы реже срабатывали изобрели водонапорные башни [1,3].

Водонапорные ёмкости, а также водонапорные резервуары - являются обязательной составляющей водонапорных башен. Водонапорные ёмкости открыли очень давно, и первичная их поверхностная форма сильно отличалась от вида нынешних водонапорных башен, но несмотря на это принцип был одним и тем же. К примеру, водоснабжение в Античном Риме

был водоем, расположенный неподалеку от источника, находящийся на возвышенности, в котором вода накапливалась и по акведукам подавалась в водопровод города.

При археологических раскопках на территории бывшего Советского Союза были обнаружены остатки конструкций водопровода. В московском Кремле в XVII веке появился первый напорный водопровод. Вода из Москвы-реки транспортировали за счёт устройства «лошадиной тяге» и под напором подавалась в резервуар на башне и далее по трубам поступала в здание.

Водонапорная башня системы Рожновского была изобретена инженером А.А. Рожновским в 1936 году. Ее фундаментальное превосходство на этот период - скорость монтажа, которая составляла 2-4 дня, отсутствие необходимости подогрева в зимнее время, а также низкая стоимость производства в сопоставлении с кирпичными вышками. За изобретение водонапорной башни такого типа в 1942 г. конструктор был удостоен Сталинской премии[2].

Но Рожновский А.А. был не 1-ый, который порекомендовал водонапорные башни такой конструкции с отсутствием обогрева. Конструктор Земсков П.И. в 1925 г. на основе многочисленных замеров температуры воды в прилегающих к железной дороге водонапорных башнях в зимний период пришел к заключению о необходимой потребности создания не обогреваемых башен, что позволило бы существенно сэкономить. Земсков П.И. установил определённую закономерность соотношения объёма накопительного резервуара водонапорной башни и скорость притока и оттока воды в нём, которая позволила отказаться от системы обогрева водонапорных башен в зимнее время.

Первоначально водонапорные башни применяли только лишь на железной дороге для хранения запасов воды для паровозов. В 1951 г. башни Рожновского нашли широкое применение в сельском хозяйстве, где они зарекомендовали себя множественными положительными отзывами за время эксплуатации[4,5,6].

Водонапорная вышка нередко оказывалась одной из первых построек при строительстве населенных пунктов, железнодорожных станций либо производств и в дальнейшем около неё возводилась прочая инфраструктура.

Основное назначение водонапорных башен – накопление воды для снижения нагрузки насосной системы водоснабжения, компенсация суточных пиковых нагрузок в процессе водопотребления, противопожарное водоснабжение, использование воды на полив сельскохозяйственных культур в случае необходимости.

Водонапорная башня является сооружением, которое использую в системах и сетях водоснабжения, а также служит для хранения определённого количества воды и регулирования напора в системе. Высота башни (без резервуара), как правило, составляет не более 30 м, а их емкость измеряют тысячами кубических метров. Конструкция башни включает в себя трубы (для подвода и отвода воды), резервуар цилиндрической или

шарообразной формы, который устанавливают на опоре, изготавливаемый из кирпича, железобетона или стали. Принцип работы башни основан на принципе гидростатического равновесия. С помощью электрического насоса вода попадает в резервуар.

Принцип действия и регулирующая роль водонапорной башни заключается в том, что в часы снижения водопотребления избыток воды, подаваемый насосной станцией, накапливается в водонапорной башне и расходуется из нее в часы повышенного водопотребления. Насос, установленный в скважине, перекачивает воду в бак водонапорной башни, установленной в верхней части [5 ,6, 8, 9].

Всего выделяют 5 подтипов металлических башен:

1. Призматическая модель состоит из нескольких вертикальных ферм.
2. Пирамидальный вариант используется при высоте основания от 25 до 40 м.
3. Башни системы Шухова появились в конце 19 века. Их опора состоит из сетчатой металлической конструкции. К достоинствам такой модели относят ее легкость. Но проводить монтаж башни Шухова намного сложнее, чем призматической или пирамидальной.
4. Башни-бочки. Самые распространенные модели, соединяющие в себе саму башню и цилиндрический металлический резервуар. Сам цилиндр выполняется из листовой стали, он же устанавливается на фундамент при помощи опор и служит накопительной емкостью.
5. Водонапорная башня системы Рожновского, которая была разработана инженером А.А. Рожновским в 1936г [7].

В России преимущественно используются башни Рожновского (рис.1).



Рисунок 1 – Водонапорные башни Рожновского

Водонапорные башни существуют с конца 19 века. Конструкции и особенности строений менялись и модернизировались с годами. Но принцип работы сохранялся. Сейчас встречаются следующие типы водонапорных резервуаров [3,5,6]:

1. Каменная (кирпичная) водонапорная башня. Новых конструкций такого типа уже не строят. Последний раз конструкцию возводили в 1885 году. Но сами резервуары сохранились и даже работают.

2. Железобетонные башни возводили в период СССР. Объем одной емкости доходил до 150 м³.

3. Металлические водонапорные башни — самый распространенный вид резервуаров. Они различны по объему, имеют разные опоры и способны хранить не только техническую жидкость, но и питьевую воду.

Деревянные водонапорные башни не производят. Древесина быстро вступает в реакцию с водой. На поверхности таких резервуаров образуются грибки и плесень, заражающие воду.

Водонапорные конструкции из металла вмещают до 25-30 м³ жидкости. Они обладают рядом особенностей: высокой скоростью возведения, универсальностью и прочностью.

Изготовление водонапорных башен обладает серией отличительных черт. Прежде всего, это сопряжено с тем, что водонакопительный резервуар находится на установленной высоте, а также вся конструкция требует достаточной жёсткости и надёжности, так как помимо веса самой конструкции очень важно удерживать и массу воды, находящейся в ней [2].

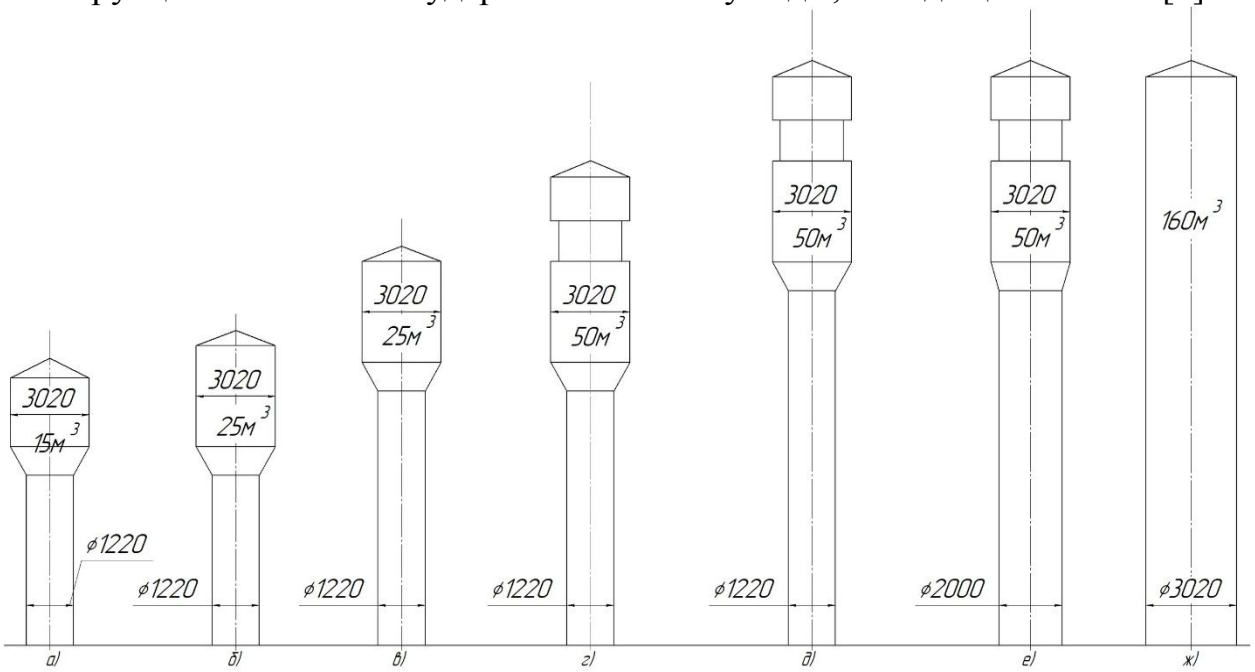


Рисунок 2 – Общий вид водонапорных башен Рожновского разного объёма

Таблица 1 – Габаритные технические характеристики водонапорных башен Рожновского

Наименование	ВБР-15	ВБР-25		ВБР-50			ВБР-160
Объем бака, куб.м.	15	20		50			160
Высота дна бака, м.	12	12	15	15	18	18	18
Диаметр опоры, м.	1220					2000	3020
Опора Н1=6м., шт.	2	2	2	2	-	-	12,4
Опора Н1=6м., шт.	-	-	1	1	2	2	12,4
Рисунок	а	б	в	г	д	е	ж

Для правильной работы башни ее устанавливают незначительно выше источников потребления (5-15 м). Это необходимо для того, чтобы скорость потока воды соответствовала требованиям (примерно 1 м/с). Это осуществляется за счет содержания воды в водяном столбе. Также водонапорные башни способствуют подаче воды даже при отключении электричества, что является огромным плюсом.

Преимущества водонапорной башни Рожновского [6]:

- высокий уровень автоматизации работы и возможность дистанционного отслеживания ее состояния, не требующего постоянного нахождения человека для ее обслуживания;
- легкость и удобство их обслуживания;
- простота установки и монтажа;
- небольшая цена и быстрая скорость монтажа практически в любом районе;
- отсутствие необходимости подогрева в зимнее время.

В современности башни Рожновского используют на благо сельского хозяйства. Они до сих пор имеются в продаже и монтируются не смотря на появление множества современного оборудования. Сегодня водонапорные башни системы Рожновского стали незаменимыми на фоне сельского пейзажа в России. Со дня изобретения этих башен, их установили более 400тысяч единиц.

Список литературы

1. Варфоломеев Ю.М. Санитарно-техническое оборудование зданий [электронный ресурс]: Учебник / Ю. М. Варфоломеев, В. А. Орлов. – Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2005. – 249 с. – URL:http://znanium.com/go.php?id=92469 (дата обращения 02.03.2020). – Текст электронный.

2. Дмитриевский завод металлоконструкций: [сайт] – URL: https://www.http://dzm-k.ru/index.php/vodonapornye-bashni (дата обращения: 29.01.2020). – Текст: электронный.

3. Павлинова И.И. Водоснабжение и водоотведение. Учебник / И.И. Павлинова, В.И. Баженов, И.Г. Губий. М.: Юрайт, 2013. – 480 с.

4. Сабашвили Р.Г. Гидравлика, гидравлические машины и водоснабжение сельского хозяйства: Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных вузов по инженерным специальностям / Р. Г. Сабашвили. – Москва: Колос, 1997.– 479 с.

5. Сомов М.А. Водоснабжение [электронный ресурс] : Учебник / М. А. Сомов, Л. А. Квитка.– Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2006. – 287 с. – URL:http://znanium.com/go.php?id=106740 (дата обращения 02.03.2020). – Текст электронный.

6. Усаковский, В.М. Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве / В.М. Усаковский. – М.: Колос, 2002.– 327с.

7. Учебно–методическое пособие по дисциплине «Гидравлика» для выполнения расчетно–графической работы по теме: «Расчет линии сельскохозяйственного водоснабжения. Выбор насоса и водорегулирующего сооружения» по направлению 35.03.06 (110800.62) – «Агроинженерия» / М.Н. Яровой, Р.А. Дружинин // Воронеж, ВГАУ, 2014. – 90 с.

8. Автоматика / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, М.Ю. Еремин, И.И. Аксенов, Р.М. Панов. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – 231 с.

9. Пиляев С.Н. Автоматизация технологических процессов/ С.Н. Пиляев, Д.Н. Афоничев, В.А. Черников. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 240 с.

УДК: 621.311(075)

И.А. Канцеляристов, студент
А.Н. Ларионов, д.-ф.м.н, профессор

МНОГОКРАТНЫЕ ОТРАЖЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ЛИНИИ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Представлены уравнения, характеризующие процесс распространения волны напряжения вдоль линии с распределёнными параметрами в случае многократных преломлений и отражений волны в узловых точках линии.

Рассмотрим процесс распространения волны напряжения (u_1) произвольной формы (рис.1) с амплитудой U_1 вдоль длинной линии с волновым сопротивлением z_1 в направлении точки 1. В этой точке к линии с распределёнными параметрами подключён проводник длиной ℓ с волновым сопротивлением z. Другой конец этого проводника в точке 2 соединён с

линией с распределёнными параметрами и волновым сопротивлением z_2. Рассмотрим процесс распространения волны напряжения вдоль длинной линии в случае, когда линии, подключённые к проводнику в точках 1 и 2, можно считать бесконечно длинными.

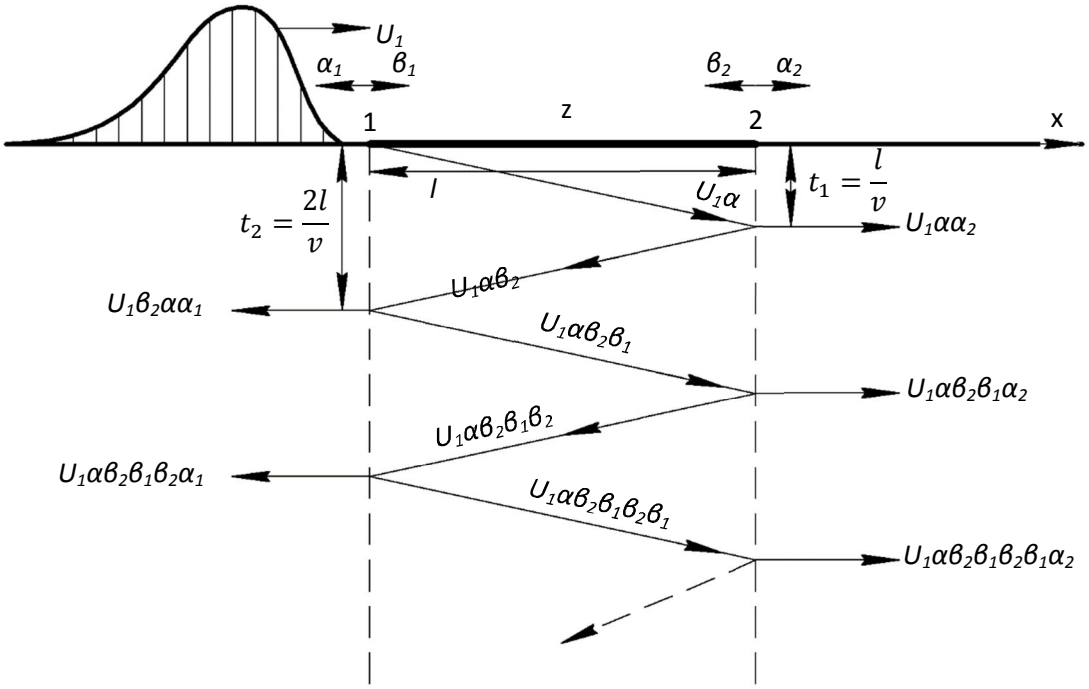


Рис.5. Характеристическая сетка для расчёта потенциалов в узловых точках при многократных преломлениях и отражениях

Учитывая, что коэффициент преломления в точке 1 для волны напряжения u_1, описывается выражением $\alpha = \frac{2z}{z_1+z}$, обозначим символами α_1, α_2 – коэффициенты преломления для волн 1 и 2, соответственно пришедших от точек 2 и 1, и символами β_1 и β_2 — коэффициенты отражения соответствующих волн от точек 2 и 1 [1,2].

Рассмотрим процессы, происходящие при распространении волны напряжения вдоль линии. Волна u_1, падая на точку 1, искажается, то есть испытывает преломление. Преломлённая волна напряжения $u_1\alpha$, распространяясь вдоль проводника ℓ, достигает точки 2 в течение промежутка времени $t_1 = \ell/v$ и вновь преломляется. Окончательно на линию с волновым сопротивлением z_2 поступает волна напряжения $u_1\alpha\alpha_2$. Стоит отметить, что в точке 2 волна одновременно частично отражается. Поэтому к точке 1 придёт отражённая волна напряжения $u_1\alpha\beta_2$, где спустя временной промежуток, равный $t_2 = \frac{2l}{v}$, снова произойдёт отражение и преломление. Вновь преломлённая волна напряжения $u_1\alpha\beta_2\alpha_1$ далее распространяется вдоль линии с волновым сопротивлением z_1 и далее может не рассматриваться. Но отражённая волна с амплитудой напряжения $u_1\alpha\beta_2\beta_1$ продолжит распространяться из точки 1 в точку 2. В этой точке произойдёт отражение и преломление. Следующая преломлённая волна с напряжением $u_1\alpha\beta_2\beta_1\alpha_2$ в этот момент времени складывается с преломлённой волной $u_1\alpha\alpha_2$ и в дальнейшем будет распространяться вправо от точки 2. Отражённая волна

напряжения $u_1\alpha\beta_2\beta_1\beta_2$ распространяется из точки 2 в точку 1 и процесс в дальнейшем повторится.

Чтобы найти результирующую волну в линии с волновым сопротивлением z_1, удобно воспользоваться характеристической сеткой. Сетка представляет собой координатно-временную диаграмму, в которой на верхней линии изображён в масштабе отрезок проводника ℓ, который расположен вдоль оси x. Вдоль оси абсцисс расположены также длинные линии с волновым сопротивлением линии z_1 и z_2. Временная ось направлена вертикально. Распространение волн изображено с помощью наклонных линий между точками 1 и 2, преломлённые волны для наглядности представлены правее пунктирной линии. Сетка позволяет найти положения фронта любой волны в некоторый момент времени или в каком-либо положении. Сложение преломлённых волн позволяет найти результирующую волну в линии с волновым сопротивлением z_2 [3,4]. При сложении необходимо учитывать смещение волн по времени. Для движения волны по проводнику ℓ в прямом и обратном направлении, каждая следующая волна запаздывает по отношению к предыдущей волне на промежуток времени $t_0 = \frac{2l}{v}$. На рисунке дана зависимость преломлённой волны z_2 от времени. Отрезок αβ является фронтом волны.

Для расчёта потенциала волны в линии с волновым сопротивлением z_2 после *n-го* количества отражений необходимо воспользоваться суммой следующих членов:

$$u_2(t) = U_1\alpha\alpha_2\{1 + \beta_1\beta_2(t - t_0) + \beta_1^2\beta_2^2(t - 2t_0) + (\beta_1\beta_2)^{n-1}[t - (n-1)t]\}.$$

Отметим, что скобки, в которых содержится разность значений времени, указывают на необходимость учёта слагаемых при выполнении следующего условия $t > kt_0$.

Коэффициенты отражения β_1и β_2всегда меньше единицы [1.5]. Выражение в фигурной скобке можно рассматривать как геометрическую прогрессию со знаменателем $\beta_1\beta_2$, меньше единицы, получаем при $n \to \infty$

$$U_2 = U_1\alpha\alpha_2\frac{1}{1 - \beta_1\beta_2}.$$

Подстановка в данное соотношение выражений α_1, $\alpha_2\beta_1$ и β_2 позволяет получить выражение напряжения U_2

$$U_2 = U_1\frac{2z}{z_{1+}z_2}\frac{2z_2}{z + z_2}\frac{1}{1 - \frac{z_1 - z}{z_2 + z} * \frac{z_2 - z}{z_2 + z}} = U_1\frac{2z_2}{z_1 + z_2}.$$

Окончательно мы имеем зависимость напряжения только от коэффициента преломления α_2 без учёта волнового сопротивления z на линии z_2 после бесконечно большого числа искажений и преломлений. Конечный эффект появляется спустя 5-6 отражений и выглядит, как будто бы волна U_1 с длинной линии с волновым сопротивлением z_1 непосредственно переходит на длинную линию с волновым сопротивлением z_2, то есть влияние проводника ℓ на процесс распространения волны напряжения вдоль линии практически исключается.

Коэффициенты отражения β_1 и β_2 будут отрицательными и положительными при z больше или меньше z_1 и z_2 соответственно. Произведение коэффициентов всегда будет положительным числом. Ввиду этих факторов, напряжение на линии с волновым сопротивлением z_2 будет ступенчато увеличиваться до величины $U_1 \frac{2z_2}{z_1+z_2}$ (рис.2).

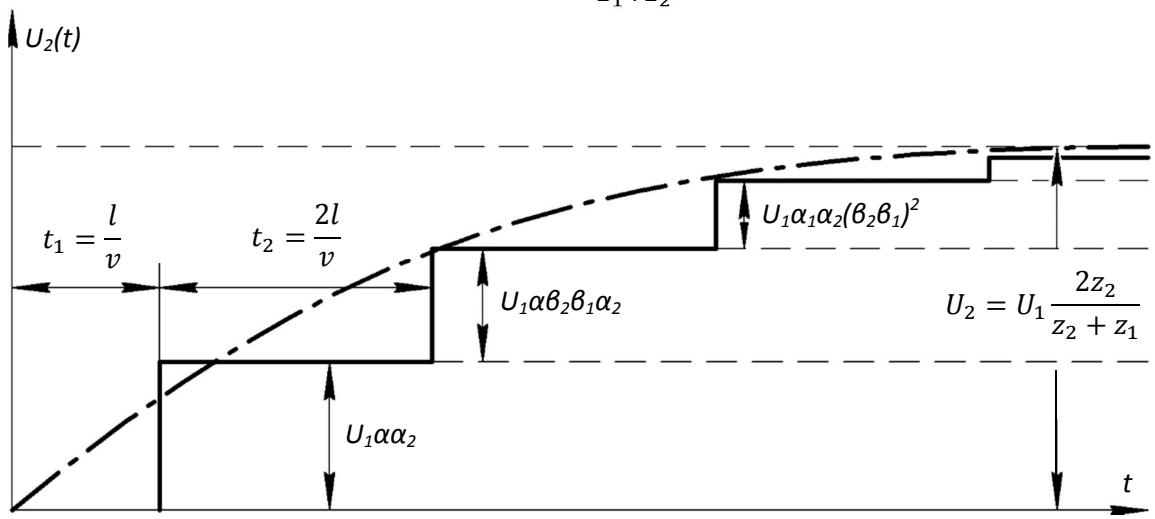


Рис6. График преломлённой волны на линии с волновым сопротивлением z2при z>z1и z>z2, либо z<z1и z<z2и при падающей волне U1

Аналогичный процесс можно наблюдать при прохождении прямоугольной бесконечно длинной волны через индуктивность или мимо ёмкости. Пунктирная кривая на данном рисунке представляет волну на линии z_2 и служит усреднённой ступенчатой линией, полученной ранее.

Рассмотрим случай, когда $z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ больше сопротивлений z_1 и z_2, у проводника ℓ преобладает индуктивность и в этом случае его ёмкостью можно пренебречь. Исходя из этого, данный проводник можно заменить сосредоточенной индуктивностью

$$L_{\text{пр}} = Ll = l\sqrt{\frac{C}{C}}\sqrt{LC} = 1\frac{z}{v} = lt_1.$$

В случае, когда $z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ меньше сопротивлений z_1 и z_2, отрезок провода обладает большой ёмкостью и его индуктивностью можно пренебречь. В этом случае отрезок можно заменить сосредоточенной ёмкостью

$$C_{\text{пр}} = Cl = l\frac{\sqrt{LC}}{\sqrt{\frac{L}{C}}} = \frac{1}{vz} = \frac{t_1}{z}$$

При детальном изучении волновых процессов возможны случаи при $z_2 > z > z_1$ (рис. 3) коэффициенты β_1и β_2 имеют противоположные знаки и переходной процесс для преломлённой волны будет колебательным. Прямая $U_1 \frac{2z_2}{z_1+z_2}$будет служить осью колебаний.

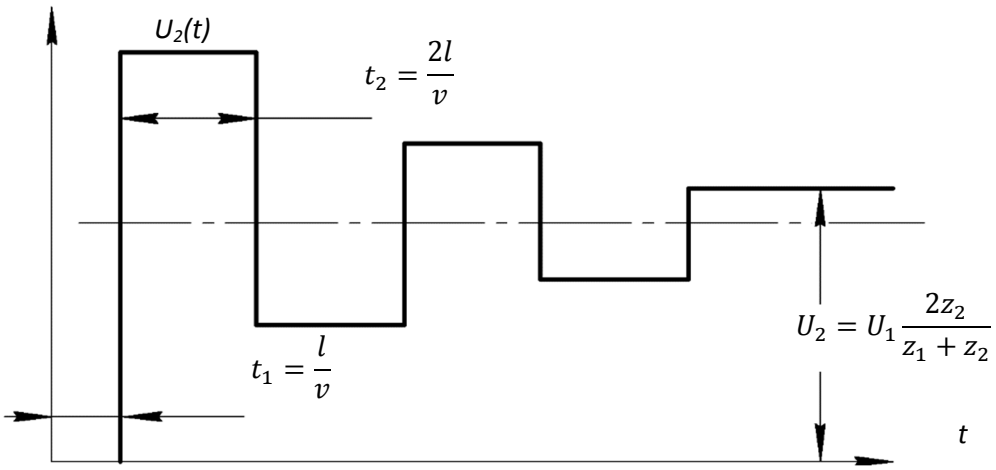


Рис7. График преломлённой волны на линии с волновым сопротивлением z2 при z1<z<z2и при падающей волне U1

Результаты выполненного анализа могут использованы для расчёта параметров процессов распространения волн в сопряжённых линиях с распределёнными параметрами.

Список литературы

1. Физические основы электроники и электротехники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2015 г. – 433 С.

2. Ларионов А.Н., Шацкий В.П., Ларионова Н.Н. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.П. Шацкий, Н.Н. Ларионова // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2018. – 360 С.

3. Ларионов А.Н., Воищев В.С., Ларионова Н.Н., Ефремов А.И. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2017. – 260 С.

4. Физика. Учебное пособие [текст] / В.С. Воищев [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014. – 333 С.

5. Физические основы электроники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014 г. – 186 С.

УДК 631

П.Ю. Аксенов, студент
Д.С. Сиволапов, студент
А.А. Заболотная, ст. преподаватель

КИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА

Резка металлов кислородной струей или струей кислородной смеси на сегодняшний день является самым распространенным и экономически

доступным методом по сравнению с другими видами резки, несмотря на количество возможных дефектов и временных затрат на их устранение.

Сущность процесса кислородной резки металлов заключается в следующем. При достижении температуру в 1300 – 1400 градусов Цельсия, то есть при температуре близкой к температуре плавления стали, с помощью струи чистого кислорода проявляется одно из свойств железа, а именно интенсивное сгорание - это и называется процессом кислородной резки.

Во время самого процесса резки металл нагревается с помощью горения кислорода или смесей вроде ацетилена, пиролизного или природного газа.

Сначала металла нагревается по линии реза, а потом на нагретый участок направляют струю кислорода или смеси газов в совокупности с управляемым перемещением резака по линии резки. С помощью этого металл равномерно обрабатывается по намеченной линии. Однако температура в местах нагрева, а именно в местах, граничащих с режущей струей, может поднимать несколько выше заданной, что влечет за собой проникновение шлака на небольшую глубину внутрь металла.

Если считать теоритический расход кислорода на 1 килограмм железа, то получится, что на 1 килограмм железа расходуется 0,29 – 0,38 м3 в зависимости от получаемого продукта термической реакции: FeO или Fез04. На практике же расход смеси гораздо больше рассчитываемого и связано это сразу с несколькими факторами: при химической реакции присутствуют сразу оба конечных продукта в разных пропорциях, металл частично удаляется в виде расплавленного металла и воздушной смеси паров, так же кислород частично расходуется на удаление жидкого металла с помощью продувания.

При этом чистота технического кислорода варьируется от 98,8% до 99,7%. Применение кислорода с более низкой чистотой не рекомендуется из-за образования трудно очищаемого шлака и риском понижения глубины реза. Так же при уменьшении содержания кислорода всего на 1%, увеличивается расход смеси на 25-30 % от начального расхода. [1]

Основные условия резки.

Для процесса кислородной обработки металла с помощью процесса резки необходимы далее приведенные условия:

Температура плавления металла должна быть выше, чем температура горения металла в кислороде, ибо обратное может привести к переходу материала в жидкое состояние раньше, чем его непосредственное горение в смеси.

Несмотря на выше сказанное, температура плавления продуктов сгорания металла должна быть ниже все той же температуры горения металла, при этом окислы не должны быть вязкими, иначе их практически невозможно удалить с помощью продувания. В ином случае придется использовать специальные флюсы.

Еще одним важным условием является количество тепла, вырабатываемого при сгорании материала в кислородной смеси. Во время самого процесса резки более 70 % тепла выделяется с помощью протекающей термической реакции и только оставшиеся 30 % вырабатываются подогревающим пламенем.

Последним из основных условий резки является теплопроводность металла, которая должна быть не слишком высокой, ибо в ином случае процесс кислородной резки может прерваться в следствии высокой степени отвода тепла металлом.

Влияние состава углерода на процесс резки

Вышеперечисленные условия наиболее близко применимы к чистому железу или сталям с невысоким содержанием углерода. Объясняется это следующим: температура воспламенения железа в кислородной среде около 1050 градусов Цельсия, но его температура плавления равна 1528 градусам Цельсия. При добавлении углерода и его повышении до 0,7% в стали температура воспламенения повышается до 1300 градусов, что соответствует температуре плавления стали такого состава. А. Н. Шашков утверждал, что окисление избирательным путем железа в кислородной среде при одноименной резке стали начинается при температуре в 1130 градусов, а при повышении до 1300 градусов и выше имеет место быть процесс интенсивного выгорания углерода. [2]

Так же на температуру загорания металла оказывают влияние такие факторы как состояние поверхности металла, а именно:

Величина размера металла, то есть, если поверхность будет шероховатой, то это облегчит процесс загорания в кислородной среде. Это объясняется разной температурой воспламенения у разных поверхностей металлов, к примеру, если взять порошковое железо в чистом виде, то его температура воспламенения будет держать на отметке в 315 градусов, но если взять прокатанный металл, то его критическая точка воспламенения будет гораздо выше.

Давление на обрабатываемую поверхность. Оптимальным давление считается давление в 25кг/см^2, при выборе большего или меньше давления могут возникнуть трудности как с самим процессом, так и образованием шлака и его дальнейшем удалением.

Скорость потока кислорода. При скорости потока в 180 м/с и оптимальном давлении, температура загорания стали со средним содержанием углерода снижается до 700 градусов, а это сильно упрощает процесс кислородной резки металлов.

Влияние резки на состав и структуру металла.

В большинстве случаев химический состав металла меняется в зависимости от его нахождения около режущего элемента или в глубине резки. Если рассматривать на конкретном примере, то получится, что при резке высоколегированных сталей, имеющих в составе никель, медь, марганец и другие легирующие элементы на поверхности образуется повышенное содержание никеля и кремния и уменьшенное количество хрома

и кремния. Подобные изменения объясняются взаимным действием обрабатываемого металла и контактирующим составом кислородной смеси.

Тем не менее, в результате химической реакции между смесью и металлом остается небольшое количество элементов, которые не вступили в реакцию и остались в шлаке, из-за чего происходит перераспределение элементов в частности кислорода и элементов, которые активно вступают с ним реакцию. Такое перераспределение не только к увеличению процентного соотношения элементов, плохо взаимодействующих с кислородом в шлаке, и дальнейшему попаданию таких элементов на поверхность обрабатываемого металла. Например, при наличии 3,5% никеля в составе стали, количество никеля в шлаке будет не менее 3%, а на поверхности около реза порядка 5%.

Из-за высокоскоростного процесса охлаждения кромка обрабатываемого участка имеет неприятного свойство быстрого закаливание, что впоследствии, приводит к дефектам и проблематичной обработке с помощью режущего инструмента. Такая сложность может частично удалится с помощью использования горючего водорода или избыточного количества кислорода в качестве смеси для резки, что регулируется с помощью добавления дополнительного баллона с водородом или большим открытием вентиля подачи кислородной смеси. [3]

Однако изменение структуры металла зависит не только от химического и качественного состава металла, но и характера термического цикла, который на него воздействует.

Термические циклы кислородной резки имеют ряд похожих особенностей, что и сварка с помощью дуги. Следуя этим знаниям логично предположить, что структура и состав металла на кромке обрабатываемого участка при кислородной обработке схож с составом шва при дуговой сварке. Это означает, что при резке сталей с низким содержанием углерода вблизи кромки образуются крупнозерновые фракции, а с увеличением глубины внутрь реза зерна металла имеют последовательный уменьшенный размер, после чего находится зона неполной перекристаллизации или рекристаллизации для холоднокатаных сталей, и конечная зона – рекристаллизации. Верхний же слой, расположенный вблизи поверхности реза, имеет структуру закаленной углеродистой стали.

Стали же, которые имеют низкую критическую скорость закалки, а именно стали закаливаемые в жестких режимах резки – это углеродистые стали с содержанием углерода от 0,35 % и выше, а также стали низколегированные, которые должны иметь не менее 0,2 % углерода в своем составе, имеет свойство закаливания в зоне резки из-за термической реакции с кислородом. Из-за закаливания на поверхности металла после прохождения резаком могут образовываться трещины вдоль линии реза. Для предотвращения подобных дефектов иногда использует дополнительный режущий инструмент, который располагается за основным резаком и сжигает малую металла вдоль линии реза. Еще одним решением проблемы появления данного дефекта является увеличение скорости охлаждения, но эта

технологическая наработка может привести к другим дефектам, которые были указаны выше. [4]

Классификация и область применения.

Следуя из вышеперечисленных данных можно сделать вывод о том, что основой кислородной резки металлов является сгорание некоторого объема металла вдоль линии резки, вызванного термической реакцией горения кислорода, и, непосредственно, удаление образующегося жидкого металла с помощью той же струи кислорода.

По характеру образования резов, резку с помощью кислородной струи можно разделить на:

Разделительную. Такая резка как бы производит разделение одной части металла от другой, в результате чего образуются сквозные резы.

Поверхностную. Результатом использования такого вида резки является удаление небольшого объема поверхностного слоя металла, образуя после реза канавки с полукруглым сечением или просто слоя с некоторой глубиной.

Резку копьем. Такой вид обработки используется преимущественно для прожигании в металла отверстий с отличительно большой глубиной.

По характеру используемого для подогрева оборудования и/или специальных добавок можно выделить газовую электрокислородную и кислородную резку с добавлением флюсов. В последнем случае используется оборудование для газового нагрева. При использовании кислородного копья, дополнительный нагрев требуется только в начале процесса обработки.

Как указано выше, процесс кислородной обработки фактически заключается в горении металла или сплава металлов в струе кислорода. Но само горение(окисление) может происходить как с помощью контакта кислорода и поверхности металла, так и с помощью диффузии(передачи) кислорода к металлу через шлак (тонкий слой окислов).

Так же стоит отметить технологичность данного процесса резки, ибо в некоторых случаях обработка с помощью кислорода производится в не распространенных условиях, к примеру, под водой.

Тем не менее, наиболее распространенным видом резки на сегодняшний день является кислородная разделительная резка, в том числе и с использованием автоматики. Такая резка используется в большом числе отраслей металлургии, на предприятиях по переработке металла и его руды, строительной области.

Если рассматривать ручную кислородную резку, то, по большей части, ее использование ограничено раскроем листовой стали, процессом вырезания самых различных деталей и для резке листов из профильного материала. Для использования в среде мелких деталей ручная резка подходит несколько меньше из-за повышения требований в точности и, как следствие, больших требований к персоналу.

Если же рассматривать использование машин и автоматики для получения более дешевой и качественной обработки, то тут область применения гораздо больше по сравнению с ручной резкой. Автоматическая

резка с успехом используется на предприятиях для штамповочных, фрезерных и других видов работ, давая при этом ощутимый экономический прирост предприятию. Например, на машиностроительных заводах, как среднего, так и тяжелого машиностроения, судостроительных и сельскохозяйственных заводах используется преимущественно разделительная кислородная резка металлов.

Использование же поверхностной резки носит менее распространенный характер, но не менее эффективное использование при обработке шва, образуемого при сварке, и других дефектов, полученных в результате процесса сварочных работ.

Экономическая составляющая и высокая эффективной, относительно других видов реки металла, вроде гидроабразивного или лазерного, вкупе с механизацией и автоматизацией процесса делает кислородной вид резки одним из наиболее распространенных, несмотря на количество образующихся дефектов и затрат на их устранение. [5]

Список литературы

1. Н.И.Никифоров, А.В. Тихомиров, Г.П.Волков. "Режущие устройства для механизированной кислородной резки металлов", "Тяжелое машиностроение", № 3, 1999 г. – 11 с.

2. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка. М. Высшая школа, 1981. – 88 с.

3. Овчинников, В. В. Основы теории сварки и резки металлов / В.В. Овчинников. - М.: КноРус, 2011. – 63 с.

4. Соколов, И. И. Газовая сварка и резка металлов / И.И. Соколов. - М.: ЁЁ Медиа, 1975. – 79 с.

5. Н.И.Никифоров и др. "Резак для кислородной резки". Патент РФ № 2113948, 1998. - 118 с.

6. Пономарев Р.В. Гидроабразивная резка материалов / Р.В. Пономарев Р.В., В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 205-210.

7. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

8. Козлов В.Г. Современные методы обработки металлов. Электроэрозионная обработка / В.Г. Козлов, В.С. Волков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 180-184.

9. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.

УДК 621.64:662.75

Е.Ю. Бакуменко, студент
Н.П. Колесников, к.т.н., доцент

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТЕРЬ НЕФТЕРОДУКТОВ ПРИ ТРАНСПОРТНЫХ, НЕФТЕСКЛАДСКИХ И ЗАПРАВОЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

В статье рассматриваются классификации потерь нефтепродуктов, способы уменьшения потерь в процессе транспортировки, хранения и заправки машин, предложены решения, позволяющие снизить эти потери

Потери нефтепродуктов делятся на два вида эксплуатационные и аварийные. Эксплуатационные возникают зачастую из-за низкой квалификации персонала и устаревшего оборудования. Аварийные могут возникать во время стихийных бедствий, повреждений трубопроводов, оборудования и резервуаров, нарушения правил технической эксплуатации машин и техники безопасности (рис 1).



Рисунок 1 - Потери нефтепродуктов в результате аварии при транспортировке

Для того что бы избежать аварийных потерь необходимо проводить инструктаж и обучения персонала, своевременно проводить диагностику и ремонт оборудования и поддерживать строгую технологическую дисциплину на предприятии.

По характеру потери делятся на три группы: количественные, качественные и количественно-качественные.

Количественные потери возникают вследствие утечек из-за неисправности оборудования, при розливе, при переливе и недоливе резервуаров и автоцистерн, неполного слива нефтепродуктов. Утечки и розливы возникают при выходе из строя оборудования и его повреждении, а так же из-за халатности и низкой квалификации персонала. Для того что бы этого избежать необходимо во время проводить регулярный осмотр оборудования и выполнять профилактические ремонты в соответствии с графиком [1]. Перелив и недолив происходит из-за недогляда персонала и неисправности контрольно-измерительного оборудования. При неполном

сливе нефтепродукта из резервуара автотранспортного средства при смене перевозимого вида топлива требуется зачистка резервуара, что приводит к дополнительным затратам (рис 2).



Рисунок 2 - Зачистка резервуаров

Качественные потери это обводнение, смешение, окисление и загрязнение. При перепаде температуры влага внутри резервуаров конденсируется и происходит обводнение нефтепродукта [2]. Для предотвращения данного явления применяют следующие решения: плавающие крыши, хранение в заглубленных резервуарах, повышение внутреннего давления при помощи закачки специального газа (рис 3)/

Смешение это процесс, при котором смешиваются различные виды нефтепродуктов. Это происходит из-за некачественной зачистки резервуаров и трубопроводов. Что бы избежать этого, необходимо транспортировать одинаковые виды нефтепродуктов в трубопроводах и автоцистернах, согласно их номенклатуре, применять раздельное хранение нефтепродуктов в резервуарах.

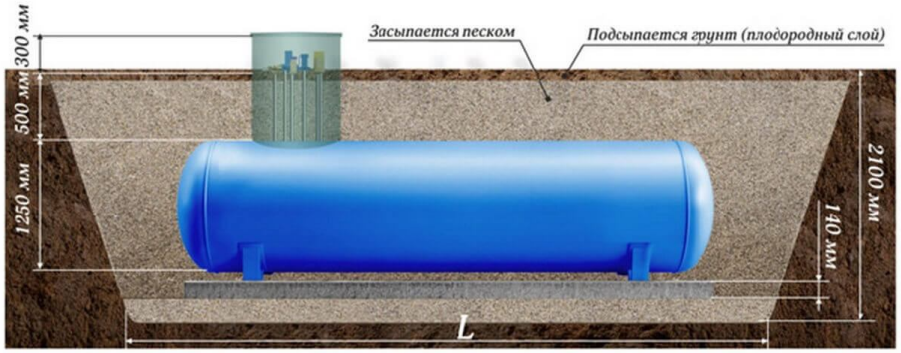


Рисунок 3 - Заглубленный резервуар для хранения нефтепродуктов

Окисление нефтепродуктов приводит к существенному ухудшению их качества. Происходит образование смол и отложений, которые влекут за собой выход из строя техники. Окисление происходит из-за не герметичности резервуаров.

Загрязнение нефтепродуктов происходит при попадании атмосферной пыли, образовании смол, попадании атмосферных осадков внутрь

резервуаров, из-за некачественной зачистки резервуаров и загрязнения продуктами коррозии. Для очистки применяются различные фильтры, сепараторы, центрифуги и т.д. Так же положительный эффект даёт антикоррозийное покрытие внутри резервуаров (рис 4).



Рисунок 4 - Нанесение антикоррозийного покрытия внутри резервуара

В результате испарения происходит как количественное уменьшение топлива, так и его качество. Такие потери называют количественно-качественными. Например, при испарении происходит утяжеление некоторых фракций, что приводит к повышенному содержанию смол, а также уменьшению октанового числа бензина [3]. Для предотвращения испарения применяют различные дыхательные устройства (рис 5).

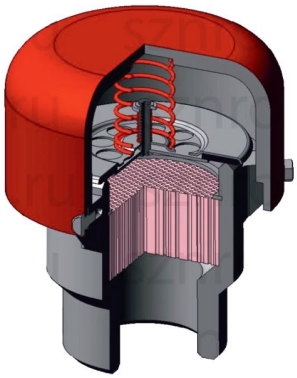


Рисунок 5 - Дыхательный клапан для снижения потерь при испарении

В настоящее время борьба с потерями нефтепродуктов очень актуальна, так как цена на топливо и смазочные материалы постоянно растет, как и затраты на восстановление техники в случае её выхода из строя из-за использования некачественных нефтепродуктов. Поэтому более выгодно внедрить мероприятия направленные на снижение потерь, затраты на которые достаточно быстро окупятся, чем постоянно терпеть убытки из-за этих потерь. По этой причине все больше современных предприятий активно внедряют различные мероприятия, направленные на снижение потерь нефтепродуктов [4].

Список литературы

1. Нефтепродуктообеспечение сельских товаропроизводителей : учебное пособие для вузов / В. П. Коваленко, А. В. Симоненко, В. С. Лоскутов. - М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2002. - 110 с
2. Колесников Н.П. Нормирование расхода и борьба с потерями топлива и смазочных материалов в системе нефтепродуктообеспечения сельских товаропроизводителей: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Нефтепродуктообеспечение и экономия топливно-энергетических ресурсов» для студентов агроинженерного факультета (специальность 311300 – «Механизация сельского хозяйства», специализация 311307 – «Топливозаправочные комплексы и нефтесклады») (очное отделение) / Н.П. Колесников – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2006. – 55с.
3. Роспайп детали решают всё [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ros-pipe.ru/clauses/klassifikatsiya-poter-nefteproduktov-i-puti-ikh-so/ (дата обращения 7.02.2020).
4. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков, А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.И. Оробинский, Д.Н. Афоничев, О.И. Поливаев, Е.В. Пухов – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 391 с.

УДК 378

Л.В. Ковтуненко, доктор пед. наук, доцент
В.Н. Машин, канд. пед. наук, доцент

К ВОПРОСУ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ СТАНОВЛЕНИИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ В ПЕРИОД ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

В статье рассматривается проблема профессионального становления будущих офицеров в период обучения в образовательной организации, определены система и направления профессионального становления с учетом особенностей воинской службы.

Проблема профессионального становления будущих специалистов различного профиля в процессе обучения в образовательной организации в педагогической литературе занимает достаточное по объему место (И.Ф. Бережная, А.А. Вербицкий, Л.В. Ковтуненко, В.А. Сластенин, Н.Е. Щуркова и др.). Большинством ученых вопросы, связанные с эффективностью образовательного процесса, рассматриваются с точки зрения системного, контекстного, компетентностного подходов.

Отдельные вопросы профессионального становления в системе образовательных организаций МВД и МО РФ изучены и представлены в

исследованиях (И.А. Алехина, А.С. Батышева, А.В. Белошицкого, И.В. Горлинского, В.М. Коровина и др.);

Однако, сегодня недостаточно современных исследований, которые в комплексе раскрывали бы вопросы профессионального становления будущих офицеров в период их обучения в военных образовательных организациях с учетом современных реалий социально-политического характера, образовательной политики и системы образования в целом.

Процессы интеграции российского образования в мировую образовательную систему привели к масштабным реформам образования в стране, в частности к принятию нового федерального закона «Об образовании в РФ» и реализации новых федеральных образовательных стандартов, в том числе в системе военного образования.

Все это потребовало разработки новых методологических подходов к проблемам подготовки военных специалистов, в том числе в области профессионального становления личности будущих офицеров в образовательном процессе военных организаций.

Современный офицер должен обладать не только системными знаниями в области выбранной специальности, но и сформированными готовностью и способностью к самообучению и саморазвитию в последующей профессиональной деятельности.

Научить учиться, самостоятельно получать новые знания и пополнять имеющиеся умения, стать не только компетентным в избранной профессиональной деятельности, но и повышать уровень своей квалификации и профессионального мастерства в последующем – таковы задачи, которые направлены на формирование профессионально компетентных и личностно развитых офицеров.

Образовательный процесс военных организаций, на наш взгляд, представляет собой совместную целенаправленную деятельность профессорско-преподавательского состава, командиров и курсантов в обучении последних на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов и воспитании с учетом интересов личности, общества, государства.

Придерживаясь позиции С.Я. Батышева, что «профессиональное образование способствует постоянному повышению степени развития природных способностей человека за счет оптимального сочетания и диверсификации каждой из основных составляющих образования: содержания, образовательного процесса, результата» [2, с. 45], считаем уместным в соответствии с этим определением образование будущих офицеров рассматривать как динамичный многоуровневый процесс, включающий: профессиональная ориентацию, обучение, профессиональную адаптацию и реализация личности.

Профессиональное образование мы рассматриваем как значимый этап в профессиональном становлении личности, характеризующийся подготовкой высококвалифицированного специалиста в определенной области

профессиональной деятельности и офицера, готового с честью выполнять свой гражданский и служебный долг.

На наш взгляд, профессиональное становление будущих офицеров в военной образовательной организации высшего образования должно включать:

1) «обеспечение профессиональной направленности обучения и воспитания курсантов;

2) формирование у курсантов профессионально значимых качеств, отличающих его как защитника Отечества, патриота, гражданина;

3) приобретение курсантами знаний, умений, формирование компетенций, обеспечивающих успешное исполнение должностных обязанностей;

4) воспитание в духе верности присяге, долгу, офицерской чести» [1, с. 47];

Профессиональное становление курсантов в образовательном процессе мы определяем как сложный, динамичный процесс и результат взаимодействия субъектов и объектов, интегрированных в целостную систему, обеспечивающую:

1) формирование мировоззрения будущего офицера, основанного на понимании значимости военной службы и ответственности перед страной за выполнение своей миссии, характеризующегося развитой культурой мышления и прогнозирования тенденций и перспектив развития в условиях учебно-боевой обстановки;

2) воспитание морально-нравственных качеств, характерных для профессионально подготовленного офицера, готового с честью выполнить свой долг до конца, даже если для этого необходимо пожертвовать собственной жизнью ради спасения других людей.

3) обучение компетентному подходу при выполнении служебных обязанностей с использованием современной техники, вооружения и современных методик ведения боевых действий, умению обоснованно принимать адекватные и объективные решения;

Специфика характера служебной деятельности ставит перед образовательными организациями задачи по формированию у курсантов специальных знаний, умений, владений, сформированных компетенций, которые востребованы в будущей профессиональной деятельности:

– организационно-управленческие навыки: умение формулировать и ставить цели и осуществлять руководство по их реализации, причем, в оптимальные сроки и с максимальной эффективностью;

– профессиональная подготовленность в избранной области деятельности: приобретение профессиональных знаний, умений, владений, сформированных компетенций, отвечающих квалификационным требованиям выбранной специальности;

– коммуникативные умения и навыки: в установлении эффективной коммуникации, в управлении морально-психологическим климатом в коллективе подчиненных. Коммуникативная деятельность обеспечивается

– психолого-педагогическая компетентность: глубокие знания в области психологии и военной педагогики, широкий кругозор и эрудиция.

Таким образом, профессиональное становление будущих офицеров в военных образовательных организациях представляет собой целенаправленный многофакторный процесс и результат формирования профессиональной компетентности для выполнения обязанностей в соответствии с выбранной специальностью, развития профессионально значимых для военной службы и российского офицерства качеств, положительной мотивационно-ценностной ориентации на военную службу.

Список литературы

1. Профессиональное становление сотрудников службы исполнения наказаний в ведомственных образовательных учреждениях: Монография / Л.В. Ковтуненко; ГОУ ВПО Институт Федеральной службы исполнения наказаний. – Воронеж: Издательство Воронежского института ФСИН России, 2008. – 206 с.

2. Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / Под ред. С.Я. Батышева. Издание 2-е, переработанное. – Москва.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1999. – 904 с.

УДК 621.7.044.2

О.А. Колпакова, студент
А.Е. Рыжкова, студент
В.В. Черникова, студент
С.В. Хляка, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ВЗРЫВОМ

В статье описывается использование энергии взрыва при обработке металлов.

Для наук и техники часто необходимы материалы с такими свойствами и изделия таких размеров и форм, которые невозможно получить традиционными методами производства, включая обработку давлением.

Применение, весьма перспективного процесса деформации металлов с использованием энергии взрыва существенно восполняет этот пробел.

Во многих работах рассмотрены вопросы теории и практики обработки металлов взрывом. Разработаны на научной основе технологии производства взрывом слоистых и волокнистых композиционных материалов с компонентами, которые невозможно соединить традиционными методами. С

применением энергии взрыва получают полуфабрикаты и изделия, для производства которых нет или нецелесообразно создавать соответствующее деформирующее оборудование. Используя взрыв, упрочняют крупногабаритные криволинейные металлические изделия.

Среди высокоскоростных способов обработки металлов давлением особое место занимает деформация с использованием энергии взрыва. Формообразование взрывом получило достаточно широкое распространение в различных областях машиностроения как в нашей стране, так и за рубежом. Взрыв представляет собой своеобразную форму процесса горения, необратимую реакцию превращения смеси вещества преимущественно в газообразные продукты с выделением тепла. Характерные признаки взрыва — резкое повышение давления в области взрыва, непостоянная скорость реакции независимо от внешних условий. Скорость распространения взрыва составляет тысячи метров в секунду, в результате чего на относительно небольших расстояниях возникает резкий удар газов об окружающую среду. Взрывом также можно назвать чрезвычайно быстрое выделение энергии в небольшом объеме, которое может вызвать разрушение, уплотнение и перемещение окружающей среды. Источником взрыва может служить химическая, электрическая и другие виды энергии.

К источникам энергии при обработке металлов взрывом относятся различные виды взрывчатых веществ (ВВ). Взрывчатым веществом называют химическое соединение или механическая смесь разных элементов, способных под влиянием внешних воздействий к крайне быстрому самораспространяющемуся превращению с образованием газообразных продуктов и выделению большого количества тепла.

При обработке металлов взрывом применяют различные по виду, составу и качеству взрывчатое вещество: скальный аммонит, гексоген, прессованный тротил, флегматизированный гексоген, сплав ТГ 50/50 и др.

При деформации взрывчатого вещества, образовавшиеся в результате химической реакции, сильно сжатые и нагретые газообразные продукты взрыва расширяются, сжимают окружающую среду и вызывают ударные волны.

При воздействии ударной волны на металл возникает неравномерный нагрев и последующее охлаждение деформируемого металла. Характер температурных полей при деформации взрывом может вызвать в металле трещины, непровары при соединении металлов. Он влияет на направление и скорость физики – химических процессов. Распределение и скорость отвода терла влияют на характер напряжений и деформаций, на структуру металла. Тепловые процессы обусловливают непосредственно скорость нагрева и скорость расплавления при сварке взрывом.

По данным сотрудников Волгоградского политехнического института, а также Л.В.Альтшулера при воздействии ударной волны давлением 10 ГПа на свинец, медь и вольфрам температуры нагрева этих металлов соответственно равны 231, 61 и 35 ℃, а давлением 50 ГПа – 2450, 446 и 199 ℃. К.А.Нагульных и др. доказали, что чем ниже температура плавления

металла, тем больше разность между температурой металла на фронте ударной волны и остаточной температурой.

В процессах обработки металлов давлением все большее распространение находят методы листовой штамповки взрывом. Этими способами получают изделия разных профилей и переменного сечения. Применяемое оборудование по конструкции простое, невысокой стоимости, уменьшаются расходы на инструмент.

При штамповке взрывом можно создавать большие давления и формовать изделия практически неограниченных размеров с высокой точностью. Кроме того, возможно совмещать операции штамповки с другими операциями (гибки, отбортовки отверстий и др.), осуществлять штамповку термически обработанных закаленных металлов, без значительного изменения их твердости.

При штамповке металлов взрывом в воде продукты детонации сжимают прилежащие к заряду слои воды, которые передают давление соседним слоям, и таким образом в воде формируется ударная волна. При продвижении ударной волны продукты детонации продолжают некоторое время расширяться с уменьшающейся скоростью, в результате этого расширения возникает радиальное перемещение воды и образуется газовый пузырь. В некоторый момент давление внутри газового пузыря становится меньше давления в слое окружающей воде. Еще некоторое время вода по инерции продолжает сжимать газовый пузырь, создавая в нем избыточное давление, которое приводит к вторичному расширению газового пузыря. Таким образом, возникает пульсация газового пузыря со все уменьшающимся радиусом расширения. Каждая пульсация порождает в воде новую ударную волну.

Ударная волна выходит на поверхность воды в виде быстрорасширяющегося водного кольца, которое можно зафиксировать высокоскоростной съемкой. В результате отражения ударной волны от свободной поверхности над последней образуется невысокий купол из мелких водных брызг. Если заряд расположен на достаточно большой глубине, то купол может не образоваться.

Важным достоинством использовании энергии взрыва при листовой штамповке является возможность широкого регулирования деформирования металла с целью максимального использования пластических свойств последнего. Регулирование осуществляют выбором технологических параметров и приемов.

В производстве также используется методы сварка, упрочнение и резание металлов взрывом.

В методе сварка технология заключается в следующем, соединяются две металлические пластины. Одна из них неподвижная(основная), которая располагается внизу, а другая подвижная(плакирующая), которая располагается сверху под небольшим углом. На верхний слой кладется взрывчатое вещество, которое инициирует и образуется взрыв, который приводит в движение подвижную часть. Подвижная часть набирает скорость

и ударяется с неподвижной. Под действием силы удара обе пластины деформируются, образуя неразъемное соединение.

Основания для сварки взрывом должны обеспечивать долговечность, хороший отвод ударной волны, минимальные остаточные деформации, гарантировать возможности четкого обрезания краевых свесов листа. В качестве основания, как отмечалось, применяют грунтово-песчаные смеси, щебень, металлы, резину, железобетон. Каждое из этих оснований имеет преимущества и недостатки.

Используемые на практике методы раскроя холодного и горячего металла (вырубка на прессах, резка дисковыми пилами, газовая и анодномеханическая резка) связаны с большими отходами металлов и низкой производительностью. Внедрение методов резания взрывом приводит к уменьшению и устранению указанных недостатков и снижению себестоимости процесса резания.[2]

Для обработки металлов взрывом организуют специальные участки: открытые и подземные (шахты, туннели) полигоны, взрывные камеры, бронеямы.

Открытые полигоны отличает существенное преимущество в сравнении с другими участками: большая производительность, возможность обработки деталей неограниченных размеров, использования крупных зарядов взрывчатого вещества и др.

К недостаткам эксплуатации открытого полигона следует отнести зависимость проведения в нем работ от климатических условий, времени суток, сезона года. Нельзя проводить взрывные работы в темное врем суток или при плохой видимости из-за погодных условий, например, в туман, снегопад или сильный дождь. В зимнее время года, когда стоят морозы, взрывные работы не проводят.

Промышленные участки для проведения взрывных работ оборудуют в заброшенных шахтах, туннелях или других отслуживших свой срок подземные сооружения. Такие подземные участки называются подземными полигонами.

Преимущество подземного метода состоит в том, что проведение в нем работ не зависит от времени года, суток и от погодных условий. В подземном полигоне практически сохраняются постоянными температура, влажность воздуха и его состав. Это позволяет при отработанной технологии получать в подземном полигоне изделия повышенного качества. Естественные своды подземного полигона избавляют промышленные и гражданские сооружения в окрестностях полигона от воздействия на них воздушной ударной волны от звукового эффекта.

Эксплуатация немногих подземных полигонов показала и их недостатки. Возникают трудности, связанные с перевозками на большие расстояния металла – сырья в район, где оборудован промышленный участок по взрывной обработке, взрывчатых веществ и других необходимых материалов, а также трудности по перемещению грузов внутри участка и вопросы достаточной прочности подземных сводов, проветривание

внутренних помещений после проведения взрыва. Поэтому организация подземного полигона требует больших капиталовложений, чем открытого, однако все это компенсируется продолжительностью работы полигона в течение года.

Камеры для взрыва и бронеямы, это промышленные участки, оборудованные непосредственно на таких предприятиях (заводах), где используются для дальнейшей обработки полученные взрывом металлические изделия.[1]

Взрывная камера – цилиндрическая или сферическая оболочка, герметически закрываемая при взрыве и устанавливаемая в специальном помещении на предприятии или в отведенном месте. При строительстве взрывных камер применяют котельную сталь, хорошо выдерживающую высокие давления и тепловую нагрузку. Широкое распространение получили шарообразные взрывные камеры, так как сфера является наиболее удобной конструкцией объема, воспринимающего внутреннее давление. Поэтому шарообразные камеры отличаются восприятием наибольших взрывных нагрузок. Распространены цилиндрические взрывные камеры, в том числе и передвижные. Ряд таких камер для промышленности разработан Институтом гидродинамики СО АН РФ и НПО «АНИТИМ»

Бронеяма представляет собой цилиндрическую оболочку прямоугольной формы, помещенную в землю. Отличительной особенностью бронеямы является то, что она гасит не всю энергию взрыва, так как взрыв воспринимает и земляной грунт, находящийся вокруг бронеямы. По конструкции бронеямы бывают как закрывающимися при взрыве, так и открытыми сверху. Взрывные работы на таком участке не зависят от климатических и погодных условий, от времени суток и года. Взрываемый максимальный заряд взрывчатого вещества и габариты обрабатываемой заготовки сильно ограничены особыми условиями работы на заводе, заводским участком, прочностью взрывной камеры или бронеямы, их внутренней вместимостью и др. Бронеямы обычно строят со стальными или деревянными стенками.[2]

За последнее время использование энергии взрыва для обработки металлов стало материализовавшимся фактом. Существует ряд явных преимуществ взрывной обработки, которые заняли соответствующее место в промышленности. Два наиболее главных факта в использовании взрывной обработки:

-взрывная обработка будет единственным реализуемым методом проведение операции;

-взрывная обработка окажется наиболее экономически выгодной.

Список литературы

1. Процессы обработки металлов взрывом: учеб. пособие для вузов по спец. «Машины и технология обработки металлов давлением». [Текст]:

учеб. пособие для вузов по спец. «Машины и технология обработки металлов давлением» – М.: Металлургия, 1996. – 335 с.

2. Эпштейн, Г.Н. Строение металлов, деформированных взрывом. [Текст]: Эпштейн, Г.Н. Строение металлов, деформированных взрывом – М.: Металлургия, 1980. – 256 с.

3. Зубков Б.В. Луч, искра, взрыв обрабатывают металл: рассказы о новом и необычном в обработке металла / Б.В. Зубков. – Тамбов: Книжное издательство, 1963. – 72 с.

4. Козлов В.Г. Современные методы обработки металлов. Электроэрозионная обработка / В.Г. Козлов, В.С. Волков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 180-184.

5. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

6. Козлов, В.Г. Инновационный способ физико-технической обработки / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 27-31. DOI: 10.12737/17005

7. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

8. Козлов В.Г. Методы борьбы с коррозией металлов / В.Г. Козлов, И.В. Титова, А.Н. Коноплин, Н.Н. Булыгин // Фундаментальные исследования. 2017. № 6. С. 53-57.

УДК: 621.951.4

Д. А. Михайленко, студент
Д. А. Мирошник, студент
И. А. Пожидаев, студент
А. Д. Головин, студент
В. В. Кочергин, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

КОМБИНИРОВАННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

В статье рассмотрен комбинированный режущий инструмент, его достоинства и недостатки в использовании.

Обработка отверстий – это ряд технологических операций, целью которых является доведение геометрических параметров и степени шероховатости внутренней поверхности заблаговременно выполненных

отверстий до требуемых значений. Отверстия на сверлильных станках подвергают обработке различными режущими инструментами:

1. сверлами,
2. зенкерами,
3. зенковками,
4. развёртками,
5. резцами,
6. метчиками.

Эти инструменты являются универсальными, простыми в работе, но у них присутствует один недостаток. При работе с большими объёмами заготовок много времени уходит на перестановку инструмента, что в свою очередь снижает производительность. Из-за этого на крупных производствах применяют комбинированный инструмент.

Комбинированный инструмент соединяет в себе сразу несколько инструментов, которые выполняют отдельную операцию. Простые инструменты, такие как сверло, зенкер, развертка, зенковка, метчик и другие объединяются в один более сложный. Такие инструменты имеют много положительных качеств, но назвать их идеальным выбором нельзя. Все зависит от конкретного производства детали.

Комбинированные однотипные инструменты:

Комбинированные однотипные инструменты – это инструмент, выполняющий одну операцию, но имеющий разные размеры своих режущих элементов.

На рисунке 1 показано комбинированное сверло – инструмент для сверления одновременно двух и более отверстий.

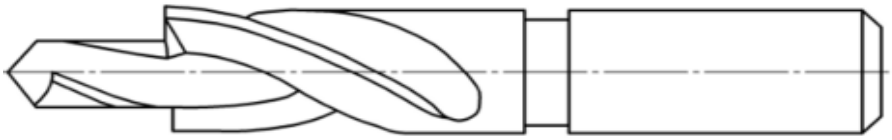


Рисунок 1. Комбинированное сверло.

На рисунке 2 показан комбинированный зенкер, он позволяет производить обработку ступенчатых и различных фасонных отверстий. Они выполняются цельными и сборными. Распространение получили ступенчатые сборные зенкеры со вставными ножами. Преимущество таких зенкеров заключается в том, что они позволяют регулировать размеры перестановкой ножей на одно или несколько рифлений.

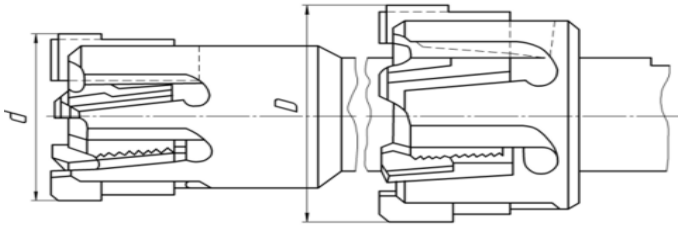


Рисунок 2. Комбинированный зенкер.

На рисунке 3 показана комбинированная развертка, она может быть цельной и сборной. Цельные комбинированные развертки применяются для обработки отверстий небольших диаметров. Для правильной работы многоступенчатых разверток нужно ступени развертки устанавливать так, чтобы они начинали работать в отверстиях одновременно. Чтобы получать отверстия правильной формы развертки оснащаются направляющими цапфами. Как и у одноразмерных разверток, зубья комбинированных разверток делают с дифференцированным шагом.

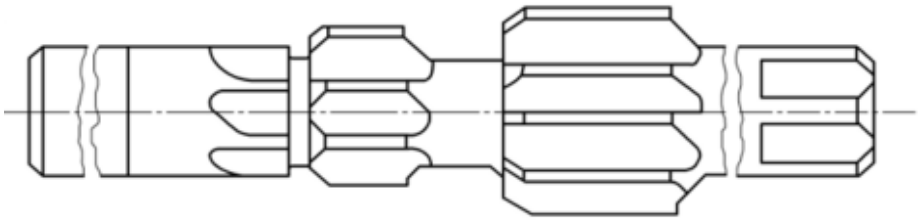


Рисунок 3. Комбинированная развертка.

Комбинированные инструменты разного типа:

Комбинированные инструменты разного типа – это соединение двух или нескольких разнотипных инструментов, крепящихся на одном корпусе, которое позволяет за один проход сопрягать несколько операций. Из-за этого значительно сокращается машинное и вспомогательное время и увеличивается производительность процесса обработки отверстий.

На рисунке 4 показано Сверло - развертка – инструмент, позволяющий после сверления сразу произвести процесс развертывания отверстия. (Развертывание- вид чистовой механической обработки отверстий резанием. Производят после предварительного сверления и зенкерования для получения отверстия с меньшей шероховатостью.)



Рисунок 4. Сверло-развертка.

На рисунке 5 показано сверло-зенкер – инструмент, позволяющий после сверления сразу произвести процесс зенкерования. (Зенкерование — вид механической обработки, в котором с помощью специального инструмента производится обработка резанием цилиндрических и конических отверстий в заготовках с целью увеличения их диаметра, повышения качества поверхности и точности.)



Рисунок 5. Сверло-зенкер.

На рисунке 6 показано сверло – зенкер – зенковка – инструмент, позволяющий после сверления сразу произвести процессы зенкерования и снятия фаски одновременно.

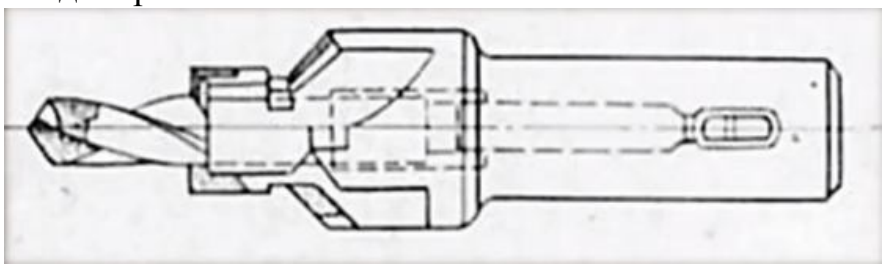


Рисунок 6. Сверло–зенкер–зенковка.

На рисунке 7 показано Сверло – метчик – инструмент, позволяющий после сверления сразу произвести процесс нарезания резьбы. (Процесс обработки со снятием стружки, после него образуются наружные или внутренние винтовые канавки с заданным профилем и размерами на цилиндрических или конических поверхностях, называется нарезанием резьбы).



Рисунок 7. Сверло – метчик.

Достоинства комбинированного осевого инструмента:

1. Повышение производительности.

Производительность повышается многократно так как за одну установку инструмента и детали можно выполнить сразу несколько операций.

2. Сокращение вспомогательного времени на установку и переналадку инструмента.

3. Уменьшение отклонения от соосности обрабатываемых поверхностей.

Так как все режущие кромки комбинированного инструмента производятся от одной оси, а также инструмент производит несколько операций за одну установку, соосность обработанных отверстий равна нулю.

4. Повышение точности расположения обрабатываемых поверхностей.

Чем больше инструментов обрабатывает одно и тоже отверстие, тем более вероятно отклонение их от оси отверстия, использование комбинированного инструмента ведёт к снижению количества инструментов, так как выполняет несколько операций за один проход.

Недостатки комбинированного осевого инструмента:

На первый взгляд комбинированный инструмент кажется лишённым любых недостатков, однако же все далеко не так хорошо. Комбинированный инструмент имеет ряд недостатков:

1. Высокая стоимость.

Комбинированный инструмент в несколько раз превосходит по цене обычный инструмент для обработки отверстий. Имеет смысл оснащать свою мастерскую таким инструментом, если вам необходима высокая производительность труда и экономия времени, в противном случае лучше использовать обычный инструмент для обработки отверстий.

2. Необходимость наличия спец. станков для заточки.

Комбинированный режущий инструмент достаточно сложен в заточке и для этого существуют специальные заточные станки.

3. Высокая концентрация напряжения на режущих кромках так как на одном инструменте их сразу несколько.

При работе комбинированного инструмента задействовано сразу несколько его частей, что приводит к многократному увеличению нагрузки.

Проанализировав выше сказанное можно понять, что комбинированный инструмент необходим на больших производствах, так как он повышает производительность и снижает временные затраты на установку и переналадку инструмента. В обычных бытовых задачах стоит использовать обычный инструмент, так как он существенно дешевле и не уступает по качеству обработки комбинированному!

Список литературы

1. Комбинированный инструмент для обработки отверстий [Электронный ресурс]: http://www.info.instrumentmr.ru/instrum_otverst7.shtml
2. Обработка отверстий: виды операций и используемый инструмента [Электронный ресурс]: http://met-all.org/obrabotka/prochie/obrabotka-otverstij-instrument-rassverlivanie-tsekovanie.html
3. Энциклопедия по машиностроению XXL[Электронный ресурс]: https://mash-xxl.info/info/82621/.
4. Солопов А.В. Комбинированные инструменты для обработки отверстий / А.В. Солопов, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 91-101.

5. Шаров Ю.В. Сверло – его путь от заготовки до режущего инструмента/ Ю.В. Шаров [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 319-323.

6. Козлов, В.Г. Инновационный способ физико-технической обработки / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 27-31. DOI: 10.12737/17005

7. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

8. Кондрашова, Е.В. Повышение точности измерения мощностных и топливно–экономических показателей двигателей внутреннего сгорания при безтормозных испытаниях / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 38.

9. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, В.И. Трухачев // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 388.

10. Тришина, Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 390.

11. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

УДК 621.951.4

И.Л. Даньчин, студент
А.А. Заболотная, ст. преподаватель

КОМБИНИРОВАННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ НА ПРИМЕРЕ СТУПЕНЧАТОГО ЗЕНКЕРА

Рассматриваются условия применения комбинированных осевых инструментов для обеспечения максимальной экономии времени обработки деталей, а именно, ступенчатый зенкер. Отражены их преимущества по сравнению с обычными инструментами.

В настоящее время важной задачей является повышение производительности. А при автоматизированном производстве этого можно добиться посредством группирования переходов или операций. Группирование операций приводит к усложнению оборудования, вследствие чего оно теряет свою надежность, образуется простой, себестоимость

увеличивается. Группирование переходов усложняет конструкцию инструмента (оборудование в свою очередь упрощается). Усложнение конструкции инструмента приводит к увеличению количества отказов, происходящих из-за поломки инструмента.

На группирование переходов и операций влияет точность поверхности и ее шероховатость.

Применение комбинированных инструментов позволяет добиться высокой эффективности производства.

Самыми распространенными комбинированными инструментами принято считать: ступенчатые зенкеры (сверла), сверла-зенкеры, свёрла-зенкеры-зенковки, сверла-зенкеры-развёртки. К этой категории также относятся сверла-метчики.

Комбинированные инструменты имеют целевое назначение и используются для обработки отдельных групп деталей. Применяются они во многих производствах, но наиболее широкое распространение получили осевые комбинированные инструменты, применяющиеся в автомобилестроении. В остальных областях машиностроения они используются реже [1].

У комбинированных инструментов имеются следующие преимущества:

- повышается суммарная производительность из-за уменьшения основного и вспомогательного технологического времени на подвод и отвод инструмента, его на наладку и смену;
- уменьшается количество оборудования. В свою очередь это снижает издержки связанные с расходом электроэнергии, числом работников. Также сокращается производственная площадь и повышается надежность линий. Все эти факторы положительно сказываются на себестоимости продукции;
- у обрабатываемых поверхностей повышается точность и соосность расположения.

При всех преимуществах у комбинированных инструментов есть недостаток, а именно: из-за высокой концентрации режущих кромок срезается большая масса металла. Это приводит к возрастанию сил и повышению температуры инструмента в процессе резания. В таком случае шероховатость поверхности увеличивается, реже это приводит к поломке инструмента. Повышение температуры уменьшает ресурс инструмента, из-за чего ресурс у комбинированных инструментов может быть ниже в сравнении со стандартными инструментами.

Важным моментом является то, что данный недостаток комбинированных инструментов характерен и для одномерных стандартных инструментов.

В зависимости от конструкции комбинированные инструменты бывают однотипными и разнотипными.

Разнотипные инструменты применяются для последовательной обработки поверхностей с постоянным диаметром, например, нарезание резьбы.

Однотипные инструменты нужны для обработки поверхностей с разными диаметрами и расположенными на последовательно на одной оси. В редких случаях такие инструменты применяют для последовательной обработки поверхностей одинакового диаметра, например, нарезание и калибровка резьбы, чистовое или черновое развертывание отверстий [4].

Зенкер представляет из себя многозубый, многолезвенный, режущий инструмент, требующийся для доработки уже заранее выполненных отверстий в деталях из различных материалов. Такой вид обработки нужен для увеличения диаметра и формирования с помощью резания высококачественной поверхности отверстия.

Этот процесс именуется зенкерованием. По способы протекания процесса он похож на сверление (аналогичное вращение оснастки для вокруг своей оси и поступательное движение вдоль оси инструмента.

Ступенчатый зенкер относится к однотипным инструментам.

Ступенчатый зенкер (рис. 1) имеет канавки, объем которых позволяет удалять стружку от ступеней зенкера. Такие зенкеры делают сборными для того чтобы облегчить заточку. Первая ступень выполнена как отдельный зенкер, снабженный коническим хвостовиком, входящим в коническое отверстие зенкера, которое предназначено для обработки следующей (второй) ступени. Существуют и сборные ступенчатые зенкеры с вставными ножами, а также оснащенные СМП (сменными многогранными пластинами) из твердых сплавов.

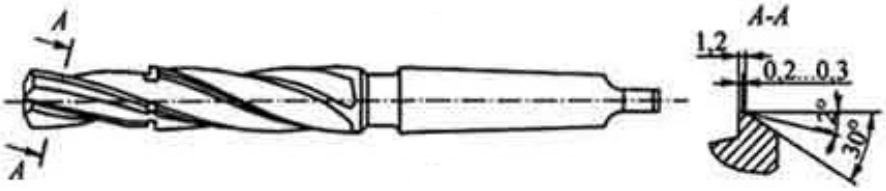


Рисунок 1 – Ступенчатый зенкер

Проектируя инструменты имеющих чередующиеся зубья, варьируя глубину и толщину зубьев, угловой шаг, можно подобрать одинаковые углы впадин. Это необходимо для того, чтобы в при фрезеровании канавок реже менять угловые фрезы. У инструментов с чередующимися зубьями цилиндрическую ленточку с обратной конусностью имеет только калибрующая часть ступени максимального диаметра. У калибрующих частей последующих ступеней с шириной $0{,}4 — 0{,}8$ мм. Ленточки без обратной конусности затачиваются по всей длине с вспомогательным задним углом $5 – 6°$. Чтобы улучшить направление такие инструменты оснащаются специальной направляющей частью [2].

Инструменты с чередующимися зубьями, у которых каждый участок детали подлежит обработке соответствующими зубьями относительно профиля простой формы. На рисунке 2 изображен такой инструмент,

работающий при одновременной подрезке торца большого диаметра и зенкерованием конических углублений [1].

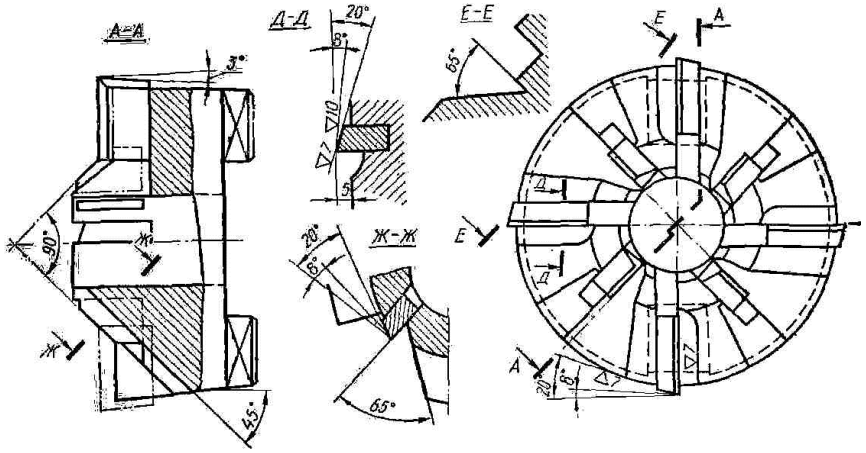


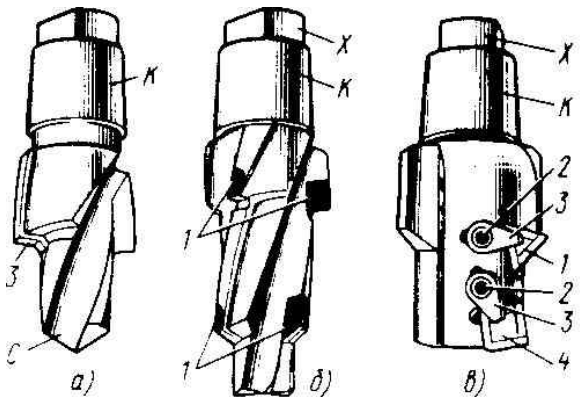
Рисунок 2 – Комбинированный зенкер со вставными чередующимися зубьями

В случаях, когда в заготовке отсутствует отверстие, требуется использовать инструменты, сочетающие зенкер 3 и сверло С (рис. 3а).

Своё применение нашли и инструменты с тремя ступенями (рис. 3б).

Передняя часть у них изготовлена из инструментальной стали, а вторая и третья части оснащены твердосплавными пластинами 1, потому что они работают с более высокими скоростями резания и по ранее просверленным отверстиям. Вторая и третья ступени имеют различное назначение в зависимости от формы, расположения и размеров твердосплавных пластин. Так, например, обе ступени могут выполнять роль зубьев зенкера для увеличения диаметра отверстия. При другом конструктивном варианте третья ступень служит для подрезания торца на входе в отверстие. При заточке зубьев этой ступени на конус она используется для снятия фаски на выходе.

На рисунке 3б изображен вариант использования комбинированного зенкера для обработки ступенчатого отверстия. Первые две ступени обрабатывают отверстие меньшего диаметра, третья – отверстие большого диаметра.



а) сверло-зенкер; б) ступенчатый зенкер; в) ступенчатый зенкер с твердосплавными пластинами

Рисунок 3 – Комбинированные зенкеры:

Из-за того, что зубья третьей ступени затачиваются с главным углом в плане $\varphi = 90$ переход от одного диаметра к другому выходит прямоугольным. С развитием конструкций крепления твердосплавных пластин и увеличением точности изготовления пластин появилась возможность применять сменные пластины в относительно небольших фрезах и зенкерах. Один из таких зенкеров показан на рисунке 3в. Первая ступень зенкера образуется квадратными пластинами 4, вторая — треугольными пластинами 1. На передней поверхности каждой пластины есть канавки радиусной формы. С помощью этого инструмент имеет положительные передние углы. Каждая твердосплавная пластина крепится в корпусе прихватом 3 и винтом 2 с внутренним шестигранником. Первая ступень предназначается для обработки непосредственно отверстия, вторая — для снятия фаски. Конструкция зенкера, отличается возможностью регулировки настроечного размера для одной из ступеней.

Первая ступень состоит из квадратных твердосплавных пластинок 1, прикрепленных винтами 2 непосредственно к корпусу инструмента. Пластины 4 второй ступени закрепляются винтами 2 на державках 5, положение которых в корпусе регулируется при помощи винтов 6. Регулировка каждой из державок с пластиной на требуемый размер выполняется в инструментальном цехе с помощью специального прибора — применяется метод взаимозаменяемой настройки. Державка крепится в корпусе винтами так же как и сверлильный многошпиндельный станок. Все инструменты, показанные на рисунке, закрепляются в переходных втулках. Инструмент посадочным конусом К центрируется в отверстии оправки и закрепляется хвостовиком Х. Переходная оправка вместе с инструментом вставлена в основную инструментальную оправку станка и закреплена от выпадения одним или несколькими винтами. Крутящий момент передается при помощи шпонки 8. Чтобы регулировать осевой вылет инструмента из шпинделя имеется регулировочная гайка 7. При вставлении переходной оправки в основную, гайка упирается в торец последней [3].

Список литературы

1. Кожевников Д.В. Гречишников В.А. Кирсанов С.В. и др. Режущий инструмент. Учебник для вузов. / Под ред. Кирсанова С.В. М. Машиностроение. 2004.-512 с. Ил.

2. Петрушин С.И. Основы формообразования резанием лезвийными инструментами. Учебное пособие. Томск: Изд. ТГУ, 2003. – 172с.

3. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. - Киев: Высшая школа, 1990. - 424 с.

4. Технология машиностроения: в двух кн. Учебное пособие для вузов/ Э.Л.Жуков, И.И.Козарь, С.Л.Муращкин и др.; Под ред. С.Л.Мурашкина. –3 –е изд., доп. –М.: Высш. шк., 2008.

5. Солопов А.В. Комбинированные инструменты для обработки отверстий / А.В. Солопов, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 91-101.

6. Шаров Ю.В. Сверло – его путь от заготовки до режущего инструмента / Ю.В. Шаров [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 319-323.

7. Козлов, В.Г. Инновационный способ физико-технической обработки / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина // Воронежский научно-технический Вестник. - 2015. - Т. 4. - № 4 (14). - С. 27-31. DOI: 10.12737/17005

8. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

9. Кондрашова, Е.В. Повышение точности измерения мощностных и топливно–экономических показателей двигателей внутреннего сгорания при безтормозных испытаниях / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 38.

10. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, В.И. Трухачев // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 388.

11. Тришина, Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 390.

12. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

УДК: 532.783

А.В. Котенёв, студент
И.А. Канцеляристов, студент
Н.Н. Ларионова, к.ф.-м.н., доцент

УПРУГИЕ СВОЙСТВА МЕЗОФАЗЫ

В рамках теории континуума анализируются упругие свойства мезоморфного состояния вещества. Выполнен сравнительный анализ модулей упругости кручения, поперечного изгиба и продольного изгиба.

Уникальные оптические свойства мезофазы вызвали интерес к их исследованию [1]. Методика оптических исследований XIX века обеспечила

возможность изучения наиболее простых свойств жидких кристаллов. Предварительные исследования потребовали создания теоретической основы для описания их оптических свойств. В 50-е годы прошлого века Франк сформулировал современную теорию упругости жидких кристаллов (ЖК) [2,3], которая описывает большинство происходящих в них процессов.

Идея теории упругости ЖК заключается в том, что в нематическом жидком кристалле существует выстраивание (корреляция) цепочек длинных осей молекул и при любых нарушениях ориентации молекул в соседних точках возникнут силы, стремящиеся восстановить выстроенное направление молекул [4]. А поскольку рассматривать взаимодействия сложных молекул было непростой задачей, для создания теории был выбран феноменологический принцип, в соответствии с которым были введены эмпирические параметры, значения которых определяются только экспериментально. Жидкие кристаллы рассматривают как сплошную среду с упругими свойствами [5], а молекулярная структура не учитывается при описании свойств.

Одной из особенностей жидких кристаллов является сходство их оптических свойства со свойствами твёрдых кристаллов, но жидкий кристалл при этом течёт как обычная жидкость. Упругие свойства жидкого кристалла обусловлены анизотропным строением его молекул [6] и при различных условиях могут меняться. Причём жидкие кристаллы не подчиняются теории упругости твёрдых кристаллов. Это связано с зависимостью ориентационного параметра порядка нематической фазы от термодинамических параметров состояния [5,7].

С другой стороны, для точного описания упругих свойств жидкого кристалла необходимо учитывать его текучесть, что приводит к появлению дополнительных переменных, которые усложняют вид тензора вязких напряжений [3,8]. Любую деформацию в жидких кристаллах можно представить в виде суммы трёх видов деформаций (рис.1), таких как поперечный изгиб, кручение и продольный изгиб [4,9].

В изгибе, названном поперечным, (рис.1.а), изменяется от точки к точке вдоль образца направление перпендикулярное (поперечное) директору, в изгибе продольном – ориентация директора, в кручении происходит поворот директора вокруг оси, изображённого на (рис.1.б) образца.

Для численного отражения количества упругой энергии, приходящейся на деформацию изгибов, введены коэффициенты пропорциональности [2,10], которые называются упругими модулями $K_1; K_2; K_3$. Модули упругости, в частности, оказывают влияние на быстродействие электронных устройств [7]. Каждый упругий модуль отражает свой вид деформации и отличается от другого по значению. K_3 всегда имеет большее значение, а модуль K_2 всегда меньше остальных. Из этого следует, что жидкий кристалл оказывает меньшее противодействие при кручении K_2. Этот факт обусловлен ориентацией жидкого кристалла и объясняется тем, что при деформации кручения в объёме нематика происходит поворот продольных молекул кристалла относительно друг друга. Модуль продольного изгиба K_3 имеет

большую упругость, чем модуль изгиба. Модуль поперечного изгиба K_1 имеет среднее значение между другими модулями.

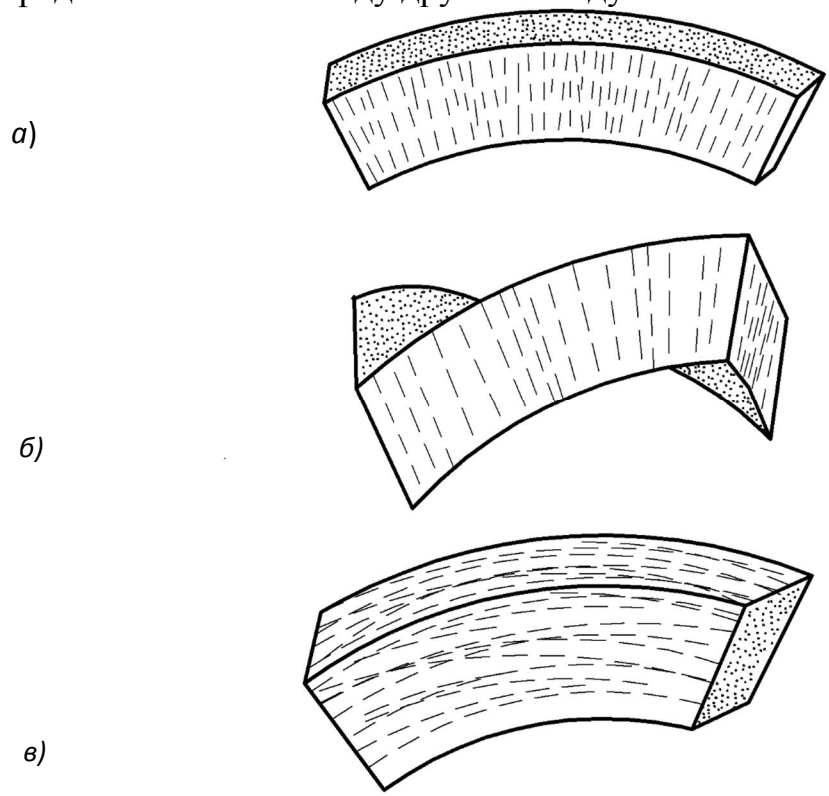


Рис. 1. Схематическое изображение деформации жидкого кристалла: а) поперечный изгиб, б) кручение, в) продольный изгиб

Для сравнения упругости жидкого и обычного кристаллов необходимо сравнивать их упругие энергии, приходящиеся на единицу объёма. При этом для качественной оценки мы можем пренебрегать различием модулей поперечного, продольного изгиба и кручения, затем вычислив упругую энергию каждого кристалла, можем использовать их среднее значение.А это сравнение, в свою очередь, показывает, что упругая энергия твёрдого тела в обычной ситуации оказывается по меньшей мере на десять порядков больше упругой энергии жидкого кристалла.

Поскольку в жидких кристаллах энергия нарастает с увеличением деформации, можно предположить, что минимальной энергии кристалла будет соответствовать отсутствие в кристалле деформаций. Однако в реальных условиях вследствие влияния электрических и магнитных полей на нематик, состояние директора не будет определено однозначно, возникнут минимальные деформации и параметр $Q_{\alpha\beta}$ будет различен при движении от точки к точке.

Стоить отметить, что так как в жидких кристаллах присутствует проскальзывание слоёв относительно друг друга, а нематика молекулы в идеальном монокристалле нацелена по нормали вдоль общего направления $\pm\vec{n}$, то такую систему можно рассматривать как одноосную, а тензорный параметр порядка будет зависеть от температуры имеет следующий вид

$$Q_{\alpha\beta} = Q(T) * \left(n_\alpha * n_\beta * \frac{1}{3} * \delta_{\alpha\beta}\right).$$

Таким образом, деформацию структуры мезофазы можно описать в рамках континуальной теории [5,10], что позволяет пренебречь особенностями молекулярного строения. При построении континуальной теории упругости, в качестве основы примем плотность свободной энергии F как функции $Q_{\alpha\beta}$. Обозначим символом F_d свободную энергия единицы объёма нематика, обусловленную искажением поле директора $\vec{n}$. Исходя из этого, основную формулу теории нематиков запишем в виде

$$F_d = \frac{1}{2}K_1(div\,\vec{n})^2 + \frac{1}{2}K_2(\vec{n}\,rot\,\vec{n})^2 + \frac{1}{2}K_3(\vec{n}x\,rot\,\vec{n})^2$$

В рассмотренной формуле величины $K_1; K_2; K_3$ соответственно означают упругие постоянные для поперечного изгиба, кручения и продольного изгиба. Для изучения свойств нематиков можем вызывать различного вида чистые деформации, являющиеся: чистым поперечным изгибом, чистым кручением, чистым продольным изгибом, при этом рассматривать все постоянные K следует положительными.

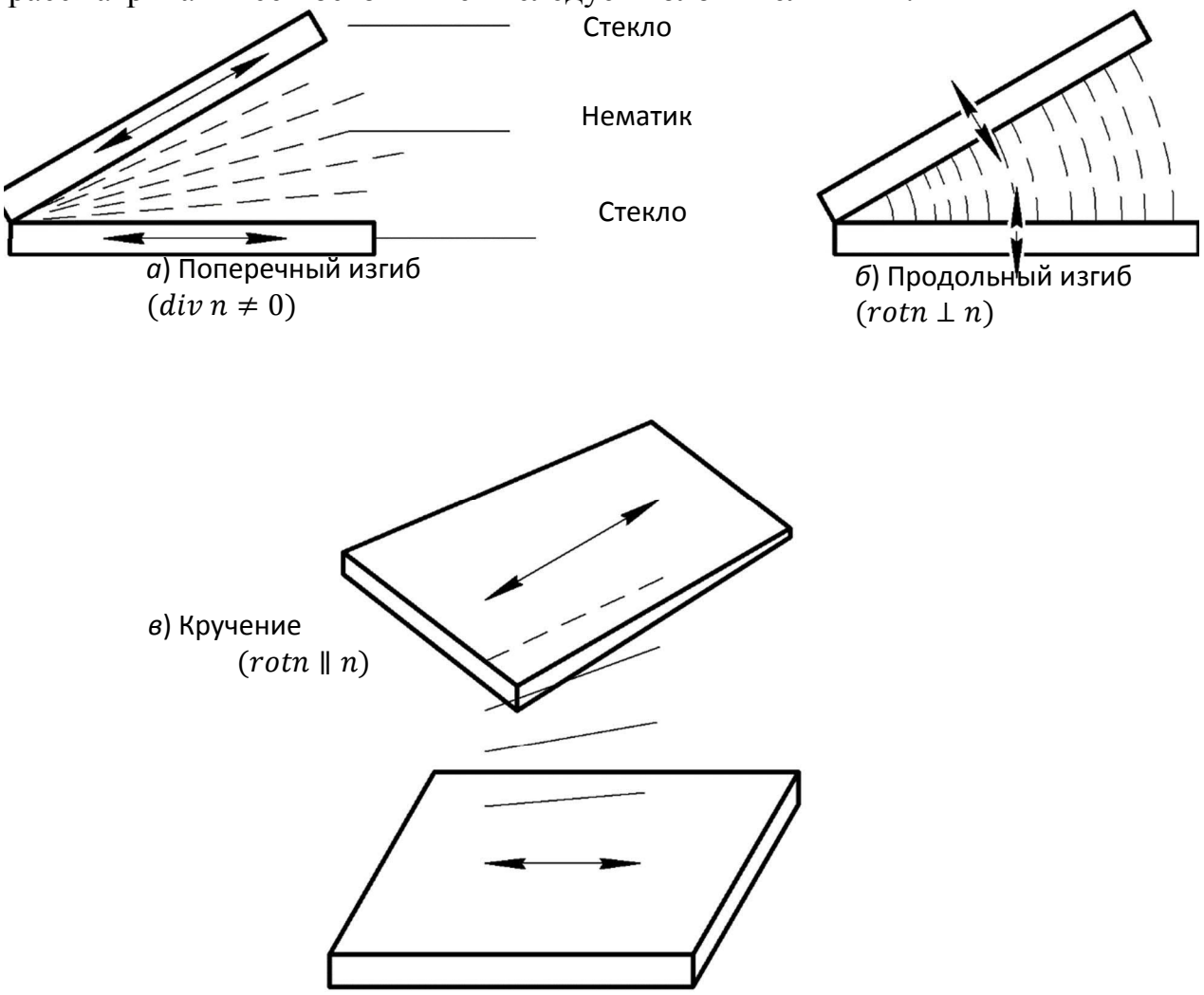


Рис. 2. Практические иллюстрации деформаций жидкого кристалла в реальных условиях.

Например при температуре 120ºС $K-$ параметры этилового эфира азоксибензойной кислоты (параазоксианизола), имеют значения

$$K_1 = 0{,}7 * 10^{-11}\text{Н};\ K_2 = 0{,}43 * 10^{-11}\text{Н};\ K_3 = 1{,}7 * 10^{-11}\text{Н}.$$

Мы видим практические отличия модулей деформации и их максимальное различия верхнего и нижнего предела в 4 раза.

Стоит отметить, что контитуальная теория применима для множества видов жидких кристаллов и в некоторых случаях она модифицируется для более детального изучения их свойств. Владение знаниями и практическое изучение этой теории позволяет разрабатывать современные устройства, в которых используются жидкие кристаллы. Это научное направление является перспективным в условиях развития современной электроники [3,9,11].

Список литературы

1. Физика. Учебное пособие [текст] / В.С. Воищев [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014. – 333 С.
2. Физика. Учебное пособие. Часть I. [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2019 г. – 103 С.
3. Ларионов А.Н., Воищев В.С., Ларионова Н.Н., Ефремов А.И. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2017. – 260 С.
4. Influence of pressure and temperature on the parameters of liquid-crystalline working fluids of technical devices [текст] / A.N. Larionov [etc.] //IOP Conference series: Materials science and engineering. Irkutsk National Research Technical University. – 2019. – С.12027-12031.
5. Акустические исследования динамики ориентационных процессов в нематических жидких кристаллах в конических магнитных полях [текст] / Э.В. Геворкян [и др.] // Жидкие кристаллы и их практическое использование. – 2018 г. – Т.18. – № 1 – С.6–11.
6. Ларионов А.Н. Влияние P,V,T–термодинамических параметров состояния на динамику ориентационных процессов в нематических жидких кристаллах [текст] / А.Н. Ларионов, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Жидкие кристаллы и их практическое использование. – 2016 г. – Т.16. – № 1 – С.22–28.
7. Ларионов А.Н. Вращательная вязкость нематической фазы в области фазового перехода нематический – смектический–А жидкий кристалл [текст] / А.Н. Ларионов, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – 2014 г. – № 3 – С.29–40.
8. Влияние давления на вращательную вязкость нематических жидких кристаллов [текст] / Д.Л. Богданов [и др.] // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика–математика. – 2010 г. – № 1 – С.33–43.
9. Ларионов А.Н. Анизотропное распространение ультразвука и вязкость нематических жидких кристаллов при вариации термодинамических

параметрах состояния [текст] / А.Н. Ларионов, В.В. Чернышёв, Н.Н. Ларионова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – 2008 г. – № 1 – С.39–47.

10. Ларионов А.Н. Влияние P,V,T–термодинамических параметров состояния на анизотропию скорости и упругости смеси нематических жидких кристаллов [текст] / А.Н. Ларионов, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2015 г. – Т.17. – № 1 – С.72–79.

УДК: 621.311(075)

А.В. Котенёв, студент
А.В. Машина, научный сотрудник
А.Н. Ларионов, д.ф.-м.н., профессор

ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНИЯХ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Получена система телеграфных уравнений. Выполнен анализ решения системы телеграфных уравнений для случая распространения электромагнитных волн в воздушной и кабельной линии при различных условиях однозначности.

При различных атмосферных воздействиях, таких, например, как разряд молнии, устремленный в проводник, а также при изменении состояния электрической системы (возрастания потенциалов, токов, энергии и т. п. в различных ее частях), в данной системе происходит переходный процесс и возникают электромагнитные волны. Они устремляются по проводам и по обмоткам электрических машин и трансформаторов. Иначе говоря, электромагнитные волны будут отмечаться и в стационарном режиме (режиме, при котором не подразумевается изменений в долговременной перспективе). Примером этому может послужить передача электроэнергии пользователю по проводам, при синусоидально изменяющемся напряжении источника данной энергии [1,2]. Основной закон распространения электромагнитной волны следует из схемы замещения единицы длины линии (рис.1) в данной схеме n, L, C, g представляют собой активное сопротивление (препятствующее протеканию тока), индуктивность, емкость и активную проводимость этой схемы. Данные величины полагают постоянными, не зависящими от напряжения и тока в линии, и одинаковыми во всех точках проводника и обмотки, что, однако в общем случае не вполне корректно. К примеру, в случае коронного разряда (разновидность тлеющего разряда, возникающего при очень резко выраженной неоднородности электрического поля вблизи одного или двух электродов) увеличиваются значения электроёмкости C и электропроводности g, а величины индуктивности L и

активного сопротивления r изменяются в случае волн с крутом фронтом, однако учёт этой зависимости затруднителен. Уравнения, описывающие волновые процессы в цепи с распределенными параметрами имеют вид [1,3]

$$\begin{cases} -\dfrac{du(x,t)}{dx} = ri(x,t) + L\dfrac{di(x,t)}{dt}, \\ -\dfrac{di(x,t)}{dx} = gu(x,t) + C\dfrac{du(x,t)}{dt}, \end{cases} \quad (1)$$

где *U(x,t)* – потенциал точки *a*, *i(x,t)* – ток в этой точке проводника

Решение данной системы уравнений в общем случае затруднительно. Однако, если же такое решение и возможно, то оно принимает довольно сложный вид, содержащий специальные функции.

По существу, мы имеем решение для тока и потенциала в различной случайной точке проводника

$$\begin{cases} u(x,t) = u_1(x-vt)e^{-\beta x} + u_2(x+vt)e^{-\beta x}, \\ i(x,t) = \dfrac{1}{z}u_1(x-vt)e^{-\beta x} + \dfrac{1}{z}u_2(x+vt)e^{\beta x}. \end{cases} \quad (2)$$

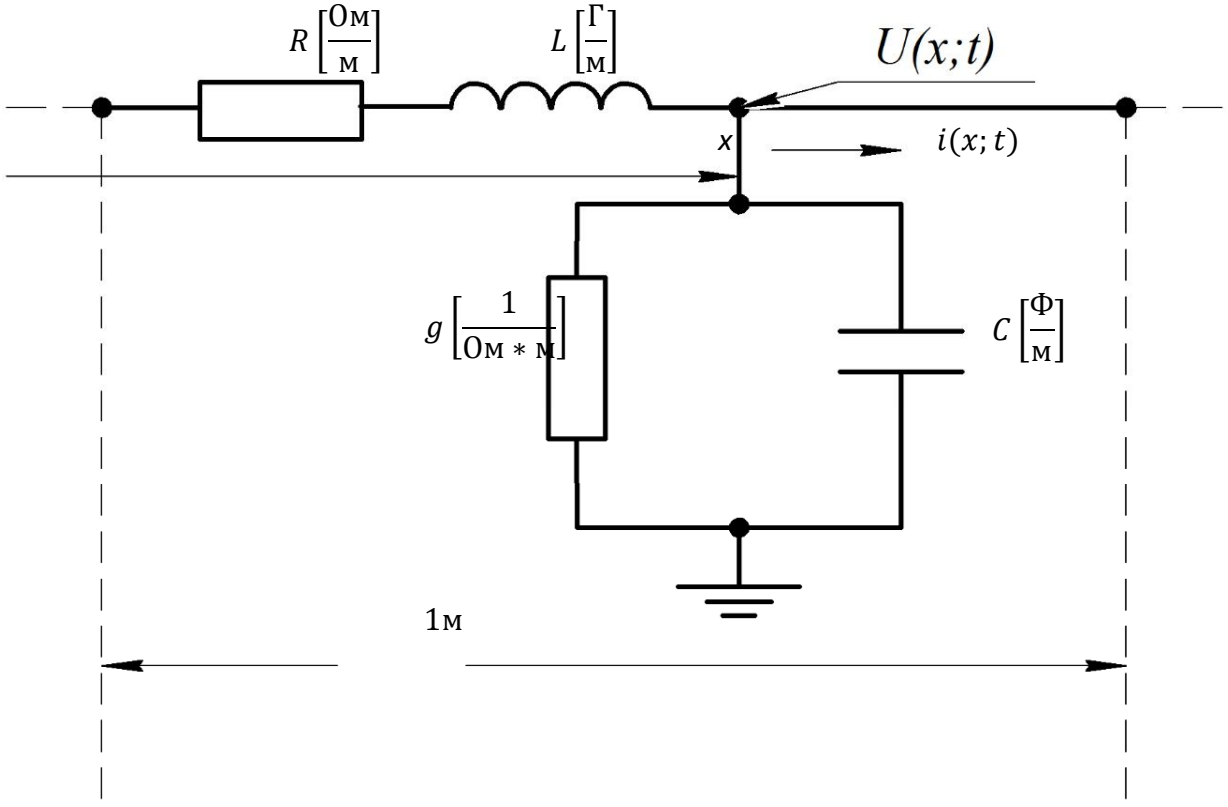


Рис.8. Схема замещения участка линии с распределёнными параметрами

В любом из данных уравнений первое слагаемое является волной напряжения или тока, движущейся в прямом направлении (вправо) со скоростью v и которая затухает в процессе движения по линии согласно рассмотренному ранее закону [4,5].

Мы можем найти скорость v, если предположим величины, что $u_1(x-vt) = const$. Отсюда $x - vt = const$ и, следовательно $v = \frac{dx}{dt}$. Но если

скорость пробега не уменьшается (что и входило в условие решения уравнения), то расстояние пробега будет пропорционально времени пробега, а множитель $e^{-\beta x}$ можем заменить на $e^{-\beta t}$.

Второе слагаемое будет представлять собой вид волны, движение которой будет происходить в направлении обратном направлению первой волны (первого слагаемого), тем самым она будет двигаться влево, с такой же скоростью и затуханием, по тому же закону, ведь v и β будут определяться одинаковыми параметрами линии.

Тем самым, в заданной точке проводника результирующее напряжение $u(x,t)$ или ток $i(x,t)$, получается в результате наложения двух волн – прямой и обратной.

Если пренебречь продольным активным сопротивлением, а также, поперечной проводимостью линии g, то наши уравнения (1) упростятся и примут следующий вид

$$\begin{cases} -\dfrac{du(x,t)}{dx} = L\dfrac{di(x,t)}{dt}, \\ -\dfrac{du(x,t)}{dx} = C\dfrac{du(x,t)}{dt}. \end{cases}$$

В результате дифференцирования данных уравнений, результирующее уравнение для напряжения принимает иметь вид

$$\frac{d^2u(x,t)}{dx^2} = LC\frac{d^2u(x,t)}{dt^2}.$$

Решение данного уравнения содержит множитель с основанием e, равный единице, поскольку при движении волны, рассеяние энергии не будет происходить в элементах r и g. В данном случае скорость распространения волны зависит от индуктивности и электроёмкости

$$v = \frac{1}{\sqrt{LC}} = const.$$

Индуктивность и ёмкость воздушной однопроводной линии выражаются уравнениями

$$L = 2\cdot 10^{-7} ln\frac{2h_{\text{ср}}}{r_0}\ \text{Гн}\cdot\text{м};\ C = \frac{1}{18\cdot 10^{9} ln\dfrac{2h_{\text{ср}}}{r_0}}\frac{\Ф}{\text{м}},$$

В данном уравнении средняя высота подвеса линии над землёй обозначена символом $h_{ср}$, а радиус провода r_0.

Таким образом, для воздушной линии скорость $v_{\text{в.л.}}$ равна $3\cdot 10^8\,\frac{\text{м}}{\text{с}}$, то есть равна скорости распространения света с в вакууме, (или воздухе).

В линиях кабельных, ёмкость пропорциональна относительной диэлектрической проницаемости и поэтому для неё

$$v_{\text{к.л.}} = \frac{v_{\text{к.л.}}}{\sqrt{\varepsilon_r}}.$$

В настоящее время представляется возможным изготавливать кабельные линии с изоляцией обладающей $\varepsilon_r \geq 10\,000$. Тогда можем

получить$v_{\text{к.л.}} = 0{,}01\ C$. Данные преимущества зачастую используют в кабельных линиях задержки при измерениях переходных процессов, а также широко применяют в ЭВМ. В обыкновенных силовых кабелях $\mathcal{E}_r = 4$ и $v_{\text{к.л.}} = 1{,}5 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.Для тока же решение уравнения примет вид:

$$i(x,t) = \frac{u_1(x - vt)}{z} - \frac{u_2(x + vt)}{z}$$

В данном решении $z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ представляет собой волновое сопротивление линии, которая будет характеризовать её в каждой точке, а потому не будет зависеть от длины линии.

Для воздушной линии:

$$z_{\text{в.л.}} = 60ln\frac{2h_{\text{ср.}}}{r_0}\ \text{Ом}$$

Выражение под знаком логарифма, содержащее параметры $h_{\text{ср.}}$и r_0 не может оказать существенного влияния на волновое сопротивление. Кроме того, при увеличении напряжения линии, необходимо увеличивать и сечение проводников. Например, для параметров параметры: $h_{\text{ср.}} = 10 \div 12$ м и $r_0 = 8 \div 10$ мм

$$z_{\text{в.л.}} = 138lg\frac{2 \cdot 12}{8 \cdot 10^{-3}} = 480\ \text{Ом}$$

На практике волновое сопротивление некоронирующей линии составляет порядка 450-500 Ом.

При расщепленной фазе следует рассматривать$r_0 = r_{\text{экв.}} = \sqrt[n]{r_0 d^{n-1}}$, где в данном случае n – число проводников в расщепленной фазе, d – расстояние между проводниками.

Можно также определить сопротивление одножильного проводника используя формулу $z_{в.л}$, так за $h_{\text{ср.}}$ примем расстояние между осью жилы свинцовой или алюминиевой оболочкой. При этом следует учитывать относительную диэлектрическую проницаемость $\mathcal{E}_r$. Приняв приблизительно $h_{\text{ср.}} = (2 \div 2{,}5)r_0$, получим:

$$z_{\text{к.л.}} = \frac{96}{\sqrt{\mathcal{E}_r}}.$$

При $\mathcal{E}_r = 4$, будем иметь $z_{\text{к.л.}} = 50$ Ом.

Но волновое сопротивление энергетических кабелей может изменяться в довольно больших пределах, так нижний его предел может составлять 5 Ом. Так как при одинаковых сечениях и материалах изоляции у кабеля меньшего напряжения емкость будет больше,то их волновое сопротивление будет ниже,чем для кабеля более высокого напряжения.

Мы можем дать наиболее простое физическое истолкование различия в скорости распространения для кабельных и воздушных линий, вновь используя рис.1. Передача потенциала $u(x,t)$ после точки (a) будет происходить лишь в случае, когда конденсатор C зарядится черезсоединённые последовательно r и L. Ёмкость единицы длины кабеля

довольно велика, поэтому процесс зарядки конденсатора *C* будет длиться довольно продолжительное время. В связи с этим, процесс передачи потенциала к соседним точкам, находящимся правее точки *a*, будет происходить медленнее, нежели в воздушной линии (поскольку ёмкость единицы длины линии будет небольшой). Она будет являться ёмкостью конденсатора (который состоит из провода длиной 1 м и земной поверхности разделённых довольно большим слоем воздуха). Так как зарядный ток конденсатора С, получится большим для кабельной линий, отношение потенциала $u(x,t)$ в точке *A* к току $i(x,t)$ будет малым для данной линии и значительным для воздушной линии. Зарядка конденсатора с малой ёмкостью в этой линии будет идти сквозь высокую индуктивность L, что для данного зарядного тока и даст небольшое значение. В результате получается большое волновое сопротивление $Z_{\text{в.л.}}$. Данный процесс (процесс распространения электромагнитных волн по проводнику), будет также характеризоваться мгновенной энергией электрического поля $W_{\text{эл.}}$и магнитного поля $W_{\text{м}}$, в любой точке линии, равной соответственно

$$W_{\text{эл.}} = \frac{Li^2(x,t)}{2}\,\text{Дж/м} \quad \text{и} \quad W_{\text{м}} = \frac{Cu^2(x,t)}{2}\,\text{Дж/м}.$$

Полная же энергия в каждый момент на выбранном участке линии в 1 м длины будет равна:

$$W_{\text{эм}} = \frac{1}{2}\left[Li^2(x,t) + Cu^2(x,t)\right]$$

Таким образом, волновые явления играют важную роль при расчёте различных технических устройств, содержащих линии с распределёнными параметрами [2,3].

Список литературы

1. Физические основы электроники и электротехники /А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2015. – 433 С.
2. Физика. Учебное пособие [текст] / В.С. Воищев [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014. – 333 С.
3. Физика. Учебное пособие. Часть I. [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2019 г. – 103 С.
4. Ларионов А.Н., Воищев В.С., Ларионова Н.Н., Ефремов А.И. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2017. – 260 С.
5. Физические основы электроники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014 г. – 186 С.

УДК 621.396, 621.391.8

В.В. Машин, аспирант
А.В. Крисилов, к. физ.-мат. наук

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

В работе рассмотрена классификация и представлены аналитические модели сверхширокополосных сигналов различных типов. Пояснены особенности различных моделей и методы генерации сверхширокополосных сигналов.

Сверхширокополосными (СШП) называют сигналы, у которых показатель широкополосности μ лежит в диапазоне $\mu_{\min} < \mu < 2$ (по разным стандартам $\mu_{\min}$ составляет от 0,2 до 0,25). Показатель широкополосности равен отношению полосы частот сигнала к его средней частоте:

$$\mu = \frac{\Delta f}{f_0} = 2\frac{f_{\max} - f_{min}}{f_{\max} + f_{min}}, \quad (1)$$

где f_0, f_{min}, f_{max} - средняя, минимальная и максимальная частоты в спектре сигнала.

В традиционных системах связи рабочая частота и ширина полосы спектра в основном определяют пропускную способность канала связи, а мощность передатчика - дальность. В СШП системах появляется возможность перераспределять имеющиеся ресурсы мощности и ширины спектра между дальностью связи и скоростью передачи. К другим важным преимуществам СШП систем относятся возможность работы многих абонентов в одной полосе частот (в том числе совместно узкополосными средствами связи), обеспечение связи при низком уровне передаваемой мощности во всей полосе частот, высокая помехозащищенность.

В СШП системах могут использоваться следующие виды сигналов:

– Ультракороткие импульсы и пачки ультракоротких импульсов;

– Короткие радиоимпульсы (цуги колебаний) и пачки коротких импульсов;

– Сигналы с прямым расширением спектра;

– Сигналы с ортогонально-частотным мультиплексированием (OFDM);

– Сверхширокополосные сигналы на основе частотной модуляции (FM UWB);

– Хаотические радиоимпульсы;

– Фрактальные СШП сигналы.

Распространены импульсные СШП системы связи, которые включают в себя антенную систему, формирующую короткие электромагнитные

импульсы; мощный импульсный ключ, управляющий антенной системой; устройство модуляции/демодуляции; прецизионный высокочастотный опорный генератор и коррелятор [1].

СШП сигналы могут описываться различными моделями, наиболее простые из них вещественные. Для задания сигнала с помощью вещественных моделей применяется следующее соотношение:

$$s(t) = A(t)\cos(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (2)$$

где *A(t)* –огибающая гармонической функции, ω_0 – круговая частота, соответствующая центральной частоте спектра сигнала, φ_0 – начальная фаза.

Применяются модели с прямоугольными, треугольными, экспоненциальными и другими формами огибающей:

$$s(t) = A_0(\eta(t) - \eta(t - \tau_s))\sin(2\pi n t / \tau_s), \quad (3)$$

$$s(t) = A_0\left(1 - \left|\frac{2t}{\tau_s} - 1\right|\right)(\eta(t) - \eta(t - \tau_s))\sin(2\pi n t / \tau_s), \quad (4)$$

$$s(t) = A_0 e^{-\alpha t}\eta(t)\sin(2\pi n t / \tau_s), \quad (5)$$

где τ_s – длительность сигнала, *η(t)* – функция Хевисайда, параметр *n* определяет количество лепестков сигнала.

Распространены модели СШП сигналов на основе полиномов – гауссовские модели и эрмитовские модели:

$$s(t) = A_0 \frac{d^k}{dt^k}\left(\exp(-t^2 / \tau_s^2)\right) \quad (6)$$

$$s(t) = A_0\left(\exp\left(-\frac{t^2}{4\theta^2}\right)\right) n! \sum_{i=0}^{[n/2]} \frac{(t/\theta)^{n-2i}}{(n-2i)!\,i!} \quad (7)$$

где параметр *n* определяет порядок полинома и количество лепестков сигнала ($n<20$ из-за условия $\mu>0.2$), θ – масштабный параметр.

Для улучшения временной локализации сигнала применяются мультиполосные СШП сигналы В этом случае сигнал состоит из суммы сигналов с экспоненциальной огибающей (см. соотношение (5)). Каждая компонента сигнала имеет одинаковый сдвиг по частоте относительно предыдущей компоненты. Показатель широкополосности μ регулируется подбором количества компонент сигнала. Подобный принцип построения сигнала используется также в OFDM системах [2].

В отличие от вещественных моделей сигналов (см. соотношение (2)), для хаотических радиоимпульсов ширина спектра практически не зависит от длительности импульса. Данный вид сверхширокополосных сигналов представляет собой фрагменты хаотического сигнала, который генерируется непосредственно в требуемом частотном диапазоне Δf. Независимость ширины спектра от длительности связана с тем, что применяются длины импульсов многократно превышающие квазипериод $\tau_s >> 1/\Delta f$.

В системах связи на основе динамического хаоса ввод информационного сигнала осуществляется путем формирования потока хаотических

радиоимпульсов, извлечение информации производится из СВЧ-хаотического сигнала без промежуточного преобразования частоты. В качестве генераторов хаотических сигналов используются транзисторные схемы на основе Генератора Колпитца («емкостная трехточка»). Электронный генератор хаоса данного типа отличается простотой конструкции и реализуется в разных частотных диапазонах от единиц герц до микроволновой области. Основными преимуществами прямохаотических систем связи являются – возможность определения местоположения передающего устройства, масштабирования по дальности и скорости передачи данных, устойчивость к многолучевому распространению сигнала, низкое энергопотребление [3].

Генератор хаоса с 1.5 степенями свободы («емкостная трехточка») с кремниево-германиевым транзистором в качестве активного элемента демонстрирует устойчивые хаотические колебания в полосе 0.5-8 ГГц и выше по уровню 10дБ с мощностью 2.5мВт и КПД~7%. Данная схема реализована на основе кремниево-германиевый транзистора BFP620 [4].

Известны также генераторы хаотических СВЧ сигналов на основе ЧИП-усилителей с микрополосками и на основе КМОП технологий. В схеме используется 3 промышленно выпускаемые усилительных элемента, согласованных по входу и выходу на 50 Ом. Первый из усилителей в кольцевой схеме работает в режиме, близком к линейному, второй выполняет функцию усилителя средней мощности, а третий выполняет функцию основного нелинейного элемента генератора (работает в режиме насыщения). Переход от КМОП технологии 0.35 мкм к технологии 45 нм позволяет повысить предельные частоты от 2-5 ГГц до 30-50 ГГц [5].

Список литературы

1. Дубровин В. С., Колесникова И. В. Сверхширокополосные системы связи. Особенности и возможности применения //Электроника и информационные технологии. – 2009. – №. 2. – С. 7.

2. Лазоренко О. В., Черногор Л. Ф. Сверхширокополосные сигналы и физические процессы. 1. Методы анализа и применение // Радиофизика и радиоастрономия, 2008, Т. 13. № 2. С. 166-194.

3. Дмитриев А. С. и др. Сверхширокополосная беспроводная связь на основе динамического хаоса //Радиотехника и электроника. – 2006. – Т. 51. – №. 10. – С. 1193-1209.

4. Максимов Н. А. Сверхширокополосные генераторы на основе Si-Ge транзистора с одним внешним реактивным элементом //Материалы III Всероссийской научной конференции «Сверхширокополосные сигналы в радиолокации, связи и акустике. – 2010. – С. 89-94.

5. Дмитриев А. С., Ефремова Е. П., Никишов В. Ю. Генераторы хаоса: от вакуумных приборов до наносхем //Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2009. – Т. 1. – №. 1-2.

УДК 691.175

М.Н. Родина, магистрант
Е.В. Козлова, экстерн

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Актуальность вопроса переработки отходов полимерных материалов в настоящее время безусловна. Она предусматривает получение нескольких видов продукции позволяющих в дальнейшем «дать жизнь» изделиям в новом виде и качестве. Статья посвящена анализу современного процесса переработки отходов полимерных материалов.

Технологический процесс переработки отходов полимерных материалов предусматривает получение нескольких видов продукции, таких как: вторичных гранулированных полимеров, суперконцентратов полимеров с различными наполнителями и полимерных труб из наполненного и ненаполненного полимерного сырья.

Исходным сырьем для производства продукции из вторичного полимерного сырья являются отработавшие изделия.

При разборке и сортировке, перед переработкой необходимо руководствоваться отличительными признаками полимерного сырья и полимерного пленочного сырья.

Методы подготовки отходов к переработке.

Основные операции технологического процесса подготовки отходов термопластов разделяют на проводимые с целью изменения:

1) размера и формы материала,

2) качественность материала.

Операции, изменяющие размеры и форму отходов,— это измельчение, отмывка и т.д. Для громоздких пластмассовых отходов необходимо грубое измельчение. В простых случаях для этого используют пилы ленточные или дисковые, различные резательные приспособления, дробилки. Измельчение в порошок осуществляют в мельницах тонкого помола.

Ножевые дробилки по технологическому признаку могут быть с вертикальным или (для экономии производственных площадей) горизонтальным роторным расположением. Главными элементами являются роторный нож, закрепленный в подшипниках, нож стационарный и фильтр сменный. Дробилки ножевые комбинируют с обширными добавочными приспособлениями. Размеры загрузочного люка лимитируют размеры кусков отходов и тем самым регулируют загрузку. Подача кусков устанавливается транспортерными лентами, питателями шнековыми, с помощью вибролотков и сжатым воздухом.

Пластмассовые отходы из сферы использования (ящики для бутылок, сосуды, канистры и т. д.) перед промыванием следует очищать. Это

позволяет сократить загрязненность моечных растворов при последующем промывании измельченного сырья и тем самым уменьшить число стадий промывания.

Значительно в установках предварительной очистки можно использовать либо направленную струю, либо щетки очистительные. В зависимости от вида загрязнений применяют либо воду с добавками моющих средств, либо горячую воду. Для большей части использованных пластмассовых изделий, загрязненных только песком, землей и т. п., нет необходимости применять специальные моющие составы.

Конечную промывку вторичного сырья в любом случае проводят после измельчения.

Тот факт, что полимерные материалы используют и самых различных формах, таких, как стержни, трубы, листы, пенопласты, покрытия или адгезивы, а также как прессованные изделия, подразумевает наличие разнообразных способов переработки полимерных компаундов и конечные продукты. Большинство полимерных изделий получено либо формованием, либо обработкой, либо отливкой жидких форнолимеров в форме с последующим отвердением или сшиванием. Волокна получают в процессе прядения.

В процессе формования компаунд в виде порошка, чешуек или гранул помещают в пресс-форму и подвергают воздействию температуры и давления, в результате чего образуется конечный продукт. В процессе обработки получают изделия в виде простых форм, таких, как листы, стержни или трубы, используя штапелирование, штамповку, склейку и сварку.

Около 50 лет назад существовало очень ограниченное количество процессов переработки полимеров в конечные изделия. В настоящее время имеется множество процессов и методов, основными из них являются каландрование, отливка, прямое прессование, литье под давлением, экструзия, пневмоформование, холодное формование, термоформование, вспенивание, армирование, формование из расплава, сухое и мокрое формование. Последние три метода используют для производства волокон из волокнообразующих материалов, а остальные - для переработки пластических и эластомерных материалов в промышленные изделия.

После формования термопластичных материалов под действием температуры и давления перед освобождением из пресс-формы их следует охлаждать ниже температуры размягчения полимера, так как в противном случае они теряют форму. В случае термореактивных материалов такой необходимости нет, поскольку после однократного совместного воздействия температуры и давления изделие сохраняет приобретенную форму даже при его освобождении из пресс-формы при высокой температуре.

Список литературы

1. Бурмистров Д.В. Возможность применения нефтеполимерных вяжущих в конструктивных слоях дорожной одежды автомобильных дорог / Д.В. Бурмистров, А.В. Скрыпников, В.Г. Козлов и др. // Системы. Методы. Технологии. - 2016. - № 3.- С. 147-154.

2. Скрыпников А.В. Исследование отходов промышленности для укрепления грунтов / А.В. Скрыпников, В.Г. Козлов, Д.В. Ломакин, В.С. Логойда // Фундаментальные исследования. - 2016. - № 12-1. - С. 102-106.

3. Исследования по использованию укрепленных грунтов, местных материалов и отходов промышленности для строительства дорожных одежд лесовозных дорог: монография / А.А. Камусин, В.В. Никитин, И.Н. Журавлев, В.Г. Козлов, В.Н. Логачев, И.И. Бухтояров; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана». – Saint-Louis, Missouri, USA: Science and Innovation Center Publishing House, 2017. – 184 с.

УДК: 621.311(075)

Д.С. Литашин, студент
Д.А. Подорванов, студент
А.Н. Ларионов, д.ф.-м.н., профессор

ПАДЕНИЕ ВОЛНЫ НА УЗЛОВУЮ ТОЧКУ, СОПРЯГАЮЩУЮ ДВЕ И НЕСКОЛЬКО ЛИНИЙ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Анализируются уравнения, описывающие изменение напряжения и тока при распространении электромагнитной волны вдоль линии с распределёнными параметрами, содержащей сопряжение участков с различным волновым сопротивлением.

Переход волны с воздушной линии на кабельную – это важный процесс, являющийся частным случаем перехода волны с линии с большим волновым сопротивлением z_1 на линию с гораздо меньшим волновым сопротивлением z_2. Напряжение преломленной волна [1,2] равно

$$U_2 = \frac{2z_2}{z_1 + z_2} U_1 \langle\langle U_1 .$$

Если, как отмечалось выше, z_2 =5÷40 Ом, а z_1 = 450÷500 Ом, то в предельном случае

$$U_2 = \frac{2 \cdot 5}{500 + 5} U_1 = 0{,}02 U_1 .$$

Напряжение отраженной волна равно U_2-U_1=0,02U_1-U_1=-0,98U_1.

Преломленная волна в кабельной линии распространится на расстояние, примерно вдвое меньше, чем отраженная на воздушной линии. Следовательно, кабельная линия, резко уменьшая преломленную волну, представляет собой своеобразное средство защиты от волны перенапряжения [3].

Наоборот, переход волны U_1 с кабельной на воздушную приведет к появлению отраженной волны, почти равной U_1, и к повышению потенциала в узловой точкеа почти до $2U_1$ в неблагоприятном случае. Это может представлять опасность для кабельной муфты и изоляции кабеля.

Падение волны на узловую точку, сопрягающую две линии с волновыми сопротивлениями z_1 и z_2 и активное сопротивление R, один конец которого включён на землю [4]

Заменяя волновое сопротивление z_2 активным сопротивлением той же величины (рис.1), включенным также на землю, будем иметь эквивалентное сопротивление в узловой точке [5]

$$z_2^{'} = z_{экв} = \frac{Rz_2}{R + z_2}.$$

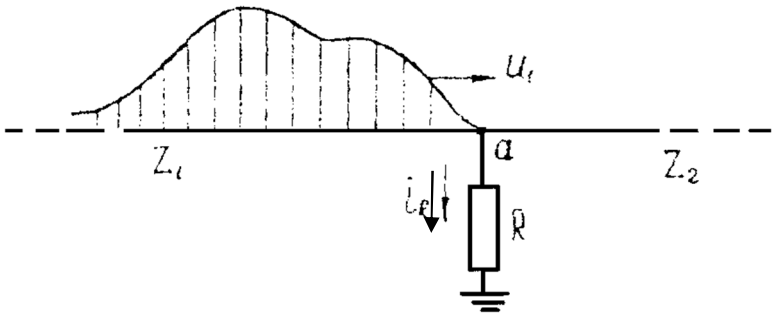


Рис.9. Падение волны напряжения на узловую точку с активным сопротивлением R, соединенным с землей

Тогда напряжение преломленной волна можно описать выражением

$$U_2 = \frac{2z_2^{'}}{z_1 + z_2^{'}} U_1 = \frac{2z_2}{z_1 + z_2 + \frac{z_1 z_2}{R}} U_1 \qquad (1)$$

Уменьшение сопротивления R приводит к уменьшению напряжения преломлённой волны [6]. Из этого общего режима получается частный, когда R=0 и первая линия оказывается замкнутой накоротко.

Ток в активном сопротивлении составит

$$i_R = \frac{U_2}{R}.$$

Мгновенная мощность равна

$$p = u_2 i_R = \left(\frac{2u_1 z_2}{z_1 + z_2 + \frac{z_1 z_2}{R}} \right)^2 \frac{1}{R} \qquad (2)$$

Если $z_2 \rangle\rangle z_1$, что наблюдается при переходе волны с кабельной на воздушную линию, выражение мощности принимает вид

$$p_1 = \left(\frac{2u_1}{\frac{z_1}{z_2} + 1 + \frac{z_1}{R}} \right)^2 \frac{1}{R} \approx \left(\frac{2u_1}{R + z_1} \right)^2 R \qquad (3)$$

.

При выполнении условия $z_2 \langle\langle z_1$ рассеяние энергии менее эффективно. Мгновенную мощности в сопротивлении R можно описать выражением

$$p_2 \approx \left(\frac{2u_1 z_2}{z_1 + \frac{z_1 z_2}{R}} \right)^2 \frac{1}{R} = \left(\frac{2u_1}{\frac{z_1}{z_2} R \div z_1} \right)^2 R < p_1 \qquad (4)$$

.

Сопротивление R может представлять собой активное сопротивление грозового разрядника. Из выражения (4) следует, уменьшение значения сопротивления приводит к понижению потенциала узловой точки.

Падение волны на шины подстанции с несколькими отходящимилиниями, анализ этого важного случая проведем, не прибегая к коэффициентам отражения и преломления, а воспользуемся правилом эквивалентной волны. Согласно этому правилу, реальная схема (рис.2.а). В эквивалентной схеме (рис.2.б) все линии за узловой точкой с волновыми сопротивлениями z_2, z_3, z_4 … замещены сосредоточенными активными той же величины, присоединёнными к земле; индуктивности и ёмкости представлены переходными сопротивлениями в операторном виде $x_L(p) = Lp$ и $x_c(p) = \frac{1}{Cp}$; в начале схемы включается генератор с напряжением $2U_1$ и внутренним сопротивлением z_1, где z_1- волновое сопротивление линии, по которой движется волна перенапряжения [7].

При такой замене исходят из следующего. Преломленный ток i_2 является суммарным током всех ветвей, присоединенных к точке а, и равен току i_1 в неразветвленной части цепи. Имеем

$$i_2 = i_1 + i_1^{'} = \frac{u_1}{z_1} - \frac{u_1^{'}}{z_1}$$

.

Для отражённой волны напряжения действительно равенство, вытекающее из предыдущего:

$$u_1' = u_1 - i_2 z_1 .$$

Но, с другой стороны, всегда $u_2=u_1+u'_1$. Поэтому напряжение u_2 описывается выражением

$$u_2 = 2u_1 - i_2 \cdot z_1 . \qquad (5)$$

Последнему выражению и соответствует схема на рис.2.б. Так как падение волны U_1 на узловую точкуа связано с переходным процессом во времени, то и необходимо реактивные элементы L и C представлять в оперативном виде.

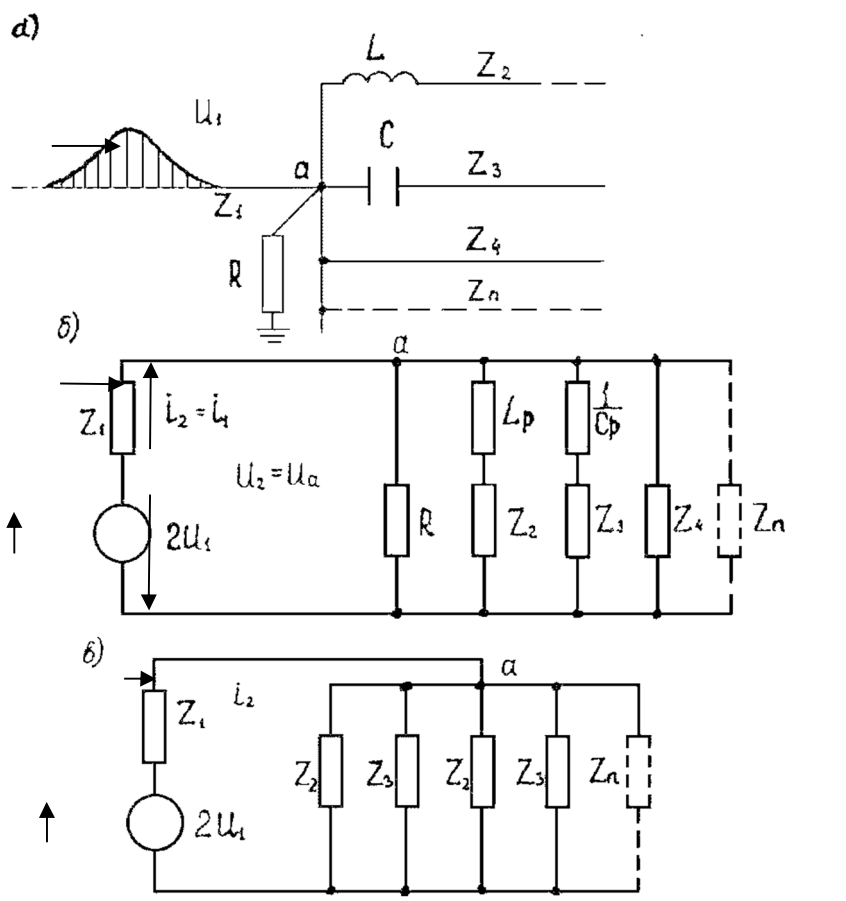


Рис.10. Сложная узловая точка: а) принципиальная схема, б) эквивалентная схема замещения: в) эквивалентная схема замещения подстанции с несколькими отходящими линиями

Для подстанции с несколькими линейными присоединениями эквивалентная схема замещения будет иметь вид, представленный на рис. 7-5, в. Ток в ней равен

$$i_2 = \frac{2U_1}{z_1 + z_a},$$

где $\frac{1}{z_a} = \frac{1}{z_2} + \frac{1}{z_3} + \frac{1}{z_4} + \ldots + \frac{1}{z_n} = \sum_2^n \frac{1}{z_k}$.

Тогда преломленная волна в узловой точке

$$U_2 = i_2 z_a = \frac{2U_1}{z_1 + \left(\sum_2^n \frac{1}{z_k}\right)^{-1}} \left(\sum_2^n \frac{1}{z_k}\right)^{-4}.$$

Независимо от величины волновых сопротивлений в них получается потенциал, равный потенциалу шины, если пренебречь волновыми сопротивлениями шины между точками присоединения линий. Преломленный же ток в каждой отходящей линии будет зависеть от её волнового сопротивления.

Обычно к шинам подстанции присоединяются линии одного типа (либо воздушные, либо кабельные). Тогда можно положить $z_1=z_2=z_n=z$. Для этого случая получим

$$U_2 = \frac{2U_1}{z + \frac{z}{n-1}} \cdot \frac{z}{n-1} = \frac{2U_1}{n} \qquad (6)$$

Из формулы (7-22) следует, что если подстанция тупиковая, то n=1 и тогда $U_2=2U_1$, т.е. подстанция подвергается наибольшему из возможных напряжений.

Для проходной подстанции n=2 и преломленная волна $U_2=U_1$, т.е. снижения потенциала на её шинах не будет. Волна U_1 воздействует на все оборудования, подключенное к шинам, непосредственно. Преломленная волна U_2 будет меньше только при n>2. Следовательно, подстанция с большим числом линий обладает способностью снижать потенциал волны, набегающей по одной из линий. Она обладает «внутренним» свойством самозащиты.

Список литературы

1. Физические основы электроники и электротехники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2015 г. – 433 С.

2. Ларионов А.Н., Воищев В.С., Ларионова Н.Н., Ефремов А.И. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2017. – 260 С.

3. Ларионов А.Н., Шацкий В.П., Ларионова Н.Н. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.П. Шацкий, Н.Н. Ларионова // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2018. – 360 С.

4. Физика. Учебное пособие [текст] / В.С. Воищев [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014. – 333 С.

5. Улучшение экологических свойств мобильных энергетических средств снижением эмиссии повышенных уровней шума в окружающую среду [текст] / О.И. Поливаев [и др.] // Естественные и технические науки. – 2017 г. – №11(113). – С.51–54.

6. Мельников Г.А., Вервейко В.Н., Ларионов А.Н. Моделирование димерных образований в конденсированных средах. [текст] / Г.А. Мельников, В.Н. Вервейко, А.Н. Ларионов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика, Математика. – 2012 г. – №1. – С.42–51.

7. Физические основы электроники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014 г. – 186 С.

УДК 378:14

А.В. Машина
В.А. Машин, курсант

ИНФОРМАЦИОННО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛИЧНОСТИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

В работе раскрывается информационно-психологическая безопасность личности в современном информационном обществе. Возникает необходимость развития и повышения информационно-психологической зависимости обучающихся в вузах.

Победа в настоящее время будет достигаться не сражением армий, а в битве систем пропаганды. У определенных субъектов (государств, коалиций, разнообразных организаций, а также определенных личностей) возникает такое желание, как обладание информацией и ее ресурсами. Что приводит к удовлетворению своих интересов. При этом сама информация и ее технологии начинают выступать в качестве угрожающих факторов, что само собой порождает проблему информационной и психологической безопасности.

Проблема информационно-психологической безопасности в настоящее время обрело первостепенное значение в нашем обществе. Информационная война в данное время направлена на молодежь и на общество в целом, это касается и военные вузы, где вызовы определены целями и задачами образовательного процесса [1]. Очень часто нам простым обывателям бывает затруднительно выделить из потока информации правдивую и важную информацию. В книги «Государственная информационная политика в особых условиях», автор публикации Манойло А.В. подчеркивал тот факт, что психологическое воздействие может осуществляться различными методами и основными инструментами, с помощью которых оказывается влияние на сознание и подсознание людей: во-первых это психологическими методами, такими как внушение, убеждением, примером, подражанием, поощрением, принуждением. Во-вторых, психологическое воздействие так же может осуществляться с использованием военных средств. Разовые мероприятия психологической войны это кратковременные и

целенаправленные действия специально подготовленных для этих целей специалистов или спецподразделений. Они действуют очень ограничено и осуществляются в локальных масштабах. В третьих для психологического воздействия могут также использоваться система торговых и финансовых санкций которые, как нам известно, используются для подрыва экономики страны, против которой эти санкции введены. В четвертых, психологическое воздействие может быть осуществлено с использованием только политических средств.

По мнению автора А.В.Манойло манипуляция информацией включает в себя несколько пунктов:

1.Информационная атака, при которой сообщается огромное количество информации, основой которой являются абстрактные рассуждения и неважные подробности.

2.Дозированная информация, в которой сообщается небольшое количество сведений, большая часть которых специально скрыта, что приводит к искаженной картине реальных событий и фактов и просто становится непонятной.

3.Ложная информация. Чем неправдоподобнее информация, тем больше в нее поверят, главное подача такой информации – максимально серьезно.

В современно мире холодная война перешла в фазу гибридной войны, при которой западные средства массовой информации стараются внушить что отечественные СМИ - это «зомбоящики», что они неправдиво информируют население. А вот их информация – это «сущая правда». Под этой лживой информацией они стараются устроить «оранжевую революцию», посеять страх и хаос в странах, чьи лидеры не разделяет их «демократические» идеи. Это мы видим на многих странах таких как Ирак, Ливия, Йемен, Сирия, Венесуэла, Иран и др.

Вполне очевидно, что противостоять информационно-психологическому натиску может личность, патриотично ориентированная «История всех войн и армий мира убедительно доказывает, что вложение в человека в погонах всегда важнее вложений в оружие» [4].

Становится очевидным, что противостоять информационно-психологическому натиску может только патриотично ориентированная личность. Ведь история всех войн мира является убедительным доказательством, что вложение в человека в погонах всегда важнее, чем вложение в оружие. Вспоминая русского полководца А.В.Суворова, который сделал русских солдат непобедимыми, через воспитание личных качеств. В книге «Наука побеждать» в части «Словесного поучения солдатам о знании для них необходимом» полководец не только учит тактике, но и излагает правила поведения. Суворов старался воспитать в своей армии чувство воинского долга, патриотизм.

Так известный американский писатель-фантаст, создатель новой религиозно-мистической церкви саентологии Л.Рон Хаббарт писал в своей книге «Промывание мозгов. Изложение русского руководства по

психополитике», «Если вы сможете убить национальную гордость и патриотизм в подрастающем поколении, вы завоюете эту страну» [3].

Информационная война второго поколения направлена, прежде всего на молодежь. Эти вызовы определяют цели и задачи процесса образования в военных вузах. Так президент Российской Федерации В.В.Путин, выступая на сессии Всемирного Фестиваля Молодежи и студентов «Молодежь 2030» обозначил содержательную часть инновационных подходов. Он обратил внимание на вопросы образования и новые технологии. «Во-первых, очевидно, что конкурентные преимущества получат те люди, которые не просто обладают набором интересных важных знаний, а тем, что сегодня называется «Softskills» (т.е. мягкими и гибкими навыками, которые не зависят от специфики конкретной работы, но тесно связаны с личностными качествами и установками (ответственность, дисциплина, самоменеджмент), социальными навыками (коммуникация, эмоциональный интеллект) и менеджерскими способностями (управление временем, лидерство, решение проблем)» [2].

Информация в наше время является важным и стратегически-национальным ресурсом. Под воздействием информационного «оружия» современный человек может выполнять действия, которые заранее были запланированы со стороны других социальных объектов, т.к поведение человека зависит порой не от сложившейся ситуации, а от психологических установок.

Такие термины как ПОО (проблемно-ориентированное обучение), «мозаичное мышление» (умение выделять значимое качество из восприятийного мышления) и технология «кейс-стади» (изучение ситуации) появились в России в связи с инновационными методами и механизмами. О.Ю.Быстряков в своей статье «Инновационный подход» пишет: «Необходимо изучать тысячелетний опыт России и ее армии, найти в нем инновационные методы, закрепить их в правовой базе и применять на практике».

Стратегия наших потенциальных противников направлена на разрушение нравственно-этических ориентиров. В 2016 году американским военным ведомством был разработан документ «Стратегия действий министерство обороны США в информационной сфере» [6]. В этом концептуальном документе говорится, что информационно-техническое воздействие противника в физической и информационной областях ведет к непосредственному или косвенному влиянию на него в когнитивной области, что является целью информационного противоборства.

В том же году, еще в одной стране НАТО-ФРГ было создано главное управление кибероперациий и информационного обеспечения, административный орган предназначенный для правового урегулирования действий Бундесвера в киберпространстве. (130 человек, штатная категория начальника генерал-лейтенанта) [7]. В апреле 2017 года в составе главного управления кибероперации и информационного обеспечения началось формирование командования СКИО, в подчинении которого находятся

командование стратегической разведки (КСР), связи информационных технологий (КСИТ) и центр психологической борьбы (ЦПБ). Штат его составляет около 1400 военнослужащих. К 2021 году национальный парламент начнет процедуру выдачи Вооруженными Силами ФРГ разрешений на осуществление воздействия в отношении объектов иностранных государств.

Главной задачей этой организации – это деморализация личного состава войск противника, а также ведение пропагандисткой работы среди населения на занятых территориях. Главным оружием «спецпропагандисткого» центра Бундесфера являются: печатная продукция (газеты, журналы, открытки), видео и радиопередачи, а также через Интернет.

Разработана программа действий военных структур США до 2035 г. Название этой программы –Disorder (бардак, хаос), она не предусматривает международных прав и норм. Вот только перечень некоторых названий программы:

– жесткая идеологическая конкуренция;
– обострение последствий роста и миграции населения;
– понижение легитимности государственной власти;
– расшатывание ситуации и переустройство регионов;
– управление противостоянием и принуждение к затратам;
– принуждение к переменам и навязывание результатов.

Вспоминаются сразу слова П.А.Столыпина, сказанные еще в начале XX века: «Дайте государству двадцать лет покоя, внутреннего и внешнего, и вы не узнаете нынешней России. Не дают. Ни внешние гиены, ни внутренние гниды» [8].

В настоящее время необходимо повысить роль учебно-научных центров в обеспечении технологического развития и информационно-психологической защиты обучающихся в вузах нашей страны. Совершенствовать информационно-психологическую подготовку преподавателей и обучающихся на всех этапах образования (начального, среднего и высшего), а также в научной деятельности военных и гражданских вузах.

Список литературы

1. Официальный сайт МО РФ// URL: http://encyclopedia.mil.ru/ (дата обращения: 16.04.2018).

2. Путин В.В. / Выступление на сессии «Молодежь 2030 Образ будущего» // URL: www.vesti.ru/doc.html-?id=2945869 (дата обращения: 16.04.2018).

3. «Brain - Washing: A Synthesis of the Russian Text book on Psychopolitics» Нью-Йорк1955 (dir.md/...Brain ... A... Synthesis... Textbook).

4. Быстряков О.Ю. Инновационный подход в совершенствовании военных кадров// Известия Саратовского университета. 2012 Т.12

5. Суворов А.В. Наука побеждать. М.: Воениздат 1980 с.320.
6. Соколов Р.И. Стратегия действий министерства обороны США в информационной сфере. // Зарубежное военное обозрение 2017. №8 с.10-12.
7.Круглов Д.В. Силы кибероперации и информационного обеспечения Бундесвера 2017 №7 с.19-20.
8. Столыпин П.А. Фонд изучения наследия П.А.Столыпина //URL: www.stolypin.ru (дата обращения: 16.04.2018).

УДК 62-77

Д.Б. Болотов, студент
В.Ю. Кирмасов, студент
А.С. Корнев, к.т.н., доцент

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРУДА В РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

В статье рассмотрены технические средства, для подъема и перемещения объектов внутри мастерской, использование которых позволяет снизить физические нагрузки на работников и улучшить условия труда.

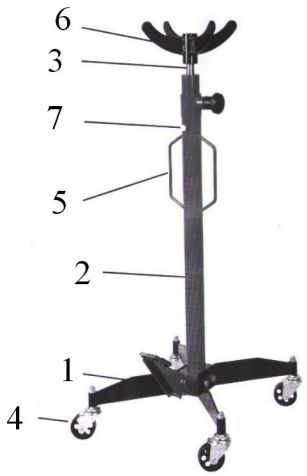
В настоящее время, практически каждое сельскохозяйственное предприятие имеет на своей территории ремонтно-технический цех. Данное здание необходимо для проведения технического ремонта, обслуживания техники, модернизации агрегатов, а также проведения качественной диагностики подвижного состава. Для улучшения условий работы персонала и снижения физических нагрузок на работников мастерской, при ремонте техники, в ремонтных цехах, применяются различные механизированные устройства для оптимизации труда, то есть различные приспособления для подъема и перемещения объектов внутри мастерской.

Среди всех механизированных устройств, для подъема грузов, наиболее компактным является домкрат, отличительной чертой, которого является то, что он способен поднимать груз на незначительное расстояние. Домкрат это устройство, помогающее поднимать грузы на небольшую высоту, при этом в процессе подъема груз опирается на домкрат и переносит свою массу полностью на него. Домкраты бывают по типу мобильности: стационарные, передвижные или переносные; по конструкции: гидравлические, пневматические, реечные, винтовые и другие [5].

Наиболее распространенным видом домкрата является переносной, которым комплектуется каждая тяговая и самоходная сельскохозяйственная машина, и чаще всего он применяется для подъема части машины. В ремонтных цехах чаще всего применяются трансмиссионные стойки (рисунок 1). Это гидравлическое устройство, необходимое для подъема и перемещения грузов, при монтаже и демонтаже различных узлов и агрегатов

мобильного энергетического средства, которое установлено на эстакаде или подъемнике. Трансмиссионная стойка состоит из основания 1, на котором закреплен гидравлический цилиндр 2 с плунжером 3, необходимым для поднятия груза на требуемую высоту. Для простоты перемещения стойки по ремонтному цеху на основании установлены колеса 4 и ручка 5. Объект, который необходимо поднять устанавливается на седловину 6, и с помощью рукоятки масло перекачивается из одной полости гидроцилиндра в другую, тем самым производя поднятие груза. Для замены и доливки масла в трансмиссионную стойку, она оборудована пробкой для заливки масла 7. Трансмиссионная стойка обеспечивает автономность, высокую эффективность и безопасность во время проведения ремонта. Они могут быть укомплектованы различными сменными захватами для снятия агрегата или узла транспортного средства [2].

Для перемещения грузов по ремонтной мастерской обычно используются ручные тележки. Они чаще всего бывают двух или четырехколесные. Отдельным видом ручных тележек является ручная вилочная тележка (транспаллетта) (рисунок 2). Главной особенностью транспаллетты является то, что она оборудована гидронасосом. Для того чтобы поднять и перевезти груз с помощью транспаллеты, необходимо установить тележку, ее вилки, под деревянный поддон. Чтобы поднять груз от уровня пола на высоту 100-150мм, необходимо произвести несколько нажатий на дышло тележки, это приводит в действие гидронасос, который и поднимает груз. Для того чтобы опустить груз, необходимо нажать на установочный клапан гидроподъемника [1].



1-основание, 2-гидравлический цилиндр, 3- плунжер, 4- колеса, 5-ручка, 6-седловина, 7-пробка для заливки масла.

Рисунок 1. Трансмиссионная стойка.

С целью перемещения различных грузов, в вертикальной плоскости, то есть для подъема объекта на определенную высоту, и удержания на этой высоте без посторонней помощи, используют ручные тали. Конструкция ручной тали, представляет собой, механизм, которой состоит из двух блоков, один из которых является подвижным, а другой неподвижным, между собой они соединены тросом или металлической цепью. Тали делятся на канатные,

цепные, шестеренные, червячные. Ручная таль производит подъем груза с помощью грузовых пластинчатых или сварных комбинированных цепей, приводимых в действие вручную с помощью звездочек.

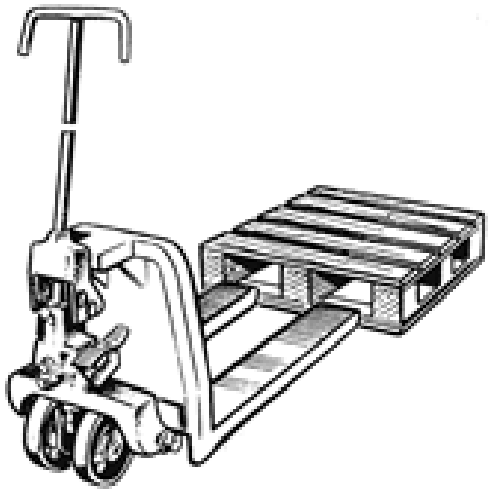
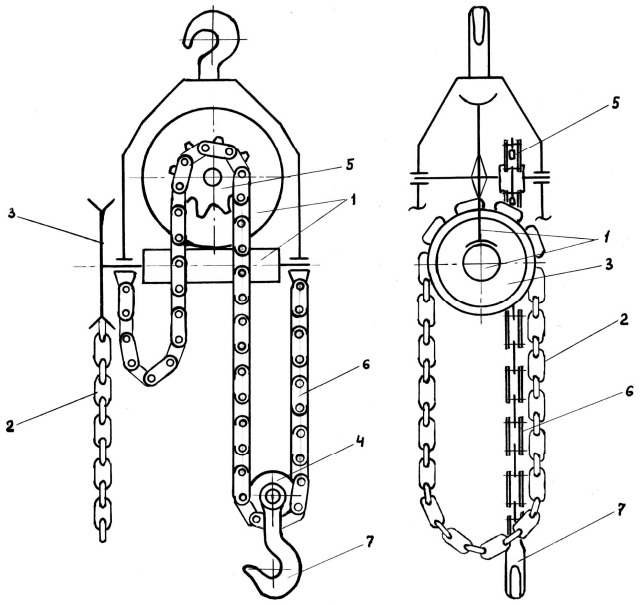


Рисунок 2. Ручная вилочная тележка.

На рисунке 3 представлен механизм подъема ручной червячной тали. Ручная червячная таль в свою конструкцию включает следующие элементы: червяк 1, который соединен с ведущей звездочкой 5, через которую пропущена грузовая цепь 6, которая также проходит через подвижный блок 4 на котором установлен грузовой крюк 7, для приведения тали в работу служит тяговая цепь 2 и приводной блок 3. Для возможности закрепления тали к потолочной балке или другому элементу служит верхний крюк. Груз поднимается и опускается приложением усилия рабочего к тяговой цепи, а удерживается на весу с помощью самотормозящей червячной передачей и грузоупорным тормозом [4].



1- червячная передача, 2- тяговая цепь, 3- приводной блок, 4-подвижный блок, 5-звездочка, 6- грузовая цепь, 7- грузовой крюк.

Рисунок 3. Ручная червячная таль.

Для обеспечения безопасности работы с ручной червячной талью, можно провести некоторые прочностные расчеты. Чтобы рассчитать некоторые узлы ручной тали, можно воспользоваться следующими формулами [6].

Расчет крюка на растяжение:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \text{где}$$

Q-прикладываемое усилие;

d- наименьший диаметр крюка.

Нагрузка, приходящаяся на каждую ветвь стропа, можно определить по формуле:

$$S = \frac{G \cdot g}{k \cdot n \cdot \cos\alpha}, \text{ где}$$

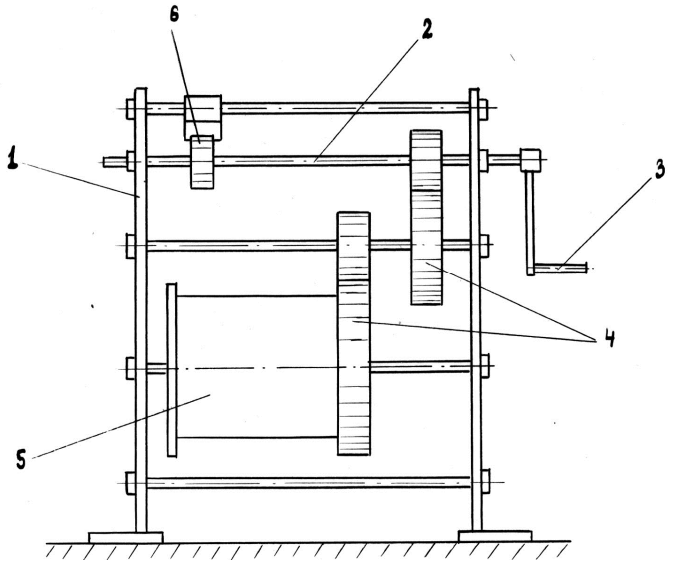
S-натяжение ветви стропа, Н;

G-вес груза, Н;

n- число ветвей стропа;

α- угол наклона ветви стропа, градусы.

Для подъемов более массивных грузов используются ручные лебедки. По конструкции лебедки могут быть с зубчатыми или червячными передачами. Лебедка с зубчатой передачей представлена на рисунке 4



1-рама, 2- ведущий вал, 3- приводная рукоятка, 4- шестерни, 5- барабан, 6- храповый механизм.

Рисунок 4. Устройство лебедки с зубчатой передачей.

Ручная лебедка с зубчатой передачей состоит из сварной металлической рамы 1, на которой при помощи подшипников качения закреплен ведущий вал 2, двухступенчатой передачи 4, барабана 5, необходимого для наматывания на него каната. На каждой лебедке имеющий ручной привод, установлен автоматический грузоупорный тормоз 6,

необходимый для предотвращения самопроизвольного опускания и мгновенной остановки груза, он выполнен в виде храпового механизма Лебедка приводится в действие с помощью вращения рабочим рукоятки 3, которая установлена на ведущем валу.

К основным требованиям техники безопасности при работе с механизированными подъемными устройствами, можно отнести следующие факторы

- в местах производства работ необходимо вывесить графические изображения способов и мест крепления грузов;

- не допускается эксплуатировать неисправные лебедки, тали, ручные тележки и т.д.;

- перед началом работ необходимо производить визуальный осмотр грузоподъемных устройств, крюков, вспомогательных креплений;

- не допускается нахождение посторонних лиц в зоне работы подъемных машин [3].

Таким образом, в современных ремонтных мастерских имеется большой выбор и обильное разнообразие механизированных устройств, для оптимизации труда. Это объясняется тем фактором, что каждое устройство весьма узконаправленное и применяется для конкретных случаев.

Список литературы

1. Простейшие погрузочно-разгрузочные механизмы и устройства: [сайт] – URL: https://studopedia.su/8_3521_sredstva-maloy-mehanizatsii.html/(дата обращения: 14.02.2020). – Текст: электронный.

2. Технические средства для подъема и перемещения груза: [сайт]- URL: https://studref.com/487381/tehnika/tehnicheskie_sredstva_podema_peremescheniya_gruza/(дата обращения: 11.02.2020). – Текст: электронный.

3. Писарев, В.И.Практикум по безопасности жизнедеятельности / В.И. Писарев, Н.А. Попов, А.С. Корнев // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 35.03.04 - Агрономия / Воронеж, 2016. – 194 с.

4. Таль ручная цепная: главные особенности устройства, процесс функционирования, применение: [сайт] – URL: https://regionvtormet.ru/instrumenty/tal-ruchnaya-tsepnaya-glavnye-osobennosti-ustrojstva-protsess-funktsionirovaniya-primenenie.html/(дата обращения: 11.02.2029). – Текст: электронный.

5. Подъемно-транспортное оборудование: [сайт] – URL: https://studref.com/309403/tehnika/podemno_transportnoe_oborudovanie (дата обращения: 12.02.2020). – Текст: электронный.

6. Расчет грузоподъемных устройств: [сайт] – URL: https://infopedia.su/8x124cc.html (дата обращения: 12.02.2020). – Текст: электронный.

УДК 67.02/67.05

В.В. Чистяков, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с механическими способами обработки деталей машин. Важное внимание уделено определению механической обработки деталей, рассмотрению видов обработки и дана их характеристика. Исследование, которое было проведено, позволяет утверждать, что механические способы обработки деталей машин наиболее эффективны в процессе производства и широко применяются практически во всех областях деятельности.

Важной и основной задачей современного машиностроения является развитие, модернизация и разработка новых технологических способов обработки деталей машин.

От современных машин требуются высокие технико-экономические и эксплуатационные свойства и характеристики, а также требуется надежность и долговременное использование при работе. Для достижения этих целей конструкторам необходимо на постоянной основе модернизировать конструкцию машин, в своей работе применять новые прогрессивные материалы для конструкции, а также применять более эффективные технологические методы, которые повышают качество обработки деталей машин и их сборки, что благоприятно сказывается на их эффективном использовании.

В настоящее время в процессе производства и заготовок деталей используют различные технологические способы обработки деталей машин, но наиболее эффективными считаются механические способы обработки деталей. Под механической обработкой понимается обработка деталей машин из различных материалов при помощи механического воздействия различной природы с целью создания по заданным формам и размерам, а также требуемым и необходимым показателям качества изделия или заготовки для последующих технологических операций.[1] Сам процесс обработки осуществляется на металлорежущих станках, в установленном порядке согласно технологическому процессу. Обработка резанием осуществляется на металлорежущих станках путём внедрения инструмента в тело заготовки с последующим выделением стружки и образованием новой поверхности.

При использовании механической обработки деталей машин использую сверла, фрезу или шлифовальные диски. В этой статье рассмотрим, что представляет собой технология механической обработки и способы механической обработки деталей машин.

В соответствии с характером выполняемых работ и видом режущих инструментов можно классифицировать виды механической обработки. На рисунке 1 представлена классификация механической обработки деталей машин.

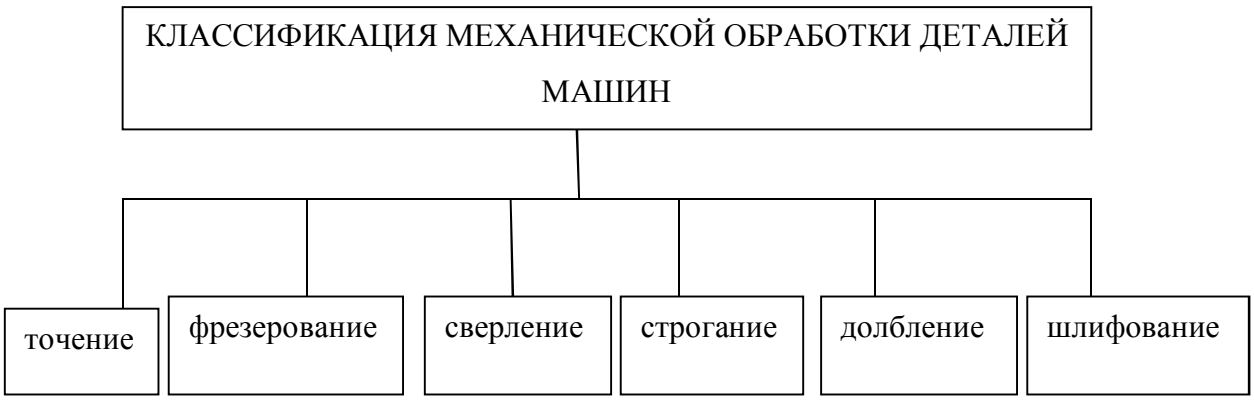


Рис. 1 Классификация механической обработки деталей машин

1. Технология точения представляет собой вид механической обработки, которая применяется к элементам цилиндрической, спиралевидной или винтовой формы.[2] Все режущие кромки инструментов, деталей подвергаются точению. В процессе применения данного способа обрабатываемое изделие получает вращательное движение, а сам режущий инструмент - медленное поступательное перемещение. (Рис. 2.1) Движения резца могут совершаться как вдоль, так и поперек заготовки.

2. Фрезерование является одним из широко распространенных видов механической обработки. Оно заключается в оказании режущего воздействия на детали машин. (Рис. 2.2) Основным инструментом, который используется при данном виде механической обработки, является фреза, которая совершает движение в продольном направлении. [3]

3. Механическая обработка деталей машин сверлением предполагает использование в процессе обработки сверла, которое позволяет получать в деталях сквозные или глухие отверстия. Перемещающееся в процессе обработки по оси сверло совершает вращательные и поступательные движения. (Рис. 2.3) Для проведения подобных операций используются сверлильные станки.[4]

4. Технология механической обработки деталей машин – строгание применяется в процессе работы при заготовки деталей линейной формы. В данном случае используется изогнутый резец, поступательно и прямолинейно перемещающийся по заготовке. (Рис. 2.4) Скорость движения резца может быть различной, он может двигаться как постоянно, так и прерывисто.[5]

5. Еще одним способом обработки деталей машин является долбление. Данный способ обработки предполагает использование резца. (Рис. 2.5) Долбление выполняется при помощи специальных станков. Эта

технология подходит для обработки фасонных или плоских поверхностей любых металлов.[6]

6. В процессе производства и механической обработки деталей машин на завершающей стадии обработки применяется механический способ обработки шлифование. Данный вид способа относится к отделочным процессам, которые улучшают структуру поверхности, придающим деталям гладкость.[7] При помощи шлифовальных машин выравниваются швы и линии реза. В роли шлифовальных аппаратов выступают металлические круги либо специальные ленты, имеющие грубое абразивное покрытие. (Рис. 2.6)

Кроме перечисленных способов механической обработки, существуют также технологии, использующие в процессе работы деформирующий рез, пластическую деформацию, а также электрофизическую обработку.[8]

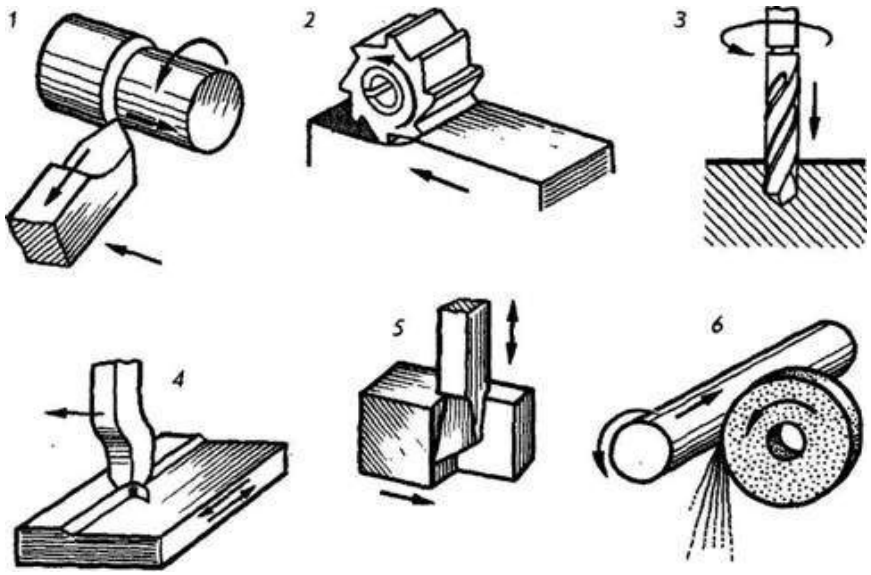


Рисунок 2. Способы механической обработки

Технология механической обработки деталей машин путем пластической деформации предполагает выполнение обработки деталей машин за счет силового воздействия внешней среды. В конечном результате значительно изменяется форма, конфигурация и свойства деталей. В процессе деформирующего резания деталь подвергается совместному воздействию обычного резания и пластической деформации. При таком способе обработки деталей машин восстанавливают первоначальную форму изношенных деталей. В процессе электрофизической обработки на детали воздействует электрический ток.

Таким образом, изготовление того или иного прибора, или машины требует соответствующей подготовки производства, например конструкторской, технологической, планово-организационной.

Наибольшей сложностью является технологическая подготовка, которая включает в себя разработку технологических процессов, проектирование, а также изготовления технологического оснащения

станочных и контрольных приспособлений, режущих, измерительных и вспомогательных инструментов. Технологическая подготовка также включает в себя разработку разного рода технических нормативов, при отсутствие которых невозможно планирование и организация производства.

Для разработки технологии механической обработки деталей необходимо наличие:

1. Рабочих чертежи деталей и узлов;
2. Технических условий для изготовления деталей и сборки узлов;
3. Годового производственного задания, данных о количестве деталей в партии;
4. Технических данных используемого оборудования, это паспорта, каталоги и описания станков.
5. Нормалей на режущие, измерительные и вспомогательные инструменты;
6. Нормалей на приспособления и их узлы;
7. нормативов по техническому нормированию.

Эти исходные данные ложатся в основу разработки технологического процесса, выполняемой в следующем порядке:

1. Выбор вида и способа получения заготовки;
2. Определение последовательности обработки, включающее описание операций, установок и переходов;
3. Вычерчивание операционных эскизов;
4. Выбор оборудования, приспособлений, режущих, измерительных и вспомогательных инструментов;
5. Определение межоперационных припусков и допусков;
6. Проектировка и последующее изготовление специальных приспособлений и инструментов;
7. Выполнение технического нормирования операций;
8. Оформление соответствующей документации.

Об экономической выгодности процесса говорят в том случае, когда получаемые в результате детали отличаются высоким качеством и хорошими эксплуатационными свойствами, при этом затраты на их изготовление минимальны. Фиксация технологического процесса механической обработки деталей выполняется с помощью маршрутных и операционных технологических карт. Их форма зависит от технологического процесса, вида обработки и характера производства.

На операционную технологическую карту наносят эскиз обработки с указанием поверхностей, задействованных в данной операции, их размеров и допусков на изготовление. В карте фиксируется, в каком порядке и с какими переходами выполняются работы, какие станки, приспособления и инструменты при этом используются, делается указание на все необходимые элементы режима резания и нормы штучного времени. Операционные технологические карты передаются исполнителям, у которых они должны находиться на рабочих местах на протяжении всего времени, необходимого для изготовления партии деталей.

Успешное ведение производственного процесса невозможно без строгого следования технологической дисциплине, заключающейся в том, что все указания и требования, занесенные в технологические карты, должны выполняться неукоснительно. Отступление от технологической дисциплины может повлечь за собой высокий процент бракованных деталей, срыв ритмичности работы и выпуска, увеличение материальных затрат на изготовление изделий.

Список литературы

1. Битюцкий, И.Б. Электрические машины. Двигатель постоянного тока. Курсовое проектирование: Учебное пособие / И.Б. Битюцкий, И.В. Музылева. - СПб.: Лань, 2018. - 184 с.
2. Гольдберг, О.Д. Инженерное проектирование и САПР электрических машин. Учебник / О.Д. Гольдберг. - М.: Academia, 2018. - 320 с.
3. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. - М.: Альянс, 2015. - 256 с.
4. Гурин, В.В. Детали машин. курсовое проектирование в 2 кн. книга ii: Учебник для бакалавриата и магистратуры / В.В. Гурин, В.М. Замятин, А.М. Попов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 295 с.
5. Гурин, В.В. Детали машин. курсовое проектирование. Часть 1: Учебник для бакалавриата и магистратуры / В.В. Гурин, В.М. Замятин, А.М. Попов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 366 с.
6. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: Учебник / Ю.М. Зубарев. - СПб.: Лань, 2015. - 320 с.
7. Иванов, А.А. Проектирование систем автоматизированного машиностроения: Учебник / А.А. Иванов. - М.: Форум, 2017. - 191 с.
8. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: Риор, 2017. - 512 с.
9. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
10. Козлов В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
11. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
12. Костенко А.А. Режущий инструмент и его пути совершенствования / А.А. Костенко, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 146-151.

13. Крекотень М.А. Методы улучшения качественных показателей режущего инструмента / М.А. Крекотень, М.Д. Котков, А.С. Вахидов, В.Г. Козлов, Е.А. Высоцкая // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 566-571.

14. Пушкарская А.Е. Инновационный режущий инструмент и его применение / А.Е. Пушкарская, М.А. Крекотень, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 577-581.

15. Солопов А.В. Комбинированные инструменты для обработки отверстий / А.В. Солопов, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 91-101.

16. Шаров Ю.В. Сверло – его путь от заготовки до режущего инструмента / Ю.В. Шаров [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 319-323.

17. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 621.382

В.С. Михайлов, курсант
В.Ю. Чёнгин, преподаватель
А.Н. Ларионов, д. физ.-мат. н., профессор

РАСЧЁТ ШАГОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОДИНОЧНОГО ШАРОВОГО ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ

Анализируется роль защитного искусственного заземления энергетических установок. Рассмотрен пример расчёта шагового напряжения в однородной среде с радиально симметричным распределением тока при использовании сферических заземлителей.

Искусственное электрическое заземление широко используется в энергетических установках, в промышленности, на транспорте, в устройствах связи, в молниеотвода для защиты людей и оборудования от опасного действия электрического тока и нормального функционирования технических устройств. Рабочее заземление осуществляется либо искусственным соединением какой-либо точки электрической цепи с землёй, либо соединением через искровой разрядник, предохранитель,

сопротивление или индуктивность [1]. Защитное заземление ограничивает до безопасного значения разность потенциалов [2], возникающую при нарушении изоляции между точками, которых может коснуться человек.

Человек может оказаться под напряжением не касаясь наружных частей электротехнической установки, но оказаться в зоне, охваченной протекающим в земле током, например при замыкании провода линии высокого напряжения с металлической опорой вследствие нарушения изоляции (рис.1). Ток $I_З$, растекаясь с опоры в землю, повышает потенциал поверхности земли, причём наибольший потенциал $U_{max}=R\cdot I_З$ возникает у поверхности опоры (R – сопротивление заземления опоры). Человек, проходящий вблизи опоры, оказывается под действием разности потенциалов, называемой шаговым напряжением $U_Ш$ (рис.1), поскольку его ноги одновременно касаются двух точек поверхности земли [3], отстоящих друг от друга на ширину шага $S\approx 0{,}8$ *м*, и имеющих разные потенциалы [4].

Напряжённость $\vec{E}$ электрического поля в произвольной точке среды пропорциональна плотности тока $\vec{j}$ и удельному сопротивлению среды ρ, то есть $\vec{E}=\vec{j}\cdot\rho$ (рис.2) [3,5]. В однородной среде распределение тока характеризуется радиальной симметрией, а эквипотенциальные поверхности представляют собой концентрические сферы (рис.2) [3,6].

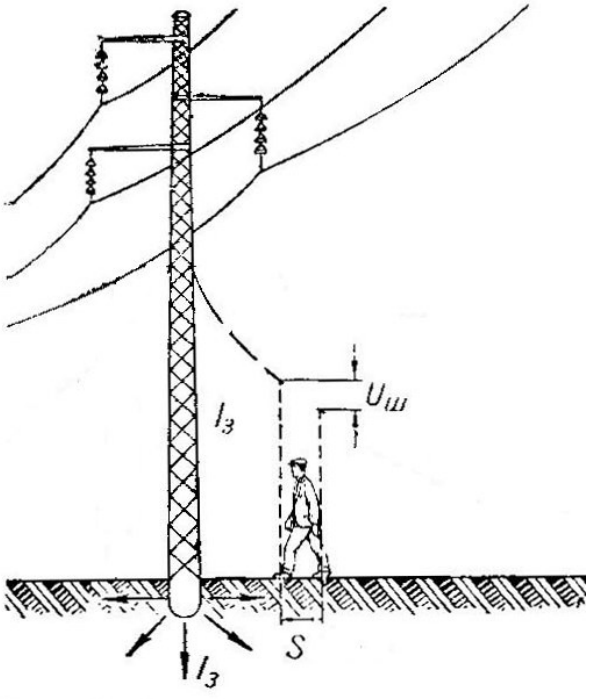


Рис.1. Схема заземления опоры линии электропередачи

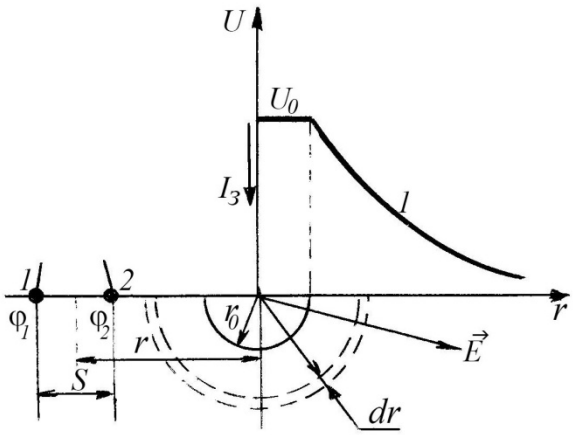


Рис.2. Электрическое поле шарового заземлителя

Потенциал произвольной точки электрического поля определяется уравнением [7]

$$\varphi=\int_r^\infty E\cdot dr=\int_r^\infty j\cdot\rho\cdot dr=\int_r^\infty \frac{I_З}{4\cdot\pi\cdot r^2}\cdot\rho\cdot dr=\frac{I_З\cdot\rho}{4\cdot\pi\cdot r}. \quad (1)$$

Обозначая радиус шара $r=r_0$, выражение потенциала шара можно получить в виде [6,8]

$$\varphi_0 = U_0 = \frac{I_3 \cdot \rho}{4 \cdot \pi \cdot r_0}. \quad (2)$$

Применение закона Ома в интегральной форме позволяет выразить сопротивление растекания шара [5,8]

$$R_0 = \frac{U_0}{I_3} = \frac{\rho}{4 \cdot \pi \cdot r_0} = \rho \cdot c_\Phi. \quad (3)$$

Здесь коэффициент пропорциональности

$$c_\Phi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot r_0}$$

называется коэффициентом формы, который зависит от формы, размеров заземлителя и способа его установки.

Из выражения (3) следует, что сопротивлением растекания R_0 является сопротивление среды, окружающей заземлитель. Сопротивление dR элементарного шарового слоя среды, заключённого между сферами радиусами r и $r+dr$ (рис.2), равно

$$dR = \rho \cdot \frac{dr}{4 \cdot \pi \cdot r^2}. \quad (4)$$

Поскольку слои соединены последовательно, полное сопротивление равно

$$R_0 = \int_{r_0}^{\infty} \rho \cdot \frac{dr}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{\rho}{4 \cdot \pi \cdot r_0}. \quad (5)$$

Выражение (5) согласуется с соотношением (3).

Разделив выражение (1) на выражение (2), выразим потенциал точки поля

$$\varphi = \varphi_0 \cdot \frac{r_0}{r} = U_0 \cdot \frac{r_0}{r}. \quad (6)$$

Таким образом, потенциал в среде меняется по гиперболическому закону (линия *1* на рис.2) [4,9]. Таким же будет и распределение потенциала у полусферы, уложенной вровень с поверхностью земли.

Расчёты с использованием полученных формул показывают, что в точках среды, удалённых от центра заземлителя на расстояние, превышающее его наибольший размер в 20 ÷ 30 раз, потенциал можно считать близким к нулю. Для таких точек любой заземлитель можно рассматривать как точечный или шаровой заземлитель малого радиуса.

В потенциальном поле заземлителя на человека действует шаговое напряжение

$$U_\text{Ш} = \varphi_1 - \varphi_2 = U_0 \cdot r_0 \cdot \left(\frac{1}{r - \frac{S}{2}} - \frac{1}{r + \frac{S}{2}} \right). \quad (7)$$

Окончательно

$$U_{Ш} = U_0 \cdot r_0 \cdot \frac{S}{r^2 - \frac{S^2}{4}}. \quad (8)$$

Здесь r – расстояние от центра полусферы до оси, проходящей через центр тяжести человека (рис.2).

Из формулы (8) следует, что при увеличении длины шага S шаговое напряжение возрастает, а при увеличении расстояния между человеком и заземлителем шаговое напряжение уменьшается.

Наибольшее шаговое напряжение возникает при условии

$$r = r_0 + \frac{S}{2}$$

и определяется выражением

$$U_{Ш\,max} = U_0 \cdot r_0 \cdot \frac{S}{\left(r_0{}^2 + \frac{S}{2}\right)^2 - \frac{S^2}{4}}. \quad (9)$$

Окончательно

$$U_{Ш\,max} = U_0 \cdot \frac{S}{S + r_0}. \quad (10)$$

Использование в качестве естественных заземлителей водопроводов для установок постоянного тока запрещается вследствие ускоренной коррозии металла.

Список литературы

1. Физические основы электроники и электротехники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2015 г. – 433 С.

2. Ларионов А.Н., Шацкий В.П., Ларионова Н.Н. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.П. Шацкий, Н.Н. Ларионова // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2018. – 360 С.

3. Ларионов А.Н., Воищев В.С., Ларионова Н.Н., Ефремов А.И. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2017. – 260 С.

4. Улучшение экологических свойств мобильных энергетических средств снижением эмиссии повышенных уровней шума в окружающую среду [текст] / О.И. Поливаев [и др.] // Естественные и технические науки. – 2017 г. – №11(113). – С.51–54.

5. Физика. Учебное пособие [текст] / В.С. Воищев [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014. – 333 С.

6. Ларионов А.Н., Чернышёв В.В., Ларионова Н.Н. [текст] / А.Н. Ларионов, В.В. Чернышёв, Н.Н. Ларионова] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика, Математика. – 2008 г. – №1. – С.39–47.

7. Лагунов А.С., Ларионов А.Н. Ориентационная релаксация в растворе нематических жидких кристаллов [текст] / А.С. Лагунов, А.Н. Ларионов // Журнал физической химии. – 1988 г. – №3(62). – С.2206–2211.

8. Мельников Г.А., Вервейко В.Н., Ларионов А.Н. Моделирование димерных образований в конденсированных средах. [текст] / Г.А. Мельников, В.Н. Вервейко, А.Н. Ларионов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика, Математика. – 2012 г. – №1. – С.42–51.

9. Физические основы электроники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014 г. – 186 С.

УДК 628.9

С.В. Хляка, студент
О.А. Колпакова, студент
А.Е. Рыжкова, студент

МОНТАЖ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

В данной статье рассмотрены различные виды получения энергии; типы освещения; современные электрические источники света; монтаж и классификация светильников; заземление.

Уровень развития энергетики является одним из важнейших показателей развития любой страны. Электрическую энергию используют во всех ведущих отраслях промышленности, строительства, транспорта и сельского хозяйства.

Энергия производится электростанциями, которые разделяются на тепловые, ядерные и гидроэлектростанции. Электростанции, которые применяют энергию ветра, энергию тепла и солнечных лучей, но эти ресурсы представляют собой маломощные источники электрической энергии. Они предназначены для снабжения индивидуальных мелких потребителей, отдалённых от мощнейших электростанций и системных сетей [1-5].

Электрическая энергия поступает к месту потребления через систему взаимосвязанных передающих, определяющих и преобразующих электроустановок, передача которой осуществляется по воздушным линиям электропередачи напряжением свыше 100 вольт. Распределение электроэнергии осуществляется при помощи центров питания, распределительных пунктов и распределительных линий.

В нашей стране ежегодно на освещение расходятся около 12% всей вырабатываемой электроэнергии. Для полноценного освещения территорий, зданий и сооружений созданы специальные приборы, которые называют – осветительными электроустановками, являющимися неизбежно необходимыми элементами современных сооружений, основополагающим элементом которых является - источник света. Существует огромное разнообразие схем электропроводок, конструктивных структур

осветительных приборов, а также различных непростых устройств автоматической механики и телеуправления.

Разумное расположение источников освещения, высококачественное осуществление монтажа электропроводок, а также осветительных электроустановок, имеет огромную экономическую значимость, так как способствует улучшению условий, а также увеличению производительности работы, уменьшению утомляемости зрения сотрудников, а также увеличению свойства издаваемого продукта.

Различают 2 типа освещения: рабочее и аварийное [6-11]. Рабочим называют освещение, специализированное с целью формирования подобных обстоятельств видимости, присутствие которых возможна стандартная деятельность людей, пребывающих в освещаемой местности. Освещение называется аварийным, если оно предназначается с целью скоротечного продолжения работы или безопасной эвакуации людей, при выключении рабочего освещения. Аварийное освещение обязано формировать в основных проходах подобные требование видимости, присутствие которых гарантируется свободная ориентация людей в находящейся вокруг ситуации. Светильники аварийного освещения обязаны отличаться от светильников рабочего освещения конструкцией, величиной, окраской корпуса.

Лампы накаливания, люминесцентные лампы низкого давления и ртутные лампы высокого давления, являются современными электрическими источниками света. Лампы накаливания (рис. 1, а), известные как источники света, обладают вольфрамовой нитью, чаще всего спиральной, пребывающей в вакууме, либо инертном газе.

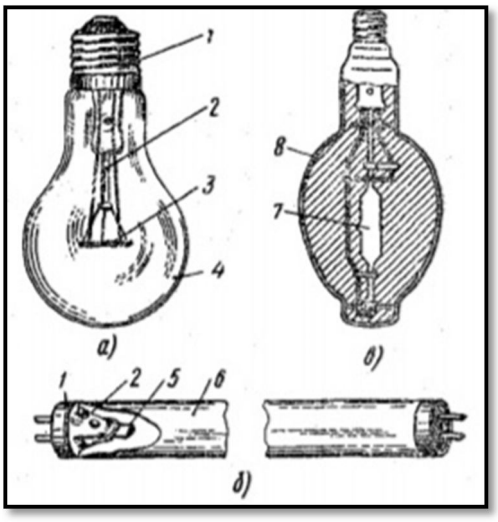


Рисунок 1. Электрические источники света

Принципом действия ламп накаливая является преобразование электрической энергии, в энергию видимых излучений, работающих на аппараты зрения и создающих чувство света, очень близкого к белому.

В истинное время, для освещения учреждений и производственных объединений используют люминесцентные лампы низкого давления (рис. 1, б), эти лампы представляют собой пустую герметически закрытую трубку,

изнутри покрытой очень тонким слоем люминофора, из этой трубки выкачан воздух и в последствии чего, введено некоторое количество аргона и небольшая капля ртути.

Одним из видов люминесцентных ламп представляются дуговые ртутные лампы высокого давления (рис. 1, в), предназначенные для освещения муниципальных улиц, площадей, местности и производственных помещений [12-18].

Есть много методик включения источников света, схемы включения ламп накаливания, являются более несложными, а схемы включения люминесцентных ламп и дуговых ртутных ламп высокого давления, соответственно более сложными.

Светильник - это прибор, который состоит из источника света и осветительной арматуры, предназначенный для распределения светового потока, и предохранения зрения от яркости источника света. Для данной цели необходимыми являются отражатели света и рассеиватели, которыми обеспечены осветительные приборы.

Классификацию осветительных приборов производят по ряду признаков [1, 10, 12]:

• по характеру светораспределения,
• по способу установки,
• влагозащищенности,
• по механическому воздействию внешней среды.

По способу установки, осветительные приборы отличают: встраиваемые в потолок и потолочные, подвесные, настенные и напольные. По степени защиты от воды светильники систематизируют: влагозащищенные, каплезащищённые, дождезащищенные, брызгозащищенные, струезащищенные, влагонепроницаемые и воздухонепроницаемые.

Для монтажного крепления светильников предназначена немалая серия креплений, подвесов и стоек из металлических труб, которые предназначены для крепления осветительных устройств. В комплектацию к этим устройствам входят держатели прибора, крепления для потолка, трубные держатели, металлические стойки, предназначенные для крепления светильников к перилам, а также площадкам и переходам.

Одиночные светильники, массой, не превышающей более 5 кг, крепятся к плитам перекрытий на стальные крюки, закладываемые в перекрытия, в комплекте с потолочной розеткой. При помощи люстровых зажимов, провода светильника соединяют в розетке с проводами линии, конец любого крюка должен быть изолирован. Кроме крюков используют также шпильки, которыми крепят настенные, потолочные и навесные светильники, обеспеченные для подвески скобой с отверстием.

Монтажные и осветительные коробки, осветительные приборы требуется подключать к сети конкретно в данных коробках, в которых вдобавок соединение проводов происходит при прокладке на изоляторах. Если в конструкции осветительного прибора учтена верхняя розетка либо

определена раздельно декоративная розетка, то в них соединяются проводки светильника и электросети. По условию ПУЭ провода, подключаемые к осветительным приборам, в случае обрыва, обязаны владеть запасом по длине, достаточным для повторного присоединения.

Не токопроводящие части осветительных приборов, при неисправностях и дефектах могут находиться под напряжением, поэтому по условию Правил для предотвращения поражения электрическим током, металлические не токопроводящие части светильников требуется заземлить. Необходимо проделывать заземление в особо опасных и наружных установках при всех напряжениях, в том числе и при 12 и 36 В.

Список литературы

1. Атабеков В.Б. Монтаж осветительных электроустановок / В.Б. Атабеков, М.С. Живов. – М.: Высшая школа, 1974, – 380 с.
2. Атабеков В.Б. Монтаж электрических сетей и силового электрооборудования / В.Б. Атабеков, К.Д. Покровский. – М.: Высшая школа, 1979. – 176 с.
3. Герасименко М.А. Особенности применения светодиодных источников в защищенном грунте / М.А. Герасименко, А.А. Герасименко, Д.Г. Козлов // Прикладные задачи электромеханики, энергетики, электроники: Труды Всероссийской студенческой научно-технической конференции (14-15 мая 2018 г., г. Воронеж). – Воронеж: ВГТУ, 2018. – С. 201-206.
4. Гордон С.В. Монтаж заземляющих устройств / Гордон С.В. Монтаж заземляющих устройств. – М.: Колос, 1975. – 128 с.
5. Князевский Б.А. Монтаж промышленных электроустановок / Б.А. Князевский, Л.Е. Трунковский. – М.: Энергия, 1984. – 181 с.
6. Козлов, Д.Г. Введение в специальность «Электроэнергетика»: учебное пособие/Д.Г. Козлов. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2014. – 179 с.
7. Козлов, Д.Г. К вопросу о процессах зажигания и стабилизации функционирования газоразрядных ламп / Д.Г. Козлов, Р.К. Савицкас // Вестник Воронежского ГАУ, № 2 (45). – Воронеж: ВГАУ, 2015. – С. 61-64.
8. Козлов, Д.Г. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" /Д.Г. Козлов, И.В. Лакомов. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 163 с.
9. Козлов, Д.Г. Общие тенденции развития светового дизайна средствами LED-технологий / Д.Г. Козлов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета, № 2 (49), 2016. – С. 146-154.
10. Козлов, Д.Г. Практикум по светотехнике и системам освещения: учебное пособие/Д.Г. Козлов, А.В. Калинин. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 107 с.

11. Козлов, Д.Г. Применение светодиодных ламп в освещении / Д.Г. Козлов, А.Е Шаповалов, Ю.П. Фролова // Инновационные технологии и технические средства для АПК: Матер. междунар. науч.-практич. конф. молодых ученых и специалистов (14-16 ноября 2018 г, г. Воронеж). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 249-252

12. Козлов, Д.Г. Светотехника и электротехнологии: учебное пособие / Д.Г. Козлов, Р.К. Савицкас. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – 363 с.

13. Козлов, Д.Г. Усовершенствование систем освещения автомобильных дорог / Д.Г. Козлов, Ю.П. Фролова, А.Е Шаповалов // Инновационные технологии и технические средства для АПК: Матер. межд. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов (14-16 ноября 2018 г, г. Воронеж). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 276-279.

14. Лакомов, И.В. Техническое обслуживание электроустановок: учебное пособие / И.В. Лакомов, Д.Г. Козлов, В.В. Картавцев, Ю.М. Помогаев. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 160 с.

15. Лурье М.Г. Эксплуатация осветительных установок/Лурье М.Г. Эксплуатация осветительных установок. – М.: Энергия, 1976.

16. Митрофанов Н.В. Светодиодные источники освещения / Н.В. Митрофанов, О.Г. Швачкина, Ю.П. Фролова, Д.Г. Козлов // Наука, образование и инновации в современном мире (НОИ-2019): Материалы Национальной научной конференции Воронежского ГАУ (17-18 апреля 2019 г., г. Воронеж), 2019. – С. 182-185.

17. Панченко, А.А. Применение и характеристики LED-освещения /А.А. Панченко, Д.Г. Козлов//Молодежный вектор развития аграрной науки: Материалы 67-й научной студенческой конференции. – Ч. 2. –Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2016. – С. 124-130.

18. Савицкас, Р.К. Особенности современных галогенных ламп / Р.К. Савицкас, Д.Г. Козлов // Вестник Воронежского ГАУ. - Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2014. – № 1-22(40-41). – С. 109-114.

УДК: 621.919.2

Н. А. Тройных, студент
А. А. Ряховский, студент
А. Ю. Однодворцев, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

НАЗНАЧЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТЯЖЕК

В статье приведены разновидности протяжек, их применение в технике и принцип работы.

Одним из основных и наиболее эффективных методов обработки заготовки является *протягивание*. Для повышенной производительности применяют квалитет прочности, значение которого должно быть в пределах 7…9 единиц, а также коэффициент шероховатости *Ra* 0,25...0,32 мкм. После точного определения значений данных параметров производительность выше 3-12 раз.

Протяжка — приспособление, предназначенное для улучшения и различного рода изделий и заготовок. Для покрытия всех затрат на данный инструмент необходима экономическая активность, которая чаще всего отлично проявляется в массовом производстве заготовок. Но при наиболее качественной обработке изделий, экономический эффект способен наблюдаться и в мелкосерийном производстве.

Крупное применение протяжки получило в обработке круглых, шлицевых и многогранных отверстий, а также шпоночных канавок, наружных поверхностей и получения изделий нужной ширины или диаметра (6-100 мм).

Существует несколько схем протягивания, получивших широкое применение в промышленности. Самой простой является схема, применяемая в обработке наружных поверхностей на универсальных протяжных станках – возвратно-поступательное относительное движение инструмента заготовки (рис. 1, *а).*

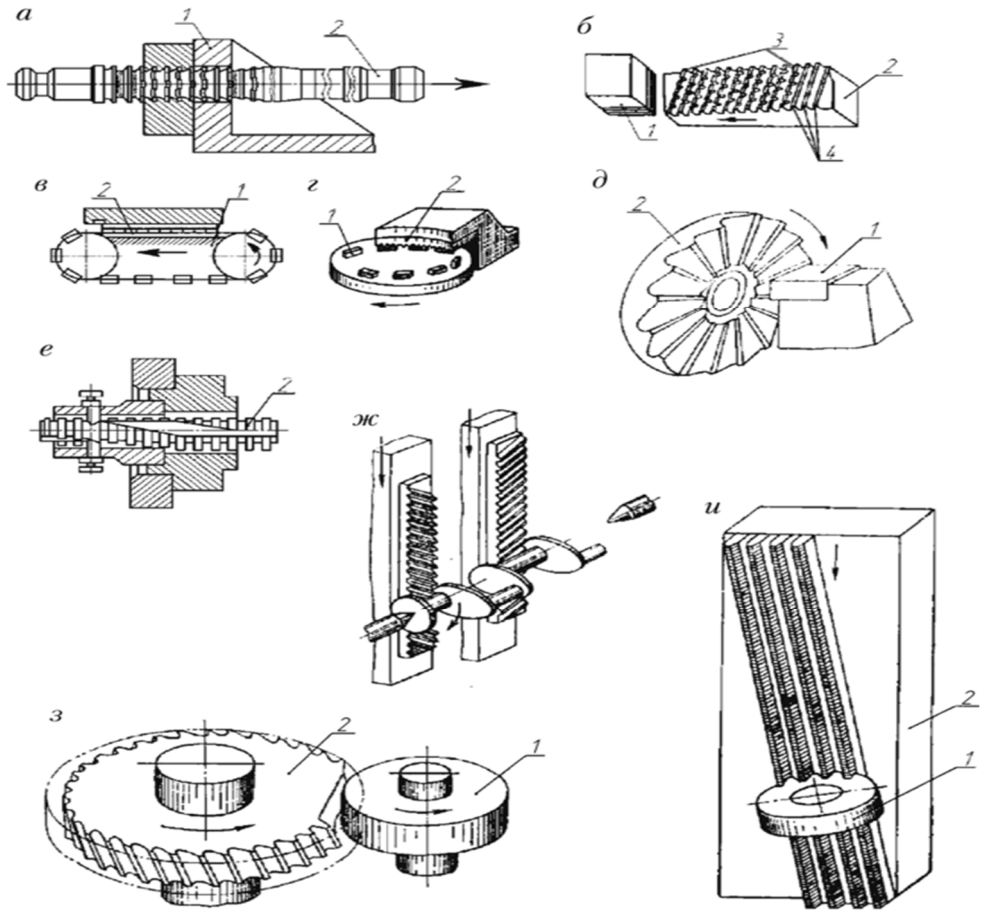


Рис. 1. Технологические схемы протягивания: *а, б* — возвратно-поступательное направление протяжки; *в* — поступательное движение

деталей; *г* — круговое движение заготовок; *д* — вращательное движение инструмента *е* — винтовое движение протяжки; *ж* — вращательное движение изготавливаемой детали и поступательное движение протяжки; *з* — вращательное движение заготовки и вращательное движение протяжки; *и* — возвратно-поступательное движение протяжки и установочное поворотное движение заготовки; *1* — изготавливаемая деталь; *2* — протяжка; *3* — зубцы для резания; 4 — зубцы для калибровки

Происходит создание режущих зубьев на наружной рабочей поверхности, диаметры которых увеличиваются к финальной стадии протяжки. При этом стоит учитывать, что для обработки отверстий необходима протяжка формы стержня. Срезание металла при поступательном движении протяжки относительно детали создается за счет постепенного увеличения диаметра зубьев.

На активной поверхности цилиндра располагается зона кромок зубцов для резки металла. В ходе обработки поверхности заготовки, она контактирует с активной поверхностью цилиндра и дальнейшее формирование цилиндрической формы. При этом образующие обрабатываемой детали полностью параллельны главному направлению поступательных движений инструмента. Профильная сторона плоскости заготовки имеет зависимость как от местонахождения участков режущих элементов зубцов инструмента, так и от их формы и размеров.

Сама протяжка располагается на активной поверхности призматического тела (рис. 1, *б),* из которого состоит данный инструмент и зубцов, способных срезать металл по направлению поступательного движения самого приспособления. Также есть ещё одна функция данных зубьев, вследствие которой формируется срезание металла при поступательном движении протяжки. Она заключается в том, что высота зубьев постепенно увеличивается к концу протяжки.

Используются схемы, в которых обеспечивается прямолинейное движение обрабатываемых заготовок относительно неподвижной протяжки путем применения замкнутой цепи с механизмами, скользящих по салазкам станины (рис. 1, *в).* Данная схема была названа методом непрерывного протягивания. Метод получил широкое применение в целях увеличения производительности труда. Также предусмотрена автоматическая или ручная настройка заготовок в механизмах.

Вращение протяжки и детали осуществляется путем фиксации на столе круглой формы и дальнейшем движении под самим инструментом, который крепится к специальному кронштейну (рис. 1, *г).*

За счет полученной схемы плоскость детали приобретает форму поверхности вращательного движения. Протяжка также способна вращаться относительно обрабатываемой детали. Для получения нужного результата в ходе кругового протягивания, участки профиля зубьев протяжки располагают на поверхности изделия. Но важно учесть, что для обеспечения оптимальной толщины среза металла и ускоренного процесса обработки путем отсутствия

обратного движения при круговом протягивании, первым зубцам инструмента в процессе обработки необходимо наличие разной дистанции между собой.

Существует еще один тип движения протяжки и заготовки, включающий в себя вращательное, поступательное движения и применяемый в протягивании винтовых канавок. Данный тип движения называется винтовым. Винтовое движение обладает функцией принудительного сопряжения между протяжкой и изделием, которое осуществляется различными способами и одним из них является схема, в которой с помощью пальца (рис. 1, *е) или* специального ролика, проходящего через винтовую канавку и зубчатую пару станка, при этом предварительно настроив в нем нужную кинематическую цепь. При несущественных требованиях к точности и качеству обработки изделия допускается протягивание с самовращением, производимое на шариковых опорах. Протягивание винтового типа широко используется в изготовлении и обработке шлицевых соединений, нарезании резьбы, создании профилей гаек и т.д.

В обработке поверхностей вращательного типа предусмотрена еще одна разновидность протяжек – спиральные. Их основной принцип работы состоит в том, что в ходе обработки изготавливаемого изделия идет непрерывное углубление зубцов протяжки внутрь самой детали. Отличительной особенностью данного типа протяжки является то, что вся операция по обработке происходит за один ее оборот и для получения хорошего результата необходимо лишь режущую зону зубцов расположить на плоскости вращательного движения таким образом, чтобы ось протяжки и ось поверхности вращательного движения зубцов совпадали между собой.

Помимо протяжек спирального типа, более эффективную работу демонстрируют протяжки кольцевого типа, у которых расположение зубцов находится внутри самого инструмента. Если спиральные обеспечивали непрерывное углубление зубцов в деталь, то кольцевые протяжки делают его последовательным за счет разного расстояния между краями зубцов и осью протяжки.

Кроме вышеперечисленных разновидностей в производстве также нередко используются более усложненные системы протягивания, основанные на прокатке зубчатых колес цилиндрической формы и с прямым расположением зубцов (рис. 1). В данной схеме применяется протяжка реечного типа, относительно которой обрабатываемое изделие движется вокруг своей оси путем прямолинейного движения самого инструмента. Важно учитывать, что скорость вращательного движения детали должна совпадать со скоростью приспособления для обработки. В описываемой системе протягивания заготовки есть еще комплекс немаловажных факторов, которые состоят в том, что для создания обкатки по протяжке реечного типа необходима абсолютно равная скорость обрабатываемой детали по делительной окружности с составляющей скорости протяжки в плоскости.

Ещё используют более длинные и широкие протяжки. Как правило, это инструменты, имеющие 2-3 реечные линии-выступы, которые позволяют

выполнить обработку изделия за более короткий срок, а также реализовать обработку всех зубцов колеса. Также стоит отметить, что в ходе протягивания колес с прямым расположением зубцов, обрабатываемая деталь смещается на угол, равный углу положения зубцов протяжки реечного типа.

Таким образом, из вышеперечисленных видов протягивания наиболее популярным в производстве оказалось протягивание с прямолинейным движением изделия и самого инструмента.

Список литературы

1. Протяжки для обработки отверстий/Д. К. Маргулис, М. М. Тверской, В. Н. Ашихмин и др. — М.: Машиностроение, 1986. — 232 с, ил.
2. Семенченко И. И., Матюшин В. М., Сахаров Г. К. Проектирование металлорежущих инструментов. М.: Машгиз, 1962. 952 с.
3. Щеголев В. А. Конструирование протяжек. М.: Машгиз, 1960. 351 с.
4. Резников, Л.А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента : уч. пособие / Л.А. Резников. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2016 – 208 с.
5. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
6. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, В.И. Трухачев // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 388.
7. Тришина, Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1. - С. 390.
8. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
9. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
10. Костенко А.А. Режущий инструмент и его пути совершенствования / А.А. Костенко, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 146-151.
11. Крекотень М.А. Методы улучшения качественных показателей режущего инструмента / М.А. Крекотень, М.Д. Котков, А.С. Вахидов, В.Г. Козлов, Е.А. Высоцкая // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 566-571.

12. Пушкарская А.Е. Инновационный режущий инструмент и его применение / А.Е. Пушкарская, М.А. Крекотень, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 577-581.

13. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 629.7.081:623

Н.Э. Некрасов, курсант
А.Д. Бульба, курсант
С.Д. Винокуров, к.т.н., старший преподаватель
В.Д. Винокуров, к.т.н., преподаватель

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

В статье проанализирован технологический процесс технического обслуживания и текущего ремонта аэродромных электроагрегатов, на основании которого обоснован перечень оборудования для перспективной мобильной мастерской электроагрегатов.

Отличительной особенностью современного состояния ремонтных органов на аэродромах является курс на повышение его эффективности, так как выход из строя и несвоевременное восстановление даже единичного средства приводит к невыполнению боевой задачи авиационным полком. Поэтому поддержание работоспособности электроагрегатов или быстрое их восстановление является важной задачей в системе обеспечения полетов. [1,2,3]

В настоящее время на аэродромах государственной авиации ремонтные работы проводятся в технико-эксплуатационной части (ТЭЧ) автомобильной и специальной техники, которые являются стационарными средствами восстановления. В ней работы по техническому обслуживанию и текущему ремонту военной и специальной техники организуются на специализированных постах. При этом в ТЭЧ оборудованы и оснащены отдельные посты для обслуживания и ремонта базовых шасси, а также специализированные посты для выполнения регламентных работ: электроагрегатов, гидроустановок, кондиционеров и теплотехнических

средств; кислородногазовой техники; пост топливо-, масло-, спецзаправщиков и средств содержания аэродромов [1].

Для выполнения ремонтных работ в полевых условиях в составе ТЭЧ находятся подвижные средства ремонта ПАРМ-1М, основное достоинство которых заключается в возможности быстрого и скрытого подвоза ремонтного фонда и материальных средств, и эвакуации вышедшей из строя техники. Подвижные ремонтные средства обладают следующими положительными качествами для использования на аэродромах: мобильность, функциональность, оперативность выполнения работ. Однако ПАРМ-1М предназначен только для восстановления автомобильных базовых шасси СНО ОП, и не способен выполнять работы по ремонту и техническому обслуживанию специального оборудования электроагрегатов. К тому же состав и структура ПАРМ-1М в связи с развитием и модернизацией современного парка СНО ОП перестала справляться с возложенными на нее функциями. Это связано в первую очередь с использованием в качестве базовых шасси СНО ОП новых моделей моделей УРАЛ семейства «Мотовоз».[4,5,6,7,8]

Перспективные мастерские электроагрегатов должны соответствовать следующим требованиям:

при проведении технического обслуживания спецоборудования необходимо выполнять диагностику, слесарно–монтажные, жестяницкие, моечные, заправочно-смазочные, окрасочные работы, проверку, регулирование и ремонт генераторов и блоков авиационного типа;

возможность применения мастерской как в полном составе, так и отдельными частями выездными бригадами для ремонта спецоборудования непосредственно на стоянках АТО;

производственный процесс должен быть организован в соответствии с технологическим процессом технического обслуживания и текущего ремонта на готовых агрегатах. Основным методом ремонта спецоборудования является агрегатный метод, при котором неисправные (поврежденные) агрегаты, механизмы и детали на ремонтируемой СНО ОП заменяются новыми или заранее отремонтированными. При этом разборочно-сборочные работы по замене агрегатов и механизмов, ремонт агрегатов, механизмов, приборов и деталей выполняются на специализированных рабочих постах в производственных отделениях;

высокая подвижность, способность быстро развертываться и свертываться;

высокая производительность и универсальность по выполнению ремонта машин спецоборудования различных типов электроагрегатов;

автономность работы и производственная самостоятельность мастерских;

укомплектованность мастерских простым и надежным оборудованием, станками, приспособлениями и инструментом.

Перспективные мастерские электроагрегатов в полевых условиях должны выполнять следующий комплекс работ:

а) проверку работоспособности под нагрузкой электросистем АПА;

б) ремонт электрожгутов, кабелей:

в) ремонт, регулировку и проверку электромеханизмов;

г) ремонт, регулировку и проверку коммутационной аппаратуры под нагрузкой до 300А.

д) ремонт, регулировку и проверку угольных регуляторов напряжения под нагрузкой.

е) мелкие слесарные и электромонтажные работы.

Для выполнения вышеперечисленных работ оборудование, приспособления и инструмент для проверки и ремонта электрооборудования и электроагрегатов должен включать в себя:

установка проверки угольных регуляторов напряженияП58- 63 М;

стенд для проверки коммутационной аппаратуры СПКА-1;

установка И-19М-74 для проверки дифференциальных минимальных реле типа ЛФ;

комбинированный прибор Ц4352;

универсальный измеритель Е7-10;

мегаомметрМПОIМ;

миллиомметр Е6-18;

указатель чередования фаз И517М;

частотомер Э-8004;

переносной индикатор напряжения ПиН-90;

щуп электрический;

ареометр;

вилка нагрузочная;

специальное переговорное устройство СПУ-7.

Для определения необходимого оснащения подвижной мастерской электроагрегатов проведен анализ перечня работ, технологических карт выполнения технических обслуживаний (ТО-1,ТО-2, СО) и отказы спецоборудования. Данный анализ показывает, что в состав мастерской необходимо включать дополнительные приборы и инструменты: изолирующую пластину, емкость для керосина, емкость для слива отработанного масла, вольтметр Э69, Мегаомметр М4100/3, мост сопротивлений Р-333, установку для разогрева смазки ВНИИНП-281, шприц, инструмент для ремонта коробки отбора мощности.

К тому же необходимо оборудование для безопасного восстановления наиболее частых отказов, представленных в таблице 1, и проверки отремонтированного агрегата.

Таблица 1 - Основные неисправности спецоборудования электроагрегатов АПА-5Д [5].

Наименование отказа	Вероятность отказа, %	Причины неисправности	Необходимые инструменты и метод восстановления
Отказ блока запуска	6,8	Оплавление силовых контактов контакторов ТКС-611ДОТ (КМ-17 и КМ-15) блока запуска в процессе запуска двигателей Су-25СМ	Замена контакторов, проверка на стендах, ключи из комплекта ЗИП автомобиля
Отказ блока защиты	1,7	Выход из строя контакторов	Диагностика состояния контакторов, ключи из комплекта ЗИП автомобиля
Неисправности привода генераторов ГТ40ПЧ6-2с	19,3	Разрушение коробки отбора мощности	Замена КДОМ. Ключи из комплекта ЗИП автомобиля. Восстановлению не подлежит.
		Скручивание карданного вала привода раздаточной коробки	Замена карданного вала. Восстановлению не подлежит
Неисправности генератора ГТ40ПЧ6-2с	5,6	Срез или критический износ шлицевого соединения вала и подшипника в раздаточной коробке привода генератора ГТ-40ПЧ6-2с (G1) системы постоянного тока.	Приводит к неустранимым неисправностям. Случай не гарантийный.
		Разрушение сепараторов шариковых подшипников вала привода генератора ГТ40ПЧ6-2с переменного тока	Приводит к неустранимым неисправностям. Случай не гарантийный.
Генератор ГТ-40ПЧ6-2С не выдает требуемое напряжение	4,5	Выход из строя блока регулирования напряжения БРН-208 М7А генератора ГТ-40ПЧ6-2с (G2) системы переменного тока.	Диагностика генератора, ключи из комплекта ЗИП автомобиля
Отказ вентилятора ДВ-1КМ обдува генератора	3,4	Перегорание предохранителя ПВ-50 на линии электровентилятора ДВ-1КМ Замена щеток электродвигателя вентилятора	Ключи из комплекта ЗИП автомобиля
Неустойчивая частота переменного тока при подаче нагрузки на борт	1,7	Отказы БСЧ. ФЧВ внутри блока расстроен.	Диагностика блока
		Исполнительный механизм РК-2Д требует регулировки	Диагностика механизма

Наименование отказа	Вероятность отказа, %	Причины неисправности	Необходимые инструменты и метод восстановления
воздушного судна.			
Отгорание токопроводящих жил от ШРАП	3,4	Короткое замыкание, неплотное прилегание токопроводящих жил к разъему	Пайка ШРАП, специальное оборудование
Отказы систем двигателя и трансмиссии базового шасси	46,8	Низкая надежность масляной и топливной систем, конструкции сцепления, эксплуатационные факторы, влияние климатических факторов	Ремонт осуществляется с помощью ПАРМ-1М

Таким образом для оснащения подвижных мастерских электроагрегатов необходимо оборудование для ремонта электрожгутов и расколов ШРАП. Необходимо насыщать мастерскую современным диагностическим оборудованием: имитатор нагрузки авиадвигателя воздушного судна (нагрузочный стенд), приборы для определения участков с коротким замыканием, переносные приборы оценки состояния коммутационной аппаратуры для прогнозирования их работы, оценки состояния обмоток возбуждения и подшипников генераторов. Необходимо предусмотреть стенд для проверки блока стабилизации напряжения, блоков регулирования частоты и регулирования напряжения. Также необходимо проводить проверку и диагностику исполнительного механизма РК-2Д. Для АПА-5Д вариант 1 необходимо предусмотреть стенд для проверки трансформаторно-выпрямительного блока.

Список литературы

1. Руководство по организации работы автомобильной технико-эксплуатационной части ВВС – М.: Воениздат, I990 - 221 с.

2. Руководство по мастерской МЭГТ-1 – часть 1. – М.: Воениздат, 1993.

3. Подвижная автомобильная ремонтная мастерская ПАРМ-1М1 (ПАРМ-1М1-4ОС). Руководство. – М. :Воениздат, 1985. – 120 с.

4. Анализ эксплуатации авиационных подвижных электроагрегатов АПА-5Д вариант 1, выработка предложений и технических заданий на модернизацию с целью повышения эксплуатационной надежности. Заключительный отчет о НИР шифр «Электроагрегат». 111 с.

5. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / O.I. Polivaev, A.N. Kuznetsov, A.N. Larionov, R.G. Beliansky // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042082.

6. Поливаев О.И. Исследование резонансных колебаний в трансмиссии колесного трактора / О.И. Поливаев, С.Т. Павленко, Н.В. Кочетков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1979.№ 7. С. 11-12.

7. Polivaev O.I. EFficiency of using porous network material as a filter material in shutter filters / O.I. Polivaev, A.N. Larionov, I.A. Spitsyn, A.V. Bozhko, L.K. Gorban // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012027.

8. Polivaev O.I. Upgrading seat suspension of tractor belarus 1221/ O.I. Polivaev, A.V. Loschenko, R.G. Belyansky, A.N. Kuznetsov // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012051.

9. Larionov A.N. Influence of pressure and temperature on the parameters of liquid-crystalline working fluids of technical devices / A.N. Larionov, O.I. Polivaev, N.N. Larionova, A.V. Bozhko, L.K. Gorban // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012032.

10. Петрищев, И.М. Некоторые аспекты технологии ремонта гидроагрегатов / И.М. Петрищев, В.Г. Козлов // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. 2013. - С. 102-106.

11. Кондрашова Е.В. Критический анализ методов определения рациональных режимов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, А.Н. Коноплин, А.А. Заболотная // Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными. 2015. - С. 201-205.

12. Мельников А.М. Совершенствование технического обслуживания и ремонта автомобилей / А.М. Мельников, М.Н. Меренков, А.Н. Коноплин и др. // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 204-212.

13. Кондрашова Е.В. Формирование модели управления запасами средств ремонта / Е.В. Кондрашова, Д.Н. Афоничев, Т.В. Скворцова и др. // Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию агроинженерного факультета. - Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. - С. 108-119.

УДК 62-97/-98

А.Г. Воронков, студент
Д.И. Голиков, студент
В.В. Чистяков, студент
И.А. Пожидаев, студент
Д.А. Мирошник, студент
О.И. Поливаев, д.т.н., профессор

О ВЛИЯНИИ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ МАХОВИКА ДВИГАТЕЛЯ НА РАЗГОННЫЕ КАЧЕСТВА ТРАКТОРА

На колебания оборотов двигателя большое влияние оказывает момент инерции маховика. Результат исследований показали, что увеличение момента инерции маховика до 0,25 $кгс \cdot м \cdot с^2$ *улучшает мощность и экономические показатели двигателя, а также способствует снижению суммарного износа двигателя.*

Многими исследователями установлено отрицательное влияние неустановившейся нагрузки на мощность и топливную экономичность тракторного дизеля. На кафедре тракторов и автомобилей Воронежского СХИ проведено исследование влияния такой нагрузки на износные показатели. При этом установлено, что при колебаниях нагрузки, близких к эксплуатационным, на пахоте суммарный износ тракторного двигателя на 30-35% выше, чем при работе на установившейся нагрузке [1].

Из теории и конструкции тракторов и автомобилей известно, что на колебания оборотов двигателя и связанных с ними процессов работы двигателя большое влияние оказывает момент инерции маховика. В связи с этим были проведены износные испытания тракторного дизеля Д-37М с маховиками различной массы [2,3,4].

Результаты этих исследований показали, что увеличение момента инерции маховика до $0{,}25\ кгс \cdot м \cdot с^2$ вместо $0{,}174\ кгс \cdot м \cdot с^2$ улучшает мощность и экономические показатели двигателя, а также способствует снижению суммарного износа за счёт стабилизации температурного и смазочного режимов, снижения амплитуды колебания нагрузки на коленчатом валу двигателя.

Однако такое увеличение маховой массы двигателя можно отразиться на изменении динамических и, в частности, разгонных качествах тракторного агрегата.

Влияние маховика на разгонные качества вытекает на уравнения моментов, приведённых к валу сцепления.

Известно, что при повышении рабочих скоростей машинно-тракторного агрегата трогание с места на высшей передаче часто затрудняется из-за повышенного момента сопротивления, приведённого к валу сцепления. Уравнение моментов при этом имеет вид:

$$Me + Iм \cdot \frac{dw}{dt} = Mc$$

где Ме - эффективный крутящий момент двигателя;

Iм- суммарный момент инерции маховика и двигателя, приведённый к коленчатому валу;

$\frac{dw}{dt}$- ускорение коленчатого вала;

Mc- момент сопротивления (включающий постоянные сопротивления от возрастающих при разгоне сил инерции агрегата), приведённый к телу валу сцепления.

Из указанного уравнения видно, что при недостаточной величине момента двигателя Ме увеличение момента сопротивления Mc может быть преодолено при трогании с места за счёт использования кинетической энергии маховика с увеличенным моментом инерции Iм, что подтверждается данными теоретической проверки, выполненной нами по существующим методикам определения параметров разгона [2,3,4,5].

При увеличении момента инерции маховика от 0,134 до 0,252 кгс · м · $с^2$

минимально допустимая угловая скорость вращения коленчатого вала $w_q$min к началу совместного разгона возрастает с 98,86 до 125,5 1/сек.

Однако при этом может возрасти износ сцепления за счёт увеличения работы буксования в ней в процессе её включения [6,7,8]. Такой недостаток при постановке на двигатель маховика с увеличенной массой может быть устранён путём постановки демпфирующих пружин в ступицах ведомых дисков муфты сцепления.

Исследования, выполненные профессором Воронежского ГАУ О.И. Поливаевым на стенде СИМС Липецкого тракторного завода, показали, что постановка демпферных пружин в ведомый диск сцепления снижает износ фрикционных материалов на 20-25%.

Режим испытаний сцепления (рис.1.) с демпфирующими пружинами (кривая 2) и без них (кривая 1) проводится на нагрузочном режиме, соответствующем разгону трактора Т-40 в транспортном агрегате общим весом в 6т на V передаче, на ровной асфальтированной дороге.

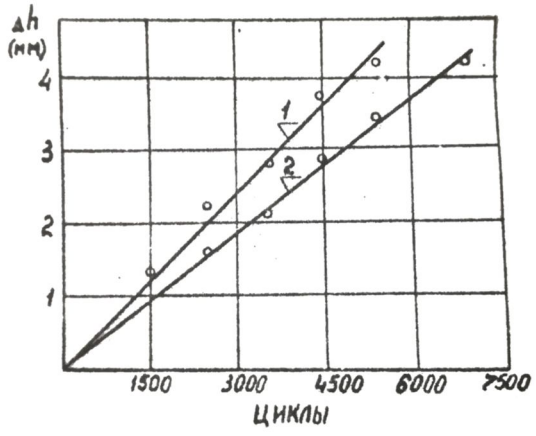


Рис.1. Нарастание износа сцепления в зависимости от числа циклов включения.

1. Износ фрикционного диска сцепления без демпферных пружин.
2. Износ фрикционного диска сцепления с демпферными пружинами

Выводы

1. Увеличение момента инерции маховика тракторного улучшает мощностные, экономические и износные показатели трактора.
2. При повышении рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов увеличенный момент инерции маховика и правильное его использование облегчало разгон тракторного агрегата особенно на транспортных работах, где больше всего используются колёсные тракторы.
3. В целях снижения износа фрикционных накладок сцепления при увеличении момента инерции маховика необходимо предусмотреть постановку демпфирующих устройств в ступице ведомого диска сцепления.

Список литературы

1. Гуланс А.Я. Об износе тракторного двигателя при неустановившейся нагрузке. /А.Я. Гуланс, И.П. Кулаков. Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1954, №4. с. 10-12.
2. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебник /О.И. Поливаев, В.П. Грибнев, А.В. Ворохобин. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -319с.
3. Кулаков И.П. Влияние момента инерции маховика на износ двигателя Д-37м при неустановившейся нагрузке. /И.П. Кулаков. Записки Воронежского СХИ, т. XXV, Воронеж, 1968. с. 40-53.
4. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие /О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. -429с.
5. Поливаев О.И. Испытания сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: учебное пособие/ О.И. Поливаев; О.М. Костиков. –Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. -291с.
6. Болтинский В.Н. Разгон машинно-тракторных агрегатов на повышенных скоростях. / В.Н. Болтинский. Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1961, №3. с. 5-10
7. Киселёв Н.И. Определение времени разгона тракторного агрегата. Н.И. Киселёв. Известия вузов, 1972, №7. с. 35-36.
8. Мелешик Н.И. Исследование влияния маховой массы двигателя на показатели разгона пахотного агрегата. Н.И. Мелешик. Труды ЧИМЭСХ, вып.63, 1973. с. 42-45.

УДК: 332.2

А.Ю. Однодворцев, студент
О.А. Федотова, к.э.н., доцент

РЫНОК ЗЕМЛИ. СУЩНОСТЬ РЕНТЫ, ЕЕ ВИДЫ И ПРОБЛЕМА ЗЕМЕЛЬНОГО НАЛОГА

В статье рассматривается понятие рынка земли. Раскрыты сущность и виды земельной ренты. Проанализирована проблема земельного налога.

Рассматривая историю развития экономики человечества, то одним из первых источников экономической ценности стала наша планета, из-за обширного наличия разнообразных ресурсов. Эти природные ресурсы люди начиная со своего использовали для того, чтобы удовлетворить свои потребности, а большое количество и многообразие ресурсов показывали потенциал государства и определяли главенствующую роль в сравнении с остальными странами, всё это влияло и на совершенствование производительных сил, а также поспособствовало разделению труда.

Экономические отношения между тем кто владеет ресурсами и, кто использует их, а также в свою очередь различия в эффективности производства, определяют доходов различность предпринимателями и оказывают влияние на рыночные цены [1]. Поэтому природные ресурсы стали одним и главных экономических ресурсов.

Земля является особым хозяйственным ресурсом, включая в себя все естественные ресурсы. Она задействована во многих видах промышленности, так как ресурс земли является самым главным источником сырья, а также не обходима при росте промышленного, городского и сельскохозяйственного строительства. Сравнивая с остальными важными факторами в виде трудовых ресурсов и капитала, то можно выделить следующие уникальные характеристики:

1. Недвижимость земли, не возможность её конвекции между отраслями
2. Ограниченность размеров земли на макро- и микроуровнях
3. Неэластичность предложений земли, связанная с её ограниченностью
4. Невоспроизводимость.

Рассматривая понятие рынка земли, можно выделить, что это механизм взаимодействия покупателей и продавцов с целью купли-продажи земли. Само предложение на землю в странах ограничено, что можно увидеть из рис. 1.



Рис.1. Кривая спроса и кривая предложения на рынке земли

По нему можно увидеть, что кривая предложения неэластична, поэтому даже в случае значительного увеличения цен на землю, предложение земли не сможет увеличиться. Вследствие установки цен на землю, будет обязательно исходить из самого активного спроса на рынке. Спрос на землю непостоянен и имеет две составляющих: сельскохозяйственную и несельскохозяйственную. Под сельскохозяйственной подразумевается производная от спроса на сельхозпродукты и являющееся суммой спроса животноводческой, растениеводческой, и других продукций. Также в нём учитываются различные факторы, например, уровень плодородности и удаленность места промышленности от рынков сбыта [2]. Несельскохозяйственный спрос отличается от предыдущего спроса, обладая довольно стабильным направлением роста и спроса земли на нужды строительства различных инфраструктурных объектов. Он не зависит от плодородия, но имеет свои характерные черты в больших городах, в виде разных цен, зависящих от места расположения построек.

Так как ресурсы на планете ограничены, это приводит к образованию монополий на некоторые виды сырья, при присвоении государством частным или коллективным владельца. Поэтому собственник, обладающий ресурсами, получает доход, в качестве экономической ренты от владения таким фактором производства. Земельная рента – это доход, который получит собственник от арендования земли. Цена земли будет неотъемлемо подчиняется спроса и предложениям на рынке, и в сравнении с остальными характеристиками, фиксировано количеством плодородных земель, не имея возможности резко меняться исходя из ренты и цены, поэтому эластичность предложения пригодной земли практически нулевая, но может быть изменена с помощью инвестиций для изменения пригодности земли. Если рассматривать сущность ренты, то разные экономисты определяют её по-разному, например, рента как вид доходов на собственность, плата за пользование ресурсами и сырьём

Рента подразделяется на следующие формы: абсолютную и дифференциальную. Виды ренты тесно зависят от природных условий, плодородия и местоположения, конечно если показатели будут высокими, то

и цена ренты будет возрастать [4]. Другая часть постоянный доход с капитала или земельного участка, получаемый их владельцами без предпринимательства. Также можно отдельно выделить монопольную ренту. Она применяется в основном при исследовании уровня стоимости редкой сельхоз продукции. Она в основном присваиваются собственником, и состоит в том готов ли покупатель заплатить высокую стоимость за товар и не связана с общественной ценой производства, затратами, качеством и местоположением земли.

Более распространённая форма ренты - дифференциальная. Её сущность заключается в различии производственных издержек отдельных участков. Поэтому дифференциальная рента делится на различные виды, исходя из факторов, влияющих на появления разницы издержек, поэтому выделяют дифференциальную ренту I и II. I-ая в свою очередь связана с естественной плодородностью земель и также делится на виды: плодородию и по наиболее благоприятному месту нахождения участков, относительно материалов, потребителей и трудовых ресурсов. II-ая зависит от количества и эффективности инвестиций в данную часть производства. При помощи этих вложений будет увеличиваться урожайность и окупаемость затрат, что может принести дополнительную прибыль, путем использования новых продуктивных культур, применений новых технологий и других способов. В результате ведения экстенсивного хозяйства будет появляться дифференциальная рента I, а если наоборот интенсивного, то дифференциальная рента II. I-ая возникает на средних и лучше землях, а II-ая – на худших [3].

Следующий вид ренты - это абсолютная рента. Абсолютная рента стала результатом неэластичного предложения земли в ситуации существования на землю частной собственности. Собственники земли, понимают, что запас земли ограничен и потребность её велика, поэтому они сдают в аренду за плату за пользование этой землей. Земельная собственность, являясь монополией, мешает нормальному распределению прибавочной стоимости, постоянно забирая часть этой стоимости, а также присваивая эту разницу в стоимости и ценой производства. Все это указывает на то, что прибавочная стоимость, образующаяся в сельском хозяйстве, будет больше средней прибыли и стоимость на продукты, также будет больше цены производства [5]. Таким образом земельная рента является, родом налога, накладываемым на общество и берется из увеличения цен на сельхоз продукцию, часть цены которой взымается как абсолютная рента.

Рассматривая собственника, который использует и распоряжается, владеющим имуществом, то также помимо этого у него есть некоторые обязанности, одна из которых состоит в уплате налогов. Этот налог закреплён в налоговом кодексе Российской Федерации и им облагаются земельные участки и их доли, причём не подразумевая цель использования земли, также в обложении налогом имеются исключения в виде дачных участков, фермерских хозяйств, и земель, используемых под многоквартирные дома. Таким образом земельным налогом является сумма,

оплачиваемая собственниками земли. Идущий земельный налог уходит в бюджет страны и распределяется между бюджетом федеральным 30%, субъектов РФ 20% и местным 50%. В этих бюджетах он в основном применяется для инвестиции в предприятия и компенсацию затрат землепользователя, мониторинга, охране земель и повышению их плодородия, освоению новых земель, а также на инженерное и социальное улучшения отдельных местностей.

Но у земельного налога существуют и проблемы, выявленные во время перехода к кадастровому исчислению. Эти проблемы затронули не только налоговые органы, но и самих собственников, и местные бюджеты. Например, одной из проблем является процесса кадастрирования земель имеет незавершённый вид, не очень хорошо сказывается на валовом удельном показателе налога. Ведь сравнивая области с хорошо высотными земельными отношениями и с остальными, то удельная величина будет больше, где они намного эффективны и наоборот в других.

Так же проблемой является то, что налог определяется для каждого из собственников определённого земельного участка, пропорционально его доле в общей долевой собственности, но отсутствие зарегистрированных прав общей долевой собственности на земельные участки в территориальных подразделениях приводит к большим сложностям при сборе налога, а также к уменьшению прихода налоговых доходов в местные бюджеты.

Помимо этого, не решён вопрос с взиманием налога с участков, на которых находится недвижимости, в виде многоквартирными жилых домов [5]. То есть у налогоплательщиков отсутствуют законодательные документы на землю или межевание и кадастровый учет не проводились по причине незаинтересованности собственников недвижимости, для того, чтобы сохранения контроль за придомовой территорией и извлечь для себя выгоду в виде дохода.

Для того чтобы решить эти проблемы и повысить собираемость земельного налога нужно предпринять следующие меры:

1. Систематизация определения кадастровой стоимости, путём массовой оценки земель;

2. Усовершенствование правил по надзору и страхованию земель;

3. Передачу функции по оспариванию результатов кадастровой оценки на уровень муниципалитетов и установление предельного уровня для процедуры оспаривания кадастровой стоимости только в случае, различия рыночной и кадастровой цены в 20%;

4. Ускорение оформления документов по передачи земель, состоящих в собственности государства и отдельных субъектов, их пользователям.

Таким образом, при становлении рыночных отношений, главным становится правильное осуществление экономического потенциала земли, как фактора производства, развитие арендования земельных участков, как экономически рационного вида землепользования, а также развития земельно-ипотечного кредитования. Ведь земля из-за ограниченности будет постоянно приносить прибыль владельцу. Она и будет оставаться

единственным стабильным источником дохода, уступая лишь банковским вкладам, если деньги были вложены в банк, а не в землю.

Список литературы

1. Вахаев, М. Х. Теория и практика регулирования земельных отношений в условиях рынка / М.Х. Вахаев. - М.: Издательство Р. Асланова "Юридический центр Пресс", Издательство Р. Асланова "Юридический центр Пресс", 2017. - 368 с.

2. Левахин В.Г. Понятие сельскохозяйственных угодий// Аграрное и земельное право. – 2018.-№3. – С.88– 97.

3. Леппке О. Формирование системы земельных отношений // АПК: экономика и управление. — 2017. – №10. С. – 4-9.

4. Рычков, С.Б. Ценообразование и рынок. Перевод с английского / ред. Е.Н. Пунин, С.Б. Рычков. - М.: Прогресс – 2017. – 320 с.

5. Федотова О.А. Земельная реформа в сельской местности и результаты земельных преобразований в аграрном секторе экономики России / О.А. Федотова // Инновационно-инвестиционные преобразования в экономике агропромышленного комплекса: Сб. науч. трудов – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, – 2012. – С.271-277.

УДК 517.51

О.Г. Окишева, студент
В.П. Шацкий, д.т.н., профессор

ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ В ПАКЕТЕ «MAPLE»

Рассматривается задача нахождения максимумов и минимумов функций одной переменной с помощью математического пакета «*Maple*». *Функции могут иметь аналитическое задание, а также являться результатом численного решения различных задач*

Одной из важных учебных и научных задач является определение экстремумов аналитически заданных функций с целью получения оптимальных точек некоторых процессов. В данной работе рассмотрены возможности математического пакета «MAPLE» для решения этой задачи. Команды программы с комментариями приводятся курсивом. Комментарии в программе предваряются символом #.

Рассмотрим сначала встроенные в пакет «MAPLE» процедуры «maximize(y(x), x, location)»; «minimize(y(x), x, location)» [1]. Эти процедуры осуществляют поиск наибольшего и наименьшего значений функции или на всей числовой прямой, или на заданном промежутке. В примере 1 показано

использование этих процедур для обычного уравнения параболы.

Пример 1.

```
> y:=x->2*x^2+3*x-5:
maximize(y(x),x, location);
minimize(y(x),x, location);
```

$$\infty, \{[\{x=\infty\}, \infty], [\{x=-\infty\}, \infty]\}$$

$$\frac{-49}{8}, \{\left[\{x=\frac{-3}{4}\}, \frac{-49}{8}\right]\}$$

Как видно из этого примеры, команда «minimize» определяет минимум функции, т. е. координаты вершины параболы, а команда «maximize» находит наибольшее значение функции на всей числовой прямой, равное бесконечности.

Это же подтверждает пример 2 для функции $y = x^3$.

Пример 2.

```
> y:=x->x^3:
maximize(y(x),x=-1..2, location);
minimize(y(x),x=-1..2, location);
```

$$8, \{[\{x=2\}, 8]\}$$

$$-1, \{[\{x=-1\}, -1]\}$$

Еще одной функцией, позволяющей найти экстремумы, является процедура «extrema(y(x) ,{}, x, 's')» , где y(x)–исследуемая функция, {}–дополнительные условия, 's'–значения аргумента в точках экстремума. Пример 3 показывает минимум параболы из примера 1.

Пример 3.

```
> y:=x->2*x^2+3*x-5:
extrema(y(x),{},x,'s');s;
```

$$\{\frac{-49}{8}\}$$

$$\{\{x=\frac{-3}{4}\}\}$$

К сожалению данная процедура работает только по принципу нахождения нулей производной исследуемой функции, в связи с чем выдает экстремум и там, где функция имеет просто перегиб, как в примере 4.

Пример 4.

```
> y:=x->x^3:
extrema(y(x),{},x,'s');s;
```

$$\{0\}$$

$$\{\{x=0\}\}$$

Для того, чтобы отстранить истинные экстремумы функций от перегибов необходимо привлечение вторых производных в критических точках [2], как это показано в примере 5 для достаточно сложной функции пятого порядка, график которой представлен на рис. 1.

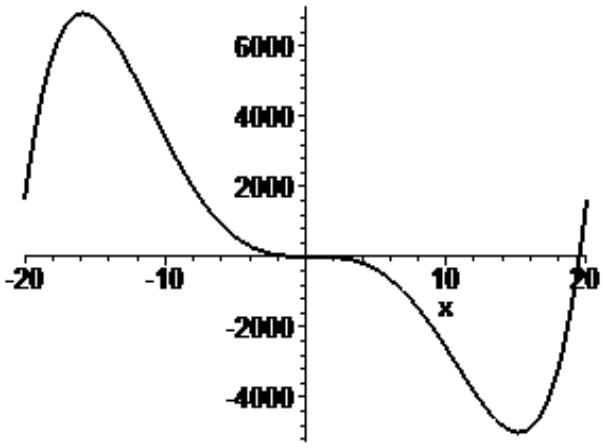


Рис. 1

Пример 5.

```
> restart:
f:=x->.01*x^5-4*x^3+4*x^2+2:
plot(f(x),x=-20..20,axes=boxed,linestyle=1,thickness=2,color=black);
ex:=evalf(extrema(f(x),{},x,'s'));
evalf(s);
# Значения критических точек
s[1]:s[2]: s[3]: s[4]:
s[1][1]: x1:=evalf(rhs(%));
s[2][1]: x2:=evalf(rhs(%));
s[3][1]: x3:=evalf(rhs(%));
s[4][1]: x4:=evalf(rhs(%));
# Исследование второй производной
pr2:=unapply(D(D(f))(x),x);
if pr2(x1)<0 then print(`max=`,f(x1), `in`,x1) fi:
if pr2(x1)>0 then print(`min=`,f(x1), `in`,x1) fi:
if pr2(x2)<0 then print(`max=`,f(x2), `in`,x2) fi:
if pr2(x2)>0 then print(`min=`,f(x2), `in`,x2) fi:
if pr2(x3)<0 then print(`max=`,f(x3), `in`,x3) fi:
if pr2(x3)>0 then print(`min=`,f(x3), `in`,x3) fi:
if pr2(x4)<0 then print(`max=`,f(x4), `in`,x4) fi:
if pr2(x4)>0 then print(`min=`,f(x4), `in`,x4) fi:
```

$$ex := \{-5007.867288,\ 6931.273368\}$$

$$\{\{x = -15.81508530\},\ \{x = 0.\},\ \{x = 0.6679081445\},\ \{x = 15.14717715\}\}$$

$$max=,\ 6931.273368,\ in,\ -15.81508530$$

$$min=,\ 2.,\ in,\ 0.$$

$$max=,\ 2.593915600,\ in,\ 0.6679081445$$

$$min=,\ -5007.867288,\ in,\ 15.14717715$$

Отметим, что процедура «extrema» выдала значение только двух крайних экстремальных значений, хотя и четырех точек абсцисс

экстремумов. Представленная же выше программа позволила определить все четыре экстремума функции, конкретизировав максимумы и минимумы.

Экстремальные значения также можно находить у функций, аналитический вид которых не существует, если они являются результатом численного решения различных задач.

В качестве примера рассмотрим решение задачи полета частицы в поле силы тяжести с учетом сопротивления воздуха. Эта задача моделируется системой дифференциальных уравнений вида

$$\begin{cases} \ddot{x} = -k\dot{x}\cdot\sqrt{\dot{x}^2+\dot{y}^2} \\ \ddot{y} = -k\dot{y}\cdot\sqrt{\dot{x}^2+\dot{y}^2} - g \end{cases},$$

где k–коэффициент парусности, м$^{-1}$, g–ускорение свободного падения, м/с^2 с начальными условиями

$$x(0)=0,\ y(0)=H,\ \dot{x}(0)=v\cos\alpha,\ \dot{y}(0)=v\sin\alpha.$$

В силу нелинейности этой задачи приведем программу ее численного решения. На рис. 2 приводится график численного решения задачи.

Пример 4.

```
> restart:
#Ввод данных, системы и начальных условий
k:=.1:
al:=20:
al:=3.141*al/180:
sk:=20:
H:=1:
h:=.0001:
v:=x(0)=0,y(0)=H,D(x)(0)=sk*cos(al),D(y)(0)=sk*sin(al):
u:=diff(x(t),t$2)+k*diff(x(t),t)*((diff(x(t),t))^2+(diff(y(t),t))^2)^.5=0,
diff(y(t),t$2)+k*diff(y(t),t)*((diff(x(t),t))^2+(diff(y(t),t))^2)^.5+9.81=0:
deg:={x(t),y(t)}:
#Решение задачи
P:=dsolve({u,v},deg,numeric,output=listprocedure):
X1:=subs(P,x(t)):Y1:=subs(P,y(t)):
#Определение времени полета
T:=fsolve(Y1,0.0001..10):
#Ввод конечно–разностной производной от численной функции Y1(t)
pr:=t->(Y1(t+h)-Y1(t))/h:
plots[odeplot](P,[x(t),y(t)],t=0..T, labels=[`x,
м`,`y,м`],labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=[COURIER,14],axes
=boxed,linestyle=1,thickness=2,style=line, color=black);
#Yf[j;ltybt cnfwbjyfhyjq njxrb
T_max:=fsolve(pr,0.0001..2);
print(`X_max          `, X1(T_max));
print(`Y_max          `, Y1(T_max));
```

X_max , 6.32683550429872
Y_max , 2.39349859059348

Особенность этой задачи состоит в том, что применение указанных ранее операторов невозможно к полученным численным функциям. В связи с этим применяется конечно–разностный аналог производной, который приравнивается к нулю для определения экстремумов указанных функций.

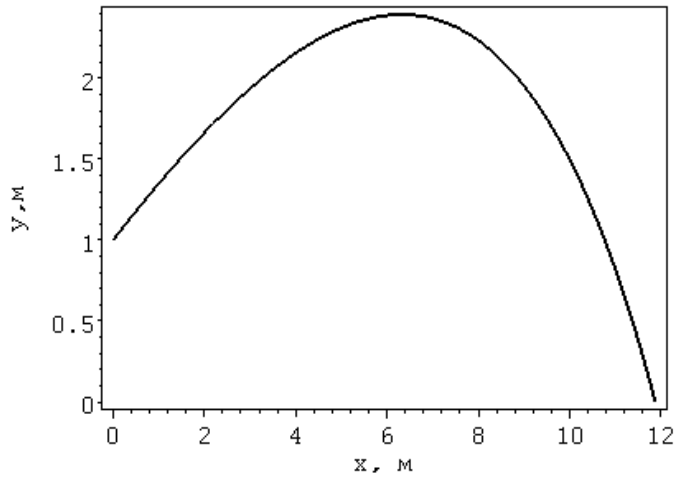


Рис. 2

Также можно провести аналитическую аппроксимацию численной функции, для которой можно применять указанные выше вложенные процедуры.

Список литературы

1. Дьяконов В. П. Maple 9 в математике, физике и образовании/ В.П. Дьяконов//М.: СОЛОН–прес.–2004.–688 с.

2. Шацкий В.П. Высшая математика. Краткий курс/ В.П. Шацкий, П.В. Москалев, В.П. Богатова, И.В. Гриднева//Учебное пособие/Под редакцией профессора Шацкого В.П., Воронеж.-2009.-240 с.

УДК 631

И.А. Канцеляристов, студент
А.В. Котенев, студент
Л.И. Федулова, к.т.н., доцент

ОСНОВЫ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ

Описана сущность метода математической индукции. Рассмотрены задачи, решаемые методом математической индукции. Описаны возможные ошибки рассуждений.

Для решения математических задач в определённых случаях возникает необходимость проверки каких-либо утверждений, в частности переход от общих к частным утверждениям и наоборот. Существующий в математике метод полной индукции предполагает использование всех возможных объектов. Однако такой подход к утверждениям невозможно реализовать из-за необходимости проверки бесконечного множества чисел. Важной деятельностью является переход к проверке ограниченного количества рассматриваемых значений. Для дальнейшего рассмотрения области действия проверяемых утверждений математическими методами сначала дадим названия самим методам. Дедукцией (от латинского «deductio», что означает выведение, логическое умозаключение) в математике называют метод перехода от общих известных заключений к частным и обособление последних в процессе рассуждения. Метод индукции (от латинского «inductio», что означает «наведение») позволяет на основе частных утверждений о последовательности натуральных чисел либо объектов сформулировать общие утверждения, как истинные, так и ложные. Использование данных методов значительно упрощает доказательство фактов и позволяет вести рассуждения в самых разных типах задач.

Принцип математической индукции лежит в основе метода математической индукции и заключается в справедливости некоторого математического утверждения для любого натурального n при следующих условиях:

1) Существует некоторое утверждение, при котором $n = 1$

2) Есть произвольное число, для которого утверждение $n = k$ будет справедливым и для $n = k + 1$

Рассматривая данные условия, можно назвать 3 этапа доказательства по методу математической индукции:

1) Проверить справедливость утверждения для любого натурального числа n

2) Предположить справедливость утверждения при любом натуральном $n = k$

3) Принимая во внимание второй пункт, можем доказать справедливость утверждения $n = k + 1$

Используя данное доказательство, можно выводить утверждения в задачах на доказательство неравенств, нахождения суммы и произведения, на делимость и кратность, равенства и тождества и в задачах с последовательностями. Однако необходимо представить некоторые примеры с решениями задач.

Наглядный пример применения метода математической индукции можно увидеть при решении задачи на закрашивание плоскости в разные цвета. Рассмотрим условие данной задачи. Некоторые прямые делят плоскость на области, после чего области закрашиваются чёрным и белым цветами. Необходимо доказать, что существует такое построение, при котором соседние области будут разного цвета. Сразу отметим, что к условию не относится система прямых, выходящих из одной точки. Начнём решение с

проверки системы, состоящей из 2-х прямых.

Начинаем резать плоскость двумя прямыми. В этом случае прямые пересекаются в одной точке и образуют 4 попарно раскрашенные области. Далее добавим к системе двух прямых третью и раскрасим области по условию задачи. Однако полученные области оказались одного цвета с полученными ранее. В этом случае инвертируем цвета в верхней области и получим удовлетворяющую условию систему. Метод математической индукции в данном случае предполагает, что если при добавлении одной прямой система удовлетворяет условию задачи, то и при добавлении бесконечного множества прямых задача в любом случае будет иметь решение.

Далее следует отметить принцип «вежливой очереди». Поскольку правила хорошего тона обязывают в очереди пропускать женщину вперёд, то если первым в очереди стоит мужчина, тогда и все остальные за ним тоже мужчины.

Метод математической индукции работает по принципу домино. Если выстроить в ряд несколько костей домино от $n = 1$ до $n = k + 1$ и толкнуть первый элемент в направлении остальных, то упадёт следующая кость и последующие взаимодействуют друг с другом (рис. 1).

Но несмотря на всю простую сущность данного метода, при его использовании есть некоторые неверные рассуждения, использование которых ошибочно. Рассмотрим некоторые из них.

Одно из неверных рассуждений состоит в доказательстве равенства соседних натуральных чисел. Докажем по индукции, что n верно для всех больших значений, то есть, что $n = n + 1$. Предположим, что n верно для всех меньших значений $n = n - 1$. В этом случае рассуждение должно быть верно для всех действующих значений n. В таком случае равенство принимает вид $(n - 1) = (n - 1) + 1$. Прибавим к обеим частям уравнения единицу и получим опять исходное равенство $n = n + 1$. Таким образом, данное рассуждение нельзя использовать для решения задач по методу математической индукции.

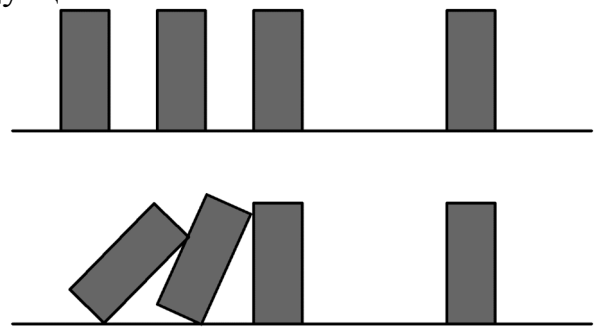


Рис. 1. Принцип домино в работе метода математической индукции.

Далее рассмотрим другое неверное рассуждение. Нам нужно доказать, что равны значения n для произвольных чисел $b_1, b_2, \dots b_n$. В случае, когда $n = 1$, одно число равно самому себе и доказывать нечего.

Но теперь докажем, что любые n чисел равны. Предположим, что

меньших n это равенство уже выполняется и рассмотрим набор произвольных чисел b_1, b_2, b_{n-1}, b_n. Рассмотрим 2 равенства $b_1 = b_2 = b_{n-1}$ и $b_2 = b_{n-1} = b_n$. В обоих равенствах находятся наборы из $n-1$ чисел, которые могут существовать по отдельности. Однако по предположению индукции равенство должно выполняется и для числа b_n. Объединив эти два равенства мы получим следующее утверждение $b_1 = b_2 = b_{n-1} = b_n$. В данном случае равенство выполняется для некоторых n, но метод математической индукции в этой ситуации ведёт к ложному утверждению, что $n - 1 = 1 - 1 = 0$.

В заключении, отметим, что задачи математической индукции находят широкое применение в повседневной жизни и достаточно просты для понимания. Они, несомненно, являются важной базой для изучения применения математических методов на практике. Для общего развития необходимо более углубленно изучать задачи математической индукции.

Список литературы

1. Шень, А. Математическая индукция. - 5-е изд. - М.: МЦНМО, 2016.
2. Федулова Л.И. Прикладная математика/ Гриднева И.В., Федулова Л.И. Учеб. пособие. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2015. – 109 с.
3. Гриднева И.В., Федулова Л.И., Кораблина Н.А. Практикум по математической статистике / Гриднева И.В., Федулова Л.И., Кораблина Н.А. Учебно-метод. пособие. – Воронеж: Воронеж. гос.аграр.ун-т, 2011. – 72 с.

УДК 631.3.072

П.Н. Завалин, бакалавр
Д. Б. Болотов, бакалавр
О.И. Поливаев, д.т.н., профессор

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ АМОРТИЗАЦИОННО-НАТЯЖНЫХ УСТРОЙСТВ ЗАРУБЕЖНЫХ ТРАКТОРОВ

В работе представлены наиболее перспективные конструкции амортизационно-натяжных устройств гусеничных тракторов фирмы Caterpillar за счет применения резинотроссовых гусениц и натяжных устройств с дополнительным натяжным колесом.

У большинства отечественных и зарубежных гусеничных тракторов направляющие колеса выполняют функцию натяжных устройств. С их помощью изменяют степень натяжения гусеничной цепи, что необходимо для демонтажа гусеницы и ее предварительного натяжения, так как при провисании цепи резко увеличиваются потери на самопередвижение трактора и возможно спадание гусеницы при работе.[1,2,3,4]

Наибольший процент выпускаемых зарубежных гусеничных тракторов приходится на фирму Caterpillar. В их модельном ряду есть техника, которая имеет особенное строение ходовой системы. Это трактора линейки Challenger. Ключевая особенность их движителей заключается в применении резинотросовых гусениц. Данная особенность дает ряд преимуществ, таких как возможность развивать высокую скорость, они могут использоваться как на грунтовом покрытии так и на асфальтобетонном так, как. не портят покрытие в отличии от металлических гусеничных цепей. Так же резинотросовые гусеницы уменьшают вибрацию передаваемую от движителя на узлы и агрегаты трактора, что в свою очередь уменьшает стоимость и частоту ремонта трактора.

Конструкция движителя с резинотросовой гусеницей состоит из ведущего и ведомого колес, которые дополнительно обрезинены, опорных катков, гусеничной ленты и механизма предназначенного для натяжения гусеницы. В связи с особенностями устройства такой ходовой части, гусеницы находятся под большим натяжением. По этой причине для возможности натяжения гусеничной ленты применяется рабочая гидросистема трактора, которая подает масло под большим давлением в натяжной гидроцилиндр.

Как и любой другой тип подвески трактора резинотросовая гусеница имеет недостатки. Данный тип гусениц нельзя перетягивать. Также резинотросовая гусеница чувствительна к работам на крупно-абразивных дорожных покрытиях, например битый бетон, щебень. Еще одним недостатком данного типа гусеницы является их дороговизна по сравнению с металлическими гусеничными лентами. [5]

Рассмотрим наиболее интересную конструкцию амортизационно-натяжного устройства, представленного на рисунке 1:

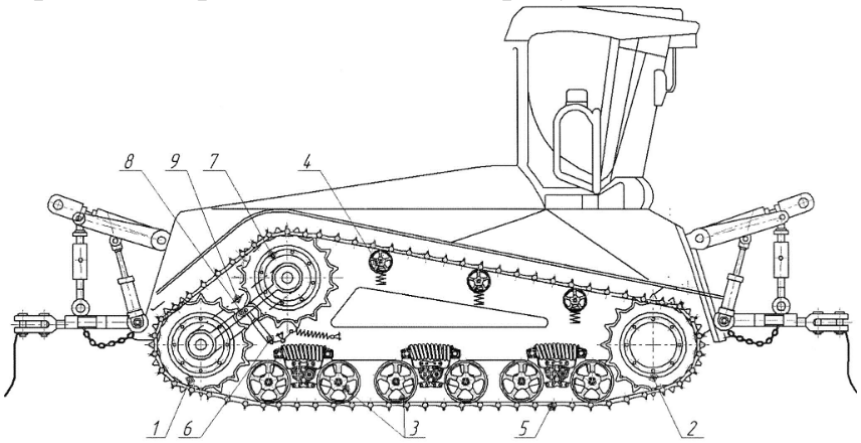


Рисунок 1. Схема мобильного энергетического средства с предложенным гусеничным движителем (вид сбоку).

На рисунке 1 представлена схема гусеничный движителя, который содержит ведущие колеса 1 (рисунок 1), направляющие колеса 2, опорные катки 3, поддерживающие ролики 4, охватывающие их гусеничные цепи 5 и амортизационно-натяжные механизмы 6, причем высота зубьев ведущих

колес 1 больше радиуса цевок звеньев гусеничных цепей 5 на величину, определяемую с учетом значений хода амортизационно-натяжного механизма 6. При этом направляющие колеса 2 установлены таким образом, что оси их вращения не перемещаются относительно рамы энергосредства, а в конструкцию гусеничного движителя дополнительно введены натяжные колеса 7. Основные параметры натяжных колес 7 аналогичны параметрам ведущих колес 1, а сами они установлены на рычагах 8 регулируемой длины. Причем рычаги 8 размещены с возможностью поворота относительно оси ведущих колес 1 и шарнирно соединены с амортизационно-натяжными механизмами 6, а ведущие колеса 1 связаны с натяжными колесами 7 цепной передачей 9 с передаточным числом равным единице. Помимо прочего, используемые в гусеничном движителе опорные катки 3 подпружинены и установлены с возможностью перемещения в вертикальном направлении.

Предложенный гусеничный движитель работает следующим образом.

Ведущие колеса 1, вращаясь, вовлекают в движение гусеничные цепи 5, которые перематываясь, расстилаются по земле и являются направляющей дорожкой для опорных катков 3, перемещая энергосредство. По мере перекатывания опорных катков 3 нижние звенья (траки) гусеничной цепи 5 переходят на заднюю, а затем на верхнюю ветвь, где опираются на поддерживающие ролики 4, а затем снова вступают в контакт с поверхностью грунта под передней частью энергосредства. При этом, поскольку направляющие колеса 2 неподвижны относительно рамы энергосредства, то длина нижней опорной ветви гусеничной цепи 5 остается примерно постоянной, а натяжение гусеничной цепи 5 поддерживается перемещением ее верхней ветви при помощи амортизационно-натяжного механизма 6, оказывающего давление на рычаг 8 с натяжным колесом 7. При этом синхронизация частот вращения ведущего колеса 1 и натяжного колеса 7 посредством цепной передачи 9 позволит поддерживать постоянное натяжение задней ветви гусеничной цепи 5, снизить переменные нагрузки на элементы ведущего моста, а подпружиненные подвижные опорные катки 3 обеспечат постоянную поддержку верхней ветви гусеничной цепи 5 при ее возможных перемещениях.[6]

Данная схема наиболее интересна и представляет значительный интерес для тракторостроителей.

Список литературы

1. Поливаев О.И. Упругодемпфирующий привод на колесных тракторах / О.И. Поливаев, Н.Е. Гусенко, А.С. Дурманов // Механизация и элетрификация сельского хозяйства. – 1990 - №3 – с.15-18.

2. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011.-429с

3. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства/ В.П. Гребнев ,О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин Москва, 2018.-305с.
4. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Конструкция. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин.- М.: КноРус, 2013.-252с.
5. Д.Б.Болотов Анализ конструкций гусеничных движителей мобильных энергетических средств [В современной России]/ Д.Б.Болотов, П.Н.Завалин//сб.статей. –Воронеж,2018.
6. Гусеничный движитель.Липкович Э.И. Патент на изобретение RU 2 676 842 C1, 20.12.2017. Дата подачи заявления 20.12.2017, опубликовано 11.01.2019

УДК 669.713.7

А.М. Коротнев, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

РЕЗКА МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПЛАЗМООБРАЗУЮЩЕЙ СМЕСИ ГАЗОВ

В статье рассмотрены факторы влияющие на эффективность оборудования для воздушно-плазменной резки и ее преимущества технологии в сравнении с газокислородной обработкой металлов.

С момента появления новых технологий в списке изобретений ученых проходит довольно большое количество времени до того момента, как опытный образец внедрится в промышленное производство и использование. Применение плазменной резки не является исключением из общего правила.

Много времени прошло с момента разработки первого в своем роде аппарата для плазменной обработки металла – простейшего плазмотрона. У массы людей словосочетание «плазменная резка» по сей день вызывает ассоциации с научной фантастикой, не смотря на длительное использование и изобретение этой технологии. Но даже электродуговая сварка металлов когда-то чем-то абсолютно новым, однако на сегодняшний день она занимает лидирующие позиции на производственном цикле многих предприятий этой области. Важно отметить тот факт, что в 60-х годах прошлого столетия, то есть сразу после создания первого рабочего оборудования для плазменной резки, такие станки начали свое «шествие» во многих важных отраслях, таких как: предприятия ВПК, атомная энергетики, строительство авиации и другие. [1]

Выдувание электрической дуги с помощью сжатого воздуха для локального плавления металлической заготовки и последующее удаление металла из зоны обработки с помощью потоком разогретого газа является основой технологии воздушно-плазменной резки. Дуга, свободно горящая в

воздухе имеет значительную температуру в 6 000 – 7500 Кельвин. Если к этому процесс добавить процесс внешнего охлаждения, то можно довести температуру до абсолютного максима в 20 000 Кельвин с образованием потока газа вокруг дуги. Вещество в таком состоянии носит название низкотемпературная плазма, а агрегат для перехода электрической энергии в тепловую энергию плазменного потока с подобной температурой носит футуристическое название - плазмотроном.

Обработка металлов с помощью воздушно-плазменной резки относится к группе термической резки, как и газокислородная резка. Это обусловлено одинаковым принципом действия, а именно выше указанным локальным нагревом с последовательным выдуванием плавящегося металла из зоны резки. Но они имеют так же некоторое отличие, заключающееся в том, что при резки последним способом используется такие источники энергии как окислитель и один из видов горючего, а при резке с помощью плазмы энергетическим источником выступает электрическая дуга. Однако по сравнению с газокислородной резкой, в арсенале рассматриваемого способа есть ряд преимуществ.

Широта использования. Из-за достижения плазмой довольно высоких температур (порядка нескольких десятков тысяч градусов Цельсия) перед воздушно-плазменной обработкой открывается возможность произведения обработки самых разнообразных металлов и их сплавов, начиная от редкого, в простонародье именуемого, цветмета и заканчивая хрупкими чугунами и современными высоколегированными сталями.

Малое число дефектов. Даже при высокой температуре метал не деформируется при обработке, а всюду появляющийся шлак, который образуется на кромках участка резки легко удаляется, оставляя ровные края, да еще и с узкой шириной реза.

Скорость обработки. Так же одним из преимуществ является высокая скорость резки по сравнению с обработкой с помощью газокислородной смеси, к тому же не требующая заблаговременного разогрева.

Отсутствие опасности. При запуске и использовании агрегата для плазменной обработки расходуется только возобновляемое электричество и сжатый воздух, последнюю затрату можно решить с помощью установки компрессора, благодаря чему возникнет необходимость лишь в электроэнергии. Следовательно, список предприятий на которые может быть установлено подобное оборудование гораздо шире нежели у той же газокислородной резки, для которой нужна постоянная доставка сжатого газа, повышающая как трудозатраты, так и взрывоопасность всего процесса обработки и транспортировки горючего.[2]

Основные факторы, влияющие на качество плазменной резки.

Оборудование для плазменной резки ручного типа управления в большинстве случаев использует воздух в качестве газа для образования плазмы, ибо именно воздух является одним из самых доступных и простых в использовании видов сырья, у тому же его показатели имеют высокую эффективность по всей ширине металла до 25 миллиметров. Однако одним из

существенных недостатков является тот факт, что при его использовании происходит чрезмерное насыщение кромки азотом, так называемый процесс азотирования кромки.

При улучшении оборудования с помощью автоматики чаще всего используют смесь из двух и более газов. В таком случае для увеличения эффективности резки металлов с толщиной в 25 миллиметров рекомендовано использование азота в качестве основного газа и водяной пар в качестве второстепенного/дополнительного. Но возникает проблема при обработке тонких листов материала до 5-7 миллиметров, водяной пар слишком быстро охлаждает локальное место реза, из-за чего не происходит достаточного для работы нагрева и, в результате, образуется некий дефект в виде грубой кромки реза и шлака на нижней стороне поверхности. Для устранения подобных проблем рекомендовано увеличить силу тока и/или снизить скорость обработки.

При плазменной резке листов материала имеющих толщину толщиной более 25 миллиметров немалая часть производителей плазмотронов рекомендует использовать в качестве главного газа – водород или аргон, а в качестве дополнительного – двуокись углерода/азота. Использование азота и водорода в смеси газов позволяет получить наименьшее количество дефектов, связанных с нитрированием кромки. Использование же двуокиси углерода на сегодняшний день предстает более экологически чистым в плане количества вредных испарений при обработке и является наиболее качественным в плане получения более чистых резов, однако использование двуокиси углерода стоит значительно больше нежели использование доступного и дешевого азота. [3]

Так же одну из важных ролей в оптимизации главных настроек играет не только выбор смеси для образования плазмы, но и выбор нужного давления для эффективной работы плазмотрона, результаты которой отражаются на качестве реза и длительности службы основных частей: сопла и электрода. Из этого следует, что при слишком высоком давлении чаще всего возникают сбои на старте процесса резки, которые заключаются в уменьшении срока «жизни» электрода. А чрезмерно низкое давление может служить сбоем ведущему к быстрому нагреву сопла, что само по себе приводит к проблемам, связанными с дугой, и скоропостижной деформации или разрушению сопла.

Ток дуги.

Толщина обрабатываемого металла и срок службы оборудования напрямую зависят от такого важного фактора, как ток дуги. Это значит, что у каждой пары электрод-сопло имеется свой персональный (номинальный) ток указанный в документации к оборудованию. При резке металлических изделий рекомендуется не выставлять ток дуги более чем на 95 процентов от номинального тока в документации. Если же возникает необходимость увеличить ток для каких-либо целей, то для увеличения продолжительности рабочего состояния оборудования необходимо увеличить выходное сопло в диаметре.

Факельный зазор.

Зазор факела влияет на такие важные параметры плазменной резки как устойчивость и плотность самой плазменной дуги и, непосредственно, угол кромки реза, который должен находится под углом в 90 градусов. Например, для большего угла наклона кромки реза нужен больший факельный зазор и наоборот. Для оптимальной перпендикулярности кромки реза необходим оптимальный зазор в 1,5 … 10 миллиметров.

Именно поддержка постоянной длины факельного зазора влияет на получение обработанного металла с высоким качеством и отсутствием ошибок обработки на кромке. Как говорилось выше, уменьшение факельного зазора в 100 случаях из 100 приведет к ускоренному сгоранию электрода и плавлению такой важной части как выходное сопло. Этот факт хорошо отображается при соприкосновении выходного сопла и листа металлического изделия, т.е. когда факельный зазор имеет крайне малое значение или вовсе отсутствует. Для избегания получения дефектов в сложившейся ситуации новые станки снабжаются устройствами для стабилизации высоты, которые с помощью ЧПУ в автоматическом режиме поддерживают оптимальную высоту факельного зазора. [4]

Скорость резки.

От скорости резки зависит качественный состав реза, который может содержать нежелательные образования шлака снизу обрабатываемой поверхности металла. Так же от скорости плазменной резки зависит и степень сложности удаления этих самых образований шлака.

При повышенной скорости резки получается немаловажный дефект, связанный никой степенью точности, ибо дуга начинает так называемый процесс осцилляции, который заключается в том, что линия реза дугой становится волнистой, а не прямой, что ведет к браку изделия или дополнительным издержкам для его удаления. Так же повышенная скорость резки ведет к образованию такого вида шлака, как «высокосортный» шлак, а это значительные дополнительные издержки по времени и финансам, ибо такой вид шлака сложно удалим.

Из-за низкой скорости плазменной резки металлов возможно появление так называемого низкосортного шлака, который может легко удаляться с помощью дополнительной обработки, но при этом значительная часть горючей смесь, а именно плазмообразующего газа расходуется «в пользу мира», то есть в пустую.

Наиболее оптимальная скорость резки выставляется таким образом, чтобы угол отставания верхней кромки не значительно превышал 5 градусов.

Угол наклона кромок и ширина реза.

Качество вырезанной детали нормируется согласно ГОСТ 14792-80 по четырем основным параметрам: линейное отклонение, неперпендикулярность торцевой поверхности, шероховатость торцевой поверхности и зона термического влияния.

Определяющими факторами влияния качество плазменной резки являются угол наклона кромок и ширина реза. Эти факторы зависит от

многих показателей установки, начиная током и напряжением дуги и заканчивая скоростью движения установки (плазмотрона).

Еще одним важным фактором, определяющим качество обработки является ширина реза, которая в значительной степени зависит от таких показателей, как диаметра сопла и тока дуги. Этот факт означает, что при изменении хотя бы одного из этих параметров, измениться и ширина реза, полученного потоком плазмы. На автоматизированных станках необходимость в настойках ширины отсутствует, ибо они выполняются с помощью компенсаторов реза или корректоров, которые в автоматическом режиме работы рассчитывает линию движения оборудования, даже ели линия будет являться кривой.

Угол между нормалью к поверхности металла и уже обработанной поверхностью называется углом наклона кромки. В нормальных условиях и при отрегулированном механизме угол наклона комки с одной стороны равен 1…3 градусам и 3…5 градусам с другой. Если угол наклона превышает 5 градусов, то параметры резки настроены неверно. [5]

Вывод

Со времен, когда появились первые образцы плазматронов, подобное оборудование претерпело немало не бесполезных изменений: источники для плазмообразования стали легче, меньше, надежнее, а сами плазмотроны стали иметь меньшие габариты, упростились в использовании и, в целом стали совершеннее. Но из-за огромного количества публикаций в свое время оборудование для воздушно – плазменной резки до сих пор у многих ассоциируется с весьма громоздким, сложным в использовании и крайне дорогим оборудованием. Однако предприятия, которые сменили уже устаревшие технологии газокислородной резки на станки для воздушно-плазменной резки признаются, что использование этой технологии гораздо лучше и эффективнее, нежели ее предшественники.

Список литературы

1. Электрические дуги и термическая плазма./ Финкельбург В., Меккер Г. М., Изд-во иностранной литературы, 1991. – 72 с.

2. Установки для механизированной воздушно-плазменной резки. / Кунин В. С, Командерюс М., «Наука», 2003. - 13 с. Плазменно-дуговая аппаратура. Киев, «Техно», 1998. – 112 с.

3. Быховский, Д.Г. Плазменная резка / Д.Г. Быховский. Ленинград «Машиностроение». – 26 с.

4. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов / Сост. А.И. Акулов, В.П. Алехин, С.И. Ермаков др. 2012. – 119 с.

5. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.

6. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.

7. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.

8. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

9. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

10. Костенко А.А. Режущий инструмент и его пути совершенствования / А.А. Костенко, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 146-151.

11. Крекотень М.А. Методы улучшения качественных показателей режущего инструмента / М.А. Крекотень, М.Д. Котков, А.С. Вахидов, В.Г. Козлов, Е.А. Высоцкая // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 566-571.

12. Пушкарская А.Е. Инновационный режущий инструмент и его применение / А.Е. Пушкарская, М.А. Крекотень, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 577-581.

13. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 631.362.3

А.А.Плешков, студент
П.С. Востриков, к.т.н., доцент

ОЧИСТКА И СОРТИРОВКА ЗЕРНА С ПОМОЩЬЮ ФОТОСЕПАРАТОРА

В статье рассматривается технология фотосепарации зерновых материалов. Приведены основные рабочие органы фотосепаратора, приведены конструкции некоторых производителей.

Подготовка семенного материалы является важнейшим этапом в обеспечении продовольственной безопасности страны [2, 7, 8, 18]. Существуют как классические методы получения семенного материала, так и инновационные – основанные на принципиально новых технологиях[1, 3, 5, 9, 19]. К таким методам относят фотосепарацию семян.

Фотосепарация – это относительно новая технология по очистке сыпучих материалов, не так давно появившаяся в России и уже приобретающая большую известность. Эта технология так же незаменима для последней фазы очистки зерновых культур [11, 12, 16, 17]. Фотосепараторы способны сильно упростить сортировку зерна и избавить от работы целого комплекса механических аппаратов для очистки.

Фотосепараторы (оптические сортировщики) относятся к высокоэффективным аппаратам для финальной очистки зерновых культур. Фотосепараторы просты в эксплуатации, на выходе можно получить зерно, очищенное до 99,9%, когда механические сортировщики проводят очистку от 80 до 94%. Они используются для финальной стадии сортировки зерновых культур. С данной технологией можно сортировать зерновые не только по сортам, форме, размерам. Программное обеспечение фотосепаратора различает зерна по цвету, весу, плотности и даже содержанию клетчатки. Возможности современных фотосепараторов позволяют отсортировать поврежденные или зараженные вредителями зерна.

Используя сканирование и последующую обработку изображения, можно отделить зерна с трещинами, сколами и другими повреждениями поверхности. При помощи данной технологии возможно отделять высококачественный посадочный материал.

Достаточно простой в управлении аппарат легко перенастраивается на сортировку бобовых, орехов, мелких семенных культур, сухофруктов, кукурузы и т. д.

Основные элементы фотосепаратора представлены на рисунке.

Принцип работы: из бункера обрабатываемый материал подается на виброраспределители, где при помощи вибрации зерно размещается в один слой на специальных лотках с небольшими желобами. Лотки покрыты особым антифрикционным покрытием, что устраняет возможность переворачивания зерен во время сепарации.

Для лучшего качества очистки – зерна не должны «переворачиваться», перемещаясь на большой скорости в распределительных лотках.

Далее, зерно попадает в зону освещения люминесцентных ламп. Свет, отражаясь от подвижной поверхности обрабатываемого материала, меняет свои характеристики, что позволяет установить его соответствие или несоответствие заданным нормам.

Сенсорные или CCD камеры фиксируют отраженные от материала лучи и передают информацию для обработки компьютерной системой.

Компьютерная система обрабатывает полученную информацию и при несоответствии части обрабатываемого материала указанным параметрам запускает работу очистителя.



Рисунок – Основные элементы фотосепаратора

После получения соответствующей команды система выстреливает тонкий поток воздуха, и бракованный материал выдувается в выходной патрубок для отходов. Из него по специальным каналам неликвид выводится из аппарата.

Зерно, полностью соответствующее заданным стандартам, перемещается в бункер для очищенного зерна.

Существующие на сегодняшний день фотосепараторы различаются сенсорами. Есть монохромные («видят» только оттенки, светлее-темнее) и цветные фотосепараторы («различают» цвета). Доступны InGaAs и рентген-фотосепараторы, в которых сортировка происходит уже не по цвету, а по структуре продукта.

Фотосепаратор сортирует по цвету – общеизвестный факт. Это и так, и не так одновременно. Изначально сенсоры распознавали только оттенок, светлее-темнее, а не сам цвет. Но и это уже позволяло отобрать, например, ту же черную гречку – она темнее.

Сейчас на рынке существуют монохромные (различают оттенки), цветные фотосепараторы, а также новые фотосепараторы с X-ray и InGaAs-камерами, которые имеют дело со свечение за пределами видимого спектра.

По сути, все эти фотосепараторы различаются камерами. Первые фотосепараторы, как уже сказано, видели только оттенок. Современные камеры уже умеют цвета различать, знают RGB-линейку (RGB – от названия цветов: red – красный, green– зеленый, blue – синий, из этих трех цветов состоят все другие цвета спектра).

InGaAs-камеры еще лучше: у них матрица из сплава под названием арсенид индия-галлия и они могут видеть в недоступном человеческому глазу диапазоне. Если видимый спектр – это 300-700 нм, то эта камера может видеть 900-1900 нм. При такой длине волны даже одинаковые по цвету, но разные по структуре продукты она распознает как разные. Например,

возьмем грецкий орех. Ядро и скорлупа грецкого ореха абсолютно одинаковые по цвету, а вот строение разное, и с помощью данных систем возможно деление ядра и скорлупы. Скорлупа тверже и свечение у нее другое, камера это распознает. Помимо скорлупы возможно удаление различных примесей: камней, стекла, пластика, резины и прочих примесей, схожих по цвету с годным продуктом.

Рентгеновские фотосепараторы X-ray используют рентгеновское излучение. Он работает примерно, как рамки в аэропортах, на которых чемоданы просвечивают. Излучение тут совсем минимальное и безопасное для человека. Рассмотрим работу такого сепаратора на примере предприятия, которое специализируется на производстве кедрового ореха – весь цикл от обрушки, сушки до упаковки готовой продукции. По факту после всего производственного цикла, в который уже включена сортировка на фотосепараторе, в готовом продукте оставались инородные включения в виде стекла и камня, схожие по цвету и размеру с годным продуктом (орешками). Их убирали вручную, прогоняя весь продукт по конвейерной ленте: несколько человек ежедневно стояли и выискивали эти стекла и камни размером 3 - 7 мм. При таком подходе нет гарантии, что человек не пропустит мусор и в дальнейшем не будет претензий к качеству продукции. Руководство такого предприятия решило установить рентгеновский фотосепаратор Meyer X-ray, с чем успешно справились специалисты компании «Unisort».

В зависимости от вида осветителя сепараторы можно разделить на:

5. Полихромные – широкополосные светодиоды и галогенные лампы;
6. Монохромные – лазерные излучатели с длиной волны видимой области спектра инфракрасного излучения;
7. Мультихромные – используют несколько длин волн (зеленого, синего цветов), что значительно увеличивает эффективность фотосепаратора из-за видимости различных примесей в разных диапазонах спектра;
8. Рентгеновские – проводят внутренний анализ материала, применяются если поверхность примесей неотличима от поверхности обрабатываемого продукта.

Камеры фотосепараторов также можно разделить на четыре типа:

5. Фотодиод;
6. Фотодиодная линейка – чувствительная к волнам различной длины;
7. Фотодиодная матрица – с большим разрешением вплоть до видеокамер;
8. Рентгеновские регистраторы.

Фотосепараторы довольно востребованы в различных сферах: пищевой и перерабатывающей промышленности, в частности, при переработке зерновых культур. Их активно используют фермерские хозяйства, заводы по переработке круп, предприятия, чья деятельность связана с хранением и

очисткой зерна. Фотосепарация занимает важное место в финальной части подготовки зерна на мукомольных предприятиях.

Фотоэлектронный сепаратор «SMARTSORT» Применение нейронного алгоритма позволяет проводить сортировку полосатых семян подсолнуха, изюма с хвостиками и без, зерна пшеницы по стекловидности. Способность обучаемости программы позволяет сортировать продукт по ряду нескольких признаков (яркость, форма, размер, пестрота, рябь)

В случае производственной необходимости возможно увеличение производительности до 3-х раз на базе имеющегося фотосепаратора. CCD-матрицы с разрешением 2048 пикселей обеспечивают изображение с высокой детализацией сортируемого элемента и способны обнаруживать дефекты размером от 0,13 мм.

Воздушные сопла шириной 4.5 мм обеспечивают высокую точность удаления элемента при малых воздушных затратах. Достоинства данного фотосепаратора состоит в возможности его модернизации до желаемой конфигурации.

Весной 2019 года компания «СиСорт» представил новинку: обновленную версию фотосепаратора SmartSort, разработанную специально для тех клиентов, которым важна наилучшая точность сортировки. Аппарат создали для семеноводов, переработчиков подсолнечника, производителей круп, в том числе сегмента «премиум», а также предприятий, выпускающих биопродукты для здорового питания. Разработчики встроили в новый аппарат высокоскоростные цветные камеры с разрешением 5400 пикселей и внедрили в 4 раза более мощное, чем в традиционных аппаратах. SmartSort освещение. Такие обновления позволяют вычеслить из потока зерна с мельчайшим отклонением от нормы и убрать их. Аппарат обнаружит даже слабо различимые оттенки зерен или семян. Семеноведам он позволяет еще более точно убирать больные, зараженные паразитами, вредителями семена, а также зерна с мельчайшими повреждениями, которые не взойдут при посадке.

Российские производители так же используют данную технологию [4, 6, 13, 14, 19]. ООО “Воронежсельмаш” фотосепаратор Ф 5.1 (10.1/15.1/20.1), предназначенный для сортировки по цвету зернового материала колосовых, крупяных и зернобобовых, технических и масличных культур на этапах получения высокого качества продовольственного сырья, также для получения семян с чистотой 99,9%.

Фотосепаратор может использоваться для работы в составе поточных линий послеуборочной обработки зерна, семенных линиях, линиях по переработке крупы в качестве машины финальной очистки. Фотосепаратор разработан с расчетом поставки на внутренний рынок и экспорт для различных климатических зон. Производительность за 1 час основного времени на пшенице с натурой исходного материала 760 г/л: при очистке семян, продовольственного зерна и круп с содержанием сорной примеси 2%; при очистке продовольственного зерна и круп с содержанием примесей 10%;

Фотосепараторы относятся к высокотехнологичному и высокоточному оборудованию. Их использование в различных областях промышленной сортировки позволяет значительно увеличить качество конечного продукта и решить целый ряд проблем связанных с удалением трудноотделимых примесей.

Применение фотосепараторов при очистке зерновых позволяет вывести готовую продукцию на качественно новый уровень [9, 10].

Процесс работы таких аппаратов полностью автоматизирован, а показатели чистоты конечного продукта не имеют аналогов среди других приспособлений для сортировки.

Список литературы

1. Востриков, П.С. Влияние зерновой нагрузки на функционирование рабочих органов зерноочистительных машин / П.С. Востриков, А.П. Тарасенко, К.К. Полянский // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2018. – С. 469-473.

2. Востриков, П.С. Повышение точности деления зернового потока / П.С. Востриков, В.С. Павлюченко, Т.Н. Тертычная// Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2018. – С. 424-429.

3. Востриков, П.С. Обеспечение оптимальной загрузки агрегатов путем деления зернового потока / П.С. Востриков// Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы научно-практической конференции молодых ученых. – Воронеж: ВГАУ, 2009. – С.242-246.

4. Востриков, П.С. Формирование зерновых потоков в зерноочистительных агрегатах / П.С. Востриков// Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы международной научно-практической конференции. Часть 3. – Курск: КГСХА, 2010. – С.111-112.

5. Кузнецов, В.В. Обоснование величины коэффициента неравномерности деления зернового потока / В.В. Кузнецов, П.С. Востриков// Вестник ВГАУ. – 2009. – №1(20). – С.43-46.

6. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технические средства для ее реализации: дис. д-ра. с.х. наук / В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ. – Воронеж, 2007. – 334с.

7. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст]/ И.В. Баскаков и др.// Вестник Воронежского государственного аграрного университета.-2016.-№3(50).-С.12—126.

8. Оробинский, В.И. Фракционирование зернового вороха и качество семян /В.И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – №10. – С.29-30.

9. Оробинский, В.И. Использование двухърусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха /В.И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – №4.– С.18-19.

10. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC /В.И. Оробинский и д.р.// Весник Воронежского государственного университета. – 2015. – №4(47). – С 93-87.

11. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур /А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999.– №12. – С.27-28.

12. Тарасенко, А.П. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна /А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – №8. – С.2-4.

13. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решетной зерноочистительной машины/ А.М.Гиевский и др.// Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №5. – С.32-34.

14. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане / А.П. Тарасенко и д.р.// Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – №5. – С.9-11.

15. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации/ А.П. Тарасенко и д.р. – М.: ФГБНУ Росинформатех, 2014. – 60с.

16. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э.Мерчалова // Зерновые культуры.Зерновое хозяйство. – 1999. –№4. – С.22-24.

17. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст]/ В.И. Оробинский// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №2. – С.6-7.

18. Беляев, А.Н. Предметно-математический подход к описанию модели зерновки / А.Н. Беляев, И.А. Тришина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 63-й студенческой научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012.– Ч. II. – С. 182-184.

19. Показатели качества продукции / Цыбулин И.А. [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й студенческой научной конференции/ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 6-8.

УДК: 621.7.044.3

Д. А. Мирошник, студент
Д. А. Михайленко, студент
И. А. Пожидаев, студент
А. Д. Головин, студент
В. В. Кочергин, студент
А.А. Заболотная, ст. преподаватель

ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

В статье рассмотрен металлообрабатывающего инструмента применяемый для нарезания металлических заготовок. Описан принцип его работы, а также характеристики инструмента.

Плазморез – это инструмент применяемый в промышленном и домашнем хозяйстве, он позволяет без излишних усилий выполнять фигурные и прямые срезы быстро и аккуратно. Плазморезом называется, устройство которое, при помощи плазменной резки - одной из наиболее современных эффективных технологий, позволяет работать с металлами, а также с некоторыми материалами не проводящими электрический ток, в том числе древесиной, пластиком и камнем.

Что представляет собой аппарат, его устройство:

Основные элементы плазмореза:

1. Плазмотрон
2. Источник питания
3. Компрессор

1. Плазмотрон-основной элемент (рис. 1), который представляет собой плазменный резак, образующий плазму [1].

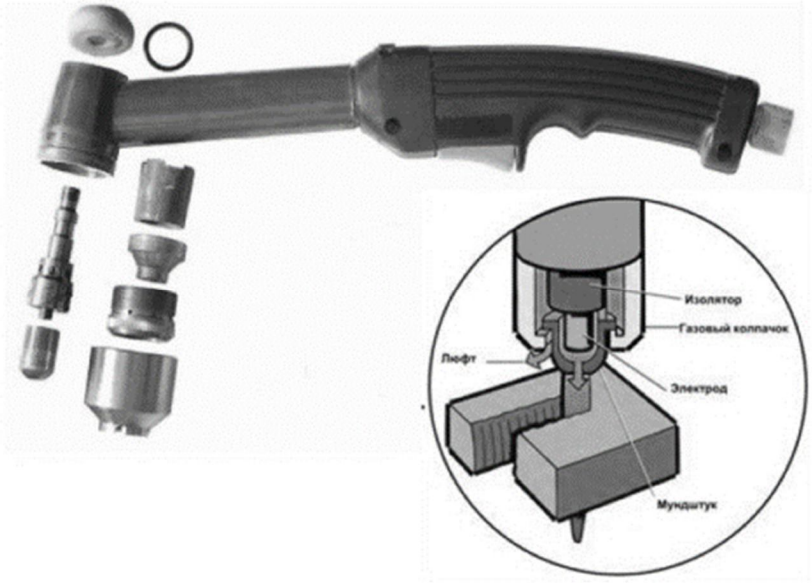


Рисунок 1. Плазменный резак.

В корпусе детали скрывается электрод, отвечающий за образование мощной дуги, он сделан из тугоплавкого металла (как правило-гафний), что исключает его деформацию и разрушение вследствие высокотемпературных нагрузок. На конце резака находится сопло, формирующее струю плазмы, благодаря этой струе и производится резка материала. Диаметром сопла определяется производительность и мощность устройства. Изделия с большим диаметром могут пропускать значительное количество воздуха, а значит, скорость нарезки будет значительной. Более всего распространены сопла с диаметром до 3 мм, длина элемента составляет 9-12 м.

Если использовать действительно длинное устройство, то качество среза будет очень высоким, однако само сопло может быстро износиться. Оптимальной длинной считается показатель, превышающий диаметр в 1,5 раза.

2. Источником питания, являются трансформаторы или инверторы, которые отвечают за подачу тока той или иной силы. [3]

Трансформатор-характеризуется значительной массой, почти неуязвим для колебаний напряжений, менее чувствительный к перепадам температуры. Трансформатор дает возможность осуществлять рез металла, толщина которого достигает 40-50мм.



Рисунок-2 Инверторный плазменный аппарат.

Инверторы-достаточно легкие, компактные и экономичные в плане потребления энергии, обеспечивают более стабильную дугу. Они используются для резки металлов не более 30 мм, то есть они являются хорошим выбором, если работы ведутся с не слишком толстыми заготовками.

3. Компрессор - это устройство для повышения давления(сжатия) и перемещения газообразных веществ. Для процесса работы плазмореза необходим газ, который обеспечивает образование плазмы и отвечает за охлаждение плазмотрона, для этого и используют компрессор. Следовательно, главная задача компрессора - нагнетание воздуха, без которого плазменный резак не может функционировать.



Рисунок-3 Компрессор

4. Кабель-шланговый пакет. Комплекс кабелей и шлангов соединяет все модули между собой. Шланги транспортируют сжатый воздух к соплу, а кабеля обеспечивают подачу электрического тока на электрод.

С устройствами аппарата мы разобрались, теперь давайте рассмотрим, как работает аппарат плазменной резки, и что вообще означает слово «плазма». Итак, плазма — это разогретый до высокой температуры воздух или другой газ, находящийся в ионизированном состоянии. Температура нагрева может достигать 30000 градусов.

Принцип действия устройства следующий:

- Источник тока выдает необходимое напряжение, а именно: 220 V для небольших устройств, 380 V для промышленных систем, позволяющих работать с материалами большой толщины.
- В плазмотрон по кабелям попадает, то есть в горелку находящуюся в руках сварщика-резчика. Плазмотрон оснащен катодом и анодом, роль которых играют электроды, между которыми загорается электрическая дуга.
- Нагнетаемый компрессором воздух подается в аппарат по предусмотренным для этого шлангам. Плазмотрон (горелка) снабжен специальными завихрителями, которые направляют и закручивают воздух. Поток пронизывает электрическую дугу, при этом ионизирует ее и во много раз повышает температуру, создавая плазму. Получаемая дуга называется дежурной, так как она обеспечивает поддержание работы.
- Достаточно часто применяют кабель массы, подсоединяя его к разрезаемому материалу. Когда сварщик-резчик подносит плазмотрон к изделию, получается рабочая дуга – она замыкается между электродом и поверхностью. За счет высокой температуры и давления воздуха образуется аккуратный разрез и небольшие наплывы, которые можно без труда удалить при помощи постукивания. При завершении контакта плазмотрона с поверхностью, дуга продолжает гореть в дежурном режиме. Поэтому при ее повторном поднесении к обрабатываемому материалу можно продолжать резку.

- После того как раскрой завершен, кнопку на плазмотроне отпускают, выключая все виды электрической дуги. Далее систему некоторое время продувают воздухом, чтобы избавиться от мусора и позволить электродам остыть.

Промышленные и бытовые устройства работают на основе единых принципов плазменной резки и требуют: формирования электродуги, создание ионизированного газа, образование высокоскоростного потока плазмы, воздействия на изделие активной среды.

Характеристики плазменно-дуговой резки:

- Температура потока в пределах +5 000…+30 000 °С. Конкретная цифра зависит от обрабатываемого материала – минимальные температуры используются при работе с цветными металлами, а верхние показатели позволяют обрабатывать тугоплавкие стали. [1]
- Скорость потока в пределах 500–1500 м/с. Она подбирается под требования конкретного вида резки, при этом оценивается толщина заготовки, материал, тип распила (прямой либо криволинейный), продолжительность работы системы.
- Газ для плазменной резки. С черными металлами работают при помощи активной группы, куда входят кислород (O2) и воздух. Обработка цветных металлов и сплавов предполагает использование неактивной группы, а именно азота (N2), аргона (Ar), водорода (H2), водяного пара. Кислород окисляет цветные металлы, то есть запускает их горение, поэтому их обрабатывают в среде защитных газов. Также за счет изменения состава газовой смеси удается поднять качество обработки.
- Ширина разреза. В данном случае работает одно правило: при росте показателей повышается ширина реза. На нее влияют толщина и вид металла, диаметр сопла, сила тока, количество используемого газа и скорость обработки.
- Производительность, которая зависит от скорости резки. Так, бытовые агрегаты в соответствии с ГОСТ ограничены показателем 6,5–7 м/мин (~0,11 м/сек). Производительность резки зависит от толщины, вида металла, скорости струи газа. Нужно понимать, что увеличение размеров заготовки приводит к снижению скорости обработки.

При обработке алюминия, меди, а также сплавов на их основе, плазма образуется из:

- сжатого воздуха;
- кислорода;
- азотно-кислородной смеси;
- азота;
- аргоно-водородной смеси.

Существуют марки металла, которые не могут обрабатываться некоторыми видами плазмообразующих смесей. Так, резка титана не должна производиться при помощи соединений, имеющих в составе азот и водород.

Анализируя выше перечисленное можно сделать вывод о том, что плазморежущий инструмент пригодится в производстве, при том условии,

что вы работаете с большим количеством заготовок, которые подлежат обработке резанием. Данное оборудование имеет больше преимуществ относительно схожих металлорежущих агрегатов. Перед покупкой плазмореза, следует убедится, что он действительно вами востребован, так как это не дешевое оборудование.

Список литературы

1. Плазморез: принцип действия, устройство, инструкция по применению https://instanko.ru/drugoe/plazmorez-video.html
2. Плазморез https://kursremonta.ru/remontnye-raboty/plazmorez-807
3. Что такое плазморез и как работает плазменный резак по металлу https://plavitmetall.ru/oborudovanie/plazmorez-kak-rabotaet.html
4. Плазменная резка https://ru.wikipedia.org/wiki/Плазменная_резка
5. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов / Сост. А.И. Акулов, В.П. Алехин, С.И. Ермаков др. 2012. – 119 с.
6. Головачёва А.А. Современные способы резки металлов / А.А. Головачёва [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 69-й студенческой научной конференции. 2018. с. 329-335.
7. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
8. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.
9. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
10. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
11. Костенко А.А. Режущий инструмент и его пути совершенствования / А.А. Костенко, В.Г. Козлов, А.А. Заболотная // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 146-151.
12. Крекотень М.А. Методы улучшения качественных показателей режущего инструмента / М.А. Крекотень, М.Д. Котков, А.С. Вахидов, В.Г. Козлов, Е.А. Высоцкая // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 566-571.
13. Пушкарская А.Е. Инновационный режущий инструмент и его применение / А.Е. Пушкарская, М.А. Крекотень, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. С. 577-581.

14. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 631.362

А.А. Плешков, студент
П.С. Востриков, к.т.н., доцент

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

В статье проведен анализ по назначению и конструкции существующих зубчатых передач, рассмотрены технологии их изготовления. Определены преимущества их применения.

Зубчатая передача – это механизм, который с помощью зубчатого зацепления передает движение с изменением угловых скоростей и моментов. Зубчатая передача содержит: колеса с зубьями, которые сцепляются между собой, создавая ряд работающего механизма.

Данный вид передач преобразует вращательное движение в поступательное и наоборот. Зубчатые передачи так же применяют для превращения и передачи вращательного движения между валами с пересекающимися, параллельными или перекрещивающимися осями.

В данной статье мы поговорим о новых видах зубчатого зацепления. Рассмотрим арочные зубчатые передачи и зубчатые передачи с эллиптическим профилем зуба.



Рисунок 1– Зубчатая передача с элептическим профилем зубьев

В современном обществе все большее количество требований предъявляется к машиностроению, а точнее к зубчатым передачам. К таким требованиям относят: точность, бесшумность, гибкость работы, и быть ремонтно-обслуживаемой т.д.

Поэтому человек постоянно думает об улучшении всех характеристик зубчатых передач. Так же двух видов профиля зубьев: эвольвентного, неэвольвентного. В итоге родилась идея создать зубчатую передачу с эллиптическим профилем зубьев (рис. 1).

Главным достижением эллиптического профиля зуба [4, 5] является то, что в данной конструкции смогли достичь, в торцевом сечении косозубой передачи, равенства радиусов кривизны головки зуба и относящейся к ней межзубовой впадины ножки сопрягаемого зуба.

Косозубые колеса входит в состав новой передачи. На соответствующих начальных делительных окружностях находятся профили зубьев сделанных в форме радиусов в торцевом сечении центра. В этой зубчатой паре соблюдается условие: радиус головки зуба равен радиусу ножки зуба, на шестерне и на сопрягаемом колесе. В нормальном же сечении зуба профиль последнего представляется эллипсом с радиальным расположением его большой оси, а размеры осей эллипса находятся в зависимости от угла наклона зубьев.

Эта передача намного жестче по сравнению с известным эвольвентным зацеплением. Толщина зуба по делительной окружности равна высоте зуба при работе зубьев на изгиб, в то время как в эвольвентной передачи – толщина зуба почти в 1,5 раза меньше высоты зуба. Помимо этого, в новом зацеплении прочностные характеристики зуба выросли еще и за счет того, что основание зуба (считающееся опасным сечением для эвольвентного зацепления) расширено из-за большого радиуса ножки зуба и из-за отсутствия концентраторов напряжения, имеющихся в эвольвентном зацеплении. Поэтому данная передача способна передавать больший крутящий момент.

Применять данный вид передач можно во многих отраслях промышленности. Она может использоваться: в шевронных, косозубых, конических и гипоидных передачах и перекрещивающимися, и пересекающимися, и параллельными осями вращения. Эффективно использование данной зубчатой передачи в подъемно-транспортных механизмах, вертолетах, редукторах общего назначения, и в машинах требующих высокую производительность и т.д.

Арочные зубчатые колеса [4-8] (рис. 2) – новый вид эвольвентных цилиндрических зубчатых колес с круговыми зубьями, симметрично расположенными относительно торцов зубчатого венца.

Улучшилась жесткость и прочность зуба из-за его круговой формы. Ряд преимуществ:

1. Протяженность суммарной линии зацепления увеличена, что повышает несущую способность и долговечность.

2. Увеличенный коэффициент торцового перекрытия обеспечивает плавность работы передач, несмотря на использование шестерен с малым количеством зубьев.



Рисунок 2– Арочные зубчатые колеса

Применение данного типа зубьев имеет особые требования:

1. Арочные зубчатые передачи требуют обеспечения возможности осевой самоустановки колес.

2. Сборка передачи возможна либо радиальным сближением парных колес, либо установкой в корпус заранее собранной передачи.

Цилиндрические зубчатые колеса с круговыми зубьями много лет не применялись из-за не существовавшей технологии создавать точный и работоспособный вид зубьев. Все попытки кончались неудачей.

С этой целью был разработан уникальный способ зубонарезания арочных зубчатых колес специалистами Рязанского предприятия ООО «Зубчатые трансмиссии – МГОУ». Метод дает хорошие показатели производительности и точности, а также обогащает арочные передачи многими полезными свойствами, получение которых невозможно или затруднено у традиционных зубчатых колес. А основными достоинствами способа, который открывает возможности применения арочных зубчатых колес в передачах, являются:

1. Зубонарезание выполняется на многих видах четырехкоординатных станков с ЧПУ, одна из координат которых является круговой

2. Способ позволяет исключить подрез в районе ножки зуба. Это позволяет увеличить область использования зубчатых колес с малым числом зубьев.

3. Каждой из сторон зубьев можно придать свой угол профиля, это увеличит прочность зубьев для нереверсивной передачи (рис. 3).

4.Зубьям можно придать три вида коррекций: тангенциальную (изменение толщины зуба), угловую (изменение угла профиля) и высотную (смещение профиля по эвольвенте).

5. Перечисленные возможности зубонарезания достигаются программированием обработки на станках с ЧПУ.



Рисунок 3– Несимметричный профиль зуба

6. Точность зубонарезания должна быть очень высокая и достигается за счет параметрической компенсации погрешностей станков с ЧПУ.

7. Использование обычного твердосплавного режущего инструмента дает высокую производительность зубообработки. Твердость обрабатываемого материала может достигать HRC54, композитами – до HRC62.

8. Требуемые точность и шероховатость достигают лезвийной обработкой, поэтому нет нужды в шлифовании профиля зуба.

9. Одним специальным сборным режущим инструментом – резцовой головкой нарезают в пределах заданного типоразмера зубчатые колеса любого модуля, включая дробный, с любым числом зубьев, с любым оптимальным углом профиля [7-14].

На сегодняшний день зубчатые механизмы используются повсеместно. В сельскохозяйственном машиностроении применяются различные по конструкции зубчатые механизмы [1-8]. Если первые зубчатые колеса были деревянные, затем стальные, то сегодня широкое применение находят зубчатые передачи из пластмасс, керамики и композитных материалов. В наше время процесс совершенствования зубчатых передач продолжается.

Список литературы

1. Востриков П.С. Обеспечение оптимальной загрузки агрегатов путем деления зернового потока / П.С. Востриков// Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы научно-практической конференции молодых ученых. – Воронеж: ВГАУ, 2009. – С.242-246.

2. Востриков П.С. Формирование зерновых потоков в зерноочистительных агрегатах / П.С. Востриков// Научное обеспечение 2,3агропромышленного производства: материалы международной научно-практической конференции. Часть 3. – Курск: КГСХА, 2010. – С.111-112.

3. Оробинский В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технические средства для ее реализации: дис. д-ра. с.х. наук/ В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ. – Воронеж, 2007.-334с.

4. Беляев, А.Н. Эквивалентная жесткость многоступенчатых зубчатых редукторов / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина. – Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). – С. 131-136.

5. Беляев, А.Н. Эквивалентная жесткость двухступенчатых зубчатых редукторов / А.Н. Беляев, Т.В. Тришина Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 9. – С. 11-13

6. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие / А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.

7. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления/ В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова.– Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 215 с.

8. Тришина, Т.В. Металлорежущие станки: учебное пособие/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов. - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013.– 260 с.

9. Пат. 2172669 (С1) Российская федерация, МПК: 7В 27G 15/00 А. Суппортный токарный резец/ В.В. Кузнецов, В.К. Павлов, Т.В. Тришина; патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. - 2000111679/13; заявл. 10.05.2000; оггубл.27.09.2001; бюл. № 24. – 5 с.

10. Тришина, Т.В. Измерение силы резания при обработке древесины и материалов на ее основе инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина, В.Г. Козлов, Т. В. Тришина// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 390.

11. Тришина, Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. Конф. «Техника и технологии - мост в будущее»/ ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 5. – 4.4. –С. 341-344.

12. Тришина, Т.В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием/ Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер, междунар.заочн. научно-практич. конф.- «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА.- Воронеж, 2014. – № 3. – 4.4. –С. 366-370.

13. Тришина, Т.В. Применение теории подобия и размерности для определения оптимальных параметров резца и режимов резания при обработке древесины/ Т. В. Тришина, В.Г. Козлов В.И., Трухачев// Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. –С. 388.

14. Тришина, Т.В. Совершенствование режущего инструмента для токарной обработки древесных материалов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.21.05)/ Татьяна Владимировна Тришина. – Воронеж, 1999. – 16 с.

УДК 629.3.033

Д. Б. Болотов, бакалавр
П.Н. Завалин, бакалавр
О.И. Поливаев, д.т.н., профессор

СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОДВЕСОК ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Данная статья ставит перед собой задачи исследования современных гусеничных движителей с индивидуальной подвеской опорных катков, а также предложен наиболее эффективный вариант конструкции подвески гусеничного трактора.

В современной России сельскохозяйственная отрасль занимает значительное место среди отраслей народного хозяйства. Качество жизни населения, а также его благосостояние во многом зависит от уровня развития агропромышленной сферы внутри страны. Успешное развитие сельского хозяйства, невозможно без применения современной техники.

Для того чтобы минимизировать нанесение ущерба почве тяговыми агрегатами, необходимо использовать новейшую технику. Современное тракторостроение в настоящее время преимущественно разрабатывает технику, в конструкции которой в качестве движителя выступают спаренные колеса или гусеницы, что позволяет уменьшить удельное давление на почву. К преимуществам гусеничного трактора, помимо снижения уплотнения почвы, можно отнести: высокие сцепные качества гусеницы с поверхностью, на грунтовых покрытиях, высокая проходимость, большая плавность хода, по сравнению с колесной техникой [8].

Помимо уменьшения уплотнения почвы, перед конструкторами стоит задача повышения скоростей движения машинотракторных агрегатов (МТА). Увеличение скорости передвижения техники, приводит к возрастанию колебаний остова трактора, что негативно сказывается на всех узлах и агрегатах рабочей машины, снижая их ресурс, а также отрицательно влияет на здоровье механизатора, управляющего данной машиной. Соответственно, чтобы повысить эксплуатационные свойства машины, необходимо разрабатывать новые типы подвесок, а также совершенствовать существующие конструкторские решения [2].

В настоящее время, в тракторостроении известно большое количество различных вариантов улучшения эксплуатационных свойств гусеничной техники.

Многие гусеничные машины имеют торсионную подвеску опорных катков. Существует большое разнообразие конструкций такой подвески [3].

Рассмотрим торсионную подвеску опорного катка транспортного средства, в конструкции которой установлены три торсионных вала рис.1 (а,б) [5]. Данная подвеска устроена следующим образом: опорный каток 1 установлен на оси балансира 2, которая жестко соединена с трубой 3, смонтированной в опорах 4. Опоры 4 установлены в корпусе 5 транспортного средства. Внутри трубы 3 установлен первый торсион 6, жестко закрепленный на входе в трубу 3, противоположный конец которого выступает из трубы 3 и жестко заделан на входе в первую трубу 7, установленную соосно и последовательно с трубой 3, и смонтирован в опорах 8, установленных в корпусе 5. В трубе 7, рядом с местом закрепления, торсиона 6 заделан конец второго торсиона 9, выступающий из трубы 7, другой конец которого заделан на входе в третью трубу 10, установленную соосно и последовательно с трубой 7 и смонтированной в опорах 11, установленных в корпусе 5.

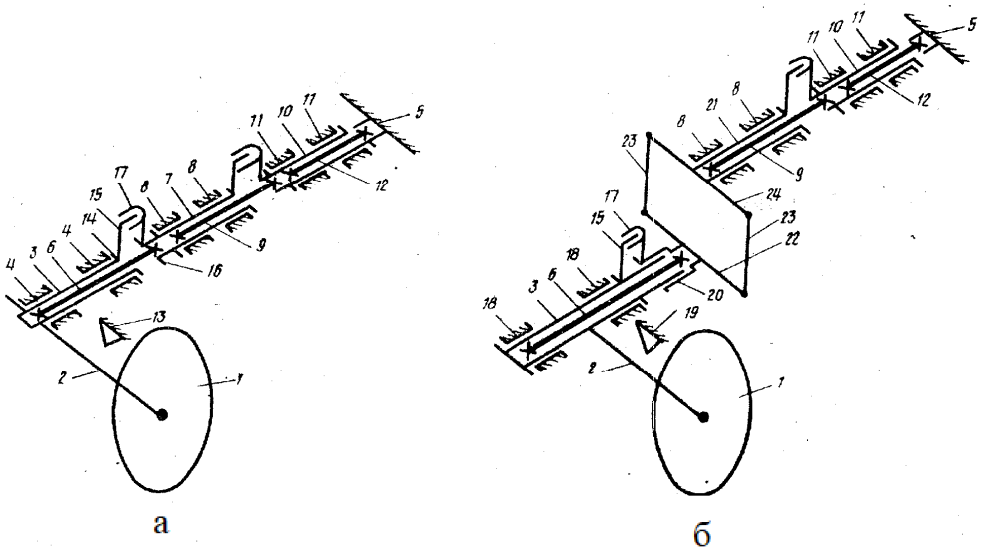


Рисунок 1. Схема трех торсионной подвески гусеничного движителя

Третий торсион 12, одним концом заделан в трубе 10, а другим жестко связан с корпусом 5. Упор 13, ограничивающий балансир 12, жестко закреплен на корпусе 5. Торец 14, трубы 3, имеет выступ 15, а прилежащий торец 16 трубы 7 имеет впадину 17. Впадина 17 выполнена по форме, сопрягаемой с выступом 15, и образует с ним боковые зазоры для поворота трубы 3 относительно трубы 7. Аналогичным образом выполнено соединение прилежащих концов труб 7 и 10 . Трубы 3,7 и 10 в своих опорах соответственно 4, 8 и 11 зафиксированы от продольных перемещений с помощью торцовых буртов, и между их прилежащими концами, а также выступами 15 и впадинами 17 имеются торцевые зазоры.

Данный вид подвески с тремя торсионами, работает следующим образом. При наезде на препятствие, опорный каток 1 поднимается и поворачивает балансир 2, который в свою очередь проворачивает трубу 3, производя закрутку торсиона. Противоположный конец первого торсиона 6 начинает поворачивать трубу 7, что приводит к закручиванию второго торсиона 9, и посредством него поворачивается труба 10, что вызывает закрутку третьего торсиона 12, который жестко связан противоположным концом с корпусом 5. Торсион 6 продолжает закручиваться до упора выступа 15 на торце 14 трубы 3 в боковую поверхность впадины 17 на торце 16 трубы 7, после чего трубы 3 и 7 проворачиваются как одно целое, при этом закрутка торсионов 9 и 12 продолжается. При дальнейшем ходе катка 1, торсион 9, который обладает большей, чем торсион 6 жесткостью, прекращает закрутку, торсион 12, который имеет жесткость больше других торсионов, закручивается до тех пор, пока балансир 2 не достигнет упора 13.

Таким образом, рассмотрев конструкцию торсионной подвески опорного катка, видно, несмотря на глубокую модернизацию по сравнению с однорычажной торсионной независимой подвеской, данный тип подвески имеет некоторые недостатки, а именно линейную характеристику, возможность пробоя и неспособность плавно работать на высоких скоростях движения при перемещении по различным типам грунта [1]. Данные недостатки негативно сказываются на надежности узлов и агрегатов транспортного средства, а так же отрицательно влияют на условия работы механизатора [6].

Большую часть недостатков торсионной подвески опорного колеса гусеничного движителя, можно убрать, установив вместо торсионного вала лопастной механизм. Лопастной механизм, по сравнению с другими типами индивидуальных подвесок опорного колеса, обладает следующими преимуществами:

- обеспечивает высокую плавность хода, при движении на различных поверхностях, за счет установки внутри его механизма набора тарельчатых пружин различной жесткости;

-убирает возможность пробоя подвески;

-снижает вертикальные колебания корпуса трактора, что улучшает плавность хода, повышает производительность работы мобильного энергетического средства, а также увеличивает ресурс узлов и агрегатов за счет снижения на них колебаний, приходящих с подвески трактора [7].

Лопастной механизм представлен на рис. 2 [4]. Он состоит из металлического корпуса, внутри которого на подшипниках установлена ось 2. На одном краю оси имеются шлицы, при помощи которых крепится лопастник 3, который одним концом упирается в резиновую вставку 5, а другим в набор тарельчатых пружин 4. Внутри корпуса лопастника 3, имеется жиклер 8, необходимый для пропуска масла, при его смещении. Для получения не линейной характеристики, наборы тарельчатых пружин собраны в пакеты по две 9, три 10 и четыре 11 пружины. Между последовательно соединенными пружинами, имеются вставки 7, которые

обеспечивают прилегание пружин к полости. Крайний пакет тарельчатых пружин упирается в упор 6, который жестко вмонтирован в корпус лопастного механизма. Внутри, механизм заполнен масляным наполнителем.

Применение данного наполнителя и установка наборов тарельчатых пружин различной жесткости, позволяют получить следующие результаты:

- получение требуемого угла закрутки, для обеспечения определенной жесткости подвески, при движении по пересеченной местности;
- нелинейная, в отличие от торсионных конструкций, зависимость силы от деформации.

Таким образом, при установке в подвеску мобильного энергетического средства лопастного механизма, с набором тарельчатых пружин различной жесткости, получается, достичь следующих результатов:

-снижение динамически нагрузок,

-уменьшение резонансных колебаний остова трактора,

-повышение надежности и увеличение срока службы торсионных валов.

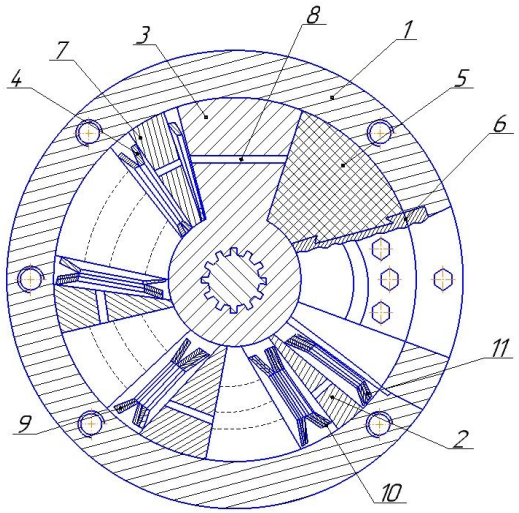


Рисунок 2 Лопастной механизм

Все вышеперечисленные факторы позволяют повысить надежность подвески гусеничного трактора, а также увеличить плавность хода транспортного средства.

Список литературы

7. Поливаев О.И. Снижение динамической нагруженности мобильныхмобильных энергетических средств от внешних воздействий и повышение их тягово-динамических показателей/ О.И. Поливаев, В.К. Астанин, Н.В. Бабанин// Лесотехнический журнал.-2013.-№3(11).-С.150-156.

8. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Конструкция: (учебное пособие)/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко. М.: КноРус, 2010.-256с.

9. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В.

10. Авторское свидетельство СССР №5500311. Устройство для натяжения гусеничной цепи транспортного средства/ О.И. Поливаев, Н.Е. Буравлев: заявитель и патентообладатель Воронежский сельскохозяйственный институт им. К.Д. Глинки. Дата подачи заявления 15.05.1990, опубликовано 15.05.92, Бюл.№18.
11. Авторское свидетельство СССР №950552. Торсионная подвеска опорного катка транспортного средства / Ю.П. Саматов. Дата подачи заявления 13.04.77, опубликовано 15.08.82, Бюл.№30.
12. Поливаев О.И. Крутильные колебания валов механических трансмиссий/ О.И. Поливаев, А.Н. Беляев, Е.М. Попов// Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2000.-№4.-С.28-29.
13. Поливаев О.И. Выбор оптимальных характеристик упругодемпфирующихприводов ведущих колес тракторов/ О.И. Поливаев, С.Н. Пиляев, А.Н. Беляев// В сборнике: Улучшение работоспособности деталей и узлов сельскохозяйственной техники. Сборник научных трудов. Воронеж, 1995. –С.31-38.
14. Солнцев В.Н. Механизация растениеводства/ В.Н. Солнцев, А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин, А.П. Дъячков. Учебник для вузов. Москва, 2016.-383с.

УДК: 631.356.2: 504.062.2

А.И. Подколзин, студент
И.В. Баскаков, к. с.-х. наук, доцент
А.Н. Кузнецов, к.т.н., доцент

РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В данной статье рассмотрены основные способы ресурсосбережения и снижения потерь урожая корнеплодов при производстве сахарной свеклы. Рассмотрены их взаимосвязи, а также приведена схема способов ресурсосбережения при уборке сахарной свеклы.

В условиях современной рыночной экономики и конкуренции необходимо обеспечивать высокое качество продукции при минимально возможных затратах. Поэтому вопросы ресурсосбережения при уборке сахарной свеклы являются действительно важными.

На сегодняшний день сахарная свекла является единственной сельскохозяйственной культурой в Российской Федерации, которая дает сырье для производства сахара. В настоящие годы в России потребность населения и перерабатывающей промышленности в сахаре за счет собственного производства удовлетворяется на 53…59% [7]. Поэтому для обеспечения продовольственной безопасности необходимо увеличить

площади возделывания сахарной свеклы. Также увеличить валовой сбор можно за счет повышения урожайности, снижения потерь при возделывании, совершенствовании операций по посеву, уборке урожая, хранении и очистке корнеплодов. Также необходимо снижать затраты на эксплуатацию техники и оплату труда [5].

Стоит отметить, что активное внедрение ресурсосберегающих технологий доступно в основном крупным агрохолдингам и сельхозпредприятиям. Их преимущество состоит в наличие большого объема финансовых средств. Однако из-за применения разномарочных машин, неэффективных технологий, дорогостоящей зарубежной техники себестоимость производства продукции неоправданно высока. Прибыль агрохолдинги получают за счет монополизма на рынке сбыта произведенной продукции. Из-за чего более мелкие сельхозпредприятия теряют мотивацию по выращиванию сахарной свёклы и использованию современных ресурсосберегающих технологий [3].

Наиболее распространенным способом снижения затрат является удельное сокращение машинотракторного парка на 1000 га пашни. Благодаря применению мощных высокопроизводительных тракторов и корнеуборочных комбайнов, можно добиться значительной экономии технических ресурсов и топливно-смазочных материалов. Однако не все хозяйства могут приобрести современную технику даже с помощью государственной поддержки.

Особенно важно использование мощной современной техники во время уборки с неблагоприятными погодными и почвенными условиями. Поздней осенью возникает риск повышения влажности почвы, что требует использования техники с высокой проходимостью. Необходимо снизить скорость движения уборочного агрегата, а также уменьшить глубину хода рабочих органов. Использование устаревшей техники приводит к срыву сроков уборки и потере части урожая.

Также стоит отметить большие потери топливно-смазочных материалов. Из-за необоснованного выбора приобретаемой техники, неправильного ее эксплуатирования, несоблюдения сроков и технологий технического обслуживания, недостаточного учета за расходом, происходит перерасход топливно-смазочных материалов, что приводит к удорожанию единицы продукции.

Еще одним способом ресурсосбережения стоит отметить повышение квалификации сотрудников предприятий. Недостаточное количество опыта или отсутствие обучения персонала приводит к более частым поломкам техники, перерасходу ТСМ, неправильной настройке уборочных агрегатов к конкретным почвенно-климатическим условиям. При грамотном подходе оператора к регулировке агрегата можно значительно повысить качество очистки и среза ботвы, а также снизить травмирование при выкорчевывании и погрузке корнеплодов, что уменьшит потери урожая.

Применение современной уборочной техники, оснащенной электронными системами автоматической подстройки рабочих органов под конкретные почвенные условия, системой кондиционирования в кабине,

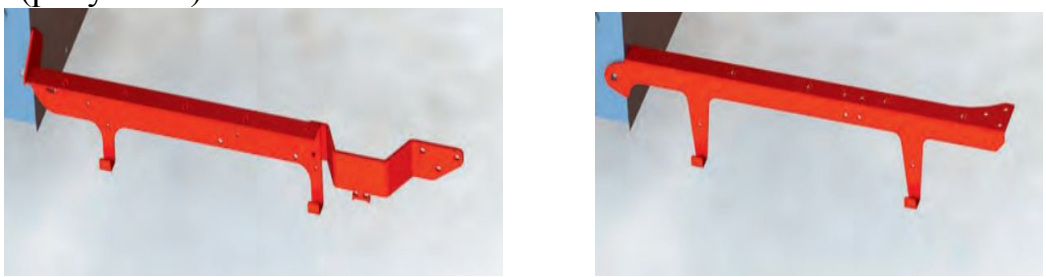
эргономичными приборами, комфортабельные сиденьем позволит снизить уровень утомляемости механизатора. Использование средств диагностирования позволит выводить на приборную панель информацию о состоянии систем уборочной машины, параметрах уборки и оповещать о неисправностях [4, 8].

Еще одним способом сохранения биоресурсов является улучшение конструкции сельскохозяйственных машин. Благодаря совершенствованию машины можно снизить количество корнеплодов, невыкорчеванных из почвы и оставшихся после уборки на поле.

Также необходимо повышать урожайность сахарной свеклы путем выведения новых сортов, применения новых высокоэффективных удобрений и химических препаратов. В результате чего повысится урожайность сахарной свёклы, её стойкость к болезням, вредителям и т.д. Это позволит получить сельскохозяйственным предприятиям дополнительную продукцию.

Состояние почвы значительно влияет на качество технологического процесса и объём выращенной продукции. Например, переуплотнение почвы снижает урожайность сельскохозяйственных культур, увеличивает сопротивление на извлечение корнеплодов и затраты на их последующую обработку [1, 2, 6].

Немаловажным фактором в снижении металлоемкости техники, а как следствие в улучшении эксплуатационных показателей машины, является применение современных программ моделирования. Например, использование компьютерных программ производителями свеклоуборочной техники дает возможность проводить виртуальные расчеты и тесты узлов или агрегатов с целью их оптимизации. Например, инженеры компании Holmer при проектировании комбайна Terra Dos T4 применяли компьютерное моделирование деталей с учетом прилагаемых нагрузок для оптимизации их формы (рисунок 1).



а *б*

а – исходный вариант детали, весом 5,7 кг; *б* – деталь после компьютерного расчета прилагаемых нагрузок, весом 2,6 кг

Рисунок 1 – Компьютерное моделирование детали свеклоуборочного комбайна

Также программа определяет материал для изготовления детали, что позволяет уменьшить толщину стенок деталей. В результате такой работы был значительно снижен вес комбайна, благодаря чему сокращается расход топлива, уменьшается давление на почву и снижается нагрузка на рабочие органы.

Снизить удельный расход топлива и затраты труда можно путём повышения производительности сельскохозяйственного агрегата, которую можно определить по следующей зависимости [5]:

$$W = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau ,$$

где B_p – рабочая ширина захвата агрегата, *м*;

V_p – рабочая скорость сельскохозяйственного агрегата, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

Зависимость по определению производительности сельскохозяйственного агрегата указывает на основные пути ресурсосбережения:

- увеличение рабочей ширины захвата агрегата;
- повышение рабочей скорости движения;
- повышение коэффициента использования времени смены.

Сокращение простоев агрегата увеличит время его работы. Этого можно добиться лучшей организацией труда, повышением безотказности техники, своевременной заправкой машин или разгрузкой бункеров и т.д.

Еще одним способом ресурсосбережения является использование поточного способа уборки корнеплодов. В данном случае корни и ботва непосредственно из свеклоуборочной машины выгружаются в транспортное средство, после чего сразу же направляются на место использования или хранения. Поточный способ наименее трудоёмок и позволяет провести уборку за короткий промежуток времени, однако он доступен только крупным хозяйствам.

Все приведенные способы ресурсосбережения можно объединить в схему, представленную на рисунке 2.

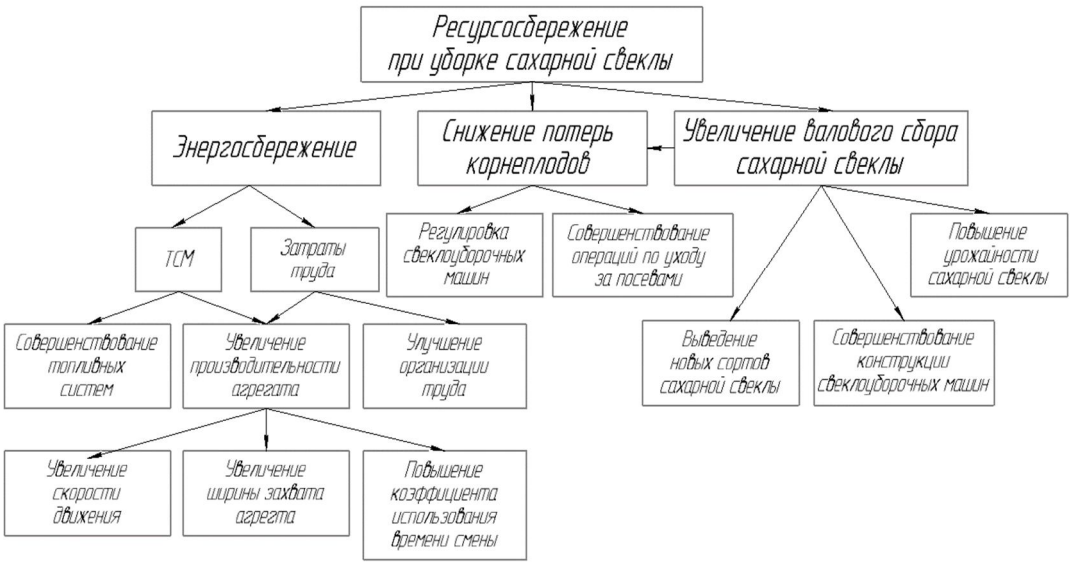


Рисунок 2 – Основные направления ресурсосбережения при уборке сахарной свеклы

Из представленной схемы видно, что основными направлениями по сбережению ресурсов при уборке сахарной свеклы являются:

1. Энергосбережение;

2. Снижение потерь корнеплодов;

3. Увеличение валового сбора сахарной свеклы.

Таким образом, проблему ресурсосбережения при производстве сахарной свеклы необходимо решать комплексно. Недостаточно только закупить современную энергонасыщенную технику, необходимо подготовить персонал для её грамотного использования, настройки, обслуживания и ремонта, а также применять различные методы сокращения потерь корнеплодов при их выращивании и уборке. Устранение выявленных недостатков поможет снизить себестоимость продукции и повысить прибыль сельскохозяйственных предприятий.

Список литературы

1. Баскаков, И.В. Изыскание путей снижения уплотнения почвы на семенниках многолетних трав: дис. … канд. техн. наук.: 03.00.16: защищена 18.10.2007: утв. 18.01.2008 / Баскаков Иван Васильевич. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2007. – 162 с.

2. Баскаков, И.В. Плотность почвы. Влияние на урожайность сельскохозяйственных культур / И.В. Баскаков / Germany: Saarbrucken, 2011. – 162 с.

3. Горбунов, Б.И. Алгоритм расчёта параметров технологических систем возделывания сахарной свеклы в зависимости от складывающихся условий сезона / Б.И. Горбунов, М.Н. Денцов, В.Б. Горбунов // Вестник НГСХА: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Том 3. – Нижний Новгород, 2013. – С. 90-96.

4. Денцов, М.Н. Пути снижения затрат на выращивание сахарной свеклы в Нижегородской области / М.Н. Денцов, А.В. Павлов // Сахарная свекла. – 2014. – № 6. – С. 8-9.

5. Денцов, М.Н. Эксплуатационно-технологическая оценка средств механизации уборки сахарной свеклы / М.Н. Денцов // Сахарная свекла. – 2014. – № 4. – С.41-42.

6. Оптимальная плотность почвы – резерв повышения урожайности / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, А.В. Чернышов // Сельский механизатор. – 2017. – №11. – С. 12-13.

7. Снижение потерь сахарной свеклы и качество уборочных работ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.saharonline.ru/reduce_loses_beet.php?enc=605 (дата обращения: 17.11.2019).

8. Солнцев В.Н. Современные свеклоуборочные машины: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / В.Н. Солнцев, Н.В. Закурдаева. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2010. – 129 с.

УДК: 621.311(075)

Д.А. Подорванов, студент
Д.С. Литашин, студент
А. Н. Ларионов, д.ф. – м.н., профессор

ПАДЕНИЕ БЕСКОНЕЧНО ДЛИННОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ВОЛНЫ НА УЗЛОВУЮ ТОЧКУ ЛИНИИ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМИ ПАРАМЕТРАИМ

Рассмотрен процесс распространения волны с прямоугольным фронтом в линии с распределёнными параметрами. С использованием операционного исчисления анализируются особенности прохождения волны через узловую точку линии.

Изучение процесса распространения волн вдоль линии с распределёнными параметрами является актуальной технической задачей [1,2]. Рассмотрим процесс распространения прямоугольной волны на узловую точку линии (рис.1.а). На рис.1.б приведена эквивалентная схема, для операторное уравнение силы тока имеет вид

$$I(p) = \frac{2U_1}{z_1 + z_\alpha(p)} = \frac{2U_1}{z_1 + \dfrac{z_2}{z_2 Cp + 1}}$$

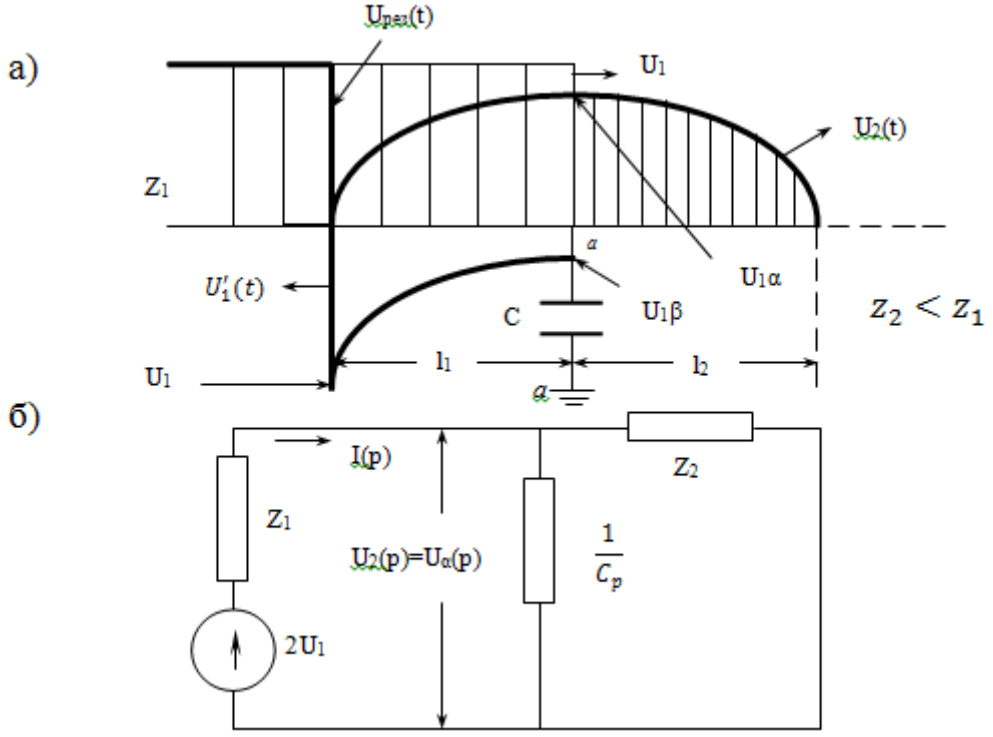


Рис. 1 Прохождение прямоугольной бесконечной волны мимо емкости: а) схема узловой точки и распространения волн на линиях; б) эквивалентная схема замещения

Тогда напряжение преломлённой волны в операторной форме примет вид

$$U_2(p) = U_\alpha(p) = I(p)z_\alpha(p) = U_1 \frac{2z_2}{z_1 + z_2 C} \cdot \frac{1}{p + \frac{z_1 + z_2}{z_1 z_2 C}}$$

Операторной функции вида $F(p) = \frac{1}{p+\lambda}$ соответствует по Карсону – Хевисайду функция времени $f(t) = \frac{1}{\lambda}\left(1 - e^{-\lambda t}\right)$. Таким образом, преломленная волна будет изменяться во времени по закону

$$U_2(t) = U_1 \frac{2z_2}{z_1 + z_2}(1 + e^{-\frac{z_1+z_2}{z_1 z_2 C}t})$$

При t=0 получаем $U_2(0) = 0$. Следовательно, прямоугольная падающая волна U_1 порождает на второй линии волну $U_2(t)$со сглаженным фронтом.

При t= ∞ последнее выражение преобразуется к виду

$$U_2(\infty) = U_1 \frac{2z_1}{z_1 + z_2} = \alpha U_1$$

Видно, что влияние емкости исчезло и преломленная волна зависит только от волновых сопротивлений [3]. Конденсатор в течение очень большого времени зарядится, его э. д. с. будет направлена противоположно U_1, и тока в нем не будет. Энергия конденсатора равна $\frac{CU_2^2}{2} = \frac{C\alpha^2 U_1^2}{2}$.

Крутизна фронта преломленной волны составит в начальный момент

$$\frac{dU_2(t)}{dt}\Big|_{t=0} = \frac{2U_1}{z_1 C}$$

Чем больше волновое сопротивление z_1и больше емкость С, тем медленнее происходит зарядка конденсатора и тем положе фронт преломленной волны [4]. Ёмкость С может представлять емкость специального конденсатора или ёмкость шины, присоединенных к ней аппаратов и т.п.

Отраженная волна определится следующим образом:

$$u_1'(t) = u_2(t) - U_1 = U_1\left(\frac{z_2 - z_1}{z_1 + z_2} - \frac{2z_2}{z_1 + z_2} e^{-\frac{z_1+z_2}{z_1 z_2 C}t}\right)$$

В начальный момент ее значение равно $-U_1$.

При $t = \infty$ емкость перестает влиять также на отраженную волну, и поэтому получаем

$$U_1'(\infty) = U_1 \frac{z_2 - z_1}{z_1 + z_2} = U_1\beta$$

В конце процесса величина и знак отраженной волны зависят от соотношения z_1и z_2. Если $z_2 < z_1$, то отраженная волна сохранит отрицательный знак (рис.1.а). Если же $z_2 > z_1$, то отраженная волна изменит свой знак и тогда конечное значение преломленной волны будет больше падающей волны [5].

Результирующий потенциал $u_{рез}$ на участке l_1 представлен жирной линией. Он полностью повторяет преломленную волну, являясь ее зеркальным отображением (приняты одинаковые скорости пробега волн на

обеих линиях). Точка *а*, получив какой – либо потенциал, передает его вправо и влево. Это справедливо для падающих волн типа U_1.

Начальное и конечное значение волн можно было бы определить, исходя из следующего. В навальный момент конденсатор представляет собой короткозамкнутый участок цепи, что следует из второго закона коммутации. Поэтому точка*а* оказывается замкнутой в этот момент на землю, а линия замкнутой накоротко. Отражение падающей волны в этом случае происходит с переменой знака [6]. В конце процесса конденсатор представляет собой бесконечно большое сопротивление для бесконечной волны с прямоугольным фронтом, и ветвь с конденсатором может быть из рассмотрения исключена. Тогда получается случай простого перехода волны с одной линии на другую.

Рассмотрим прохождение прямоугольной бесконечной волны через индуктивность, связывающую линии с волновыми сопротивлениями z_1 и z_2. Не прибегая к эквивалентной схеме и математическим выкладкам, производим анализ процесса по начальным и конечным его значениям (рис.2.а).

В начальный момент, согласно первому закону коммутации, катушка с индуктивностью L представляет собой бесконечно большое сопротивление. Ток за точкой *а* должен быть равен нулю, и начальное значение преломленной волны также равно нулю. Отражение происходит без перемены знака, как и в случае падения волны на разомкнутый конец линии.

Начальное значение результирующего потенциала на первой линии равно удвоенной амплитуде падающей волны U_1. Этот потенциал распространяется к началу первой линии, вызывая на ней перенапряжение. Это является недостатком рассмотренной схемы, хотя индуктивность L и вызывает пологий фронт у преломленной волны. Преломленная волна имеет следующее выражение:

$$u_2(t) = U_1 \frac{2z_1}{z_1 + z_2}(1 - e^{-\frac{z_1+z_2}{L}t})$$

Крутизна фронта в начальный момент равна

$$\frac{du_2(t)}{dt}\Big|_{t=0} = U_1 \frac{2z_2}{L}$$

Чем больше L и меньше волновое сопротивление z_2, тем меньше крутизна. Крутизна не зависит от z_1 потому, что в первый момент все напряжение падающей волны приложено к L. В первые мгновения нарастания тока во второй линии будет определяться в основном z_2, а не z_1.

Сравнение двух последних случаев показывает, что емкость, включенная между точкой сопряжения двух линий и землей, и индуктивность, включенная в рассечку между ними, позволяет получить на второй линии волну со сглаженным фронтом.

Аналогично анализируются и схемы на рис. 2, *б* и *в*. В одной из них индуктивность L включена между точкой сопряжения двух линий и землей, в другой – емкость С находится в рассечке между этими линиями. В

начальный момент сопротивление ветви с индуктивностью L равно бесконечности и преломленная волна имеет значение

$$U_2(0) = U_1 \frac{2z_2}{z_1 + z_2} \quad (1)$$

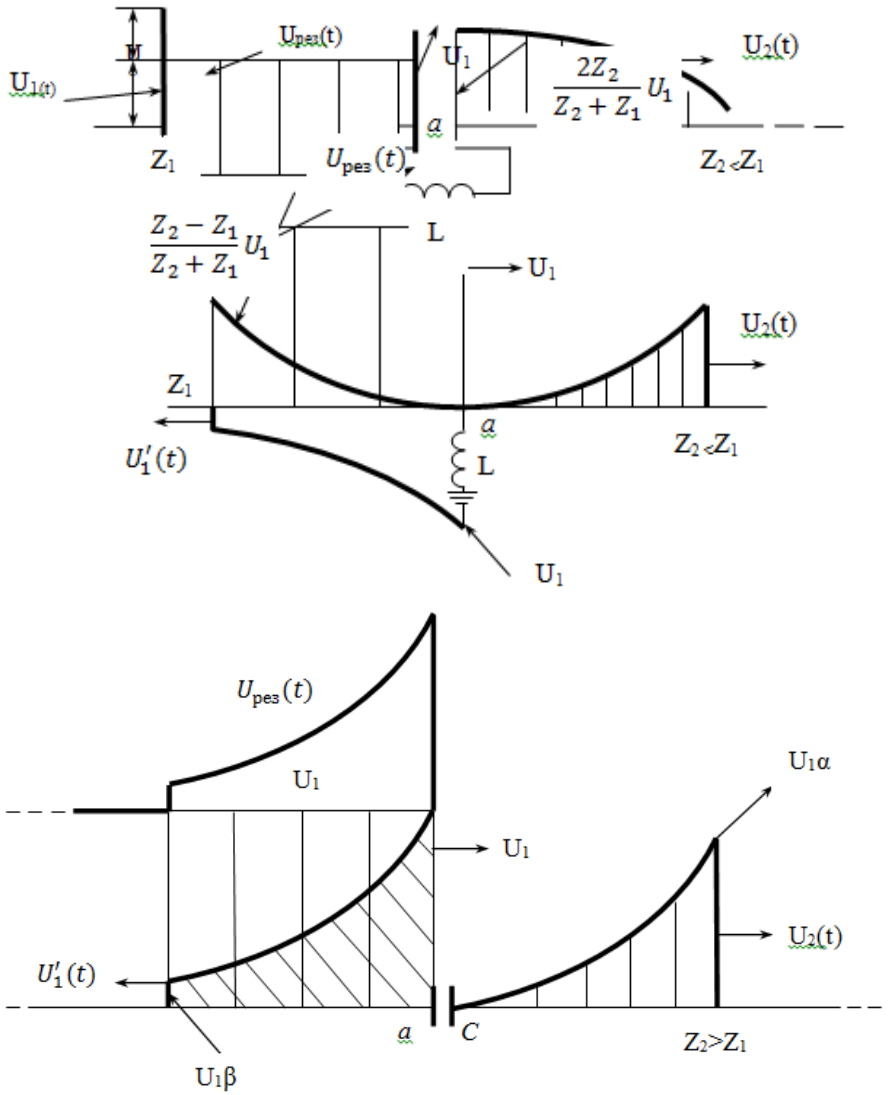


Рис. 2. Различные случаи прохождения прямоугольной бесконечной волны:

а) через индуктивность L; б) мимо индуктивности; в) через емкость C

В конце процесса эта ветвь обладает сопротивлением, равным нулю (для падающей бесконечной волны с прямоугольным фронтом). Преломленная волна также уменьшается до нуля, а отраженная становится равной U_1.

В последней схеме емкость C в начальный момент представляет короткозамкнутый участок цепи, и преломленная волна определяется по формуле (1). По истечению достаточно большого промежутка времени конденсатор C зарядится, его сопротивление станет равным бесконечности. Линии окажутся разобщенными, и потенциал на второй линии снизится до

нуля. Отраженная волна в точке*a* будет равна падающей U_1положительным знаком, что эквивалентно падению волны на разомкнутый конец линии [7].

На двух последних рисунках видно, что преломленные волны имеют такой же фронт, как и падающая, конечные значения их равны нулю. Следовательно, индуктивность Li емкость C, включенные по указанным схемам, дают одинаковый эффект.

Заметим, что любым образом включенные в узловой точке активные сопротивления не меняют формы волны. Преломленная и отраженная волны будут иметь тот же вид, что и падающая, но разные величины потенциалов.

Аналогичны приемом можно анализировать и падение волны на более сложные узловые точки.

Если дан прямоугольный импульс продолжительностью τ (рис. 3), то он заменяется двумя бесконечными волнами U_1и – U_1, причем вторая волна смещается (запаздывает) на время τ. Так, например, если для волны U_1 преломленная волна выражается кривой 1, то для волны U_1она должна быть представлена кривой 2. Истинная проломленная волна изображена жирной кривой 3.

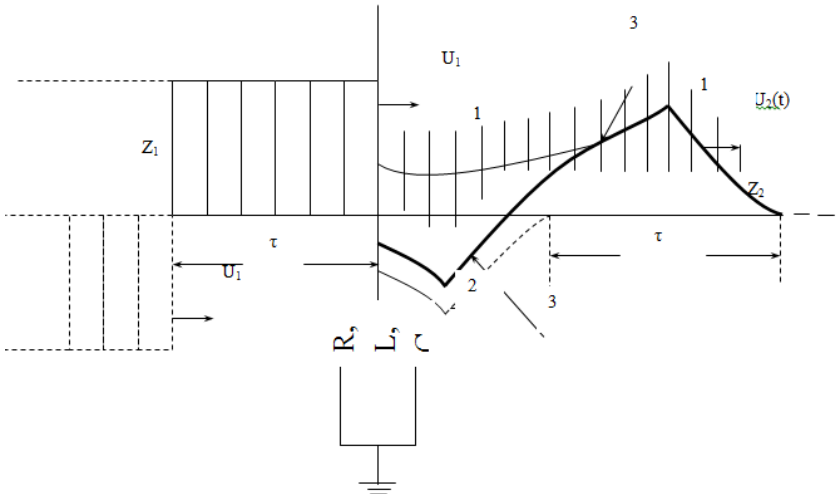


Рис. 3. Определение преломленной волны при воздействии прямоугольного импульса напряжения

Аналогично можно представить и волну с косоугольным фронтом, изменяющимся по закону *u(t)=at*, и амплитудным значением U_1. Нужно суммировать волну *u=at* и волну *u=-at*, сместив последнюю на время $\tau = \frac{U_1}{a}$.

Во всех описанных выше процессах предполагалось, что все линии имеют бесконечно большую длину. В этом случае отраженные от их концов волны приходят в узловую точку*a* в момент, когда переходный процесс в ней закончится (имеются в виду первые преломления и отражения).

Список литературы

1. Физика. Учебное пособие [текст] / В.С. Воищев [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014. – 333 С.

2. Физические основы электроники и электротехники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2015 г. – 433 С.

3. Ларионов А.Н., Шацкий В.П., Ларионова Н.Н. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.П. Шацкий, Н.Н. Ларионова // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2018. – 360 С.

4. Ларионов А.Н., Воищев В.С., Ларионова Н.Н., Ефремов А.И. Курс физики [текст] /А.Н. Ларионов, В.С. Воищев, Н.Н. Ларионова, А.И. Ефремов // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2017. – 260 С.

5. Улучшение экологических свойств мобильных энергетических средств снижением эмиссии повышенных уровней шума в окружающую среду [текст] / О.И. Поливаев [и др.] // Естественные и технические науки. – 2017 г. – №11(113). – С.51–54.

6. Мельников Г.А., Вервейко В.Н., Ларионов А.Н. Моделирование димерных образований в конденсированных средах. [текст] / Г.А. Мельников, В.Н. Вервейко, А.Н. Ларионов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика, Математика. – 2012 г. – №1. – С.42–51.

7. Физические основы электроники [текст] / А.Н. Ларионов [и др.] // Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – 2014 г. – 186 С.

УДК 636.03

А.Ю. Попова, аспирант
А.Е. Попов, к.т.н., доцент

О ВОПРОСЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЛИЯНИЯ ВОЗРАСТА ПЕРВОГО ОТЕЛА НА МАССУ ТЕЛЯТ ПРИ РОЖДЕНИИ

В представленной рабе рассмотрен вопрос применения метода дисперсионного анализа при определении влияния возраста первого отела на массу телят при рождении. Приведен пример расчета данной зависимости.

Сейчас, при исследовании экспериментальных данных, полученных в опытах, проводимых над сельскохозяйственными животными, довольно распространен метод дисперсионного анализа. Его применяют при определении зависимости качественных признаков потомства от производителя, коэффициентов наследуемости (h^2), выяснению изменчивости признаков. Применение представленного метода для исследования генетических данных позволяет выявить влияние интересуемых критериев на изменчивость изучаемых параметров.

Основная задача дисперсионного анализа – выявить из общей изменчивости признаков факториальную и остаточную изменчивость. Выяснить влияние учитываемых факторов на общее изменение исследуемых показателей и обосновать это влияние с помощью методов статистического анализа [1].

Основные критерии при данном виде – это различные виды дисперсий, такие как общая (C_y), факториальная (C_x) и остаточная (C_z).

Общая дисперсия - это сумма квадратов центральных отклонений всех вариантов изучаемой совокупности. Которая вычисляется по формуле:

$$C_y = \sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n};$$

где $\sum V^2$ - квадраты отклонений (сумма),

$(\sum V)$ - сумма вариантов, n – объем выборки

Факториальная дисперсия вычисляется по формуле:

$$C_x = \frac{\sum(\sum Vi)}{n_i} - \frac{(\sum V)^2}{n};$$

где V - сумма вариантов,

n - число наблюдений,

$\sum (\sum V_i)$ - сумма сумм вариантов в квадрате.

При нахождении C_y применяют формул: $C_y = C_x + C_z \Rightarrow C_z = C_y - C_x$.

Полученные данные вносятся в таблицу. Далее вычисляют средние арифметические, частные средние, определяют вариацию признака, находят дисперсии и долю влияния изучаемых факторов.

Приведем пример расчета влияния возраста первого отела на массу телят при рождении (таблица 1) [2].

Таблица 1 Общая схема проведения дисперсионного анализа

Условные обозначения	Возраст первого отела			∑
	До 30 мес.	30-32 мес.	Свыше 32 мес.	
	Масса телят, кг	масса телят, кг	масса телят, кг	
	28	29	29	
	30	29	27	
	33	31	28	
	32	28	28	
	35	29	26	
	37	32	25	
	35	26	26	
	34	26	23	
	34	28	25	
	34	29	29	
n_i	10	10	10	n=30
$\sum V_i^2$	203,2	88,4	288,4	$\sum V^2 = 579.28$
$(\sum V)^2$	1369	196	1024	$\sum(\sum V) = 2589$

$$C_y = \sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n} = 579 - \frac{(-19)^2}{30} = 567$$

$$C_x = \frac{\sum(\sum Vi)}{n_i} - \frac{(\sum V)^2}{n} = \frac{2589}{10} - \frac{(-19)^2}{30} = 258{,}9 - 12 = 246{,}9$$

Влияние изучаемого фактора находим по формуле:

$\eta^2 = C_x/C_y = 246,9/567 = 0,4354$ (или 43,54%)

Это значит, что возраст первого отела, оказывает влияние на изменчивость массы телят при рождении и доля этого влияния составляет 43,54%.

Список литературы

1. Чашкин, Ю.Р. Математическая статистика. Анализ и обработка данных : учебное пособие для студентов вузов / Ю.Р. Чашкин .— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Ростов н/Д : Феникс, 2010 .— 237 с.

2. Востроилов, А.В. Методическое пособие по изучению курса "Скотоводство" дисциплины "Скотоводство и молочное дело" и разработке курсового проекта на тему "Технология производства молока и говядины в сельскохозяйственном предприятии" : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 110401 "Зоотехния" / А. В. Востроилов, Л. Г. Хромова ; Воронежский государственный аграрный университет .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2008 .— 91 с.

УДК 631.171

С.П. Шаталова, студентка
И.В. Попов, к. ф.-м. н., доцент

НОВАЯ НЕЙРОМЕХАНИКА КАК ФИЗИКА ДВИЖЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Нейромеханика это наука о движении. Практически все животные разработали в ходе эволюции различные стратегии движения, создающие стабильную и маневренную динамику даже в неопределенной окружающей среде. Физический взгляд на нейромеханику направлен на извлечение универсальных принципов из динамических и информационных свойств движущихся организмов.

Многие физиологические механизмы должны скоординировано работать, чтобы животное (или другой организм) могло двигаться. Многие дисциплины, и, в частности, нейромеханика, исследуют, как эти системы взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой.

Птицы, летающие над землей и водой, мотыльки, порхающие между цветами в лунную ночь, тараканы, снующие под ногами, - все они являются динамическими системами. Как и многие другие животные, они двигаются с кажущейся легкостью и демонстрируют ловкость, которую нам, людям, пока крайне сложно копировать в системах, которые мы создаем. Может показаться, что для этого мы должны знать абсолютно все о передвижении

животных. Но как это соответствует провокационному стандарту Ричарда Фейнмана: «Что я не могу создать, я не понимаю»? Вероятно, нынешние технические неудачи не связаны с ограниченностью наших инженерных способностей. Скорее, это отражает реальную сложность процесса движения, возникающего из физических и физиологических особенностей систем организмов. Мы еще не можем напрямую ни подражать подвижности, видимой в природе, ни создать нечто подобное.

Данная ситуация не нова. Еще в 1944 г. Эрвин Шредингер писал [1] о возможных границах редукционизма в объяснении физики живых систем и признал, что новые принципы могут возникнуть из изучения жизни в масштабе организма: «Исходя из всего, что известно о структуре живой материи, мы должны быть готовы объяснять ее функционирование таким образом, который не может быть сведен к ординарным законам физики. Это не является достаточным основанием полагать, что существует (или нет) какая-то «новая сила», направляющая поведение отдельных атомов внутри живого организма, но такая конструкция отличается от всего, что мы до сих пор тестировали в физической лаборатории».

Полагаем, что сегодня уже пришло время использовать именно физический подход к сложным живым системам в биомеханике. Т.е., как раз стараться интегрировать их в физические лаборатории.

Нейромеханика это наука о движении. Практически все животные могут так или иначе двигаться. Они (и некоторые растения, грибы, прокариоты) разработали в ходе эволюции различные стратегии движения, которые полагаются на создание стабильной и маневренной динамики даже в неопределенной, скользкой, неуступчивой или иной окружающей среде. При движении животные должны получать, обрабатывать и отправлять информацию нейронам мышц тела в соответствии с внешней окружающей обстановкой. На рисунке 1 схематично показано, как эти системы взаимодействуют.

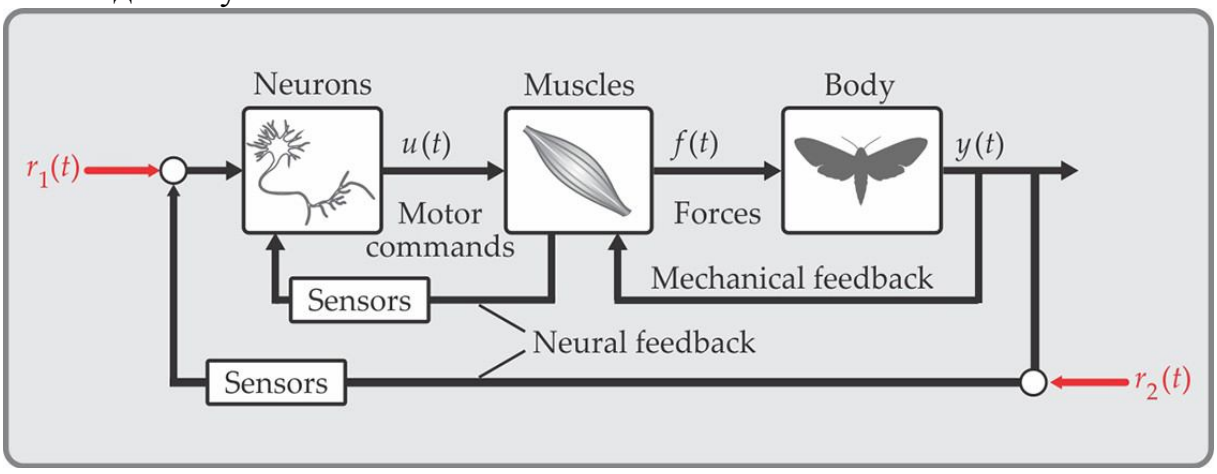


Рисунок 1. Движение, представленное диаграммой нейромеханической системы (животного) [2].

Будь то люди или мотыльки, нейроны активируют мышцы, передавая электрические импульсы во времени ***(t)*** - часто цифровые события типа «все

или ничего», называемые потенциалами действия или «шипами». Мышцы превращают изменяющиеся во времени нейромоторные команды ***u(t)*** в механические силы ***f(t)***. Мышцы приводят в локальное движение тело, это взаимодействие тела с окружающей средой производит, в итоге, передвижение ***y(t)***. Между тем, множество датчиков обнаруживает не только тело и как оно взаимодействует с окружающей средой, но и внутреннее состояние животного. Вся эта информация возвращается в нервную систему животного.

Сигналы датчиков могут быть объединены с опорными сигналами, показанными красными стрелками. На схеме $r_1(t)$ представляет собой задачу, поставленную мозгу, как «лететь с постоянной скоростью», а $r_2(t)$ представляет собой экзогенные сенсорные сигналы, которые мотылек может получить при отслеживании движения цветка.

Нейронная обратная связь включает в себя рефлексы, родственные реакциям, возникающие при обнаружении рецепторов растяжения в мышцах (подобно реакции одного из наших сухожилий коленного сустава при проверке рефлексов у невропатолога). Такая обратная связь также охватывает зрительные и вестибулярные (внутреннее ухо) сигналы, а также другие сенсоры, с помощью которых мы чувствуем наши тела и наше окружение. Все эти сигналы обрабатываются сенсорными нейронами и изменяют активацию мозга мышц. Тем не менее, силы, которые производят мышцы - не простые функции нейронных команды. Например, если изменить нагрузку на мышцу внезапно, то сила изменится даже без изменения нейронной активации. Зависимость от состояния не удивительна. Мышца наполнена жидкостью и является композитным материалом с иерархической структурой тканей, состоящих из миллионов микроскопических моторных белков-протеинов, составляющих в совокупности активный кристалл.

Нейромеханика описывает движение как результат взаимодействия нескольких физиологических систем животного между собой и с окружающей средой. Множество важнейших нюансов управления движением остаются неуловимыми для нас отчасти потому, что ни одно животное в отдельности не может служить для проверки всех нейромеханических гипотез. Исследователи могут, однако, обратиться к идее, что «для такого большого количества проблем можно будет выбрать какое-то одно или несколько животных, наиболее подходящих для изучения», как писал Август Крог [3] еще в 1929 году. Чтобы оправдать надежду Шредингера на открытие новых законов для живых организмов, мы может найти темы для исследований в отдельных, достаточно подходящих экземплярах. Так как раз и поощряет поступать т.н. «Принцип Крога». Также мы можем системно связать динамику разных видов движения и общую историю эволюции организма. Если же мы сумеем определить общие принципы для принципиально отличных организмов, то их стоит попробовать перенести даже на небиологические системы – такие, как роботы. Взаимопроникновение интерфейсов экспериментальной физики и

биологии живых организмов выглядит весьма многообещающим для развития нейромеханики.

С этой точки зрения, стараясь двигаться от простого к сложному, выделим из всего спектра живых существ несколько представителей мира насекомых, группы животных с невероятным разнообразием и, в частности, демонстрирующих самые неожиданные типы движения. При ближайшем рассмотрении (особенно с точки зрения физики) видим, что устроены насекомые не очень просто, но они относительно малы, имеют короткое время регенерации и поддаются изучению с помощью известных и отработанных экспериментальных инструментов.

Обсудим полет насекомых с точки зрения нестационарной аэродинамики. Рисунок 2 иллюстрирует процесс зависания моли. Обратите внимание, что крылья находятся под чрезвычайно крутыми углами атаки, что справедливо для большинства полетов насекомых и колибри, особенно во время зависания животного. При таких больших углах кажется неизбежным, что поток отделится от крыла и приведет к турбулентности и падению. Как тогда насекомое остается в воздухе?

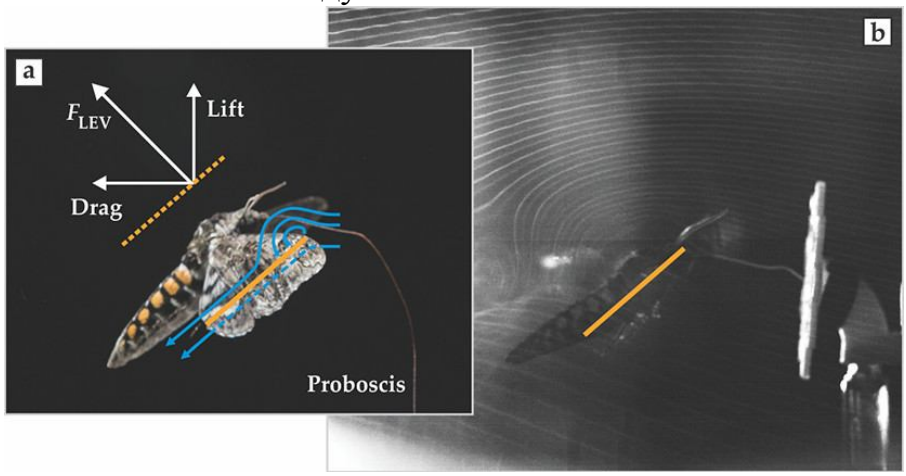


Рисунок 2. Визуализация воздушных потоков при полете насекомого [2].

Линии воздушного потока (рис. 2а) над крылом бабочки (Manduca sexta) формируют связанные передние вихри (LEV; синие кривые). Сила $\boldsymbol{F_{LEV}}$ увеличивает как подъемную силу, так и силу сопротивления на крыле. Оранжевая линия – это хорда, соединяющая передние и задние края крыла. Изогнутые линии воздушных потоков (рис. 2б) из-за LEV видны на фото при полете мотылька в задымленной среде.

Оказывается, что нестационарные потоки через крылья насекомого начинают разделяться, но затем накладываются, создавая когерентные вихревые структуры, связанные с крылом, что помогает насекомому произвести подъем.

История описаний подобных процессов восходит к 1970-м годам, когда зоолог Торкель Вайс-Фог при описании полета осы (Encarsia formosa) обнаружил новый механизм [4], с помощью которого маленькие животные взмахами крыльев создают подъемную силу, которая им нужна для того,

чтобы парить и маневрировать. В верхней точке крылья насекомого хлопают вместе, затем разделяются и независимо двигаются наружу, что при маневре позволяет воздуху заполнять разряженное пространство. Математик Джеймс Лайтхилл охарактеризовал подобную механику [5] как «хлопок - бросок». Ключевая идея состоит в том, что разделение двух хлопающих крыльев создает равные и противоположные циркуляции на каждом крыле во время броска. Эти циркуляции производят дополнительную подъемную силу, потому что поток воздуха над ними должен быть направлен вниз к поверхности, чтобы сохранить вихрь на месте. Перенаправление эффективно удерживает поверхность крыла нормально к вихрю и таким образом создает вертикальные и горизонтальные силы. Лайтхилл при этом отметил: «Как удивительно, что принципиально новый механизм генерации подъемной силы в невязком двумерном потоке был открыт шесть десятилетий спустя после работ Прандтля, Жуковского, Кутта и Ланчестера».

Но оказалось, что большинство летающих животных не хлопают крыльями вместе, так что конкретное поведение «хлопать-и-бросать», описанное Вайс-Фогом и Лайтхиллом, не может вообще объяснить полет насекомых. Однако, семена будущего открытия были посеяны благодаря пониманию, что поток остается связанным с крыльями, и решающее значение могут иметь аэродинамические механизмы, зависящие от времени. Спустя более 20 лет, в конце 1990-х и начале 2000-х годов, был установлен более общий механизм полета насекомых: когда крыло движется, поток вокруг него скатывается и создает связанный вихрь на его переднем крае [6], как показано схематически на рис. 2a и с визуализацией дыма на рис. 2b.

Эти краевые вихри (LEV) повышают подъемную силу с помощью механизм Вайса-Фога («хлопок - бросок»). С тех пор было неоднократно показано [7], что вихри (LEV) вездесущи в биологических системах; они важны в полете маленьких птиц, летучих мышей и даже «вертолета» семян кленов. Но существуют и другие важные аэродинамические механизмы, способные модулировать подъемные силы. В полете крыло мухи взаимодействует с вихревым следом от предыдущего удара крыла. Животное в состоянии возвращать энергию от этих взаимодействий. Это процесс, который может служить увлекательной иллюстрацией, как окружающая среда может быть использован для хранения и возврата энергии. Кроме того, не совсем ясно, как LEV сохраняются или изменяются, когда животное сталкивается с неоднородной воздушной средой. Почти все исследования о механизмах полета были выполнены в стационарных условиях [8]. Если моли, другие хлопающие насекомые и птицы полагаются на вихри на своих крыльях, как они стабилизируют и модулировать подъемную силу в средах, где воздушные потоки неустойчивы или даже полностью турбулентны?

Физический взгляд на нейромеханику направлен на извлечение универсальных принципов из динамических и информационных свойств движущихся организмов. Если мы сможем избежать простой констатации сложности биологического мира, а вместо этого будем стараться понять

конкретные функции сложных систем, то скоро увидим новые возможности применить умения «братьев наших меньших» в «человеческой» технике.

Список литературы

1. E. Schrödinger (1944), "What Is Life? The Physical Aspect of the Living Cell". Based on lectures delivered under the auspices of the Dublin Institute for Advanced Studies at Trinity College, Dublin, in February 1943.

2. S. Sponberg, The emergent physics of animal locomotion. Physics Today 70, 9, 34 (2017); doi: 10.1063/PT.3.3691

3. S. Lindstedt, Stan. Krogh 1929 or 'The Krogh Principle'. The Journal of experimental biology. 217. 1640-1 (2014); doi: 10.1242/jeb.095505

4. T. Weis-Fogh, J. Exp. Biol. 59, 169 (1973).

5. J. M. Lighthill, J. Fluid Mech. 60, 1 (1973).

6. C. P. Ellington et al., Nature 384, 626 (1996).

7. Z. J. Wang, Annu. Rev. Condens. Matter Phys. 7, 281 (2016).

8. Попов И.В. Лабораторный практикум по физике для студентов аграрного вуза как основа дальнейшего изучения спецкурсов. – Физика в системе современного образования (ФССО – 2015): материалы XIII Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 1-4 июня 2015 г. Том 1. – Санкт-Петербург: изд-во «Фора-принт», 2015, стр. 159-162.

УДК 631.171

М.С. Донец, студент
И.В. Попов, к. ф.-м. н., доцент

ДВИЖЕНИЕ ЖИВОТНЫХ: ПРОСТЫЕ МОДЕЛИ, ВАЖНЫЕ ИДЕИ

Низкоразмерные динамические модели могут с удовлетворительной точностью описывать особенности и стратегии движения животных. Исследование данного процесса как макроскопического явления позволит установить и обосновать новые общие принципы движения живых организмов.

Процесс полного «понимания» поведения физиологических систем или целых организмов может быть очень сложным. Все компоненты системы сами по себе являются непростыми, неоднородными структурами с участием нейронов, мышц, конечностей и материи, окружающей животное. И все же, во многих случаях низкоразмерные динамические модели, то есть модели всего с несколькими степенями свободы (иногда называемые «шаблонами»), могут с удовлетворительной точностью описывать особенности и стратегии движения [1].

Одна такая шаблонная модель описывает способ, которым многие животные бегают, подпрыгивая вверх и вниз, как перевернутая пружина (spring-loaded inverted pendulum = SLIP) [2]. Такая SLIP динамика, показанная на рис. 1a, хорошо описывает движение многоногих существ, которые имеют два чередующихся набора ног (как у собаки или лошади, бегущей рысью, или у снующего таракана). Примечательно, что в данной модели, несмотря на различия в размерах тела (от тараканов до людей и лошадей) все пружины имеют одинаковую жесткость.

Динамика в боковой плоскости может быть еще проще. Как показано на рис. 1b, общая сила реакции на трех ногах («трипода») таракана может действовать как простая консервативная упругая сила, которая заставляет насекомое подпрыгивать из стороны в сторону и вращаться в горизонтальной плоскости [3].

Почти все бегающие животные используют две (или больше) пары ног, которые попеременно отталкиваются от земли.

Для таракана два чередующихся комплекта имеют по три ноги - это «триподы», обозначенные серыми и синими стрелками (рис. 1a). Вертикальное движение центра масс животного (черно-белые заполненные кружки) выглядит как траектория подпружиненного перевернутого маятника (пунктирные кривые), где одна нога «трипода» поднимается, а другая касается земли.

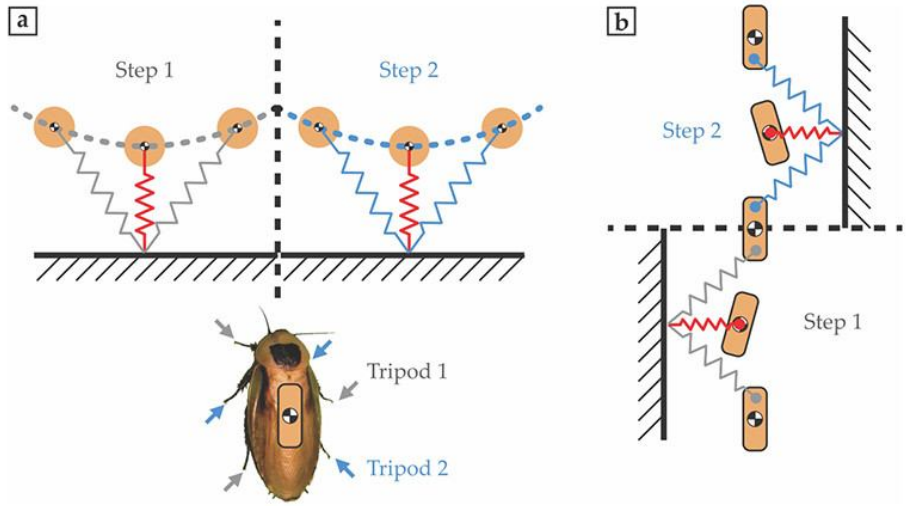


Рисунок 1. Шаблонные модели движения насекомого [4].

Зубчатые линии представляют собой эффективные сжатые пружины, оказывающие силы на таракана; красная пружина указывает на максимум сжатия.

Боковое движение также может быть смоделировано как возникающее от упругих сил (рис. 1b). Силовая линия не всегда проходит через центр масс, поэтому таракан периодически крутится во время бега.

SLIP динамика сохраняет энергию во время каждого шага животного. Энергосберегающая динамическая система при этом достаточна устойчива к возмущениям (например, небольшому изменению внешней силы из-за

столкновения на местности). Это можно проследить, наблюдая нарушения в походке животного, когда одна конечность или набор конечности приподнимаются, и следующий набор касается земли. В то время направление упругих сил внезапно переключается, чего оказывается достаточно, чтобы стабилизировать движение. Видимо, животные (и роботы тоже) могут достичь динамической стабильности, просто поддерживая устойчивый переменный ритм движения.

Разумеется, простые шаблонные модели движения, рассмотренные выше, не объясняют всю сложность живых систем. Они являются только начальными точками исследования. Их простота не в состоянии охватить многие реальные особенности подвижности животных. К примеру, в движении биологических объектов имеет решающее значение демпфирование, устойчивая стабильность обычно требует нейронной обратной связи, в какой-то мере и управление движением зависит от взаимодействия конечностей с окружающей их средой. Ученые только начинают понимать физику движения в случаях, когда деформируемые тела сталкиваются с нежестким рельефом с высоким коэффициентом трения. Тем не менее, шаблоны движения дают важные идеи, которые должны быть включены в более сложные модели.

Мозг, мышцы и другие физиологические системы организованы в многомасштабные сети в любом живом организме. Эта сетевая структура может всегда находится в динамике, особенно когда сетевые подразделения активны, то есть способны создавать механические силы на своих периферических участках, влияя на окружающую обстановку. Многочисленные эксперименты, моделирование и анализ позволяют соединить наблюдаемые в разных масштабах процессы в единую модель для разнородных живых компонентов.

Рассмотрим в качестве конкретного примера структуру мышцы как самого универсального «привода».

Мышца - это иерархическая структура с организацией различных составных частей, охватывающей не менее семи порядков величин в размерах, от 10^{-8} м до 10^{-1} м.

Мышечные структуры включают (рис. 2a) волокна, субклеточные структуры, известные как саркомеры, и мелкоразмерные решетки из нитевидных белков, миозина (красный) и актина (синий). Миозин имеет активную моторную область, которая достигает нитей актина, а затем связывает и усиливает актин так, чтобы он скользил относительно миозиновой нити.

Миллиарды миозиновых моторов, расположенных вдоль актиновых нитей (рис. 2b) делают белковую решетку активной, то есть способной вызывать внутреннее напряжение и, таким образом, изменять расстояние между решетками. Кристаллическая решетка белка при дифракции в рентгеновских лучах дает картинку, по которой можно рассчитать расстояния и расположения белковых нитей.

Т.о, живая мышца (как показано на рис. 2) - это активный иерархический материал, структура которого настолько регулярна, что будет давать четкие дифракционные картины при воздействии высокоэнергетических рентгеновских лучей [5]. Актин и миозин, белковые нити, лежащие в основе сокращения, уложены в правильную кристаллическую решетку в масштабе 10–100 нм. Эти решетки, в свою очередь, организованы в структуры, называемые саркомерами, которые имеют размер в диапазоне 1-10 мкм; отдельная клетка может состоять из нескольких (точнее, от одного до пятисот) саркомеров.

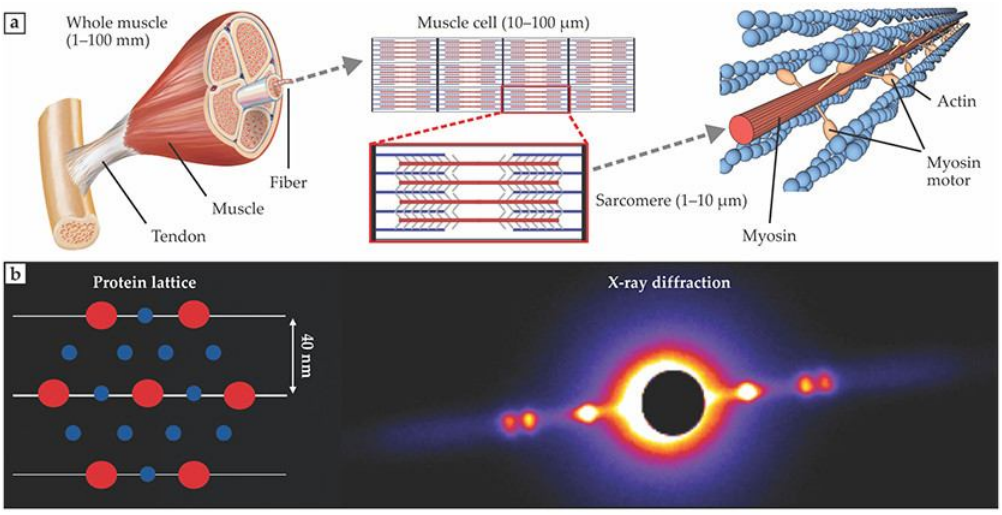


Рисунок 2. Мышца как активный кристалл [4].

Мышца может включать миллиарды отдельных молекулярных моторов, которые захватывают и сжимают волокнистую решетку или укладывают нити под внешним напряжением. Из рентгеновских снимков мы знаем, что простое изменение на несколько нанометров расстояния в решетке может резко изменить макроскопическое поведение мышцы. Например, охлаждение полетных мышц моли всего на 10°C может заблокировать решетку и вызвать спазм мышцы, которая действует как мотор, когда тепло, и хранит энергию, как пружина, когда прохладно. С помощью ***3D*** моделирования биофизики начинают объединять макроскопическое поведение мышцы в коллективную механику отдельных молекулярных двигателей, организованных в иерархическую структуру [6].

Коллективные действия также важны за пределами отдельного живого организма. Флокирование и обучение, пожалуй, самые известные примеры такого коллективного поведения, и они имеют интересные энергетические и экологические последствия. Наблюдается широкий спектр коллективизации активных биологических агентов с самыми неожиданными свойствами и поведением [7]. Например, в мире насекомых колонии муравьев образуют плоты и мосты, которые позволяют им преодолевать водные преграды и переживать наводнения. Коллективные действия пчел могут контролировать гидродинамику улья и, следовательно, помощь в вентиляции их дома [8].

Для физика, заинтересованного в изучении работы самых универсальных систем природы, нейромеханика предоставляет замечательные возможности. Исследование учеными такого макроскопического явления, как, к примеру, проворное движение ястребиной моли остается незавершенным, но следует ожидать, что будут установлены и обоснованы новые принципы, если мы сможем правильно обработать и понять огромные массивы данных, полученных при наблюдении за живыми системами с помощью современных инструментов.

Список литературы

1. P. Holmes et al., SIAM Rev. 48, 207 (2006).
2. R. Blickhan, R. J. Full, J. Comp. Physiol. A 173, 509 (1993).
3. J. Schmitt et al., Biol. Cybern. 86, 343 (2002).
4. S. Sponberg, The emergent physics of animal locomotion. Physics Today 70, 9, 34 (2017); doi: 10.1063/PT.3.3691.
5. T. C. Irving, in Nature's Versatile Engine: Insect Flight Muscle Inside and Out, J. O. Vigoreaux, ed., Springer (2006), p. 197.
6. C. D. Williams et al., Proc. R. Soc. B 280, 20130697 (2013).
7. N. Gravish et al., Phys. Rev. Lett. 115, 188101 (2015).
8. Попов И.В. Практические особенности преподавания курса «Биологическая Физика». – Физика в системе современного образования (ФССО–2017) : материалы XIV Междунар. науч. конф. (с. Дивноморское, 17–22 сентября 2017 г.); Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2017, стр. 302-304.

УДК 621.22.2

А.А.Котенко, студент
В.П.Сычёв, студент
Р.А. Дружинин, к.т.н., доцент

ПОТЕРИ НАПОРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ

В статье рассмотрены причины возникновения потери напора при движении жидкостей по трубам. Была рассмотрена зависимость потерь напора от режима движения жидкости.

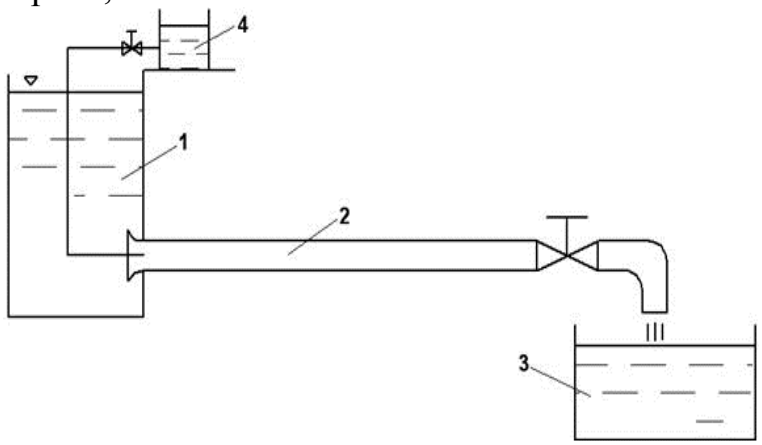
Потери напора во время движения жидкости являются не чем иным как потерями энергии, вызванные необходимостью преодолевать различные сопротивления. Потери напора наблюдаются как на длинных участках труб, так и на коротких. В зависимости от вида преодолеваемого сопротивления можно выделить два вида потерь напора. В одном случае, потери напора

сосредоточены на крайне ограниченном участке трубопровода и вызваны необходимостью потока преодолевать участки пути сложной конфигурации, такие как различные вентили, закругления, повороты, сужения и т.д. Эти сопротивления вызываются воздействием изменения площади приращения сечения трубы в каждый момент движения потока, что вызывает его деформацию. Во втором случаем потери жидкости носят равномерный характер и распределены по всей длине трубопровода – линейные потери, где энергия затрачивается только на преодоления сил трения, возникающих в пограничных потоках движения жидкости относительно стенок трубопровода [1,3,4].

Во всех случаях источником возникновения трения будет являться вязкость жидкости, или другими словами способность слоев жидкости взаимодействовать между собой. Т.е. с повышением этого свойства увеличивается способность пограничных слоев жидкости передавать энергию друг другу. В независимости от вида гидравлических потерь существенную роль оказывает режим движения жидкости.

В 1883 году Рейнольдсом опытным путем были исследованы режимы течения жидкости. Исследование было проведено при помощи установки, состоящей из резервуара с водой, от которого отходит стеклянная трубка с краном на конце, и сосуда с краской, что может свободно истекать в основании стеклянной трубки [1,3,5].

При постепенном открытии крана с водой можно будет наблюдать, что сначала струйка краски не будет перемешиваться с остальным потоком и будет легко различима. Однако с повышением скорости потока в определенный момент происходить образование внутренних завихрений в потоке, краска начинает перемешиваться с потоком воды, а на жидкости, вытекающей из крана, можно отметить четкие колебания.



1 – резервуар с жидкостью; 2 – прозрачная трубка; 3 – мерная емкость; 4 – сосуд с подкрашенной жидкостью.

Рисунок 1 – Схема установки Рейнольдса

Были обнаружены два вида течения воды: ламинарный и турбулентный режим. Ламинарный режим течения характеризуется отсутствием перемешивания частиц жидкости и отсутствием пульсации скорости и давления. Турбулентный режим характеризуется хаотичным

перемешиванием частиц жидкости во время движения и вращательным движением потоков жидкости на отдельных участках.

Исследования показали, что при ламинарном режиме течения жидкости поток будет иметь максимальную скорость в центре сечения трубы. У стенок трубопровода скорость движения жидкости будет равняться нулю, что связано с тем, что жидкость покрывает трубопровод тонким неподвижным слоем. Нарастание скорости движения от стенок трубопровода к его центру будет происходить плавно, а график скорости движения потока будет иметь параболический характер.

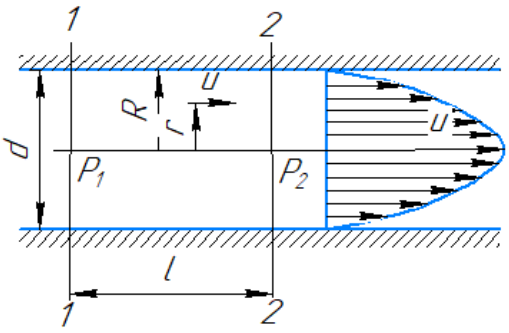


Рисунок 2 – Схема движения жидкости при ламинарном режиме течения

Универсальная формула потери напора носит названия Вейсбаха-Дарси и имеет следующий вид [2,4]:

$$h_{пот} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{U^2}{2g}, \quad (1)$$

где $h_{пот}$ – потеря напора, м;

U – скорость движения потока жидкости, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

l – длина трубопровода;

d – диаметр сечения трубопровода;

λ – коэффициент гидравлического трения, равный при ламинарном движении жидкости $\lambda = \frac{64}{Re}$.

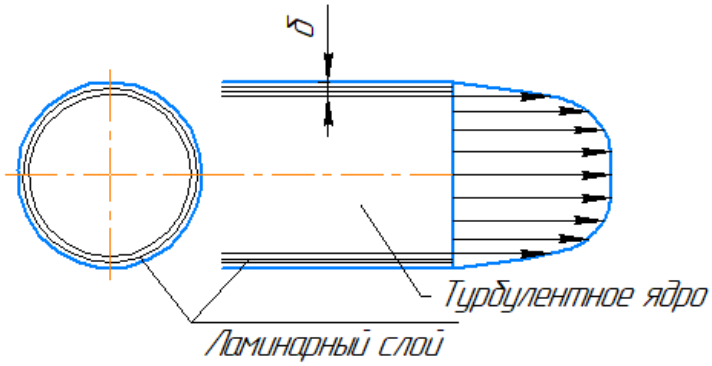


Рисунок 3 – Схема движения жидкости при турбулентном режиме течения

Таким образом формула потери напора для ламинарного режима течения жидкости принимает вид:

$$h_{пот} = 64\frac{l}{d}\cdot\frac{U^2}{2g}, \quad (2)$$

Исследования показали, что при турбулентном режиме движения жидкости тонкий пограничный слой будет иметь ламинарный характер, остальные слои называются турбулентным ядром и его эпюра скорости будет иметь следующий вид [2,4].

Расчетной формулой для определения потери напора будет также являться формула Вайсбаха-Дарси. Однако для расчета нам также необходимо определить коэффициент гидравлического трения [4].

1. Формула Блазиуса ($2300 < R_e < 40\frac{D}{k}$)

$$\lambda = \frac{0{,}316}{\sqrt[4]{R_e}} \quad (3)$$

2. Формула Альтшуля ($40\frac{D}{k} < R_e < 500\frac{D}{k}$)

$$\lambda = 0{,}11\cdot\left[\frac{k_1}{D} + \frac{68}{R_e}\right]^{0{,}25} \quad (4)$$

3. Формула Шифринсона ($R_e > 500\frac{D}{k}$)

$$\lambda = 0{,}11\cdot\left[\frac{k_1}{D}\right]^{0{,}25} \quad (5)$$

где k – абсолютная шероховатость труб;

k_1 – эквивалентная шероховатость труб [3].

Абсолютная и эквивалентная шероховатости некоторых труб представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Абсолютная и эквивалентная шероховатость стальных и чугунных труб [4]

Труба	k, мм	k_1, мм
Стальные цельнотянутые, новые	0,05...0,15	0,02...0,07
Стальные цельнотянутые, находившиеся в эксплуатации	0,2...0,3	0,2...0,5
Чугунные, новые	0,3	0,25
Чугунные, находившиеся в эксплуатации	0,15...0,7	0,7...1,4

Таким образом, основная трудность точного определения потери напора заключается в правильной оценке коэффициента гидравлического трения λ. Коэффициента гидравлического трения λ зависит от двух основных факторов, а именно от режима движения жидкости и от состояния (шероховатости) стенки трубопровода.

Список литературы

1. Брюханов О.Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник для студентов сред. спец. учеб. заведений, обучающихся по

специальности 2914 "Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств и вентиляции" / О. Н. Брюханов, В. И. Коробко, А. Т. Мелик-Аракелян .— М. : Инфра-М, 2008 .— 254 с.

2. Крестин Е.А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов : / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин .— Москва : Лань, 2018 .— 320 с. – URL:https://e.lanbook.com/book/98240 (дата обращения: 28.02.2020). – Текст : электронный.

3. Сазанов И.И. Гидравлика [электронный ресурс] : Учебник / И. И. Сазанов, А. Г. Схиртладзе .— 1 .— Москва ; Москва : ООО "КУРС" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017 .— 320 с. – URL:http://znanium.com/go.php?id=601869 (дата обращения: 28.02.2020). – Текст : электронный.

4. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Гидравлика" для выполнения расчётно-графической работы по теме: "Гидравлические сопротивления. Расчёт трубопроводов. Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Гидравлический удар" по направлению 35.03.06 (110800.62) - "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост.: М. Н. Яровой, Р. А. Дружинин] .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2014 .— 80 с.

5. Штеренлихт Д. В. Гидравлика : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт .— 3-е изд., перераб. и доп .— М. : КолосС, 2007 .— 656 с.

УДК 621.791.13

А. А. Ряховский, студент
Н. А. Тройных, студент
В. В. Черникова, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

СВАРКА ВЗРЫВОМ В МЕТАЛЛУРГИИ

В статье рассмотрен процесс сварки металлов методом взрыва, атакже преимущества и недостатки данного процесса в металлургии.

В настоящее время при конструировании техники перед инженерами становится такая проблема как выбор материала для изобретения. Дело в том, что разные материалы имеют свои, какие-то определенные свойства. Например, медь обладает высокой электрической проводимостью и имеет высокую теплопроводность, а титан высокопрочен и отлично сопротивляется коррозии. Но если мы будем сваривать эти два компонента, к примеру дуговой сваркой, то у нас ничего не получится, так как титан и медь имеют разную температуру плавления. Решить данную инженерную проблему

поможет сварка металлов взрывом. [1] Еще в девятнадцатом веке военные обратили внимание на то, что при попадании снаряда в мишень некоторые снаряды, как будто «прилипали» к этим мишеням. То есть при высокой скорости удара и благоприятных условиях образовывалось новое соединение. После Второй мировой войны учеными были обнаружены гильзы разорванных снарядов. Эти гильзы были приварены к другим металлам. Соединение было прочным и однородным. Через некоторое время этим заинтересовались американская химическая компания «Дюпон». Эта компания стала использовать сварку металлов взрывом для получения биметаллических материалов. Эти материалы отличались высокой прочностью и стойкостью к механическим нагрузкам. Серьезно в нашей стране сваркой взрывом начали заниматься в середине прошлого столетия в институте гидродинамики имени Лаврентьева в Новосибирске.

Сварка взрывом этот с виду простой процесс при котором две пластины металлов располагаются одна над другой и сверху верхней пластины накладывается заряд взрывчатого вещества, который дает импульс энергии, способствующий образованию соединения за счет высокоскоростной пластической деформации. То есть взрыв в данном случае является достаточно мощным кратковременным источником энергии. [2]

Учитывая сложность данного процесса, сварку металлов взрывом используют только в самом крайнем случае, когда другим способом невозможно соединить металлы разного рода. Порядок проведения данной операции занимает не малое количество времени. Сначала свариваемые детали очищают от загрязнений и обезжиривают. Дело в том, что скорость детонации равна 2000-2500м/с, и с поверхностей удаляются только плёнки, толщина которых примерно равна 12 мкм. Помимо этого, поверхности детали не должны иметь дефектов и пор, иначе при сварке может произойти разрушение детали. Затем, верхнюю заготовку размещают либо параллельно неподвижному основанию, либо под углом примерно 30 градусов. От того под каким углом располагаются заготовки, зависит «Амплитуда» волнистости, которая при большом значении может образовать не желаемые пустоты под гребнями волн. Это может значительно повлиять на качество сварки. Затем укладывают плакирующий металл, который сверху покрывают слоем взрывчатого вещества. Для взрыва используют детонатор. В процессе детонации распространяется волна, которая действует на метаемую пластину. Скорость пластины достигает несколько сотен метров в секунду. Происходит соударение пластины с неподвижным основанием, при этом в точке соприкосновения материалов возникает очень высокое давление, под действием которого соприкасающиеся поверхности расплавляются. Это приводит к обмену электронами и получению прочного соединения. [3] Количество взрывчатого вещества часто подбирают экспериментальным путем. Так как недостаточное количество взрывчатого вещества может отрицательно сказаться на прочности изделия. Чаще всего для сварочных работ употребляют примерно от 10 до 1000 кг взрывчатого вещества. Иногда для улучшения качества сваривания между деталями вставляют тонкую

прослойку из тантала, ниобия или ванадия. [4] Эти вещества во время эксплуатации не поддаются коррозии и тем самым улучшают качество изделия на весь срок его службы. После процесса сваривания биметалл проверяют на качество сварных соединений. Основным критерием качества биметалла является сплошность, то есть отсутствие дефектов в сварочном шве. Сплошность биметалла определяют при помощи ультразвукового контроля, а для более важных деталей используют метод рентгеноскопии сварного шва. Так же изделие подвергают различным испытаниям на срез и разрыв. Биметалл попадает под мощное воздействие взрывной волны, в связи с чем изделие может деформироваться. Степень деформации определяют с помощью электрических тензометров. [5]

В теории данный вид сварки не является сложным, но на практике все как раз наоборот. Связанно это с тем, что взрывная волна и продукты распада взрывчатки отрицательно влияют на окружающую среду. Наиболее распространенным взрывчатым веществом является игданит. Это смесь аммиачной селитры и углеводородного горючего. [6] Естественно данный процесс не может происходить в обычном помещении. Для этого есть различные полигоны, которые расположены вдали от промышленных баз и населенных пунктов. Полигоны ограждаются и площадь ограждаемой территории зависит от массы взрывчатого вещества. Обработка сваренной происходит на специальных опорах. Их сооружают из смеси грунта, щебня и песка. Сварка взрывом на полигоне имеет свои недостатки. Это влияние климатических условий процесс сваривания. Этот фактор может отрицательно повлиять на качество свариваемых деталей.

Сварку металлов взрывом могут осуществлять и на промышленных предприятиях. Они оснащены специальными подземными камерами с бетонными и металлическими стенами. Камера может иметь форму цилиндра, капсулы или сферы. Камера оборудована специальным загрузочным люком, вентиляцией и дистанционной системой подрыва. Сварка в таком помещении менее вредна для окружающей среды. Взрывная волна в этих камерах подавляется специальными защитными экранами, тем самым уменьшая воздействие взрывной волны на оболочку камеры. Размер сферического взрывного помещения имеет радиус около полутора метров и толщину стен от 50 до 150 мм. Многолетний опыт показывает, что взрывные камеры имеют высокую степень надежности и удобство в обслуживании.

Сварка взрывом, как и любые другие виды сварок имеет свои плюсы и минусы. К положительной стороне этого вида сварки можно отнести:

1. Высокою скорость обработки материалов, так как весь процесс занимает какие-то доли секунд.
2. Возможность соединения двух разных металлов с абсолютно разными температурами плавления. Сварка взрывом позволяет получить изделие в твердой форме, минуя расплавление.
3. Новое изделие получается настолько прочным, что хорошо справляется с переменными нагрузками поэтому они могут использоваться для ковки и штамповки.

4. Позволяет соединить металлы со сложной формой углов или с изгибами.

5. Полученные детали позволяют существенно увеличить срок службы различных оборудований, используемых в промышленности.

К недостаткам данного вида сварки можно отнести:

1. Автоматизировать весь процесс сварки практически невозможно, именно поэтому требуется большое количество времени для подготовки полигона и самих материалов.

2. Сложность контролирования взрывной волны. Тем самым для проведения данного мероприятия требуется высокая степень безопасности

3. Возможность серьезного повреждения детали при детонации. [7]

Детали полученные взрывной сваркой имеют достаточно широкий спектр применения в отраслях промышленности. Полученные композиты способны на протяжении 30ти лет сохранять свои свойства в агрессивных нагрузках. Поэтому их используют для плакирования листовых деталей нефтехимической промышленности, а также для производства различных труб, стержней, емкостей и других изделий. Благодаря своим антикоррозионным свойством биметалл используется в машиностроении и судостроении. На сегодняшний день существует около 70ти видов сварки, но самое прочное качественное соединение дает нам сварка взрывом. Именно этот вид сварки является самым прогрессивным и самым надежным на сегодняшний день.

Список литературы

1. В. Г. Петушков Применение взрыва в сварочной технике / В. Г. Петушков / Издательство Наукова думка 2005.

2. В. М. Кудинов Сварка взрывом в металлургии / В. М. Кудинов, А. Я. Коротеев // Металлургия 1978.

3. Ю.А. Конон Сварка взрывом / Ю.А. Конон, Л.Б. Первухин, А.Д. Чудновский. Под ред. В.М. Кудинова / Машиностроение 1987.

4. В. Г. Петушков Сварка и резка взрывом / Машиностроение энциклопедия / Гл. ред. К. В. Фролов. – Москва: Машиностроение, 2006. III-4 Технология сварки, пайки и резки. — С. 184.

5. Взрывная обработка // Советский Энциклопедический словарь. / гл. ред. Прохоров А. М. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1984.

6. Теория горения и взрыва : учебник и практикум для СПО / под общ. ред. А. В. Тотая, О.Г. Казакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2018.

7. Лысак В. И., Кузьмин С. В. Сварка взрывом. — М.: Машиностроение - 1, 2005.

8. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.

9. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

10. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

11. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 631

И.А. Канцеляристов, студент
С.А. Афонин, студент
О.М. Костиков, к.т.н., доцент

СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ВАРИАТОРА

Описан способ диагностики вариатора. Рассмотрено устройство для диагностики вариаторов. Описаны диагностические параметры вариатора. Приведены примеры эталонных значений параметров диагностики вариатора.

Для возможной диагностики автомобильных трансмиссий фирмы Jatco мы будем использовать следующее диагностическое оборудование: диагностический адаптер OBDII ELM-327(и другие, осуществляющие связь с диагностическим интерфейсом через протоколы Bluetooth или Wi-Fi), диагностический интерфейс «CVTz50» и смартфон, работающий на платформе Android не ниже версии «4.2». Далее мы будем детально рассматривать возможности диагностической программы «CVTz50” и влияние исследуемых параметров на работу вариаторов JATCO CVT.

Вариаторы Jatco отличаются достаточно простым доступом к программированию и считыванию собственных параметров. Отличительной особенностью данных устройств является индивидуальность синхронизации с блоками управления, а именно синхронизацию блоков управления вариаторов с автомобилями по CAN шине. Такой выбор обусловлен высокой скоростью передачи данных по шине до $1\frac{\text{Мб}}{\text{с}}$ и современными техническими решениями, применяемыми в контроллере. Использование CAN шины снижает количество проводов, подводимых к блоку, необходимых для обмена

данными и считывания информации с двигателя, трансмиссии и других бортовых систем, а также позволяет диагностировать их в режиме реального времени.

Стоит отметить наличие бортовых диагностических средств в современных автомобилях, но зачастую они позволяют лишь вывести на экран записанные в память коды ошибок и вывести для их дальнейшего раскодирования. Таким образом, о мониторинге параметров бортовых систем в реальном времени речи идти не может.

Рассматриваемая нами программа позволяет считывать и сбрасывать ошибки (коды диагностики) двигателя и вариатора, проводить адаптацию системы холостого хода, корректировать угол опережения зажигания и сбрасывать сервисный интервал счётчика износа масла вариатора, устанавливать уровень торможения двигателем, отображать эксплуатационную статистику и просматривать параметры работы в реальном времени. Программа поддерживает большинство автомобилей с вариатором фирмы Jatco-CVT, хотя изначально разрабатывалась для диагностики автомобиля Nissan Murano поколения Z50 и Z51.

Рассмотрим пример диагностики вариатора с помощью программы CVTz50, устройства ELM327 и смартфона, работающего на системе Android. Для успешного выполнения данной процедуры необходимо придерживаться некоторой последовательности действий, описанной ниже.

Во-первых, перед началом диагностики нужно убедиться в достаточном уровне заряда аккумуляторной батареи, так как разряженная батарея создаст скачки напряжения в бортовой сети при запуске двигателя, которые могут повредить электрические цепи диагностического сканера.

Во-вторых, необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации автомобиля и изучить последовательность подключения диагностического оборудования. В данном случае также уточнить права владельца автомобиля, находящегося на гарантии.

Далее, соблюдая правила безопасности при работе с электрическими приборами, можем приступать к диагностике вариатора. Первым делом необходимо подключить диагностический адаптер ELM 327 v.1.5 в соответствующий разъём автомобиля и включить зажигание. Если в адаптере загорелись соответствующие индикаторы, значит система работоспособна и можно приступать к следующему шагу. Следующим шагом будет установление связи адаптера с Android-устройством. Для каждого типа связи существует свой способ соединения и обычно производителем адаптера указывается последовательность действий. Мы лишь отметим, что для работы программы может использоваться только Bluetooth или Wi-Fi связь. Установив связь смартфона с адаптером, переходим к запуску диагностической программы. CVTz50 изначально использует Bluetooth связь и не требует дополнительных настроек после запуска, однако при использовании Wi-Fi в меню программы следует выбрать соответствующий пункт. Стоит отметить, что создатели сделали доступным и наглядным управление программой, а мы опишем важные при диагностическом

исследовании параметры.

Далее после запуска программы и успешного установления связи с адаптером, на экране появится история обмена данными, значения которой могут интерпретировать опытные программисты. Для практического рассмотрения значений параметров вариатора, начнём с обзора пункта «Информация о вариаторе» (рис. 1).

Для начала рассмотрим обозначения в пункте «Информация о вариаторе». На первом месте всегда находится пункт «Идентификатор калибровки» - это совокупность программных адаптационных кодов, которые индивидуальны для каждой связки автомобиля с вариатором. Значения системные и не подлежат редактированию. В следующем пункте говорится о последних сохранённых ошибках. Но следует учитывать особенности программного обеспечения производителей автомобилей в том, что не все ошибки сохраняются в память. Так же, как и небольшое отклонение от рабочих показаний, в следствии нарушения работы какой-либо системы, может не вызывать появление кода ошибки. Следующий пункт рассматривается как счётчик количества включений аварийного режима. Далее представлены показания моточасов, пройденных двигателем в непрогретом состоянии агрегата и количество моточасов, пройдённых на прогретом двигателе и коробке.

Рассмотрим режим «Мониторинг работы вариатора», его включение происходит при нажатии соответствующей кнопки или через 10 секунд бездействия в меню после старта программы. В этом режиме работы программы отображаются основные важные параметры вариатора (рис. 2), значения которых очень важны для определения технического состояния агрегата. Ниже дадим комментарии каждому параметру:

1) Рабочие обороты двигателя (об/мин).

2) Положение селектора выбора передач или номер передачи в режиме М (отображается в скобках при нажатой педали тормоза).

3) Скорость автомобиля (км/ч) (длинное нажатие на значение скорости позволяет выбрать датчик отсчёта).

3) «Газ» - параметр датчика положения педали акселератора (от 0 до 8).

4) Полезная мощность двигателя (л.с.).

5) Полезный крутящий момент двигателя (Н*м).

6) «AWD” - муфта подключения задней оси (от 100%:0% до 50%:50%).

7) «g” - моментальное ускорение автомобиля.

8) Параметры расхода топлива: л/100км, л/час, остаточный объём, оставшийся путь, средний расход, объём израсходованный, пройденный путь и время. (Для сброса длинное нажатие на одно из значений).

9) «Двигатель» - цветовой и цифровой индикаторы температуры охлаждающей жидкости.

10) «Впуск» - температура всасываемого воздуха.

11) «Вариатор» - температура рабочей жидкости (Градус Цельсия, цветовой индикатор, у.е. - условная единица, определяемая блоком управления).

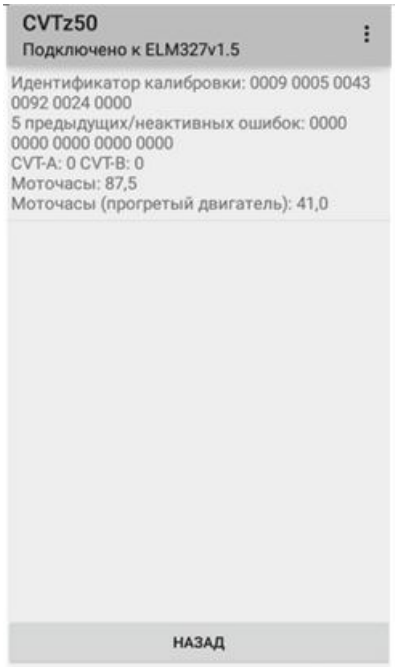


Рис. 1 – Показана вкладка «Информация о вариаторе»



Рис. 2 – Основные параметры вариатора

12) «Блокировка ГТ» - ток в Амперах, подаваемый для блокировки электромуфты гидротрансформатора (Загорается при заблокированной муфте).

13) «Проск. ГТ» - разность скорости вращения двигателя и ведущего шкива (При блокировке муфты должно стремиться 0).

14) «Отн. ГТ» - коэффициент передачи гидротрансформатора.

15) «Вирт. Перед.» - отображает виртуальную передачу при текущем положении вариатора.

16) «Пер. Отн.» - требуемое и фактическое значения передаточного отношения вариатора.

17) «Шаг. Мотор» - требуемое и фактическое значения положения шагового электродвигателя.

18) Значение крутящего момента на выходном валу (583Н*м) (Эмпирическое значение).

19) «Втор. Давл. Цель» - давление во вторичном контуре вариатора требуемое (МПа).

20) «Втор. Давл.» - давление во вторичном контуре вариатора фактическое (МПа).

21) «втор. Пик» - давление во вторичном контуре вариатора максимальное зафиксированное (МПа) (хранится в памяти ЭБУ вариатора).

22) «Перв. Давл.» - давление в первичном контуре вариатора фактическое (МПа).

23) «перв. пик» - давление в первичном контуре вариатора максимальное (МПа) (хранится в памяти ЭБУ вариатора).

24) «Лин. Давл. Цель» - требуемое давление главной магистрали (МПа).

25) «ГТ» - эмпирическое значение давления LU блокировки трансформатора (МПа).

26) «Старение» - показатель износа масла.

27) «Питание» - напряжение на блоке управления вариатором.

28) Показывает время последнего обновления данных. Отображает появление ошибки на жёлтом или красном фоне.

В данном списке первичный и вторичный контур -это соответственно магистрали ведущего и ведомого шкивов вариатора. Приведены исследуемые параметры обслуженного и исправного автомобиля. Для уточнения рабочего диапазона описанных значений необходимо обращаться к руководству по ремонту и эксплуатации исследуемого автомобиля. Так же следует учитывать частоту обновления данных при мониторинге блоков управления двигателем, вариатором и системой полного привода. Среднее время обновления выводимых на экран параметров составляет 10 раз в минуту, однако при выборочном исследовании блока управления частота обновления повышается на порядок и будет составлять 100 раз в минуту.

Далее, рассматривая сервисные функции, следует обратить внимание на автоматическое выполнение теста давлений в магистралях после полной остановки с включенным режимом (Drive). После остановки программа фиксирует остаточное давление в контурах и выводит его на экран. Эталонным считается давление 0.7Мпа в первичном контуре, при этом давление во вторичном не должно уменьшаться. Если давления отличаются от эталонных, это указывает на износ гидроблока. Окончательно данные требуется сверять с руководством по ремонту и эксплуатации автомобиля. При снижении давления ниже номинального, соответствующий индикатор загорится жёлтым или красным цветом, для исправной системы значение давления подсвечивается зелёным. В режиме мониторинга вариатора можно провести тестирование максимального давления при резком ускорении автомобиля. В данном случае в исправной гидравлической системе пик давления должен приходится на значение выше 5 Мпа.

Также отметим простые, но полезные функции данной программы. Такие функции, как: измерение времени разгона (градация по 50 километров в час, результаты появляются в первой строке рядом со значением селектора выбранной передачи), корректировка угла опережения зажигания, отключение цилиндров, обучение подачи воздуха на холостом ходу и функцию отправки блоку управлению пользовательских команд.

Огромное значение для обслуживания автомобиля имеют функции графического отображения параметров и сохранения данных в режиме статистики в формате «.txt» для дальнейшей визуализации в программе «Excel». Для перехода к данной функции следует нажать на один из интересующих параметров в режиме мониторинга, после чего появится график зависимости величины от времени (красная линия). Для более детального изучения программа показывает синей линией на графике скорость автомобиля. Однако следует учитывать, что не каждый параметр можно изобразить на графике, так же, как и предусмотренное программой количественное отображение последних значений параметров в количестве 200 единиц. Ниже представлен (рис. 3) пример отображения передаточного

отношения вариатора на графике с течением времени.

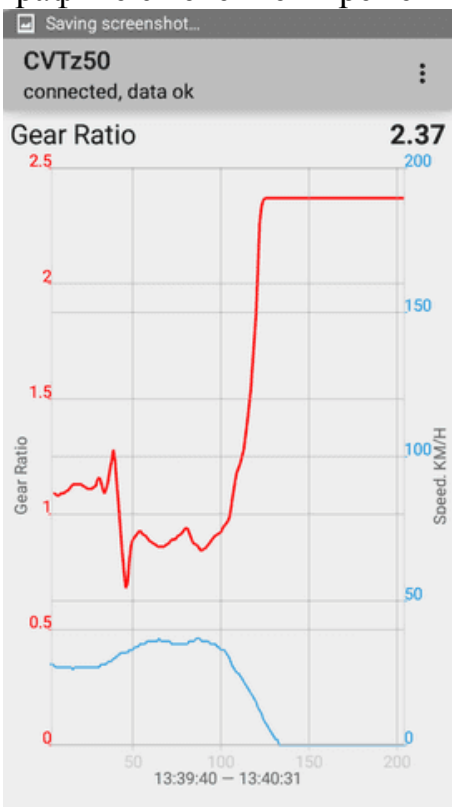


Рис. 3 – Зависимость передаточного отношения от скорости с течением времени

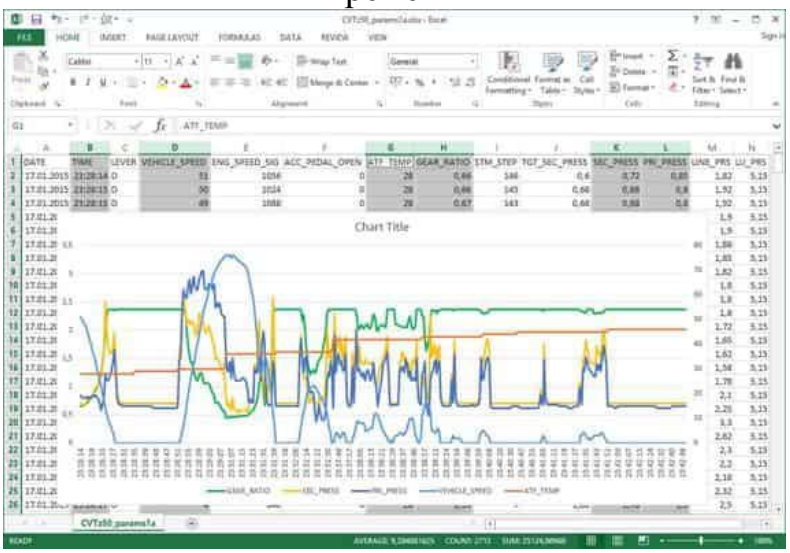


Рис. 4 – Представление записанных в файл параметров

Статистические данные при работе программы накапливаются в память устройства, а при подключении к сети интернет сохраняются как резервные копии в аккаунт Google при разрешении резервного копирования на устройстве. На устройстве данные между программы и адаптером находятся в файле «CVTz50.txt», полученные в режиме мониторинга данные хранятся в файле «CVTz50_params.txt», а считываемые по двигателю параметры находятся в файле «CVTz50_engine.txt». Программа работает в режиме самописца, а полученные файлы можно открывать программе «Excel» для дальнейшего анализа (рис. 4).

Таким образом, наряду с совершенствованием конструкции автомобилей, развиваются и становятся более доступными диагностические средства. Программа CVTz50, которая позволяет проводить диагностику вариатора, явный тому пример. Программа подходит для методического использования, для авторемонтных предприятий и для личного пользования.

Список литературы

1) Мониторинг параметров работы вариатора // CVTz50 | Диагностика вариатора через ELM327 URL: http://cvtz50.info/ru/ (дата обращения: 20.02.2020).

2) Описание работы CVTz50 – диагностика вариатора для Android через ELM327 // Drive2.ru: Сообщество машин и людей. 2017. 9 ноя. URL: https://www.drive2.ru/b/487397287870333021/ (дата обращения: 20.02.2020).

3) Поливаев О.И., Костиков О.М., Ведринский О.С. Электронные системы управления бензиновых двигателей. - Воронеж: ВГАУ, 2008. – 138с.

4) Костиков О.М., Божко А.В. Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования" для студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 (190600.62) "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" профиль подготовки бакалавра "Автомобили и автомобильное хозяйство". - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014. – 85с.

УДК: 534.286.2

Д.Ю. Терехов, аспирант
О.И. Поливает, д. т. н., профессор
А.Н. Кузнецов, к. т. н., доцент

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА

Описаны способы и средства защиты операторов техники от шума, создаваемого при работе транспортного средства, рассмотрены их способности и проанализированы применяемые способы защиты. Так же проанализирована степень шумозащиты некоторых средств.

Современный темп городского жителя в последние годы ежегодно растет. Вместе с темпом жизни растут города, производство и увеличивается автомобилизация населения. В этой связи наблюдается постоянный рост уровня шума в близи городов и непосредственно в них самих. По последним данным, около 30 % болезней, которыми страдает городское население,

связанно с длительным воздействием на организм шума, выше допустимых норм.

В особой зоне риска приобрести шумовую болезнь находятся люди, работающие в производственной сфере. Операторы, работающие с техникой, находится целый день в непосредственной близости от нее, что негативно сказывается как на самочувствии, так и на собранности на рабочем месте. В последние годы вопрос экологичности и безопасности труда становится во главу всей сферы производства. Что касается безопасности труда, снижение шума является приоритетным, и тщательно рассматривается как производителями, так и работодателями. Несмотря на многообразие шумо и виброзашитных средств, а также методов борьбы с повышенной вибрационной нагрузкой, существует определенная их классификация (рисунок 1). В зависимости от назначения, принципа действия, используемых материалов и т.п.[3] из различают на несколько групп:

К средствам защиты от шума и вибрации относятся следующие:

По отношению к объекту, требующего защиты от шума и вибрации: различают средства индивидуальной и коллективной защиты.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются для защиты одного человека, и их главное предназначение – перекрыть проникновение шума внутрь человеческого уха.

Индивидуальные средства защиты от вибрации используются для защиты или снижения локальных вибраций на небольшом участке. К индивидуальным средствам виброзащиты относятся рукавицы из специального вибропоглащающего материала, а так же виброзащитная обувь, так же изготовленная из материала, способного снижать вибрацию [1].



Рисунок 9 - Классификация средств и методов защиты от шума

Так же для снижения шума можно воздействовать на сам источник шума: средства коллективной защиты подразделяют на следующие группы:

– снижающие шум непосредственно в самом источнике шума;

– снижающие шум на пути движения звуковой волны от источника шума к точке ее воздействия.

Так же важна среда в которой распространяется звук. По данному критерию выделяются средства, снижающие передачу:

– воздушного шума;

– структурного шума.

Средства защиты от шума, которые используются для защиты на пути распространения звуковой или вибрационной волны, используют принцип отражения, принцип поглощения волн или комбинируют их вместе

По принципу действия так же подразделяются следующие методы защиты от шума и звуковой вибрации:

Звукоизоляция - метод защиты от воздушного шума, в основе которого лежит отражение звука от бесконечной плотной звукоизолирующей преграды.

Звукопоглощение - метод снижения воздушного шума, принцип которого сосредоточен на переходе звуковой энергии в тепловую в мягкой звукопоглощающей (волокнистой или пористой) конструкции.

Виброизоляция - метод снижения структурного звука, базирующийся на свойствах вибрационных волн отражаться в виброизоляторах.

Вибродемпфирование - способ защиты от звуковой вибрации, в котором энергия звуковых и вибрационных волн переходит в тепловую энергию вибродемпфирующих покрытий

Глушители шума - устройства, которые снижают аэродинамический или гидравлический шум по используя свойства отражения или поглощения звуковой энергии.[2]

В зависимости от использования дополнительного источника энергии средства защиты от шума и вибрации могут быть:

1. пассивными (без дополнительного источника звука);
2. активными (с дополнительным источником звука).

В активных средствах защиты от шума используется принцип интерференции звука.

У каждого материала и способа защиты от шума имеется своя эффективность, ее количественная характеристика представлена в таблице 1

Таблица 1 - Значения звукоизоляции для некоторых материалов

Элемент ограждения	Звукоизоляция, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Одинарное остекление	13	18	25	28	32	29	32	38
Многослойное металлическое ограждение	18	23	27	31	35	33	36	40
Трехслойная перегородка между дизельным отсеком и кабиной	15	21	24	26	27	30	30	35
Многослойный пол	14	18	21	21	20	23	26	30

Как можно увидеть в настоящее время имеется достаточно много способов и методов защиты операторов от шума и вибрации. Но на данном

этапе их применение ограничивается высокой стоимость материалов и сложностью их монтирования. Так, например, в самолетостроении на шумозащиту тратится около 20% от стоимости единицы техники. Что касается наземного транспорта, то на шумозащиту тратится около 5% от стоимости. Этот показатель заметно ниже, что говорит о низкой защите операторов наземного транспорта от шумо и вибро воздействия.

Список литературы

1. Чернов М.В. Снижение воздушного шума в кабине колесного тягача дорожных машин сотовыми звукопоглощающими конструкциями / М.В. Чернов. – Дис. канд. техн. наук. –Воронеж, 2000. –220с.
2. Месхи Б.Ч. Улучшение условий труда операторов комбайнов за счет снижения шума и вибрации / Б.Ч. Месхи. – Дис. канд. техн. наук. – Ростов-на-Дону, 2004. – 476с
3. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник.- М.: Университетская книга, Логос, 2008.- 424с.

УДК 67.05(94)

Д.П. Зимин, студент
А.С. Зуев, студент

СТАНКИ УНИКАЛЬНОГО КЛАССА И ИХ ИСТОРИЯ

Исторически так сложилось, что с совершенствованием технологий человеку требовались более совершенные инструменты. Одними из таких инструментов стали металлообрабатывающие станки. С их помощью человек способен изготавливать детали сложной формы из металла. А в этой статье я хочу вас познакомить с уникальными представителями этих инструментов. Станками уникального класса, для обработки самых тяжелых и самых габаритных деталей.

Коломенский уникальный станок КУ299 (рис. 1) обрабатывал крупногабаритные тяжелые детали весом до 560 тонн и диаметром до 20 метров. Станок выпускался Коломенским станкостроительным заводом (ныне группа СТАН, ЗАО "Станкотех"). В 1970 году он был доставлен в Японию для фирмы Hitachi (Осака). Это самая сложная и крупногабаритная машина, поставляемая за рубеж за всю историю советской внешней торговли.

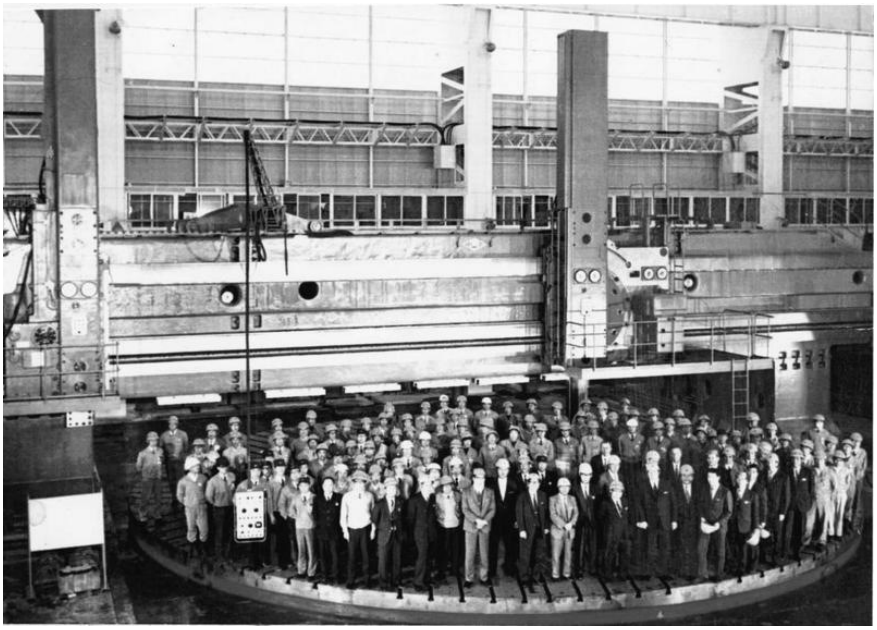


Рисунок 1 Уникальный станок Коломенского завода КУ-299

Двухколонный токарный станок КУ299 имеет необычную портальную компоновку. Массивная перекладина, несущая суппорты, установлена на специальных столбах, которые могут перемещаться в горизонтальной плоскости. Высота устанавливаемого изделия может быть увеличена с помощью проставок между столбами и перекладиной.

Но самой необычным и интересным станком в мире является одностоечный КУ466 (рисунок 2), созданный совместно с компанией Schiess(Германия). Высота детали может достигать 5 метров. Сначала КУ466 некоторое время работал в Волгодонске (Атоммаш), затем перевезен в Китай. Максимальный диаметр обрабатываемой заготовки до 22 метров при меньшем наружном диаметре планшайбы достигается благодаря опорному кресту. Опорный крест может состоять из четырех, шести или восьми опорных балок ("лыж"). Балки закреплены в пазах лицевой панели планшайбы. На верхней поверхности каждой опорной балки, аналогично планшайбе, предусмотрены Т-образные пазы для перемещения крепления корпусов кулачков зажима деталей.

Специально для обработки 6-метрового зеркала БТА (Большой Телескоп Азимутальный) Специальной Астрофизической Обсерватории (САО РАН, Нижний Архыз, Карачаево-Черкесия) Коломенский завод тяжелого станкостроения создал специальный карусельный станок КУ168 (Рисунок 3) для шлифовки и полировки самого большого в то время зеркала в мире. В октябре 1966 года он был введен в эксплуатацию на Лыткаринском заводе оптического стекла (ныне входит в холдинг "Швабе", "Ростехнологии").

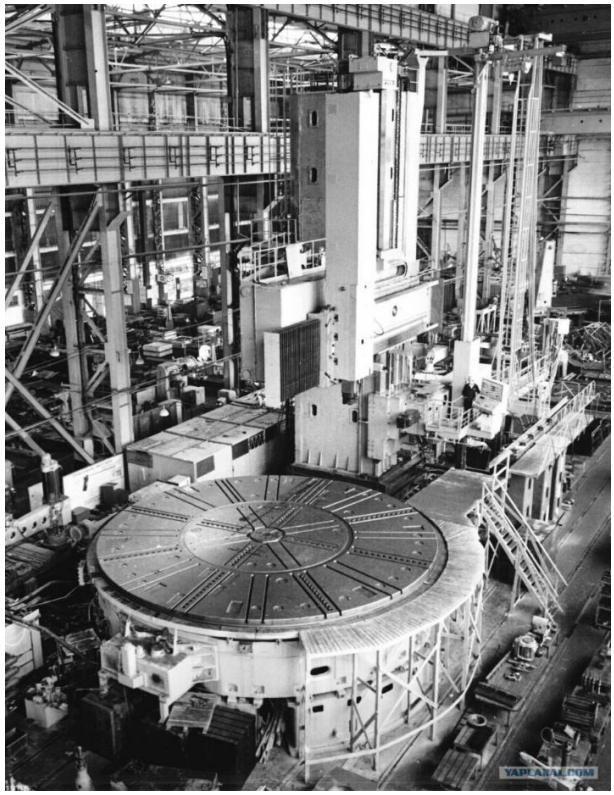


Рисунок 2 Уникальный станок Коломенского завода КУ-466



Рисунок 3 Уникальный станок Коломенского завода КУ-168

С 1969 по 1974 год обрабатывалось зеркало № 1. После завершения обработки и доставки зеркала в обсерваторию зеркало № 2 обрабатывалось до 1976 года. В 2008 году зеркало № 1 было передано на реконструкцию в ОАО "ЛЗОС". Поверхностный слой толщиной 8 мм снимался на станке КУ158, а зеркало транспортировалось и устанавливалось на станке КУ168. В дальнейшем станок КУ168 был модернизирован. Вместо второй ретуширующей головки была установлена новая полировальная головка с программным управлением, заменена электроника систем автоматики и проведено профилактическое обслуживание. Станок работает и по сей день.



Рисунок 4 Портальный пятикоординатный фрезерный обрабатывающий центр модели ОЦП3000 (*ЗАО «Станкотех»)*

Производственный центр «Станкотех» (компания Группы СТАН) совместно с ФГУП НПО «Техномаш» изготовил и провел в Коломне сдаточные испытания пятикоординатного обрабатывающего центра модели ОЦП-3000 для предприятия РоскосмосаОЦП 3000 (Рисунок 4) предназначен для обработки крупногабаритных деталей (пластин, рам, корпусов и др.) изготовленных из легких металлических сплавов и композитных материалов. Станок может обрабатывать детали любой геометрической формы с пяти сторон без перезагрузки.

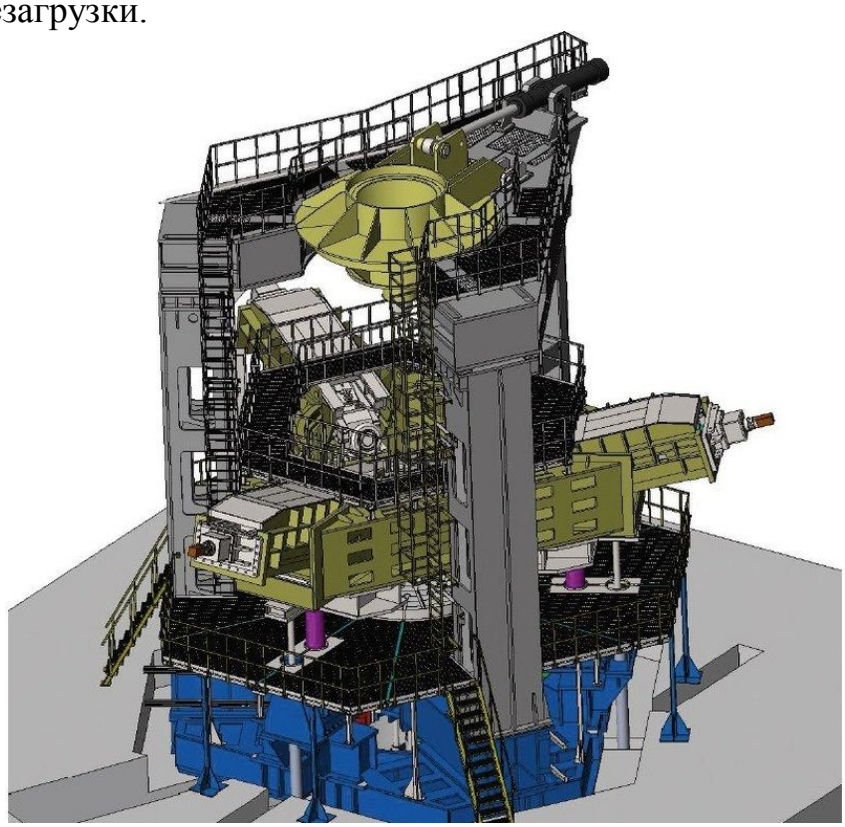


Рисунок 10 Универсальный Раскатной Стан(УРС-3200)

Концепция серии ОЦП обеспечивает широкую универсальность Проект станка можно легко масштабировать для приспособления любого

размера продуктов клиента. Возможно использование станков с портальной (мостовой) кинематикой. Конструкция станка может быть как с двухкоординатной головкой (пятикоординатный вариант), так и с угловыми головками (для пятисторонней обработки деталей). Разработана оригинальная автоматическая система смены инструмента для двухосной наклонно-поворотной фрезерной головки. Количество инструментов в магазине может достигать 12.

Продолжая традиции КЗТС, ОАО "Станкотех" создает станки, поражающие масштабом и оригинальностью инженерной мысли. Например, универсальный раскатной стан УРС 3200, 3200 — это максимальный диаметр в миллиметрах той самой цилиндрической или конусообразной детали, которую можно создать на станке, (рисунок 5) предназначен для производства особо точных осесимметричных деталей (конусов, цилиндров, оболочек двойной кривизны) комбинированной наружной и внутренней прокаткой. Технология внутренней и наружной прокатки применяется для производства труб и оболочек специального назначения. Главным преимуществом данной технологии является высокая точность геометрических размеров получаемых изделий и упрочнение материала в процессе прокатки. Компоновка стана вертикальная с трехвалковым сепаратором и осесимметрично закрепленной оправкой для наружной прокатки и неподвижной матрицей для внутренней прокатки.

Стан может использоваться как для наружной, так и для внутренней прокатки. Переход от одного технологического процесса к другому достигается путем перенастройки мельницы и установки соответствующего инструмента. Общие размеры УРС 3200 (длина х Ширина х высота): 19 340мм х 17 700мм х 16 185мм. Масса машины 700 000 кг (без учета автономного оборудования)

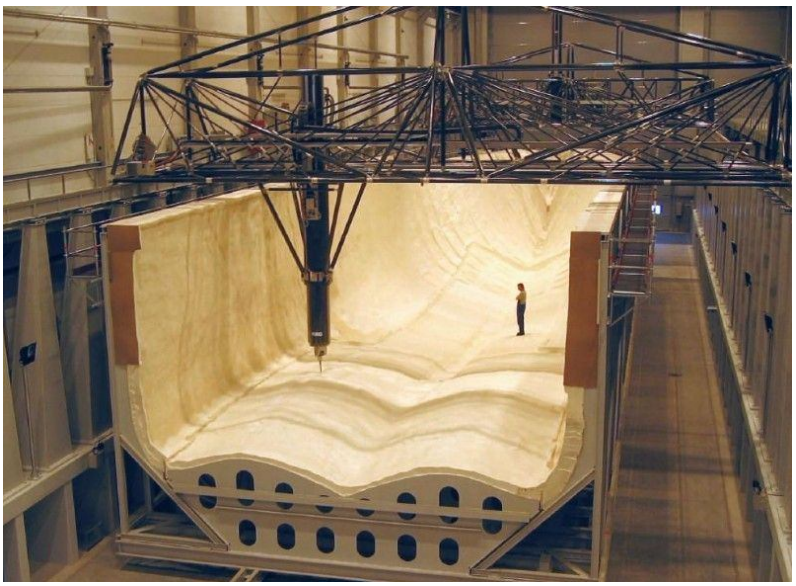


Рисунок 11 HSM-MODAL Универсальный Фрезерный Пятикоординатный станок с ЧПУ

Высокоскоростной обрабатывающий центр с пятью осями является продуктом немецкой компании EEW Maschinenbau [Германия]. Как и все другие платформы обработки с ЧПУ, это по существу механическая рука с инструментом, который перемещается в трехмерном пространстве по командам, генерируемым специализированным программным обеспечением САПР. Однако габаритные и функциональные размеры центра отличают его от всей массы оборудования с ЧПУ. Рабочая площадь обрабатывающего центра огромна, его длина по оси X составляет 150 метров, 9 метров по оси Y и 4 метра по оси Z. Рука манипулятора может вращаться под углом 270 градусов, а инструментальная головка-под углом 190 градусов. Центральная конструкция выполнена из алюминия и углеродного пластика, что делает ее чрезвычайно легкой. Несмотря на свои габариты, агрегат потребляет всего 5-7 кВт в час во время работы.

Данный модульный центр очень универсален, и в зависимости от типа используемого оборудования и оснастки может быть использован для многих задач. С его помощью можно выполнять фрезерные операции, пилить, шлифовать, резать струей воды, песка или лазерным лучом. При любой конфигурации максимальная погрешность обработки составляет одну десятую миллиметра.

Эти центры уже используется на некоторых промышленных предприятиях. Они используется для изготовления моделей для песчаных форм, те, что раньше делались исключительно вручную. Каждая форма выполнена с высокой точностью и в четыре раза быстрее, чем это делалось раньше. На других предприятиях этот станок используется для изготовления корпусов судов, а в автомобильной промышленности он используется при изготовлении моделей автомобилей в масштабе 1:1.

В результате мы имеем множество универсальных инструментов которые человечество использует для реализации своих замыслов, осуществления невероятных проектов, при этом используя самые совершенные технологии и материалы.

Список литературы

1. Самойлов С.И. Технология тяжелого машиностроения. 2-е изд., 1976г. -595 с.
2. На что способны российские станки // Журнал «Популярная механика» [Электронный ресурс] Режим доступа:https://www.popmech.ru/technologies/53441-tyazhelyy-metall-vozvrashchaetsya/(дата обращения 20.02.2020)
3. Коломенский завод тяжелых станков КЗТС (АО "Станкотех") // Коломенский завод тяжелых станков КЗТС [Электронный ресурс] Режим доступа: http://stanki-katalog.ru/st_kolomna.htm (дата обращения 10.02.2020)
4. Самые большие станки // Новатор-груп [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.novator-grp.ru/rus/projects/big_lathe (дата обращения 08.02.2020)

5. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
6. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
7. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
8. Технология конструкционных материалов: Станочная учебная практика : учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / В. Г. Козлов, Т. В. Тришина; Воронежский государственный аграрный университет.— Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 .— 168 с.

УДК 621.311

В.В. Юрьев, студент
А.А. Зуев, магистрант
Е.А. Извеков, к.т.н., доцент

ОПТИМИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

На основе собранной информации рассмотрены методы оптимизации и контроля режимов работы электрооборудования. Описаны экономически целесообразные решения, удовлетворяющие сегодняшней тенденции.

Контроль – это анализ значений и вывод информации о несоответствии и отклонениях фактических значений от нормируемых, установленных нормативами.

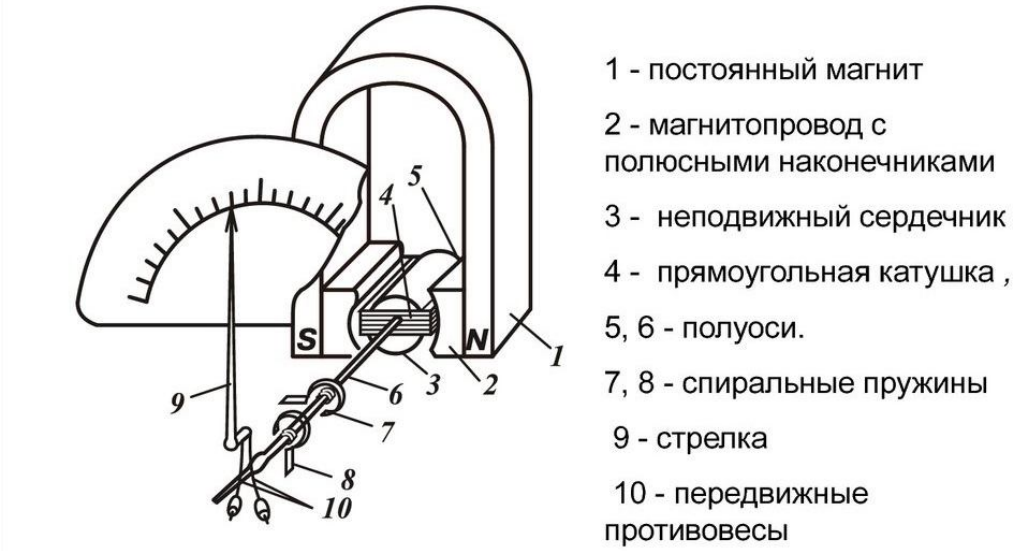
Чтобы обеспечивать безаварийную работу ТП необходимо следить за режимами работы оборудования: напряжением, нагрузкой, и частотой в определенных местах энергосетей, величиной и направлением перетоков реактивной и активной мощности.

Контроль нормативных параметров и остальных характеристик работы электрического оборудования производится преимущественно при помощи щитовых контрольно-измерительных устройств, а в некоторых случаях по мере необходимости используются мобильные измерительные приборы.

Чтобы обеспечить контроль за режимами работы электрического оборудования подстанций используют электроизмерительные приборы: цифровые, магнитоэлектрические, электродинамические, электромагнитные, индукционные, а так же осциллографы. Для удобства персонала на шкале

приборов нанесена метка, которая в свою очередь показывает номинальное значение измеряемой величины, такая метка существенно упрощает процесс наблюдения за работой электрооборудования и позволяет сигнализировать о перегрузках.

В цепях постоянного тока используют при измерении магнитоэлектрические приборы. Такие приборы за счет своей шкалы способны измерять с большой точностью, кроме того из за своих технических особенностей на них не действует магнитное поле и скачки температуры воздуха. Имеют возможность использоваться не только как самостоятельные приборы, но и в комплекте с другими приборами. Что касается цепей переменного тока то в этих цепях также возможно производить измерения магнитоэлектрическими приборами, но только совместно с выпрямителем.



В цепях переменного тока по большей части используются электромагнитные приборы. Данный тип приборов обладает сравнительно меньшей точностью, нежели магнитоэлектрический Основан на взаимодействии магнитного поля с подвижным сердечником, расположенном внутри.

Электродинамические приборы вмещают в себя две обмотки, которые расположены одна в другой, момент создаваемый пружиной является противодействующим. Особенность такого прибора заключается в удобстве измерения (произведение двух величин) такого параметра как мощность. Способны обеспечивать высокую точность измерений при частоте меньшей 20 кГц в цепях переменного тока и измерять величины в цепях как переменного и постоянного тока. Минусом таких приборов является зависимость от влияния магнитного поля, поскольку они обладают внутренним слабым магнитным полем и в отличие от других типов приборов потребляют внушительную мощность. Для решения этой проблемы в приборах необходимых для определения показателей с высокой точностью используют экранирование. Часто на электродинамических приборах шкала измерений указана без значений измеряемых величин. Решением этой проблемы является вычисление постоянной прибора с помощью формулы[1]:

- для амперметра:

$$C_A = \frac{I_{ном}}{\alpha_{\max}};$$

- для вольтметра:

$$C_B = \frac{U_{ном}}{\alpha_{\max}};$$

- для ваттметра:

$$C_{BT} = \frac{U_{ном} \cdot I_{ном}}{\alpha_{\max}}.$$

Где $I_{ном}$ - номинальный ток;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение;

$\alpha_{\max}$ - число делений.

Приборы, основанные на действии вращающегося электромагнитного поля называются индукционными. Такие приборы используются только в цепях переменного тока. Используют их при измерении мощности, а так же как счетчики электроэнергии.

Электронные цифровые приборы отличаются от других высокой точностью измерения, имеют возможность отслеживать мгновенные изменения величин. Огромным их плюсом является выведение информации в виде цифровых показаний. Используются для измерения таких величин как чистота и напряжения в цепях постоянного и переменного тока.

Чтобы осуществлять моментальную запись и дальнейшее документирование важнейших показателей эксплуатирования оборудования применяют самопишущие приборы. С их помощью существенно упрощается анализ состояния работы электрооборудования при нормальной загрузке, способны на предупреждение о возникновении аварий в системе[2].

Оптимизация – процесс получения максимально выгодных и экономически целесообразных методов и характеристик за счет выбора оптимального варианта. Выбора из перечня предложенных способов решения того который будет удовлетворять поставленным требованиям.

На сегодняшний день в электроэнергетике применяется огромное количество трансформаторов. Невзирая на их значимость в распределении электрической энергии несовершенства и проблемы присущие энергосистеме в целом ведут к потерям электрической энергии.

Тем не менее, при верном выборе оборудования, необходимого уровня рабочего напряжения, есть возможность снизить численность трансформаторов, таким образом, снизив потери энергии.

В электроэнергетике, как и различного рода, предприятиях в подавляющем случае используют трехфазные трансформаторы. Если говорить о группе из трех однофазных трансформаторов малой мощности, то их стоимость в значительной мере превышает цену одного трансформатора

равной им мощности и требует в среднем на 20% больше затрат на медь и сталь, нежели один трехфазный трансформатор равной мощности. Из за этого однофазные трансформаторы применяют только в тех случаях, когда из за неудобств или невозможности доставки нельзя применять трехфазные. А также из за отсутствия в наличии трехфазного трансформатора необходимой мощности.

Время физического старения трансформатора, который работает в номинальном режиме, составляет около двадцати пяти лет. Срок зависит от непосредственного старения изоляции обмоток под воздействием температур указанных в паспортных данных для определенного вида изоляции. Само старение сводится к замене первичных электрических, механических и химических свойств изоляционных материалов.

В течении времени работы трансформаторов их нагрузка, а следовательно, и температура колеблются в существенных диапазонах.

Маслонаполненные трансформаторы являются пожароопасными, масло подвержено старению и не способствует снижению уровня шума, но такие трансформаторы значительно дешевле и рентабельнее там, где не ужесточены требования экологичности.

Ужесточение требований экологической безопасности распределительных трансформаторов послужило причиной к разработке нескольких видов жидких пожаробезопасных диэлектриков таких как: кремнийорганических жидкостей, синтетических эфиров, высокотемпературных углеводородных масел и других жидкостей, которыми заменяют минеральное масло[3]. Широкое применение получила кремнийорганическая жидкость - полидиметилсилоксан, отличиями которой являются: высокоустойчивость к старению, не ядовита, отлично разлагается в различных климатических условиях, экологически безопасна.

Основным методом борьбы с потерями считается правильное проектирование и эксплуатация электрических сетей, что в итоге делает возможным обеспечение и дигрессию затрат на производство электрической энергии.

С целью уменьшения потерь электрической энергии на подстанциях применяются различные методы, из которых необходимо особо отметить оптимизацию и совершенствование функционирования охлаждающих систем трансформаторов и шунтирующих реакторов.

В настоящее время создаются микропроцессорные устройства, которые могут в зависимости от температуры окружающего воздуха и температуры масла внутри баков оптимизировать продолжительность работы охладителей, ограничив при этом расход электроэнергии на питание обдувов электрических аппаратов.

Вместе с тем, в данное время существуют технологии по вторичной эксплуатации тепла, доставшегося от нагрева силовых трансформаторов и применяемого для отопления зданий ОПУ, ЗРУ на подстанциях.

Значительным фактором выступает разделение учета электроэнергии на общехозяйственные и личные нужды ПС, не позволение присоединения к

ТСН (трансформаторам собственных нужд) каких-либо потребителей, не имеющих никакого отношения к работе подстанции.

В большей степени уменьшить потери электрической энергии и, соответственно, оптимизировать работу трансформаторов способствует выполнение ряда профилактических работ, осуществляемых под напряжением, то есть без их отключения, потому как любой наладочный режим множит потери в сети в сравнении с нормальными режимами.

Учитывая, что потери электроэнергии в трансформаторах значительны, необходимо уделить внимание на их сокращение до минимальных значений следующими способами:

Правильный выбор мощности, числа трансформаторов. При этом необходимо принимать во внимание реальные нагрузки. По мощности преимущественно предпочтительны трансформаторы мощностью в 1 МВА, что характеризуется фактическим временем эксплуатации.

Снижение времени холостого хода в промежутки времени с малыми нагрузками. При исследовании ежегодных затрат преимущественно экономичным режимом работы сети в итоге оказывается работа трансформаторов с перегрузкой в период максимальных нагрузок. В итоге, возникает вероятность получить минимальные потери и одновременно с этим выровнять график нагрузок. При всем этом, в данном случае необходимо правильно найти перегрузку с учётом температуры воздуха и начальной нагрузки.

Подбор преимущественно подходящих режимов работы, когда в соответствии с общей нагрузкой в работу будет включаться конкретное количество одновременно работающих трансформаторов, создающих условия минимума потерь электрической энергии и максимум надёжности питания потребителей.

Современные тенденции в оптимизации работы трансформаторов:

Особо важно будет упомянуть сегодняшнюю тенденцию о переходе от программ соответствующих стандарту оптимизации работы трансформаторов и уменьшения потерь электроэнергии в электросетях к бизнес-процессам регулирования и контроля потерь.

Решение аналогичного рода задач повлечёт за собой возникновение исключительно современных методов в анализе технической и экономической эффективности от принятия решения в инвестиционных проектах совершенствования [4, 5, 6].

Применение новых технологий и использование на практике вышеупомянутых методов оптимизации работы электрических сетей в бедующем способны достичь такую цель, как увеличение эффективности нормирования потерь электроэнергии.

Список литературы

1. А. С. Вершинин, С. В. Мальцев Метрология и радиоизмерения : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-39 01 01

«Радиотехника»[Текст] / сост. и общ. ред. В. Ф. Янушкевича. – Новополоцк : ПГУ, 2010. – С.45-48.

2. Баран, А. Н. Учет, контроль и регулирование энергоресурсов: курс лекций [Текст]/ А. Н. Баран; под ред. В. А. Пашинского. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – С.84-86.

3. Пуйло Г.В. Современные тенденции совершенствования распределительных трансформаторов [Текст]/ И.С. Кузьменко, В.В Тонгалюк. – Одесса, 2008. – С.48-52.

4. Оптимизация работы трансформаторов в целях снижения потерь электроэнергии [Электронный ресурс]. URL: http://forum220.ru//optimization-transformers.php.ini (дата обращения 13.02.2020).

5. Афоничев Д.Н. Основы научных исследований в электроэнергетике [Текст] / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 204 с.

6. Афоничев Д.Н. Информационные системы в электроэнергетике [Текст]: учебное пособие / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 233 с.

УДК 51-74

И.Ю. Старчиков, студент
О.Р. Кичигин, студент
В.Н. Колпачев, д.т.н., профессор

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В АГРОПРОИЗВОДСТВЕ

Современное аграрное предприятие представляет собой сложную, динамическую систему, состояние которой описывается некоторым набором параметров, имеющих преимущественно вероятностный характер. С течением времени производственная система изменяет своё состояние, и возникает проблема идентификации этого состояния и определения наиболее вероятных состояний системы на предварительном этапе организационно-технологического проектирования.

Поле возможных состояний системы можно представить в виде графа рис. 1.

Производственная система функционирует на бесконечном промежутке времени, так как намерений о прекращении деятельности у предприятия отсутствуют. Следовательно, было бы с практической точки зрения интересно определить какова вероятность нахождения производственной системы в каждом из выделенных состояний при $t \to \infty$. Такие вероятности получили название финальных и условием их нахождения является независимость λ_{ij} от времени.

Выше было рассмотрено, что в первом приближении можно считать это условие выполнимым. Остаётся определить существуют ли такие вероятности для системы, характеризующейся графом, представленным на рис. 1.

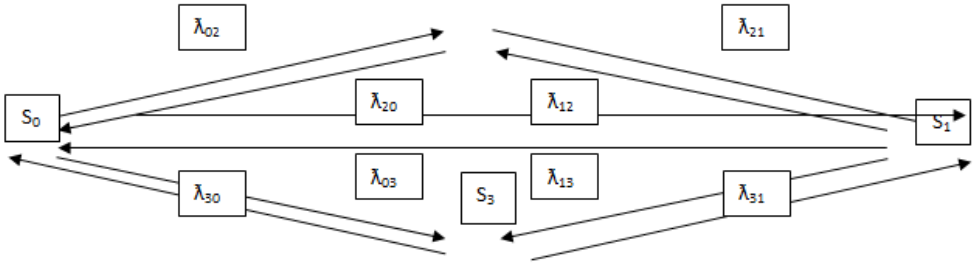


Рис. 1. Поле возможных состояний системы

В принципе, граф на рис. 1 удовлетворяет этим условиям, а следовательно, финальные вероятности существуют и определяются из системы , в которой необходимо все производные по времени принять равными нулю. В этом случае приходим к следующей системе алгебраических уравнений:

$$0 = \lambda 10P1(t) + \lambda 20P2(t) + \lambda 30P3(t) - (\lambda 01 + \lambda 02 + \lambda 03) * P0(t)$$
$$0 = \lambda 01P0(t) + \lambda 21P2(t) + \lambda 31P3(t) - (\lambda 10 + \lambda 12 + \lambda 13) * P1(t)$$
$$0 = \lambda 02P0(t) + \lambda 12P1(t) - (\lambda 20 + \lambda 21) * P2(t)$$
$$0 = \lambda 03P0(t) + \lambda 13P1(t) - (\lambda 30 + \lambda 31) * P3(t)$$

К этой системе необходимо добавить условие нормировки, имеющее вид

$P_0+P_1+P_2+P_3=1$.

Заменяя любое из уравнений системы на условие нормировки и решая полученную систему находим финальные вероятности, определяющие состояние элементарной производственной системы.

Таким образом, при заданных условиях производственная система очень быстро приходит в стационарное состояние.

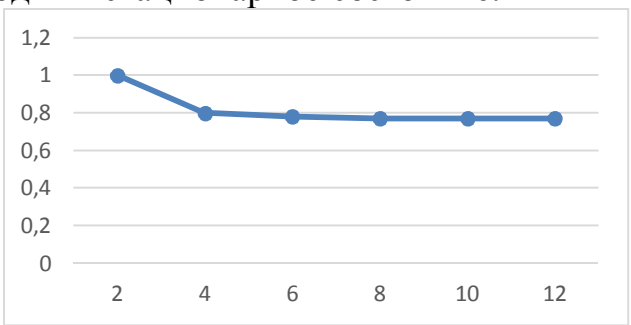


Рис. 2. Зависимость вероятности P_0 времени

Список литературы

1. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. – М.: «Финансы и статистика», 2001. – 368 с.

2. Модель распределения ресурсов при управлении проектами в случае независимых операций [Текст] / П.С. Баркалов [и др.] // Математическое моделирование информационных и технологических систем: сб. науч. тр. ВГТА. – Воронеж, 2003. – Вып. 6. – С. 54-58.

3. Баркалов, П.С. Оптимизация календарного графика с учетом времени.

4. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 669.713.7

И.Ю.Старчиков, студент
А.Р. Глушанков, студент
В.Н. Колпачев, д.т.н., профессор

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Устойчивое функционирование оптового склада в условиях современного рынка предполагает постоянное совершенствование методов управления. Такие методы охватывают широкий спектр деятельности и направлены на увеличение эффективности складской системы.

Взаимодействие типа «поставщик-потребитель» всегда сопряжено с изменениями предпочтений потребителей, случайными колебаниями объема спроса, движением торговых фирм за пределы системы, привлечением новых клиентов, причем масштабы таких изменений в рамках даже одного оптового склада очень велики. Поэтому исследование такого взаимодействия предполагает взаимодействие рассмотрение достаточно сложной структуры связей оптового склада с потребителями по множеству наименований товарного ассортимента. Кроме того, возникает проблема, связанная со случайностью поведения и случайностью объема спроса каждого потребителя в отдельности.

Для преодоления возникающих сложностей исходное множество потребителей разбивается на непересекающиеся множества по определенным признакам. Потребители, эквивалентные с точки зрения признаков классификации, входят в одну группу как идентичные элементы, отражающие специфику данной группы. Это потребует учета спроса не отдельных фирм, а отдельных групп потребителей, с известными характеристиками. Такой подход обеспечит возможность рассмотрения спроса потребителей на закупку товара, как совокупность заявок всех фирм, входящих в одну группу, для всех выделенных групп.

Способ классификации фирм был рассмотрен в [1], поэтому не будем останавливаться на нем подробно, скажем лишь, что в качестве признаков

классификации выбираются ассортимент закупок и объем спроса потребителей на товары. Разбиение на группы проводится методами редукции данных на основе статистики отбора товаров на складе поставщика. Аналогично в [1] рассматриваются принципы разбиения (укрепления, агрегирования) ассортимента оптового склада на товарные группы, где признаками классификации являются физические характеристики товаров, уровень цен на них, а также потребительские свойства. В результате образуется значительно меньшее количество групп, по сравнению с исходным множеством.

Предположим, что в соответствии с указанными принципами было проведено разбиение исходного множества потребителей на группы торговых фирм, будем называть их кластерами торговых фирм. Понятно, что выделенные кластеры потребителей жестоко привязаны к имеющейся статистике оптового склада и характеризуют текущую структуру ассортиментных предпочтений. В связи с этим, полученное разбиение носит лишь временный характер, и полагаться на него следует в течение ограниченного периода времени. Изменение в структуре связей в системе «поставщик-потребитель» происходят благодаря воздействию как внутрисистемных факторов, так и факторов внешних по отношению к самой системе. В данной работе особый интерес представляют именно внутрисистемные факторы, а точнее те из них, которые могут регулироваться непосредственно поставщиком продукции. Управление деятельностью оптового склада предполагает выбор оптимальных параметров функционирования всей системы, сопряжение ее с внешней средой, с целью реализации поставленных задач. Далее рассмотрим, какие управляющие воздействия могут быть осуществлены для построения более эффективной структуры связей, с точки зрения максимизации конечной прибыли. Иными словами, проанализируем факторы, которые могут влиять на ассортиментные предпочтения потребителей (как качественные, так и количественные), на доверие данному поставщику.

Преобразования в управленческой политике оптового склада вызывают ответную реакцию со стороны потребителей продукции. Все множество потребителей разбито на группы и описывается набором кластеров. Профиль кластера характеризует предпочтения торговых фирм по ассортименту и по объему закупок. Тогда основополагающими причинами изменения профилей кластеров являются преобразования в сбытовой и ассортиментной политике.

Преобразования в сбытовой политике происходят путем:

1) Регулирования отпускных цен на продукцию
2) Введения или упразднения скидок
3) Распродажи;
4) Изменения процедуры реализации продукции (введение более эффективной системы взаимодействия с потребителем на этапе документального оформления и реализации сделки);
5) Предоставления разнообразных услуг (доставка, гарантийное обслуживание и т.п.).

Преобразования в ассортиментной политике оптового склада происходят путем:

1) Появления или ликвидации некоторых видов продукции;
2) Реклама, промоушн;
3) Изменения ассортимента, выхода на новые ниши рынка.

Понятно, что это лишь часть тех изменений в бытовой и ассортиментной политике, которые способен реализовать данный оптовый склад. В любом случае, такие преобразования вызывают перемещения торговых фирм из одной группы в другую, появление новых и уход прежних клиентов. Причем преобразования в ассортиментной политике могут вызвать коренное изменение профилей кластеров, появление качественно нового кластера фирм, образования новой товарной группы, поэтому анализ этих изменений сложнее. Скорее всего, придется снова прибегнуть к процедуре выделения кластеров торговых фирм дабы отразить вновь сложившуюся ситуацию на рынке. Анализ изменений в сбытовой политике сопряжен с исследованием указанных внутрисистемных потоков потребителей, и такие преобразования не вызывают столь радикальных изменений в структуре существующих кластеров торговых фирм.

С другой стороны, исходя из структуры предпочтения кластеров, можно интуитивно предположить характер реакции потребителей на то или иное изменение политики оптового склада, будь то изменения в ассортиментной или сбытовой политике. Однако здесь мы ограничимся рассмотрением сбытовой политики.

Выделение групп потребителей сопряжено с определенными трудностями. Здесь необходимо наличие достаточно длинной статистики оборота продукции, причем требуется относительная устойчивость цен и структуры потребителей. Поэтому для учета влияния каждого изменения в сбытовой или ассортиментной политике на внегрупповые и межгрупповые потоки торговых фирм требуется подобная статистика.

Выше указывалось, что профиль кластера характеризует предпочтения торговых фирм по ассортименту и по объему закупок и однозначно определяется числом потребителей, входящих в него, и вектором закупок. Вектор закупок $M = (M_1, \dots, M_s)$, содержит ненулевые компоненты, которые показывают объем потребностей одной торговой фирмы по данной группе товаров в единицу времени. То есть задает характер поведения каждого потребителя, входящего в данный кластер. Также например кластер характеризуется вектором отклонения $\Delta M = (\Delta M_1, \dots, \Delta M_s)$, компоненты которого показывают максимальное отклонение в объеме спроса на данную группу товаров от соответствующего значения объема спроса в векторе закупок. Эти векторы рассчитываются на основе статистики оборота продукции отпового склада за предыдущие периоды.

Пусть временной интервал разбит на единичные отрезки времени и анализируются изменения в промежутке времени $[t_0 t_1]$. Соответственно

$n^0{}_j, n^1{}_j$ – количество торговых фирм в j-м кластере в начале и в конце этого периода.

В общем случае, количество торговых фирм в кластере по истечению данного периода времени $n^1{}_j$ складывается из нескольких компонентов. Это новые клиенты, торговые фирмы, пришедшие из другого кластера, а также, переходящие в другой кластер из данного, потребители отдавшие предпочтение другому поставщику и, конечно, количество потребителей в кластере в начале периода $n^0{}_j$. В общем виде такая зависимость может быть представлена следующим образом

$$n_j^1 = n_j^0 + \Delta^+ n_j^0 - \Delta^- n_j^0 + \Delta^+ n_{K+1}^0 - \Delta^- n_{K+1}^0$$

Здесь K – количество кластеров торговых фирм. $\Delta^+ n^0{}_j, \Delta^- n^0{}_j$ характеризуют поток и отток потребителей в j-ый кластер соответственно. А внесистемные потоки клиентов отражают слагаемые $\Delta^+ n_{K+1}^0$- число вновь привлеченных потребителей и $\Delta^- n_{K+1}^0$ - число потребителей, которые предпочли другого поставщика.

Таким образом, может быть построены матрицы переходов $\{n_{ij}^+\}$ и $\{n_{ij}^-\}$ - квадратные матрицы размера K+1xK+1, первая из них показывает потоки торговых фирм, направленные на увеличение численности кластеров, вторая показывает оттоки торговых фирм из кластеров.

Для всех i ≠ j элементы матрицы $n_{ij}^+ = \Delta^x n_j^0$, а $n_{ii}^+ = n_j^0$. Столбец K+1 показывает приток новых клиентов, то есть $n_{iK+1}^+ = \Delta^+ n_{K+1}^0$, а K+1-ая строка нулевая, включая диагональный элемент матрицы. Аналогично рассчитываются элементы матрицы $\{n_{ij}^-\}$, а именно $n_{ij}^- = \Delta^- n_j^0$ и $n_{ii}^- = n_i^0$. Только здесь будет нулевым, включая диагональный элемент K+1-ый столбец, а $n_{K+1i} = \Delta^- n_{K+1}^0$.

На основе этих матриц может быть построена итоговая матрица переходов $\{\Delta n_{ij}\}$ размера K+1xK+1 следующим образом: диагональные элементы переносятся без изменений, а остальные элементы рассчитываются так $\Delta n_{ij} = n_{ij}^+ - n_{ij}^-$, для i, $j \neq K-1$. Элемент K+1-ого столбца рассчитывается как $\Delta n_{iK+1} = n_{iK+1}^+ - n_{K+1}^-$. Очевидно, данная матрица обладает свойством $\Delta n_{ij} = -\Delta n_{ij}$ для всех $i \neq j$.

Заметим, что внесистемные потоки потребителей происходят и без изменений в сбытовой политике. Потоки же внутри системы как раз вызваны такими изменениями. Поэтому имеет смысл строить итоговую матрицу переходов только в том случае, если анализируется характер воздействия внесенных изменений на структуру спроса потребителей продукции. Таким образом, предполагается, что до момента времени t_0 система функционировала без управляющих воздействий со стороны оптового склада, а в начале периода были внесены изменения в сбытовую политику.

Обратим внимание на тот факт, что скорость реагирования торговых фирм, находящихся вне рассматриваемой системы, на изменения в сбытовой политике оптового склада гораздо меньше, по сравнению с потребителями

внутри системы. То есть происходит эффект запаздывания, вызванный как недостатком информации, так и скоростью ее распространения. Если выбранные единичные интервалы времени достаточно малы, для того чтобы произошел отклик сторонних потребителей, то можно предположить, что изменения в политике отразятся на их поведении с некоторой временной задержкой, большей единичного интервала. Поэтому в течение времени $[t_0, t_1]$ тенденция прихода новых клиентов будет сохраняться на прежнем уровне, то есть

$$n_{K+1}^{1+} = \varphi(n_{K+1}^{0+}) + \varepsilon(t)$$

Здесь $\varepsilon(t)$ – независимая случайная величина с известным распределением, а $\varphi(n_{K+1}^{0+})$ - функция распределения. То есть мы предполагаем величину $\Delta^+ n_{K+1}^1$известной в течение единичного интервала времени $[t_0, t_1]$.

Наряду со сбытовой политикой наличие запасов на складе поставщика для удовлетворения потребностей в течение рассматриваемого периода или бездефицитное функционирование также влияет на предпочтения потребителей. В [3] отмечено, что в «классических» моделях управлениях запасами предполагается описание спроса независимо от характера функционирования складской системы. В результате такие модели оказываются «разомкнутыми» в том смысле, что детерминированные или вероятностные характеристики спроса предполагаются заданными извне, то есть не зависящими от состояния самой системы снабжения.

В нашем случае состояние системы снабжения формируется благодаря изменениям в сбытовой политике оптового склада и степени удовлетворения спроса. В качестве изменений в сбытовой политике принимается совокупность мероприятий, направленных на изменение себестоимости продукции для конкретных ее потребителей. Анализ влияния подобных мероприятий на конечный спрос был проведен в [2], здесь уделялось внимание установлению оптимального значения схем реализации (скидки, услуги и т.д.) с целью получения максимума прибыли. Руководствуясь этими результатами, будем считать, что изменение в сбытовой политике вызвано введением подобных схем реализации v_{js}, оптимальные значения которых определены исходя из построенной в [2] модели. Это позволит потребителям из j-го кластера покупать товары из s-ой группы по цене $p_{js}^* = p_s^*(1\text{-}v_{js})$, где $0 \le v_{js} \le 1$. Также могут быть рассчитаны значения приросты спроса по каждому кластеру торговых фирм, как функция от схем реализации, то есть $u_{js} = u(v_{js})$.

Отток торговых фирм за пределы системы происходит вследствие неудовлетворительности спроса потребителей, вызванной дефицитом продукции на складе поставщика. Для анализа этого явления зачастую пользуются таким понятием как вероятность дефицита. Обозначим за τ величину, показывающую какую часть единичного интервала на складе отсутствовали запасы. Известно, что τ является состоятельной оценкой для вероятности дефицита является состоятельной оценкой для вероятности

дефицита [3]. В общем случае эта величина может задаваться по каждой товарной группе, что может быть связано также с политикой пополнения запасов, но здесь она одинакова для всего ассортимента.

Внутрисистемные потоки торговых фирм определяют изменения спроса на продукцию оптового склада. Ранее отмечалось, что они вызваны изменениями в сбытовой политике, то есть во вновь сложившихся условиях для некоторых потребителей представляется экономически выгодным изменить свои ассортиментные предпочтения, то есть с точки зрения оптового склада перейти на другой кластер. Это очевидно, поскольку мероприятия по изменению сбытовой политики как раз нацелены на стимулирование таких перемещений.

Обозначим через $c_{ij} = p_{i1}^* * M_{i1} - p_{j1}^* * M_{j1} + p_{i2}^* * M_{i2} - p_{j2}^* M_{j2} + \cdots + p_{iS}^* * M_{iS} - p_{jS}^* * M_{jS}$ – коэффициенты перехода, показывающие доход (убыток) оптового склада от перемещения одной торговой фирмы из j-ого (i-ого) кластера в i-ый (j-ый). Также можно определить доход от привлечения (убытки от ухода) одного потребителя за пределы системы $c_i = p_{i1}^* * M_{i1} + p_{j2}^* * M_{j2} + \cdots + p_{iS}^* * M_{iS}$ (убытки есть - c_i).

Очевидно, что изменения сбытовой политики вызовут не только внутрисистемные и внесистемные перемещения потребителей, но и отразятся на величине спроса кластеров торговых фирм. Пусть m_{iS} – прирост спроса, приходящийся на одну торговую фирму i-ого кластера, вызванный данными изменениями $(-\Delta M_{iS} \le m_{iS} \le \Delta M_{iS})$. Тогда выражение $n_i^0 * (p_{i1}^* * m_{i1} + p_{j2}^* * m_{j2} + \cdots + p_{iS}^* * m_{iS})$ определяет величину отклонения спроса данного кластера, выраженную в денежных единицах. Объединяя вышесказанное, можно построить функцию цели, в которой учтены все издержки и доходы оптового склада, возникающие в процессе внутрисистемных и внесистемных перемещений потребителей, обеспечивающую максимум прибыли. Эта целевая функция имеет вид:

$$\sum_{i=1}^{K}\sum_{j<i}^{K+1} c_{ij}\Delta_{n_{ij}} + \sum_{i=1}^{K} c_i\Delta_{n_{iK+1}} + \sum_{i=1}^{K} {}^{n_1}{}^{0}\sum_{s=1}^{S} p_{is}m_{is}{}^{*} \to \max$$

Ранее мы определили такую величину как число торговых фирм в i-ом кластере к концу временного периода n_i^1. С одной стороны, n_i^1 есть количество торговых фирм в начале периода t_0, измененное на результирующую величину притоков и оттоков потребителей:

$$n_i^1 - n_i^0 = \sum_{j=1, j\neq i}^{K+1} \Delta_{n_{ij}}$$

С другой стороны, эту величину можно получить исходя из валового объема спроса данного кластера:

$$q_{is}(1 + u_{is}) = M_{is}\left(n_i^1 - n_i^0\right) + M_{is}n_i^0 + n_i^0 m_{iS},$$
$$n_i^1 - n_i^0 = n_i^0\left(u_{is} - \frac{m_{iS}}{M_{is}}\right).$$

Здесь q_{is} – средний объем натурального спроса i-ого кластера торговых фирм по s-ой группе товаров. Отсюда получим ограничение, связывающие прирост спроса отдельного кластера с притоком и оттоком торговых фирм для всех наименований товарных групп и множества кластеров:

$$\sum_{j=1,j\neq i}^{K+1}\Delta_{n_{ij}}=n_i^0(u_{is}-\frac{m_{is}}{M_{is}}).$$

Еще одно естественное ограничение, которое должно быть выполнено, заключается в том, что число потребителей, способных «покинуть» какой-либо кластер не может повысить n_i^0, то есть общего количества торговых фирм в начале периода. Такое ограничение имеет вид:

$$n_i^0-\sum_{j=1,j\neq i}^{K+1}\Delta_{n_{ij}}\geq 0,\qquad \forall i.$$

Мы предполагаем, что снабженческая система теряет потребителей вследствие нехватки продукции, для удовлетворения спроса всех клиентов. Поэтому необходимо ввести ограничения на общее число потребителей, покидающих снабженческую систему, которое тем меньше, чем больше уровень обслуживания. Пусть поток заявок определенного кластера на удовлетворение потребностей в продукции имеет показательное распределение. Тогда средняя численность потребителей, входящих в этот кластер, для которых хватило складских запасов продукции, есть математическое ожидание

$$\mu_i(\tau)=\sum_{k=1}^{n_j^0}\frac{(\lambda_i*(1-\tau))^k}{k!}e^{-\lambda_i*(1-\tau)}.$$

Примем, что число потребителей, покидающих систему вследствие дефицита, не может превысить разности $n_{K+1i}^{-}<=n_{i-\mu_i(\tau)}^0$.

Таким образом, объединяя полученные результаты, можно построить модель управления потоками потребителей

$$\begin{cases}\sum_{i=1}^{K}\sum_{j<i}^{K=1}c_{ij}\Delta_{n_{ij}}+\sum_{i=1}^{K}c_i\Delta_{n_{iK+1}}+\sum_{i=1}^{K}{}^{0}_{n_i}\sum_{s=1}^{S}{}^{*}_{p_{is}m_{is}}\to\max\\ \sum_{j=1,j\neq i}^{K+1}\Delta_{n_{ij}}=n_i^0(u_{is}-\frac{m_{is}}{M_{is}})\qquad\forall i,s\\ n_i^0-\sum_{j=1,j\neq i}^{k+1}\Delta_{n_{ij}}\geq 0\qquad\forall i\\ n_{iK=1}^{1+}=\varphi(n_{iK+1}^{0+})+\xi(t)\qquad\forall i\\ \Delta n_{iK+1}=n_{iK+1}^{+}-n_{K+1i}^{-}\qquad\forall i\\ n_{iK+1}^{-}\leq n_i^0-\mu_{1j}(\tau)\qquad\forall i\\ -\Delta M_{is}\leq m_{is}\leq\Delta M_{is}\qquad\forall i,s\end{cases}$$

Переменными в данной модели являются элементы итоговой матрицы переходов Δn_{ij}, а также m_{ij}, показывающие прирост спроса по s-ой группе товаров, приходящийся на одну торговую фирму i-ого кластера. Параметры, которыми может варьировать оптовый склад, как раз определяют характер изменений переменных модели. Преобразования в сбытовой политике и уровень обслуживания клиентов определяет поставщик, но именно качество управления запасами, влияет на уровень дефицита, в большей степени определяет структуру изменений в снабженческой системе. Это связано с тем, что схемы реализации получены путем решения модели управления спросом [2], разумнее варьировать как раз уровень обслуживания. То есть мы получаем задачу параметрического линейного программирования,

позволяющую анализировать внутрисистемные и внесистемные потоки потребителей, вызванные управляющим воздействием оптового склада в сфере сбытовой политики и политики управления запасами.

Список литературы

1. Баркалов С.А., Храбсков А.С. Классификация торговых фирм и ассортимента товаров оптового склада методами редукции данных. – Теория активных систем: Сб. науч. тр. М.: ИПУ РАН, 2001.
2. Баркалов С.А., Храбсков А.С., Мещеряков О.К. Управление спросом на продукцию оптового склада с учетом схем реализации. – Автоматизированные системы: Сб. науч. тр.: Новокузнецк, 2001.
3. Лотоцкий В.А., Мандель А.С. Модели и методы управления запасами. – М.: «Наука». 1991, 189с.
4. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 300.115

А.Ю. Однодворцев, студент
Д. Ю. Медведев, студент
В.Н. Колпачев, д.т.н., профессор

МОДЕЛЬ ДОСТОВЕРНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

В статье рассматривается различные подходы к стимулированию экспертов для получения достоверной и качественной информации

При использовании метода экспертных оценок в задачах принятия решений (экспертная оценка сроков реализации проектов, оценка потребности в ресурсах и др.) интересы экспертов не всегда совпадают с интересами и целями, поставленными в исходных задачах принятия решений. Это, например, может иметь место, если эксперты сами являются исполнителями проектов или потребителями ресурсов. Наличие собственных интересов у экспертов может приводить к возникновению у них тенденций повлиять на результаты экспертизы путем субъективного искажения сообщаемой информации (удлинить сроки реализации проекта, увеличить количество выделяемых им ресурсов и т. д.). Наличие таких тенденций может значительно снизить эффективность принимаемых решений.

В связи с этим необходимо при использовании метода экспертных оценок решить задачу построения экспертной процедуры и функций стимулирования экспертов, побуждающих их к сообщению достоверной информации и принятию эффективных решений. Такие задачи

применительно к социально- экономическим системам рассматривались в теории активных систем [1, 2], в том числе применительно к экспертным оценкам [3].

Постановка задач

Пусть в экспертизе участвует и экспертов. Решение л, принимаемое в результате экспертизы, является функцией сообщений s_1 экспертов (например, могут сообщаться номера мест, занимаемых участниками соревнования, или номера в порядке важности выбираемых проектов; сроки завершения проектов; объемы ресурсов, выделяемые на выполнение определенных работ, и т. п.), где $i = 1,2, \dots, n$. Отображение $\pi(\bullet): \Omega^n \to X$, где $\Omega^n = \Omega_1 \times \dots \times \Omega_n$, Ω_1 - множество допустимых сообщений i-го эксперта, X — множество допустимых решений π будем называть экспертной процедурой.

Предположим, что интересы i-го эксперта в зависимости от решения π описываются его целевой функцией $f_i(\pi, x)$, которую он стремится максимизировать, а эффективность результата (с точки зрения лица, принимающего решение) можно представить в виде функции $\Phi(\pi, x)$, где r - действительное значение параметра, относительно которого эксперты сообщают информацию.

Положим, что при организации экспертизы имеется возможность выбирать как экспертную процедуру $\pi(\bullet)$, так и влиять путем стимулирования экспертов на их целевые функции $f_1(\bullet)$ (здесь предполагается наличие некоторого органа, проводящего экспертизу, то есть осуществляющего выбор экспертной процедуры и стимулирование экспертов и. выражающего интересы экспертизы Ф: этим органом, например, может быть лицо, принимающее решение π по результатам экспертизы).

Совокупность $\sum(\bullet) = \big(\pi(\bullet), f(\bullet)\big)$, где $f_1(\bullet) = \{f_i, (\bullet), i = 1, 2, \dots, n\}$, назовем механизмом экспертизы. Далее для краткости механизм экспертизы будем обозначать также $\sum(\pi, f)$

Рассмотрим процесс экспертизы при заданном механизме ∑ как игру n лиц с функциями выигрыша $f_i(\pi(\sigma), r)$и стратегиями игроков si принимающими значения из множеств Ωi. Здесь $\sigma = s_i, i = 1,2, \dots, n$, а r - действительное значение показателя, относительно которого делается сообщение si (r и Si могут быть векторами). Пусть R(r) обозначает множество решений в этой игре. Тогда в качестве показателя эффективности механизма экспертизы можно принять величину

$$K(\sum) = \min_{r \in \Omega} \frac{\Psi(r)}{\Psi_B(r)},$$

где $\Psi(r) = \min_{\sigma \in R(r)} \Phi(\pi(\sigma), r)$ - гарантированное значение показателя эффективности $\Phi(\pi, r)$ результата экспертизы π на множестве решений игры R(r), ΨB(r) - "весовая" функция.

Теперь задачу оптимальной организации экспертизы можно поставить как задачу определения механизма экспертизы ∑*, максимизирую его

показатель эффективности К(∑) на заданном множестве G допустимых механизмов, то есть

$$К(\Sigma^*) = \max_{\sum \in G} К(\sum) \quad (1)$$

Если целевые функции экспертов фиксированы, то задача (1) является задачей определения оптимальной экспертной процедуры $\pi(\bullet)$.

Далее будем основываться на следящих допущениях.

Во-первых, будем полагать, что существует общая, для всех экспертов характеристика r, определяющая объект экспертизы. которая известна всем экспертам. Сообщения s_i, каждого i-го эксперта являются оценками этой характеристики r. Орган, проводящий экспертизу, осведомлен лишь о множестве Ω допустимых значений характеристики r, предполагается, что $r \in \Omega$ и Ω1=Ω для всех $i = 1,2, \dots, n$.

Во-вторых, каждый i-й эксперт при выборе сообщения s_i преследует тольхо собственные цели (максимизирует функцию fi не вступая в коалиции с другими экспертами.

В-третьих, процедура экспертизы и система стимулирования, то есть отображение $\pi(\bullet)$ и функции f_i, где $i = 1,2, \dots, n$ доводятся до сведения всех экспертов до начала проведения процесса экспертизы.

Одной из задач, которую необходимо решать органу, проводящему экспертизу, является задача выбора такого механизма экспертизы, при котором эксперты не будут заинтересованы в искажении своих мнений, то есть будут сообщать достоверную информацию о характеристике r.

Другой задачей, как уже отмечалось выше, является задача определения механизма экспертизы, имеющего максимальную эффективность.

Перейдем к рассмотрению этих задач.

Итак, рассмотрим механизмы экспертизы $\sum = (\pi, f)$, обеспечивающие сообщение достоверных данных как доминантных стратегий.

Стратегия s_i, называется достоверной, если $s_i = r$. Достоверная стратегия i-го эксперта является доминантной, если

$$\forall s_i \in \Omega, \sigma_{-i} \in \Omega^{n-1}, r \in \Omega:$$
$$f_i(\pi(\sigma^*), r) \geq f_i(\pi(\sigma), r),$$

где

$$\sigma_{-i} = (s_i, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$$
$$\sigma^* = (\sigma_{-i}, r) = (s_i, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$$
$$\sigma = (\sigma_{-i}, s_i) = (s_i, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$$

Далее будем предполагать выполнение условия "благожелательности экспертов, которое заключается в том, что если достоверные стратегии экспертов являются доминантными, то эксперты будут сообщать только достоверную информацию, несмотря на то. что могут существовать и другие (недостоверные) доминантные стратегии.

Зафиксируем целевые функции экспертов и рассмотрим процедуры: $\pi(\bullet)$, удовлетворяющие условию совершенного согласования:

$$f_i(\pi(\sigma), s_i) = \max_{x \in D_i} f_i(x, s_i), \quad (2)$$

где $i = 1,2,3,\dots,n$, Dj - установленное органом, проводящим экспертизу, множество допустимых решений.

Среди процедур, удовлетворяющих условиям (2), можно выделить процедуры $\pi^{oy}(\bullet)$, обладающие наибольшей эффективностью, то есть

$$\pi^{oy}(\sigma) = \arg\max_{\pi} \Phi(\pi, \sigma),$$

где $\pi \in \mathrm{Arg}\max_{x \in X \cap D_i} f_i(x, s_i)$, i=1,2,…,n.

Такие процедуры называются в теории активных систем законами открытого управления [1,2].

Рассмотрим случай, когда множества D_i определяются точечно множественными отображениями D_i: $\Omega^{n-1} \to X$, причем D_j могут зависеть только от наборов сообщений σ_i и не зависят от сообщений s_i то есть $D_i = D_i(\sigma_{-i})$, i = 1, 2,...,n.

Сформулируем условия сообщения достоверной информации.

Теорема 1; Пусть задана процедура $\pi(\bullet)$, Необходимым и достаточным условием сообщения достоверной информации как доминантной стратегии при любых $r \in \Omega$ является существование множеств $D_i(\sigma_{-i})$, для которых имеют место условия совершенного согласования (2).

Доказательство этой теоремы не приводится, поскольку она доказана для более общего случая в [4].

Таким образом, в теореме 1 описан класс процедур экспертизы, обеспечивающих сообщение достоверной информации. Очевидно, в этот класс входят и законы открытого управления.

Оптимальность закона открытого управления

Покажем, что всегда существует оптимальная процедура экспертизы, которая является законом открытого управления.

Сначала определим решение игры R. Под решением игры R будем понимать обобщенное равновесие, или, как его называют в [2], П-равновесие.

Пусть i-й эксперт выбирает свою стратегию Sj из условия

$$f_i(\pi(\bar{\sigma}_{-i}), s_i, r) = \max_{s_i \in \Omega} \varphi_i(\bar{\sigma}_{-i}, (s_i), s_i, r), \quad (3)$$

где

$$\varphi_i(\bar{\sigma}_{-i}, (s_i), s_i, r) = \min_{\sigma_{-i} \in Z_i(s_i)} f_i(\pi, (\sigma_{-i}, s_i), r), \quad (4)$$

$\pi(\sigma_{-i}, s_i)$ - заданная процедура экспертизы, множество предполагаемых i-м экс-пертом сообщений, σ_{-i} остальных экспертов (σ_{-i} называют обстановкой для i-го эксперта).

Выражения (3) и (4) по сути дела означают, что i-й эксперт максимизирует свой гарантированный выигрыш на множестве предполагаемых им обстановок.

Если для всех i окажется, что $\bar{\sigma}_{-i} \in Z_i(\bar{s}_i)$, то $\bar{\sigma} = (\bar{\sigma}_{-i}, \bar{s}_i)$ будем называть обобщенным равновесием.

Заметим, что от выбора экспертной процедуры $\pi(\bullet)$существенно зависит и решение игры. Так, например, если $\pi(\bullet)$ удовлетворяет условиям согласования (2), то, как следует из теоремы 1, достоверная стратегия является доминантной для каждого игрока и решением игры, при условии "благожелательности’’, естественно, будет сообщение достоверной информации.

Пусть фиксирована система стимулирования $\{f_i, i = 1, 2, \dots, n\}$ и задано множество G всевозможных процедур экспертизы $\pi(\bullet)$, то есть отображений из Ω^n в X , при которых найдено решение игры R, определяемое условиями (3), (5). Обозначим G^{oy} множество всех законов открытого управления. Очевидно, что $G^{oy} \subset G$.

Теорема 2. Существует оптимальная на множестве G процедура экспертизы $\pi(\bullet)$, являющаяся законом открытого управления.

Доказательство. Покажем, что для любой процедуры $\pi(\bullet)$ существует за-кон открытого управления $\pi^{oy}(\bullet)$, не меньшей эффективности, то есть

$$K(\pi^{oy}, f) \geq K(\pi, f) \qquad (5)$$

Пусть задана некоторая процедура экспертизы $\pi(\bullet)$. Обозначим $\sigma = \bar{\sigma}(r)$ набор равновесных сообщений $\bar{s}_i = \bar{s}_i(r)$ при этой процедуре в зависимости от $r, r \in \Omega^n$.

По определению равновесной стратегии

$$\forall i = 1,2, \dots, n: f_i\left(\pi\left(\bar{\sigma}(\bar{r})\right), r\right) = \max_{s_i \in \Omega} f_i(\pi(\bar{\sigma}_{-i}, (\bar{r}_{-i}, s_i),\ s_i), r).$$

Определим множества

$$\forall i = 1,2, \dots, n: \forall \bar{r}_{-i} \in \Omega^{n-1}: D_i(\bar{r}_{-i}) = \bigcup_{s_i \in \Omega} \pi(\sigma_{-i}, (\bar{r}_{-i}, s_i),\ s_i),$$

где $\bar{r}_{-i} = (r, \bar{n}, \dots, r)$ - набор из n-1 значений параметра r.

Рассмотрим теперь согласованную процедуру экспертизы $\pi^c = \pi^c(\bullet)$, удовлетворяющую n условиям согласования;

$$\forall \sigma_i \in \Omega^{n-1},\ s_i \in \Omega: f_i(\pi^c, (\bar{\sigma}_{-i}, s_i),\ s_i) = \max_{x \in D_i(\sigma_i)} f_i(x, s_i)$$

Из теоремы 1 следует, что при использовании процедуры π^c эксперты сjобщают достоверную информацию. Тогда условия согласования

$$\forall i = 1,2, \dots, n: f_i(\pi^c, (\bar{r}_{-i}, r), r) = \max_{x \in D_i(\bar{r}_{-i})} f_i(x, s_i)$$

Покажем, что процедура π^c существует и имеет вид

$$\pi^c(\bar{r}_{-i}, r) = \pi\left(\bar{\sigma}(r)\right) \qquad (7)$$

Действительно

$f_i\left(\pi\left(\bar{\sigma}(r)\right), r\right) = \max_{s_i \in \Omega} f_i(\pi(\bar{\sigma}_{-i}, (\bar{r}_{-i}, s_i),\ s_i), r) = \max_{x \in D_i(\bar{r}_{-i})} f_i(x, r) = f_i(\pi^c(\bar{r}_{-i}, r), r)$

Из (7) следует

$$K(\pi^c, f) \geq K(\pi, f) \qquad (8)$$

Учитывая, что $K(\pi^{oy}, f) \geq K(\pi^c, f)$, а также (7) и (8), получим (6). Теорема доказана.

Из теоремы 1 и 2 вытекает следующее следствие.

Следствие. Существует оптимальная на множестве G процедура экспертизы, обеспечивающая сообщение достоверной информации как доминантной стратегии.

Итак, мы определили, что оптимальной процедурой экспертизы является закон открытого управления. Для того, чтобы увеличить эффективность всего механизма экспертизы, необходимо совершенствовать систему стимулирования $f = \{f_i, i = 1, 2, \dots, n\}$

Соревновательный механизм экспертизы

На практике довольно часто бывает так, что, когда решение, принятое в результате экспертизы, уже реализовано, появляется дополнительная информация, позволяющая оценить качество этого решения, а также качество любого из решений, которое было бы принято, если бы оно вычислялось на основании сообщения только одного эксперта. Для этого случая предлагается соревновательный механизм экспертизы, обеспечивающий получение решения, эффективность которого не хуже эффективности решения, полученного на основе обработки информации от одного, "лучшего" эксперта.

Приведем описание такого механизма.

Пусть задана некоторая процедура экспертизы $\pi(\bullet)$, обладающая следующим свойством: если эксперты сообщают достоверную информацию, то эффективность $\Phi(\pi(\bar{r}), r)$ принятого решения максимальна, то есть $\Phi(\pi(\bar{r}), r) = \max_{x \in X} \Phi(x, r)$.

Пусть эксперты при этой процедуре, сообщили оценки $a = (s_1, \ldots, s_n)$ и в результате экспертизы было принято решение $\pi(\sigma)$. Рассмотрим также набор л $(\bar{s}_i)$, где $\bar{s}_i = (s_i, s_i, \ldots, s_i), i = 1, 2, \ldots, n$, решений, которые были бы приняты при процедуре $\pi(\bullet)$, если бы все эксперты сообщили информацию s_i. Может оказаться, что среди этих решений имеется одно или несколько более эффективных, чем решение $\pi(\sigma)$, но на этапе выбора решения этот факт лицу, принимающему решение, неизвестен, поскольку ему не известно точное значение r.

Предположим, что после реализации решения, когда его уже невозможно изменить, значение r становится известным. В этом случае становится возможным оценить эффективность всех решений, то есть $\Phi(\pi(\sigma), r)$ и $\Phi(\pi(\bar{s}_i), r)$, где $i = 1, 2, \ldots, n$. Определим номер i* эксперта ("лучшего" эксперта), для которого $\bar{s}_i$

$\Phi(\pi(\bar{s}_{i^*}), r) \geq \Phi(\pi(\bar{s}_i), r)$,

где $i = 1, 2, \ldots, n$.

Пусть при организации экспертизы всем экспертам определяются функции поощрения p’ за качество сообщаемой информации следующего вида:

$$p_i = c_i - \chi_i(s_i, s_{i^*})$$

где c_i - константа, определяющая максимальное значение премии i-му эксперту, а $\chi_i(s_i, s_{i^*})$, величина, определяющая снижение премии i-му эксперту в зависи-мости от его сообщения s_{i^*} и сообщения "лучшего" эксперта. Теперь целевые функции экспертов примут вид

$$f_i(\pi(\sigma), r) = +c_i - \chi_i(s_i, s_{i^*}) \quad (9)$$

Будем считать, что по определению $\chi_i(s_i, s_{i^*}) = 0$. Максимизируя целевые функции вида (9), эксперты будут выбирать свои сообщения si в зависимости от сообщения s_{i^*}. Предполагается, что эксперты обмениваются информацией о своих сообщениях и таким образом каждый эксперт знает сообщения остальных экспертов (такой обмен может быть организован,

например, при многошаговой экспертизе). Поскольку эксперты знают процедуру $\pi(\bullet)$, действительное значение параметра r и целевые функции других экспертов, то они могут определить эксперта, дающего "лучшее" сообщение s_{i^*}.

Обозначим выбираемое i-м экспертом сообщение $s_i(s_{i^*}, \pi(\sigma))$ в зависимости от s_{i^*} и решения $\pi(\sigma)$ и определим множества
$B_i = \cup_{s_{i^*} \in \Omega} s_i(s_{i^*}, \pi(\sigma))$, где $i \neq i^*$.

Рассмотрим функции $\chi_i(s_i, s_{i^*})$, удовлетворяющие неравенству "треугольника":
$\forall s_i, s_{i^*}, z \in \Omega: \chi_i(s_i, s_{i^*}) \leq \chi_i(z, s_{i^*})$. (10)

Теорема 3. Если выполняются неравенства (10) и для $i \neq i^*$, $s_{i^*} \in B_i$, то $s_i = \bar{s}_{i^*}$ как доминантная стратегия 1-го эксперта.

Доказательство следует из теоремы, приведенной в [5].

По сути дела в теореме 3 говорится, что при определенных условиях все эксперты ведут себя как "лучший" эксперт

Еще большее увеличение эффективности экспертизы возможно за счет введения дополнительного поощрения p' эксперта с номером i* . Целевая функция i*-го эксперта в этом случае примет вид $f_{i^*}(\pi(\sigma), r) + c_{i^*} + p'$

Поскольку по предположению $\Phi(\pi(\bar{s}_{i^*}), r) \geq \Phi(\pi(\bar{s}_i), r)$, то поощрение p' нужно выбрать возрастающим с ростом показателя эффективности. Для того чтобы достичь абсолютной оптимальности механизма экспертизы, поощрение p' достаточно выбрать следующим образом:

$$p_i = \begin{cases} 0, \text{если } s_{i^*} \neq r, \\ a - f_{i^*}(\pi(r), r), \text{если } s_{i^*} = r, \end{cases}$$

где $a = \max_{x \in X} f(x, r)$

Список литературы

1. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. — М.: Наука, 1977.

2. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. - М.: Наука, 1981.

3. Бурков В.Н. Методы теории активных систем в экспертных оценках. Экспертные оценки в задачах управления: Институт проблем управления. -М., 1982.

3. Бурков В.Н., Еналеев А.К. Оптимальность принципа, открытого управления. Необходимые Л достаточные условия достоверности информации //Автоматика и телемеханика, 1985, №3. С.

4. Бурков В Л., Еналеев А.К., Кондратьев В.В. Двухуровневые активные системы //Автоматика и телемеханика, 1980, №6. Воронежский государственный архитектурно-строительный университет Воронеж автодор.

5. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 300.115

А.Р. Глушанков, студент
А.Ю. Однодворцев, студент
В.Н. Колпачев, д.т.н., профессор

КОНФЛИКТ И РИСК В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

В развивающейся рыночной экономике при оценке и уменьшению сопутствующих рисков. В связи с этим возникает необходимость разрабатывать новые или изменять существующие модели управления проектами, принятия решений и т.д. Осуществить это можно различными способами. В данной статье рассматривается метод, основанный на использовании коэффициентов надежности.

В применении к задаче распределения ресурсов – задаче согласования интересов заказчика и подрядчика.

Рассмотрим модель конкурсного механизма в [1]. Модель распределения операций по исполнителям имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \sum_{i,j} x_{ij} * S_{ij} \to min \\ \sum_i x_{ij} = 1, j = \overline{l,m} \\ \sum_j x_{ij} = 1, i = \overline{1,n} \end{cases},$$

где S_{ij} – цена за операцию, предлагаемая i-м участником за j-ю операцию

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если операция } j \text{ назначается } i - \text{му участнику}, \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$$

В модели подразумевается, что каждый участник получит для выполнения только одну операцию и каждая операция будет выполнен. Отметим, что $S_{ij} \geq A_{ij}$, где A_{ij} – действительная стоимость выполнения j операции i-м участником. Это субъективное суждение, вытекающее из того, что участникам свойственно завышать цены на операции для получения дополнительных средств.

Модифицируем теперь модель следующим образом:

$$\begin{cases} \sum_{i,j} x_{ij} * p_i * S_{ij} \to min \\ \sum_i x_{ij} = 1, j = \overline{1,m} \\ \sum_j x_{ij} = 1, i = \overline{1,n} \end{cases},$$

где p_i – коэффициент надежности i-го участника, определяемый на основании данных о прошлых распределениях операций. $0 \leq p_i \geq 1$. Данные коэффициенты используются в качестве штрафных при формировании целевой функции. Смысл их сводится к следующему: чем более хорошо зарекомендовал себя участник на прошлых тендерах и чем больший сотрудничества у организаторов с этим участником, то есть чем менее рискованно работать с данным участником, тем ближе этот коэффициент будет к нулю и тем большая по стоимости операция достанется i-му участнику.

Таким образом, коэффициенты надежности должным удовлетворять двум условиям:

1. $0 \leq p_i \geq 1.$

2. $R_i \succ R_j \Rightarrow p_i > p_j$, где R_{ij} – риск работы с i,j-м участником.

Опишем теперь способы формирования коэффициентов надежности.

1. При наличии информации о сроке сотрудничества с участником.

Предположим, что i-й участник ранее принимал участие в n_i тендерах. В этом случае естественно положить

$$p_i = \begin{cases} \frac{1}{n_i}, n_i \neq 0 \\ 1, \text{если } n_i = 0 \end{cases}.$$

Очевидно, два условия коэффициентов выполняются.

2. Опираясь на субъективный показатель «удовлетворенности работой участника».

Предположим, что каждому участнику организаторы тендера поставили оценку качества работы m_i(чем выше оценка, тем выше качество), причем m_i может принимать значения от 0 до m_{max}. В этом случае в качестве коэффициентов можно принять значения $p_i = \frac{m_{max} - m_i}{m_{max}}$. Легко проверяется, что определенные таким образом числа удовлетворяют условиям и могут быть использованы в качестве коэффициентов надежности.

В случае наличия дополнительной информации о сроке сотрудничества с участником имеется возможность построить коэффициент надежности в виде

$$p_i = \frac{\alpha * p_i^1 + \beta * p_i^2}{\max[\alpha * p_i^1 + \beta * p_i^2]},$$

где p_i^1- коэффициент, полученный по правилу, описанному в пункте 1. p_i^2- коэффициент, описанный по правилу, описанному выше в пункте 2. α, β- весовые коэффициенты, определяющие более рискованный критерий.

3. Предположим, что после выполнения операций, распределенных на предыдущем тендере, организаторам стали известны значения A_{ij}. В этом случае в качестве коэффициенты надежности можно определять на основе превышения стоимости операций, предложенной участником, и реальной стоимостью операции по следующему правилу:

$$p_i = \frac{\sum_j (S_{ij} - A_{ij})}{max \sum_i (S_{ij} - A_{ij})}.$$

Данный способ представляет собой один из вариантов привнесения элемента риска в математические модели. При этом необходимо заметить, что существует множество других принципов построения коэффициентов надежности, в большой степени зависящих от специфики рассматриваемой задачи.

Список литературы

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.:СИНТЕГ-ГЕО, 1997. – 188 с.

УДК 300.115

Д. Ю. Медведев, студент
В. Н. Колпачев, д.т.н., профессор

МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В статье рассматривается различные подходы к стимулированию экспертов для получения достоверной и качественной информации.

Одним из применений конфликтологических моделей является, ставшая классической, модель привлечения инвестиций в проект или группу проектов, максимизирующая количественно-определенную выгоду при соблюдении приемлемого уровня риска. В частности, интерес представляет случай организации временной производственной коалиции участников, увеличивающих свою прибыль за счёт кооперативной синергетики и стремящихся снизить риск при возникновении проектных осложнений. Полная структура коалиции не носит долгосрочного характера, поэтому возможные конфликты между участниками проявляются достаточно быстро.

Взаимодействия между участниками определяются как соотношение их вкладов в реализацию проекта коалиции и интересов, которые участники представляют в виде доходов, получаемых с определенной вероятностью. Фактически возникает конкуренция за воздействие на проект – «конфликт влияния», пропорциональный вкладам и интересам. Рассмотрим графический пример простейшей коалиции двух участников, представленный как простейшая сеть нечеткого типа.

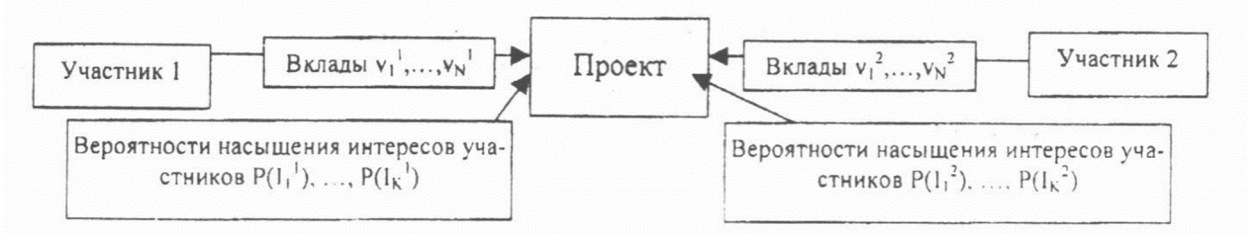


Рис. 11. Графическое представление структурных элементов "конфликта влияния"

Заметим, что под вкладами имеются в виду не только прямые финансовые вложения, но и технологические, ресурсные и интеллектуальные, которые могут получить количественную оценку. Вероятности насыщения интересов зависят от конкретного соотношения вкладов и возможностей, предоставляемых проектом. В данном случае образуется совокупность матриц выигрышей, которые могут реализоваться как в играх с простой, так и со смешанной стратегией. Проект при этом может рассматриваться как третий участник коалиции – «сервер». Он формирует потребности в ресурсах (вкладах) и возвращает результирующие вектора каждому из участников пропорционально величинам их вкладов по

ресурсам, наиболее востребованным в данный момент. Кроме того, на величины отдачи могу накладывать ограничения юридические аспекты регулирования отношений между участниками.

При постоянстве коалиции и одном проекте фактически никаких непредвиденных ситуаций, кроме рыночного влияния на проект не происходит и распределение результатов, а следовательно и вероятности удовлетворения интересов станут детерминированной величиной. Речь о коалиции в этом случае идет только в разрезе совместного аккумулирования достаточно вкладываемого капитала. Задача оптимизации возникает, когда рассматривается участие в нескольких проектах. В этом случае возникает игра между коалицией с одной стороны и проектами с другой. Фактически игра принимает многомерный характер, сочетая в себе локальные игры участников с проектами в каждом конкретном случае. Участники коалиции должны себя вести таким образом, чтобы в каждый момент времени получать отдачу от наиболее доходного проекта, но оставлять поддержку перспективных проектов в виде минимально достаточного количества вкладываемых ресурсов. Фактически это означает динамический выбор такой конфигурации сети вкладов участников, которая соответствует в текущий момент максимальному потоку отдачи от проектов. Разумеется, к доходным проектам в таких случаях непосредственно подключаются участники, имеющие наибольшую интенсивность обмена с этими проектами, что гарантирует коалиции максимальный общий доход. Остальные участники не должны быть недовольны такой ситуацией, т.к. их ресурсы, в основном, направляются в такой момент на поддержание на плаву других перспективных проектов в которых уже они займут лидирующие позиции. Задача нахождения максимального потока в сети является классической и решается традиционными методами, например, по алгоритму Флойда.

В случае выхода из коалиции отдельных участников, такие лица штрафуются путем неполного возвращения стартовой суммы, вложенной в ресурсные потоки коалиции. Оставленная сумма распределяется пропорционально потерям, которые несут оставшиеся участники из-за непредвиденного выхода указанных лиц, вызванные неплановым снабжением активных (актуально доходных) проектов. Заметим, что часто в таких случаях от остающихся участников требуется увеличить свои вклады, чтобы активный проект не остановился и не принес убытки. Представим аналитический вид оптимизационной модели:

$\sum_i p_{ij}\left(r_{ij} - s_{ij}\right) \rightarrow \max \quad \forall j = 1, n$ - общее число ресурсов (1)

$\sum s_{ij}\, p_{ij} - p_{ij} s_{ij} \quad \sum_{i \epsilon \text{коалиции}} a_i\, s_{ij} / \sum_{\forall j} s \leq R_{ij}$ (2)

-условия на дополнительные вклады при выходе части участников;

$$\sum_{\forall j} r_{ij} \leq R_a(t_k)_j\,; \quad (3)$$

-ограничение на возможную отдачу k-проекта в момент t_k;

$\sum_i s_{ij} p_{ij} \geq Q(t)_j$ – потребность всех проектов в j-м ресурсе в момент t (4)

s_{ij} – потребность в ресурсе j, поставляемом i-м потребителем на соответствующий проект в момент времени t;

r_{ij} – отдача i-му потребителю за поставку ресурса j от соответствующего проекта в момент времени t;

p_{ij} – доля удовлетворения интересов i-го поставщика соответствующим проектом за поставку на него ресурса j в момент времени t;

a_i – доля штрафа на поставляемый ресурс i-го поставщика при его выходе из коалиции:

R_{ij} и R_{ji} – исходные располагаемые резервы по j ресурсу у i-го поставщика и требования на дополнительные поставки i-м поставщиком по j-му ресурсу при выходе из коалиции некоторых участников; $R(at_k)_j$ – максимальная возможная отдача k-го атрактора по j-му ресурсу; Q(t) – минимальная потребность системы в момент времени t в ресурсе j.

Список литературы

1. Форд Л.Р., Фалкерсон Д.Р. Потоки в сетях. – М., Мир, 1966.
2. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М., Синтег, 2000

УДК 621.941.24

Ю.А. Шарова, студент
А.Е.Рыжкова, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

ОБЗОР УНИВЕРСАЛЬНЫХ СТАНКОВ С ПРОГРАММНО-ЧИСЛОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

В статье представлен обзор универсальных станков с программно-числовым управлением. Инновационные универсальные и ЧПУ машины отличаются износоустойчивостью, прочностью и надежностью конструкции. Они используются как в серийном, так и в мелкосерийном производстве.

Большая часть деталей машин представляет собой объемные тела, которые возникают при вращении геометрических фигур, так называемые тела вращения (ТВ), поэтому их наиболее удобно обрабатывать на станках токарной группы. Данный факт дает возможность обширного применение универсальных станков и ЧПУ агрегатов в машиностроении. В зависимости от некоторых условий, таких как масштаб производства, конструкция, размер и масса деталей, используют токарные станки различных типов.

Станки токарной группы являются подгруппой металлорежущего оборудования и выполняют обработку деталей способом снятия стружки. На токарных станках обрабатывают детали типа втулок, дисков и валов.

Осуществляют обработка наружных, цилиндрических поверхностей, канавок, растачивание конических, фасонных, цилиндрических отверстий, обтачивание конических и фасонных поверхностей. Так же осуществляется сверление, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы резцом внутри и снаружи, метчиком и плашкой, вихревое нарезание резьбы.

Прогрессивное оснащение выделяет возможность обработки деталей в горизонтальной и вертикальной плоскости, изготавливать трехмерные формы, обрабатывать неровные поверхности. Такое оборудование обеспечивает высокое качество и может работать с любыми материалами.

Основным отличием токарных станки с ЧПУ от универсальных считается расширение технологических возможностей станка. Находящиеся в металлорежущих станках с ручным управлением, кинематические связи и источники движения, используют между собой иной уровень кинематических связей. В станках присутствуют механические связи, так как осуществляются при помощи передач и цепей. Они обширно используют коробки передач и скоростей, управляемые оператором.

Использование в станках систем с ЧПУ представляет собой замещение стандартных неуправляемых источников движения, на управляемые с использованием программы, двигатели. С их помощью регулируются направление и скорость. В итоге, конструкция станка и его механическая часть кинематической структуры упрощается, а свойства структуры повышаются.

Различительными особенностями станков с ЧПУ являются:

1. Снабжение станков 2-мя координатами, что позволяет реализовать сложные траектории перемещения рабочих органов.
2. Скорость установочных перемещений суппорта достигает 4,8 м/мин.
3. Высокая точность изготовления и повышенная жесткость станков ЧПУ по сравнению с обычными станками
4. Мощный привод главного движения до 20-40 кВт
5. Применение бесступенчатого привода движения подачи с довольно широкими пределами регулирования величины подачи.

Управление станками.

Управление станком представляет собой совокупность последовательных действий на его механизмы, обеспечивающих выполнение алгоритма обработки. Системой управления является устройство (или совокупностью устройств) непосредственно выполняющее эти последовательные действия.

Порядок работы станка определяется набором всех движений, которые необходимы для обработки заготовок и выполняемых в некоторой определенной последовательности.

Классифицируются на две группы:

1. В первую группу входят неизменные циклы и многократно повторяющиеся в процессе работы оборудования (рабочие циклы автоматических линий и агрегатных станков);

2. Ко второй группе принадлежат циклы, совершающие однократные действия в определенные моменты (циклы движений вспомогательных механизмов в станках); Они осуществляются специальной командой.

Управление станком подразделяется на два вида:

1) Ручное (управление большим количеством рукояток и рычагов, в котором для перемещения каждого блока зубчатых колес предусмотрен рычаг или рукоятка);

Оно бывает: - избирательное (с предварительным набором скоростей);

- кнопочное (дистанционное);

2) Автоматическое (без вмешательства оператора в процесс управления);

Оно подразделяется на :

-кулачковое;

-регулируемыми упорами;

-программное;

Исходя из вида управления, подразделяются на агрегаты:

- С цикловым программным управлением (ЦПУ).

Это управление, при котором для станка программируется цикл работы, режимы обработки и замена инструмента, а информация с размерами и исходными данными задается с помощью путевых упоров, устанавливающиеся на специальных барабанах или линейках.

- С числовым программным управлением (ЧПУ).

Это управление предусматривает обработку заготовки на станке по определенному программному управлению, в котором данные представлены в цифровом виде. ЧПУ обеспечивает грамотное управление движениями рабочих органов станка, правильную последовательность обработки, скорость их перемещения при формообразовании, различные режимы резания, а также различные вспомогательные функции.[2]

Система числового программного управления (СЧПУ) является совокупностью функционально взаимодействующих и взаимосвязанных программных и технических средств, которые обеспечивают управление станком.

Основа СЧПУ является устройство числового программного управления (УЧПУ), которое имеет управляющее воздействие на рабочие органы станка в реальном масштабе.

Перед тем как перейти к особенностям самих универсальных токарных станков, следует уточнить значение приставки «универсальный», используемой в название некоторых типов станков. Во второй половине 20-го века улучшение станков позволило постепенно отказаться от станков имеющих узкое направление работы и оснащать производство станками, которые могу выполнять многие поставленные задачи, то есть «универсальными» станками. Приставка «универсальный» тогда отражала современность и новизну конструкции станка. В наше время стали применяться электронные системы управления, в том числе с ЧПУ, поэтому

многозадачность в использовании станка сделала шаги далеко вперед и теперь слово «универсальный» скорее означает «обычный» или «экономичный».[3]

Универсальные станки предназначены для выполнения различных операций, таких как:

-обработка наружных и внутренних цилиндрических, конических, торцовых поверхностей;

-отрезки, сверление, зенкерование и развертывание отверстий;

- нарезание наружных и внутренних резьб.

В универсальных аппаратах используется ручное управление. Осуществление кинематических связей между исполнительными органами и источниками движения, осуществляются при помощи цепей механических передач и ее элементов. Станок имеет вертикальные и горизонтальные направляющие, которые задают направление движения рабочего стола и консоли. Кроме того, рабочая поверхность можно быть ориентирована , по отношению к инструменту, под необходимым углом, что позволяет производить обработку заготовок, обладающих сложной конструкцией. Основная роль при работе станка отводится оператору ,выполняющему ряд функций ,включающих в себя :

-смену инструмента;

-переориентацию заготовки;

- перемещение инструмента относительно заготовки;

- контрольно-измерительные работы и прочее.

При обработке детали на машинах с числовым программным управлением все действия станка выполняются согласно заданной программе управления. Контроллер или компьютер передают команды электроприводам, осуществляющие перемещение рабочего стола, подвод инструмента, изменение положения заготовки. Контроль за действиями рабочих органов происходит при помощи датчиков обратной связи (ОС). На основании полученной информации от датчиков автоматически формируется траектория движения и, как следствие, управление инструментом. Автоматическое управление позволяет не задействовать оператора при работе станка, потому что его задача ограничивается установкой заготовки и инструмента, а также последующего запуска агрегата. Основными преимуществами станка с ЧПУ является высокая производительность и автономность управления, подразумевающая длительную работу станка без вмешательства оператора. [1]

По конструкции и внешнему виду управляемое механическим способом оборудование и автоматизированное практически ни чем не отличаются. Это многофункциональные машины, способные выполнять огромный список задач. Новые универсальные станки для улучшения точности имеют системы цифровых указаний на мониторе, которые позволяют обеспечить наглядность и исключить операции разметки. Однако, если необходимо обеспечить максимальную точность и повторность

деталей, уменьшение величины припуска, автоматический режим машин с ЧПУ делает их необходимости в работе более приоритетным.

К главным преимуществами станков с ЧПУ следует отнести:

-минимизацию влияния оператора на процесс обработки детали;

-автоматическое регулирование пути движения, направления и скорости;

-отсутствие необходимости в разметке;

-простую обработку и перенастройку на другой тип деталей;

-высокое качество изделий и их стабильные размеры;

- быстродействие и эффективность в использовании при выполнении множества различных операций.

Несмотря на все плюсы ЧПУ станков, не стоит забывать про достоинства универсальных станков. Их широкие технологичные возможности находят свое применение при массовом производстве однотипных изделий, когда требования к времени обработки не играют важную роль. Универсальные машины легко справляются с основными видами материалов. Ими часто оснащаются небольшие цеха и частные мастерские, специализирующиеся на ремонтно-механических работах.

Список литературы

1. https://mirstankov.com/chem-stanok-s-chpu-otlichaetsya-ot-universalnogo/
2. https://mash-xxl.info/info/428846/
3. http://www.bibliotekar.ru/stanki/222.htm
4. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
5. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
6. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
7. Тришина, Т.В. Металлорежущие станки / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия". - Воронеж, 2013.
8. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.
9. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

10. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

УДК 629.076

А.Е. Новиков, аспирант
Ю.В. Дьяченко, аспирант
В.В. Шередекин, к.т.н., доцент

СИСТЕМА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Разработана конструкция системы рулевого управления, в которой применены гидрораспределители с электромеханическим приводом, управляемые микроконтроллерами, что позволило реализовать различные режимы поворота колесного трактора.

Перспективным направлением развития сельскохозяйственного тракторостроения является увеличение парка универсально-пропашных тракторов интегральной схемы со всеми управляемыми и ведущими колесами. Но для успешной работы машинно-тракторного агрегата (МТА) на базе таких тракторов при выполнении различных агротехнологических операций, необходимо, чтобы они обладали соответствующими потребительскими и эксплуатационно-технологическими свойствами [6, 9, 16].

Одним из способов повышения управляемости и устойчивости движения трактора со всеми управляемыми колесами является выбор рационального способа его движения на поворотной полосе [4, 5, 7, 17, 18, 19]. При этом вместе с сохранением требуемой траектории движения [1, 2, 3, 11], решается проблема эффективного распределения тягового усилия по колесам и использования большей части веса трактора качестве сцепного, что также положительно сказывается на его динамических качествах – снижается динамическая нагруженность трактора и почвы [6, 8, 10, 22, 23].

В известных системах рулевого управления транспортных средств точность соблюдения законов углов поворота задних управляемых колес и возможность получения различных способов движения трактора при повороте зависит от способа передачи сигнала от рулевой трапеции передних управляемых колес на рулевую трапецию задних управляемых колес [12, 13, 14, 15, 20, 21]. Одна из таких систем [15] содержит механизм изменения положения точки присоединения передней поперечной тяги к рулевой трапеции передних колес, что позволяет изменять характер сигнала угла поворота передних управляемых колес, передаваемого на гидравлический привод управления задними колесами. Это делает возможным выбор одного из трех режимов поворота управляемых колес: передними управляемыми

колесами, передними и задними управляемыми колесами синхронно в разные стороны, передними и задними управляемыми колесами синхронно в одну сторону относительно остова трактора («краб»). Недостатком является ограниченность режимов поворота.

Следующая система [12] содержит рулевую трапецию передних управляемых колес, связанную с рулевым механизмом, рулевую трапецию задних управляемых колес с гидравлическим приводом, связанную с рулевым механизмом через насос-дозатор. Гидрораспределитель управления поворотом задних управляемых колес содержит дополнительную секцию. Гидравлический привод управления поворотом задних управляемых колес имеет гидрораспределитель автоматического возврата задних управляемых колес в нейтральное положение, корпус которого жестко связан через рычаг с рулевой трапецией задних управляемых колес, а золотник – с пружинным демпфером. Недостатком этой системы является невозможность регулировки угла поворота задних колес. А общим недостатком данных систем является то, что сигнал от передних на задние колеса передается посредством механических связей, что приводит к его запаздыванию.

В современных транспортных средствах, в том числе и тракторах, для упрощения работы оператора, повышения точности выполняемых работ, а также для улучшения эксплуатационных свойств, все чаще внедряют различные электронные системы. Применение новых прогрессивных технологий, основанных на использовании энергонасыщенных, скоростных, широкозахватных, комбинированных МТА на базе колесных тракторов, позволит повысить производительность, снизить погектарный расход топлива, уплотнение почвы, высвободить механизаторские кадры, повысить урожайность и т.д. В связи с этим важнейшее значение приобретает изучение конструктивных и эксплуатационных показателей указанных МТА от которых непосредственно зависит возможность их широкого применения в сельскохозяйственном производстве [16].

Реализовать необходимое количество режимов поворота и снизить время передачи сигнала от передних колес к задним позволит применение системы управления поворота колес, которая содержит силовые гидроцилиндры, управление которыми осуществляют гидрораспределители с электромеханическим приводом (рис. 1).

В данной системе управления поворотом колес на передний и задний мосты трактора устанавливаются силовые гидроцилиндры 3 и 5, которые управляются с помощью соответствующих гидрораспределителей с электромеханическим приводом 4 и 6. В системе также имеются три датчика угла поворота: датчик угла поворота рулевого колеса 1 и датчики поворота колес переднего 2 и заднего 7 мостов. Для обработки данных, получаемых с датчиков, в системе предусмотрен микроконтроллер. Для задания начальных параметров работы системы и учета различных агротехнических, погодных и эксплуатационных условий используется сенсорная панель, установленная в кабине трактора и подключенная к микроконтроллеру.

Пример гидравлического распределителя, который возможно установить в систему (рис. 1), представлен на рисунке 2.

Система работает следующим образом. Данные, которые поступают с датчика угла поворота рулевого колеса 1 и с датчиков поворота колес переднего 2 и заднего привода 7, согласно алгоритму, обрабатываются в микроконтроллере. После чего поступают в виде сигналов к гидрораспределителям 4 и 6. Согласно полученным данным из микроконтроллера в зависимости от угла поворота рулевого колеса осуществляется поворот переднего и заднего моста по заданным зависимостям.

Память микроконтроллера позволяет сохранять нужное количество алгоритмов, необходимых для различных режимов работы. Применение того или иного режима поворота зависит от вида работы, от агротехнических условий, от вида навесного или прицепного устройства или орудия.

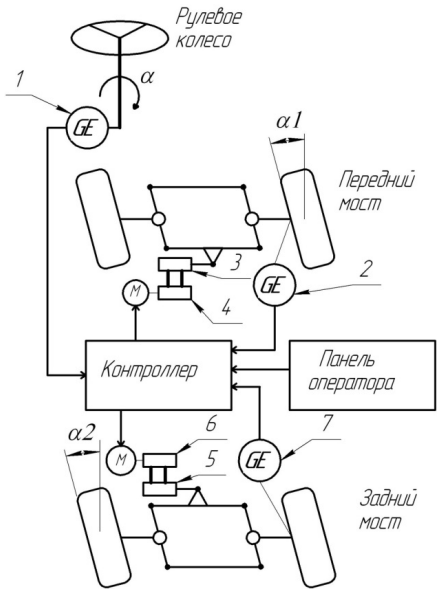


Рисунок 1 – Функциональная схема системы управления поворотом колёс



Рисунок 2 – Гидравлический распределитель

Благодаря тому, что в системе применены гидрораспределители с электромеханическим приводом, задержка передачи сигнала на привод поворота задних управляемых колес становится меньше, вследствие чего, повышается устойчивость, маневренность и управляемость движения транспортного средства при любом радиусе поворота.

Из-за применения сенсорной панели сокращается выполняемый объем работ оператора по управлению транспортным средством, улучшается эргономика, что влияет на качество выполняемых работ.

Таким образом, применение данной системы позволит улучшить эксплуатационные характеристики трактора, повысить устойчивость, маневренность и управляемость движения. Возможность выбора режимов

поворота положительно сказывается на качестве выполняемых работ, так как позволяет «подстроиться» под различные агротехнические условия.

Список литературы

1. Анализ исследований по вопросам устойчивости и управляемости автомобиля / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 51-56.

2. Анализ исследований по вопросам устойчивости и управляемости колесного трактора / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 13-25.

3. Анализ теорий бокового увода пневматических движителей колесных машин / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 25-36.

4. Беляев А.Н. Машинно-тракторный агрегат на поворотной полосе / А.Н. Беляев, В.И Крюков // Сельский механизатор. – М. – 2008. – №9. – С. 12-13.

5. Беляев А.Н. Повышение устойчивости криволинейного движения МТА / А.Н. Беляев [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001.– № 5 – С. 32-33.

6. Беляев А.Н. Повышение эффективности работы машинно-тракторных агрегатов на базе интегральных универсально-пропашных колесных тракторов: дис. … док. техн. наук: 05.20.01 / А.Н. Беляев; Воронеж. гос. аграр. ун-т; науч. конс. В.И. Оробинский. – Мичуринск-наукоград, 2019.– 440 с.

7. Беляев А.Н. Рациональный способ движения МТА на поворотной полосе / А.Н Беляев, В.В. Шередекин, В.И. Крюков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – №7. – С.18 - 19.

8. Беляев А.Н. Снижение негативного воздействия на почву движителей колесного трактора при повороте / А.Н. Беляев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер. междунар. заочн. научно-практич. конф.–2014.– №3. – Ч. 4. междунар. научно-техн. конф. «Экологоресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве» / ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – С. 398-401.

9. Беляев А.Н. Улучшение характеристик криволинейного движения комбинированного МТА на базе колесного трактора класса 2 ЛТЗ применением упруго-демпфирующего привода колес: дис. … канд. техн. наук: 05.20.01 / А.Н. Беляев; Воронеж. гос. аграр. ун-т; науч. рук. О.И. Поливаев. – Воронеж, 1995.– 217 с.

10. Исследование физико-механических свойств почвы на поворотной полосе / А.Н Беляев [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – №3. – С. 11-12.

11. Критерии оценки управляемости и устойчивости колесного трактора / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 140-145.

12. Пат. 2164211 Российская Федерация, МПК[7] С2 7В62 Д 7/14. Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми колесами / Беляев А.Н., Поливаев О.И., Попов Е.М., Глаголев Д. А.; заявитель и патентообладатель Воронеж. ГАУ. – № 2164211; опубл. 20.03.2001. Бюл. № 8.

13. Пат. 2240943 Российская Федерация, МПК[7] С2 7В62 Д 7/14. Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми колесами / Беляев А.Н., Глаголев Д. А., Козлов Д.Г.; заявитель и патентообладатель Воронеж. ГАУ. – №2240943; опубл. 27.11.2004. Бюл. № 33.

14. Пат. 2277488 Российская Федерация, МПК С1 7В62 Д 7/14. Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми колесами / Беляев А.Н., Калашник В.И., Попов Е.М., Козлов Д.Г., Крюков В.И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. ГАУ. – № 2277488; опубл. 10.06.2006. Бюл. № 16.

15. Пат. 2013269 Российская Федерация, МКИ В 62 D7/14. Система рулевого управляемыми транспортного средства со всеми управляемыми колесами / Поливаев О.И., Беляев А.Н., Гусенко Н.Е, Чупахин А.В.; заявитель и патентообладатель Воронеж. ГАУ. – № 2013269; опубл. 30.05.94.

16. Перспективы развития машинно-тракторных агрегатов / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 39-48.

17. Повышение устойчивости криволинейного движения МТА / О. И. Поливаев и [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001 . – №5. – С.32 - 33.

18. Поливаев О.И. Влияние упругодемпфирующего привода ведущих колес на поворачиваемость МТА / О.И. Поливаев, А.Н. Беляев, Е.М. Попов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – № 3. – С. 19-22.

19. Поливаев О.И. Оценка влияния упругодемпфирующего привода ведущих колес на поворачиваемость МТА / О.И. Поливаев, А.Н. Беляев // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 2. – С. 27-30.

20. Система рулевого управления колесной машины / А.Н. Беляев [и др.] // Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета. – Ч. 2. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015.– С. 302-308.

21 Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми / А.Н. Беляев [и др.] // Научно-практические аспекты

ресурсосберегающих технологий производства продукции и переработки отходов АПК: межвуз. сб. науч. тр. – ВГАУ. – Воронеж, 2014. – С. 236-242.

22. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин / Г.А. Смирнов. – М.: Машиностроение, 1990.– 352 с.

23. Тракторы: теория / В. В. Гуськов [и др.], под ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988.– 376 с.

УДК 629.076

А.Е. Новиков, аспирант
Ю.В. Дьяченко, аспирант
В.В. Шередекин, к.т.н., доцент

СПОСОБ ПОВОРОТА ТРАКТОРА СО ВСЕМИ УПРАВЛЯЕМЫМИ КОЛЕСАМИ

Приведен и обоснован способ поворота трактора со всеми управляемыми колесами с различными законами изменения их углов поворота, позволяющий улучшить устойчивость движения при его повороте.

В настоящее время основным энергетическим средством в сельском хозяйстве является трактор. В типаже тракторов преимущественное распространение получили колесные сельскохозяйственные тракторы, составляющие от 85 до 90% выпуска в разных странах. Увеличение скорости движения и массово-геометрических параметров приводит к существенному изменению эксплуатационных характеристик машинно-тракторных агрегатов (МТА), влияющих на управляемость и устойчивость движения при криволинейном движении на поворотной полосе. Кроме того, указанные МТА оказывают отрицательное влияние на почву своими движителями, происходит значительное, чем на основном участке поля, уплотнение и распыление почвы, снижается ее плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. Непроизводительные затраты времени МТА на развороты и заезды прямо пропорциональны числу разворотов и заездов за время смены, поэтому при обработке подобных полей при криволинейном движении МТА рационально использовать различные способы управления колесами тракторов, соответствующие конкретной агротехнологической ситуации [5, 8. 17].

Устойчивость и управляемость при поворотах во многом зависит от направления следования задней оси по колее передней. Это необходимо для уменьшения угла поворота трактора и износа его шин. Применение управляемой задней оси позволяет уменьшать поперечные ускорения при повороте, что повышает его устойчивость [1, 2, 10].

Если не обеспечены необходимые управляемость и устойчивость МТА, то повышаются динамические нагрузки на трактор и

сельскохозяйственную машину, что в свою очередь является причиной повышения его энергозатрат и уровня психомоторных затрат оператора, снижения технико-экономических показателей работы агрегата, ухудшается при этом качество агротехнических операций, не исключено частичное, а в некоторых случаях полное уничтожение культурных растений на засеянных поворотных полосах. Указанные проблемы явно проявляются при комбинированном агрегатировании с широкозахватными сельскохозяйственными орудиями и, особенно, при повышенных рабочих скоростях, вследствие чего происходит значительное увеличение и неравномерность распределения внешних сил, действующих на агрегат при совершении поворота на поворотной полосе, что не позволяет наращивать производительность труда и качественно выполнять технологические операции [3, 4, 6, 7, 9, 17, 18, 19, 20].

Поворот задних колес в ту же сторону, что и передних, позволяет сохранить направление и скорость движения центра масс, значительно увеличить мгновенный радиус поворота. При этом уменьшаются действующие на трактор боковые силы и, как следствие, повышается курсовая устойчивость.

Усовершенствование систем рулевого управления трактора необходимо для повышения устойчивости движения МТА при повороте, особенно во время движения на поворотной полосе. Известны различные системы управления, которые были разработаны для решения этой проблемы, но все они обладают рядом недостатков.

Например, система [11, 23, 24], в которой различные способы поворота передними и задними колесами в разные стороны относительно остова и бортовым способом осуществляются за счет создания разности крутящих моментов на ведущих колесах кинематически или торможением и комбинацией способа движения «крабом», при котором передние и задние колеса поворачиваются в одну сторону относительно остова трактора и бортовым способом за счет создания разности крутящих моментов на ведущих колесах кинематически или торможением. Основным недостатком данной системы является то, что повороты сопровождаются сильной деформацией шин, их износом, большими потерями мощности, чрезмерным уплотнением и распылением почвы, а во втором случае невозможностью возврата к входу в междурядья.

В других известных системах рулевого управления [12, 13, 14, 15, 21, 22] различные режимы поворота управляемых колес возможно осуществить изменением их положения относительно остова, отличающийся тем, что вначале передние и задние управляемые колеса поворачивают синхронно в одну и ту же сторону относительно остова, а при достижении ими максимального значения угла поворота, определенного конструкцией трактора, задние колеса за счет сигнала от передних управляемых колес через гидравлические и механические связи автоматически возвращаются в нейтральное положение, и дальнейший поворот осуществляют передними управляемыми колесами. У этой системы недостатком является то, что во

время движения на поворотной полосе, при переходе с прямолинейного участка «вход в поворот» на участок «установившийся поворот» и, в том числе, на самом участке установившегося движения, не удается осуществить достаточно устойчивое движение трактора, устранить динамические нагрузки, вызывающие боковое скольжение и занос, увеличение радиуса поворота и времени маневрирования, и вследствие чего невозможен возврат к входу в междурядья со смещением на величину ширины захвата технологического оборудования.

В указанных системах рулевого управления [12, 13, 14, 15, 21, 22] используется способ поворота «краб» при котором передние и задние колеса поворачиваются в одну сторону относительно остова трактора и когда поворот передних и задних колес происходит в разные стороны относительно остова. Основным недостатком данных конструкций является при первом способе невозможность осуществления поворота на 180°, что необходимо в междурядьях пропашных культур при работе трактора на поворотной полосе при круговом повороте, а при втором – устойчивого движения трактора, особенно при входе в поворот, где особенно проявляются динамические нагрузки, действующие на него.

Целью работы является обоснование системы рулевого управления, в которой решается задача повышения устойчивости движения трактора при повороте во время движения на поворотной полосе, при переходе с прямолинейного участка «вход в поворот» на участок «установившийся поворот» с обеспечением возможности возврата к входу в междурядья со смещением на величину ширины захвата технологического оборудования.

Предлагаемая система работает следующим образом [16]. На переднем и заднем мостах транспортного средства устанавливаются силовые гидроцилиндры, которые подключают посредством системы трубопроводов высокого давления к гидрораспределителю, в котором размещают цилиндрический золотник, имеющий спиралевидные канавки для подачи масла от насоса гидросистемы в полости силовых гидроцилиндров, установленных на управляемых колесах. Переключение осуществляется с помощью рукоятки золотника перед входом в поворот, обеспечивая поворот передних и задних колес в одну сторону. Подача масла в гидроцилиндры передних управляемых колес происходит до достижения определенного угла, при котором открывается полость в золотнике со спиральными каналами, обеспечивая поступление масла к гидроцилиндрам задних управляемых колес. При максимальном угле поворота передних управляемых колес спиралевидные канавки в золотнике перекрываются, обеспечивая автоматический возврат задних управляемых колес в нейтральное положение и движение транспортного средства по установившейся траектории. Дальнейший поворот осуществляется передними управляемыми колесами за счет сигнала от передних управляемых колес через гидравлические и механические связи. Обеспечивается повышение устойчивости движения трактора при повороте во время движения на поворотной полосе, при переходе с прямолинейного участка «вход в поворот» на участок

«установившийся поворот» с обеспечением возможности возврата к входу в междурядья со смещением на величину ширины захвата технологического оборудования.

На участке «вход поворот» передние и задние управляемые колеса поворачивают в одну и ту же сторону относительно остова, но функции углов поворота по времени, соответственно передних и задних управляемых колес различны (рис.1). Причем, функции таковы, что происходит некоторое запаздывание углов (угловой скорости) поворота задних управляемых колес относительно углов поворота (угловой скорости) передних управляемых колес.

В отличие от аналогичных систем, описываемый способ позволяет плавно «перейти» на поворот передними управляемыми колесами, за счет чего повышается устойчивость движения: уменьшается боковое скольжение, нагребание грунта колесами - «бульдозерный» эффект, переход на новый режим поворота осуществляется более плавно без «рывка» вследствие уменьшения динамической нагрузки трактора и почвы, уменьшается радиус поворота, вследствие чего возможен возврат к входу в междурядья со смещением на величину ширины захвата технологического оборудования.

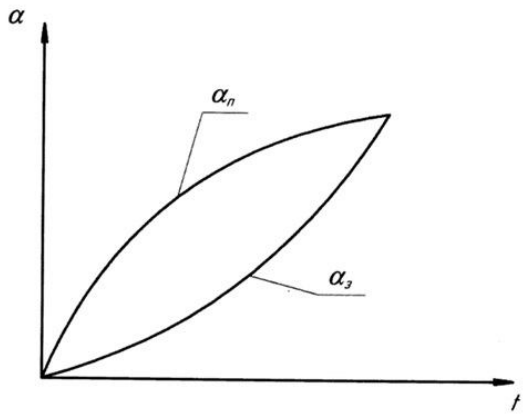


Рисунок 1 – Функции углов поворота передних и задних колес

В конце участка «вход в поворот» продольная ось трактора будет находиться под углом к первоначальному положению, то есть трактор уже постепенно «вошел» в поворот, будет находиться на некоторой криволинейной траектории.

При достижении колесами максимального угла поворота, задние колеса автоматически возвращаются в нейтральное положение и дальнейший поворот осуществляется передними управляемыми колесами (рис. 2).

При достижении передними и задними управляемыми колесами максимального угла поворота, определенного конструкцией трактора, задние колеса автоматически возвращаются в нейтральное положение, и в дальнейшем поворот осуществляется передними управляемыми колесами, но уже находясь на участке установившегося поворота. Это позволяет улучшить устойчивость движения трактора при его повороте.

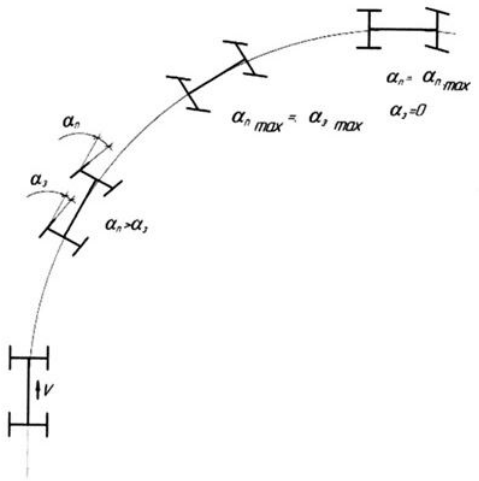


Рисунок 2 – Схема движения трактора на повороте

Таким образом, применение данной системы рулевого управления позволяет повысить устойчивость движения трактора при повороте во время движения на поворотной полосе, вследствие чего уменьшается боковое скольжение, снижается «бульдозерный» эффект. Переход на новый этап поворота осуществляется без «рывка», благодаря чему снижается динамическая нагрузка трактора и почвы и уменьшается минимальный радиус поворота, вследствие чего возможен возврат к входу в междурядья со смещением на величину ширины захвата технологического оборудования.

Список литературы

1. Анализ исследований по вопросам устойчивости и управляемости автомобиля / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 51-56.

2. Анализ исследований по вопросам устойчивости и управляемости колесного трактора / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 13-25.

3. Беляев А.Н. Машинно-тракторный агрегат на поворотной полосе / А.Н. Беляев, В.И Крюков // Сельский механизатор. – М. – 2008. – №9. – С. 12-13.

4. Беляев А.Н. Повышение устойчивости криволинейного движения МТА / А.Н. Беляев [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001.– № 5 – С. 32-33.

5. Беляев А.Н. Повышение эффективности работы машинно-тракторных агрегатов на базе интегральных универсально-пропашных колесных тракторов: дис. … док. техн. наук: 05.20.01 / А.Н. Беляев; Воронеж. гос. аграр. ун-т; науч. конс. В.И. Оробинский. – Мичуринск-наукоград, 2019.– 440 с.

6. Беляев А.Н. Рациональный способ движения МТА на поворотной полосе / А.Н Беляев, В.В. Шередекин, В.И. Крюков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – №7. – С.18 - 19.

7. Беляев А.Н. Снижение негативного воздействия на почву движителей колесного трактора при повороте / А.Н. Беляев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер. междунар. заочн. научно-практич. конф.–2014.– №3. – Ч. 4. междунар. научно-техн. конф. «Экологоресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве» / ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – С. 398-401.

8. Беляев А.Н. Улучшение характеристик криволинейного движения комбинированного МТА на базе колесного трактора класса 2 ЛТЗ применением упруго-демпфирующего привода колес: дис. … канд. техн. наук: 05.20.01 / А.Н. Беляев; Воронеж. гос. аграр. ун-т; науч. рук. О.И. Поливаев. – Воронеж, 1995.– 217 с.

9. Исследование физико-механических свойств почвы на поворотной полосе / А.Н Беляев [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – №3. – С. 11-12.

10. Критерии оценки управляемости и устойчивости колесного трактора / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 140-145.

11. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства / Г.М. Кутьков.– М.: КолосС, 2004.– 504 с.

12. Пат. 2164211 Российская Федерация, МПК[7] С2 7В62 Д 7/14. Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми колесами / Беляев А.Н., Поливаев О.И., Попов Е.М., Глаголев Д. А.; заявитель и патентообладатель Воронеж. ГАУ. – № 2164211; опубл. 20.03.2001. Бюл. № 8.

13. Пат. 2240943 Российская Федерация, МПК[7] С2 7В62 Д 7/14. Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми колесами / Беляев А.Н., Глаголев Д. А., Козлов Д.Г.; заявитель и патентообладатель Воронеж. ГАУ. – №2240943; опубл. 27.11.2004. Бюл. № 33.

14. Пат. 2277488 Российская Федерация, МПК С1 7В62 Д 7/14. Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми колесами / Беляев А.Н., Калашник В.И., Попов Е.М., Козлов Д.Г., Крюков В.И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. ГАУ. – № 2277488; опубл. 10.06.2006. Бюл. № 16.

15. Пат. 2013269 Российская Федерация, МКИ В 62 D7/14. Система рулевого управляемыми транспортного средства со всеми управляемыми колесами / Поливаев О.И., Беляев А.Н., Гусенко Н.Е, Чупахин А.В.; заявитель и патентообладатель Воронеж. ГАУ. – № 2013269; опубл. 30.05.94.

16. Пат. на полезную модель № 179625 РФ, МПК F15B 13/04. Гидрораспределитель потоков гидросистемы рулевого управления трактора

со всеми управляемыми колесами [Текст] / А. Н. Беляев, В. Д. Бурдыкин, А. А. Афанасьев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2017112156; заявл. 10.04.2017; опубл. 21.05.2018. Бюл. № 15.

17. Перспективы развития машинно-тракторных агрегатов / А.Н. Беляев [и др.] // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. национ. научно-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 39-48.

18. Повышение устойчивости криволинейного движения МТА / О. И. Поливаев и [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001 . – №5. – С.32 - 33.

19. Поливаев О.И. Влияние упругодемпфирующего привода ведущих колес на поворачиваемость МТА / О.И. Поливаев, А.Н. Беляев, Е.М. Попов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – № 3. – С. 19-22.

20. Поливаев О.И. Оценка влияния упругодемпфирующего привода ведущих колес на поворачиваемость МТА / О.И. Поливаев, А.Н. Беляев // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 2. – С. 27-30.

21. Система рулевого управления колесной машины / А.Н. Беляев [и др.] // Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета. – Ч. 2. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015.– С. 302-308.

22 Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми / А.Н. Беляев [и др.] // Научно-практические аспекты ресурсосберегающих технологий производства продукции и переработки отходов АПК: межвуз. сб. науч. тр. – ВГАУ. – Воронеж, 2014. – С. 236-242.

23. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин / Г.А. Смирнов. – М.: Машиностроение, 1990.– 352 с.

24. Тракторы: теория / В. В. Гуськов [и др.], под ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988.– 376 с.

УДК 37.035.6

С.А. Вагин, курсант
Г.В. Парфенова

БОЕВОЙ ПУТЬ ЛЕТЧИЦЫ МАРИНЫ ЧЕЧНЕВОЙ

В статье рассматривается роль военно-патриотического воспитания на примере подвигов советской летчицы Марины Павловны Чечневой во время Великой Отечественной войны. Также говорится об истории создания женских авиационных полков в начале Великой Отечественной войны и о вкладе женщин-авиаторов в Победу над немецко-фашистскими захватчиками в 1941-1945 гг.

В 2020 г. наша страна будет отмечать славную дату – 75-летие Победы в Великой Отечественной войне. Этот праздник невозможен без воспоминаний о героях той самой страшной войны, унесшей огромное количество жизней. Актуальность данной работы обусловлена тем, что от памяти народа о том тяжелом времени, во многом зависит сила и будущее нашего общества.

Военно-патриотическое воспитание современной молодежи, являясь одной из значимых задач нашего государства, формирует у подрастающего поколения нравственные качества. Однако, патриотизм невозможен без знания истории своей страны, связывающей современное общество с его прошлым. История России богата примерами героизма, которые особенно ярко проявлялись в самые тяжелые для страны времена. Поэтому историческое наследие Великой Отечественной войны, ставшей периодом величайшего патриотического подъема советского народа, играет огромную роль в воспитании духовных ценностей и нравственных качеств у нынешней молодежи. А подвиги советских женщин на фронтах Великой Отечественной войны, свидетельствующие о поистине всенародном характере героизма, об их отваге и несокрушимой воле, обязаны и по сей день свято храниться в памяти народа и вызывать восхищение.

Массовое участие советских женщин в Великой Отечественной войне – это беспрецедентное явление в мировой истории, а наличие большого числа женщин-авиаторов в составе авиационных полков, является немеркнущим со временем примером подвига.

Судьбы женщин военной авиации – явление уникальное и достойное высокой общественной оценки и глубокого изучения.

Объектом нашего исследования является вклад женщин – авиационных специалистов в победу над фашистами в Великой Отечественной войне. Цель исследования: на примере жизненного и боевого пути одной из выдающихся представительниц 46-го Гвардейского ночного бомбардировочного авиационного Таманского Краснознаменного полка Марины Павловны Чечневой, проследить типичную судьбу советской летчицы.

Марина Чечнева родилась 15 августа 1922 г. в селе Протасово, Малоархангельского района Орловской области, но вскоре вместе с семьей переехала в Москву. Живя недалеко от Тушинского аэродрома, она часто наблюдала за полетами самолетов, вдохновившими ее связать свою дальнейшую судьбу с авиацией. Марина Чечнева поступила в аэроклуб, успешно его окончила и готовилась к поступлению в Московский авиационный институт, но война внесла свои коррективы.

В начале Великой Отечественной войны Марина, как и тысячи молодых юношей и девушек, пришла в военкомат с просьбой отправить ее в действующую армию, но ей было отказано. Допускать девушек в ряды РККА советское руководство не планировало.

Однако, когда Герой Советского Союза Марина Раскова стала лично добиваться у Сталина разрешения начать набор женщин-патриоток в авиацию, в октябре 1941 г. на основе приказа НКО СССР №0099 было

положено начало формирования женской авиационной части, на базе которой впоследствии было сформировано три авиаполка: ночных, дневных бомбардировщиков и истребительный полк. В определенной мере, это было вынужденной необходимостью, так как в первые дни войны внезапным ударом гитлеровские войска нанесли значительный урон советским ВВС. Таким образом, наряду с опытными летчицами, пришедшими из аэроклубов и школ гражданского флота, в полки приходили девушки – студентки и работницы, имевшие небольшую летную практику в осоавиахимовских аэроклубах или же впервые столкнувшиеся с авиационным делом. Марина Чечнева одна из первых подала свое заявление. После обучения она была зачислена в 588 авиационный полк ночных бомбардировщиков, который был оснащен самолетами По-2. [1]

23 мая полк был переведен в состав 218-й ночной бомбардировочной дивизии Южного фронта. В августе 1942 г. Марина Чечнева стала командиром звена.

8 февраля 1943 г. 588-й авиаполк получил название гвардейского и переименован в 46-й гвардейский, а чуть позже получил почетное наименование «Таманский» после успешных боевых действий при прорыве на Таманском полуострове оборонительной полосы, на которую противник возлагал большие надежды.

Надо сказать несколько слов о легендарном 46-м Гвардейском бомбардировочном Таманском Краснознаменном ордена Суворова женском авиационном полке. История мировой авиации еще не знала подобной боевой единицы: весь личный состав полка – от командира до механика – состоял из женщин. Женский авиаполк ночных бомбардировщиков начал свой боевой путь в Донбассе, в период очень тяжелых боев. Смелые летчицы выполняли самые различные боевые задачи: бомбили переправы, скопления войск, железнодорожные эшелоны, склады с боеприпасами, танковые колонны. [2, 6] Случалось, что за одну ночь они поднимались в воздух по 10-12 раз, а однажды, это было 21 декабря 1944 г. Марина Чечнева со своим штурманом Екатериной Рябовой сделала 18 вылетов. [3] После изнурительных дневных боев, ночью на голову противника обрушивались новые бомбовые удары отважных летчиц. Там, где действовал женский авиаполк, немецкие войска не знали покоя. Они устроили на По-2 настоящую охоту. В награду за каждый сбитый самолет такого типа немецкое командование давало Железный крест. Необходимо учесть, что По-2 не создавался для боевых действий. Разработанный выдающимся советским авиаконструктором Н.Н. Поликарповым еще в 1927 г., этот самолет был сделан из перкаля и фанеры и не имел брони. На его борту был лишь один пулемет, поэтому даже случайная встреча с вражескими истребителями могла оказаться роковой. Зато он обладал легкостью и простотой управления, большими возможностями в маневрировании, был устойчив в полете, и для посадки ему достаточно было совсем небольшого кусочка земли. Имея небольшую скорость, По-2 летали на очень малых высотах, благодаря этому их было очень трудно засечь бортовыми радарами. Даже когда ночной

истребитель выходил в позицию для атаки и открывал огонь, это еще не означало, что По-2 будет сбит. Снаряды могли просто пробить полотно обшивки, не причиняя большого вреда, поэтому, чтобы наверняка сбить По-2, надо было попасть в двигатель или в пилота. [4]

В 1943 г., когда шли бои на Таманском полуострове, для борьбы с По-2 прибыла эскадрилья фашистских асов, которые применили новую тактику против советских самолетов. Мощные прожекторы ловили машину в вилку, а подлетавший в плотную истребитель расстреливал в упор По-2. Так на глазах Марины Чечневой было расстреляно четыре экипажа с боевыми подругами. [5]

Но и летчицы набирались все больше опыта, учились обманывать фашистских зенитчиков и прожектористов. С каждым разом они увеличивали свой бомбовый запас и к концу войны уже брали на борт не 200 кг бомб, как в начале, а 350-380 кг. Девушки даже отказались от парашютов, чтобы брать с собой больше бомб или листовок.

Марина Чечнева считалась одной из лучших и бесстрашных летчиц полка. Ей поручались особо ответственные задания, например дневная воздушная разведка. В конце лета 1943 г. она была назначена командиром 4 эскадрильи полка, которая сочетала боевую и учебно-тренировочную работу, подготовив 40 летчиков и штурманов.

Марина Чечнева участвовала в обороне Кавказа, освобождении Кубани и Крыма, Белоруссии и Польши, в боях за Восточную Пруссию. В ее активе 810 боевых вылетов, 115 тонн бомбового груза, сброшенного на врага. Эскадрилья, которой командовала Марина Чечнева, не имела ни одной потери ориентировки, не было поломок и аварий.

После окончания Великой Отечественной войны она вместе с полком вернулась в Москву, участвовала в параде Победы. Указом Президиума Верховного совета СССР от 15 мая 1946 г. Гвардии капитан М.П. Чечнева удостоена звания Герой Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда» № 8955.

В ноябре 1945 г. после расформирования авиаполка она осталась служить в штурмовом полку в Польше. С 1948 г., после переезда на Родину, работала в ДОСААФ. Начались новые полеты, но это были уже мирные полеты в мирном небе. Так, в 1949 г. Марина Чечнева побила мировой рекорд скорости полета на спортивном самолете Я1-18, а также одержала победу в командном первенстве по технике пилотирования на самолетах Як-18 на Всесоюзных состязаниях летчиков-спортсменов ДОСААФ. В течение длительного времени она являлась ведущей женской пилотажной группы на воздушных парадах, восхищая своим мастерством зрителей, которые с восторгом следили за выполнением фигур высшего пилотажа. [7] Они знали, что в кабине самолета известная летчица-рекордсменка, награжденная Золотой Звездой Героя, 14 орденами и медалями. [8]

Жизненный и боевой путь Марины Чечневой – это лишь единичный пример смелости, отваги и бесстрашия советских летчиц. В грозные годы войны высокий профессионализм женщин-авиаторов помог победить врага.

За героизм, проявленный в боях, весь личный состав женских авиационных полков был награжден орденами и медалями, 29 летчиц удостоены звания Героя Советского Союза.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что блистательные, беспримерные подвиги советских лётчиц должны являться национальной гордостью, и для нравственного воспитания подрастающего поколения весьма важно, чтобы об этих подвигах знала и помнила молодёжь. Ведь от того, какие ценности будут преобладать у современной молодежи, во многом зависит будущее состояние общества. А для развития данных ценностей необходимо проведение ряда мероприятий, связанных с нравственно-духовным воспитанием молодежи.

Список литературы

1. Герои огненных лет. Кн. 1. М.: Моск. рабочий, 1975. 760 с.
2. Герои огненных лет. Кн. 4. М.: Моск. рабочий, 1980. 688 с.
3. Чечнева М.П. Ради Победы // Смена. № 9. 1975. С. 6.
4. Залесский К.А. Люфтваффе. Военно-воздушные силы Третьего рейха. М.: Эксмо, 2005. 736 с.
5. Киевленко В. За мир и счастье людей планеты // Крестьянка. № 5. 1975. С.17.
6. Магид А.С. Гвардейский Таманский авиационный полк. М.: ДОССАФ, 1953. 288 с.
7. Парфенова Г.В. Роль женщины в развитии Отечественной авиации. Материалы МНК «Наука, образование и инновации в современном мире». ВГАУ. Т.2. 2019. С. 137-140.
8. Чечнева М.П. Ключ к победе в бою // Красный воин. 1982. С. 3.

УДК 94:358.4 “1941/1945” (092)

Ю.И. Солдатов, магистрант
В.С. Воищев, д.ф.-м.н., профессор
Е.А. Шендриков, к.и.н., доцент, старший научный сотрудник

ГЕРОИ СОВЕТСКОГО СОЮЗА – ВЫПУСКНИКИ ВОРОНЕЖСКОГО СХИ

Высокое звание Героев Советского Союза за проявленную доблесть на фронтах Великой Отечественной войны удостоены четыре выпускника Воронежского сельскохозяйственного института: В.В. Сапожников и Н.С. Куракин - в Авиации дальнего действия (АДД); Н.Г. Сидоров - в истребительной авиации; С.Д. Карицкий - в кавалерии.

К 75-летию Великой победы Советского народа над немецко-фашистскими захватчиками и их сателлитами.

Великая Отечественная война для советского народа явилась и тягчайшим испытанием, и школой мужества. Его борьба и Великая Победа показали всему миру неодолимость социализма, монолитное единство советского общества, непоколебимую дружбу народов, крепость и невиданную мобильность социалистической экономики, несокрушимую мощь Вооруженных Сил СССР [1]. Подводя итоги войны, австралийский историк Д. Джюкс справедливо отмечал: «Германия, выступившая во главе с Гитлером в крестовый поход против коммунизма, лежала поверженная, разбитая в прах, в первую очередь усилиями Красной Армии, а Советский Союз стал ведущей державой в Европе» [2]. Не последнюю роль в этом сыграл русский народ. Выступая 24 мая 1945 г. на приеме в Кремле в честь командующих войсками Красной Армии, Верховный главнокомандующий И.В. Сталин, касаясь причин победы СССР в Великой Отечественной войне, подчеркнул, что «доверие русского народа Советскому правительству оказалось той решающей силой, которая обеспечила историческую победу над врагом человечества, - над фашизмом» [3].

Нельзя не отметить, что война потребовала от советских людей величайшего напряжения сил и огромных жертв, раскрыла их стойкость и мужество, способность к самопожертвованию во имя свободы и независимости Родины. В это суровое время героизм стал массовым. За боевые подвиги более 7 млн. советских воинов были награждены орденами и медалями, свыше 11 600 стали Героями Советского Союза. Всего в военное время в Сухопутных войсках было воспитано свыше 8 тыс. Героев, в том числе 1800 артиллеристов, 1142 танкиста, 650 воинов инженерных войск, более 290 связистов, 93 воина ПВО, 52 воина войскового тыла, 44 медика; в Военно-Воздушных силах Героями стали 2400; в Военно-Морском Флоте – свыше 500 человек, партизан, подпольщиков и разведчиков – около 400 человек, пограничников – более 150 человек [4].

В число Героев Советского Союза входят и 4 выпускника Воронежского сельскохозяйственного института. Они получили это высокое звание за проявленную доблесть на фронтах Великой Отечественной войны. Они достойно представляли ВСХИ: **В.В. Сапожников** и **Н.С. Куракин** - в Авиации дальнего действия (АДД), **Н.Г. Сидоров** - в истребительной авиации, **С.Д. Карицкий** - в кавалерии.

Главный маршал авиации А.Е. Голованов констатировал: «Не так-то просто было стать Героем Советского Союза. Недаром враг писал в своих обзорах, что АДД стала элитой советской авиации…» [5]. В составе этой элиты и воевали Владимир Васильевич Сапожников и Николай Семёнович Куракин.

Владимир Васильевич Сапожников родился 14 июня 1914 г. в г. Якутск, в семье рабочего. Он окончил 7 классов и школу ФЗУ, затем



учился в Воронежском сельскохозяйственном институте. С 1934 г. будущий летчик находился в рядах Красной Армии. В 1937 г. Владимир Васильевич окончил Энгельсскую военную школу летчиков. Затем он участвовал в походе Красной Армии в Западную Белоруссию и Западную Украину в 1939 г., Советско-финляндской войне 1939–1940 гг. С 1941 г. В.В. Сапожников являлся членом ВКП(б) (с 1952 г. КПСС).

С первых дней Великой Отечественной войны Владимир Васильевич находился на фронте, выполняя ответственные задания командования. Заместитель командира эскадрильи 23-го авиационного полка (53-я авиационная дивизия, 5-й авиационный корпус, Авиация дальнего действия) майор Сапожников к апрелю 1944 г. совершил 360 боевых вылетов на бомбардировку скоплений войск противника, аэродромов, железно-дорожных узлов и эшелонов, других военных объектов, а также на доставку боеприпасов и продовольствия нашим передовым частям [6].

В наградном документе В.В. Сапожникова, подписанном 19 апреля 1944 г. командиром 23-го гв. авиаполка ДД гв. подполковником Шамраевым, отмечено следующее: «Летает в составе экипажа: штурман корабля гв. ст. лейтенант Бирюков П.Г., борттехник – гв. ст. техник-лейтенант Пантюхин Г.С., воздушный стрелок-радист гв. старшина Иванов А.П., воздушный стрелок гв. старший сержант Колмыков И.С.

За период Отечественной войны совершил 285 боевых вылетов ночью на бомбардирование военных объектов, живой силы и техники противника и 75 полетов днем на транспортировку горючего, боеприпасов, продовольствия передовым частям Красной Армии. За время пребывания в системе АДД совершил 263 боевых вылета ночью на бомбардирование живой силы и техники противника и 45 полетов днем на транспортировку грузов передовым частям Красной Армии. После последнего награждения совершил 79 боевых вылетов и 17 полетов днем на транспортировку.

Общий боевой налет – 2180 часов, из них ночью – 1090 часов.

С первых дней Великой Отечественной войны тов. Сапожников ведет непрерывную активную борьбу с немецкими захватчиками, разрушая их военно-промышленные объекты, аэродромы, железнодорожные узлы, уничтожая их живую силу и технику.

Будучи командиром корабля, с начала военных действий капитан Сапожников выполнял боевые задания командования в интересах Центрального фронта, где совершил 29 боевых вылетов ночью на бомбардирование объектов, аэродромов ж.д. узлов Балбасова, Витебск, Смоленск, Бобруйск. И когда нависла угроза над столицей нашей родины – капитан Сапожников по заданию командования выполнял самые ответственные боевые задачи в сложных метеоусловиях не только по бомбардировке скопления танков и войск противника, но и по обстрелу их по дорогам, идущим к Москве в пунктах – Клин, Солнечногорск, Гжатск,

Можайск, Волоколамск, Руза, Звенигород, Верея, Нарофоминск, Ржев, где все полеты были связаны с большим мужеством и отвагой, умением и риском.

Когда в мае месяце 1942 г. командование поставило задачу переучить в короткий срок летный и технический состав с самолета ТБ-3 на самолеты ЛИ-2, капитан Сапожников настойчиво приступил к изучению новой матчасти, в совершенстве овладел техникой пилотирования и одним из первых начал выполнять боевые задания в интересах Сталинградского фронта. В дни напряженных боев под Сталинградом капитан Сапожников совершал по 2 боевых вылета в ночь с налетом по 12 часов и совершил 65 боевых вылетов на бомбардирование переправ, аэродромов, скопления войск и техники противника. С переходом наших войск в наступление командование поставило задачу разрушить пути отхода и аэродромы Тацинская, Миллерово, Абганерово, Котельниково и капитан Сапожников, несмотря на сильное противодействие ПВО противника, успешно выполнял боевые задания, за что получал благодарности и был награжден орденом Красного Знамени.

В ночь с 10 на 11 декабря 1942 г. при бомбардировании скоплений войск и танков противника в пункте Городище, командование поставило задачу, несмотря на сложные метеоусловия выполнить это задание. Капитан Сапожников, вылетев с аэродрома Мичуринск встретил по маршруту от Борисоглебска до Сталинграда туман и морось с интенсивным обледенением. Более трех часов шел по приборам вне видимости земли и только благодаря настойчивости, мастерству и отваге задание было выполнено успешно, за что командующий объявил благодарность всему экипажу.

В январе1943 года стала необходимость в кратчайший срок перебросить нашим, быстро передвигающимся мотомехчастям горючее, боеприпасы, продовольствие, капитан Сапожников принимал и здесь самое активное участие, совершая по 3 вылета в плохую погоду и совершил 27 полетов.

В апреле и мае месяце 1943 г., работая в интересах Северо-Кавказского фронта, по изгнанию немцев с Кубани и Таманского полуострова, капитан Сапожников, делая по 3 боевых вылета в ночь, совершил 40 боевых вылетов на бомбардирование аэродромов Саки, Сарабуз, Керчь 2, Заморский и по узлам сопротивления немцев на переднем крае обороны. Несмотря на усиленную ночную истребительную авиацию противника и противозенитные средства, задания выполнялись успешно.

11 мая 1943 г. при внезапном ночном налете на аэродром Сарабуз было уничтожено до 20 самолетов противника, разрушили летное поле, после чего прекратилась работа с этого аэродрома.

С июня по август месяц 1943 г., когда противник готовил наступление на Орловско-Курско-Белгородском направлении, была поставлена командованием задача разрушить ж.д. узлы и аэродромы и уничтожить на них живую силу и технику, капитану Сапожникову давались самые ответственные задания по освещению, зажиганию и наведению своих

самолетов на цель и всегда задания выполнялись успешно, несмотря на сильное ПВО противника и ночную истребительную авиацию. Выполняя боевые задания по аэродром и ж.д. узлам Орел, Олсуфьево, Брянск, Карачев, Унеча, Рославль, Сеща, совершил 110 боевых вылетов на бомбардирование, из них 45 полетов на освещение и зажигание цели.

26 июня 1943 г. капитан Сапожников получил задание осветить и зажечь аэродром Олсуфьево. При подходе к линии фронта был встречен истребителем противника Фокке-Вульф-190, который произвел несколько атак и сопровождал его до самой цели, но благодаря настойчивости и мужеству задание было выполнено успешно, цель освещена и подожжена своевременно, все наши самолеты успешно бомбардировали заданную цель, за что экипажу командованием была объявлена благодарность.

В августе месяце 1943 года командованием была поставлена задача: уничтожить артпозиции немцев, с которых они вели вражеский обстрел города Ленинграда, капитан Сапожников совершил 15 боевых вылетов на уничтожение артпозиций и дотов.

С декабря месяца 1943 г. работал в интересах снятия окончательной блокады с г. Ленинграда, капитан Сапожников совершил 23 боевых вылета на бомбардирование долговременных узлов сопротивления и артбатарей, из которых велся вражеский обстрел г. Ленинграда, кроме этого 4 боевых вылета на бомбардировку политико-административного и военно-политического центра Финляндии г. Хельсинки, на военные объекты Турку 1 полет, на бомбардирование доков, судостроительных верфей и порта Котка 1 полет.

В ночь с 18 на 19 февраля 1944 г. была поставлена задача бомбардировать ж.д. узел и скопление эшелонов в г. Псков. По всему маршруту экипажи встретили 10-бальную облачность с высотой 100-50 метров, и только в районе цели погода была ясной. И только благодаря настойчивости, умению и желанию во что бы то ни стало выполнить боевое задание, капитан Сапожников добился успешного его выполнения, за что получил благодарность.

Боевой и опытный офицер-летчик, обладает хорошими волевыми качествами, систематически работает над совершенствованием своего мастерства в технике пилотирования. Являясь одним из лучших летчиков части, командование дает ему самые ответственные задания, в сложных метеоусловиях и каждый раз задания выполняются с отличными результатами.

Летает днем и ночью в сложных метеоусловиях, техникой пилотирования по приборам владеет в совершенстве, не имеет случаев потерь ориентировок и возвращений с боевого задания. Летает без аварий и поломок.

За время командования отрядом с работой справляется хорошо, его экипажи являются передовыми по боевой работе эскадрильи и в целом отряде за 1943 г. и 1944 г. совершил 510 боевых вылетов ночью на бомбардирование и 245 полетов на транспортировку. К себе и подчиненным

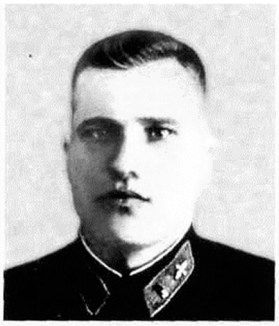
требовательный. Умело руководит боевой работой и сам служит примером мужества, отваги и героизма в боевой работе. Заботится о росте своих подчиненных, совершенствуя их деловую квалификацию и повышая их теоретический уровень. В течение последних месяцев 1943 – 1944 г. капитан Сапожников обучил 7 молодых летчиков в технике пилотирования на самолете ЛИ-2, которые самостоятельно выполняют боевые задания и показывают хорошие знания в овладении техникой пилотирования.

В своей повседневной боевой работе и руководстве личным составом капитан Сапожников служит образцом дисциплины, выдержки, хладнокровия и мужества.

Политически грамотный, морально устойчивый. Партии Ленина-Сталина и Социалистической родине предан» [7]. 19 августа 1944 г. ему было присвоено звание Героя Советского Союза.

В целом, за годы войны Владимир Васильевич был награждён 2 орденами Ленина и медалью «Золотая Звезда», 2 орденами Красного Знамени, 3 орденами Красной Звезды, медалями.

После войны подполковник Сапожников продолжил службу в ВВС. В 1957 г. он вышел в запас, после чего работал преподавателем Куйбышевской школы юных лётчиков и космонавтов. Владимир Васильевич умер 23 марта 1982 г. и был похоронен на кладбище «Рубежное» в г. Куйбышев (Самара)[6].



Что касается Николая Семёновича Куракина, то он родился 24 декабря 1914 г. в дер. Соломоновка, ныне Кировского р-на Калужской обл., в семье крестьянина. Будущий лётчик учился в Воронежском машиностроительном институте, а с 1934 г. находился в рядах Красной Армии. В 1937 г. он окончил Энгельсскую военную авиационную школу лётчиков. В 1941 г. Николай Семёнович стал членом ВКП(б) (КПСС). Также как и Сапожников, на фронтах Великой Отечественной войны он находился с июня 1941 г. Командир отряда 3-го авиационного полка (Авиация дальнего действия) капитан Куракин к апрелю 1943 г. совершил 162 боевых вылета на бомбардировку объектов в глубоком тылу врага и уничтожение его живой силы и боевой техники, транспортировку боеприпасов на Сталинградский фронт [8].

В наградном листе Н.С. Куракина, подписанном 7 апреля 1943 г. командиром 3-го авиаполка ДД гв. майором Шамраевым, было отмечено следующее: «Летает с экипажем в составе: штурмана корабля – штурмана отряда старшего лейтенанта Волкова Дмитрия Петровича, бортмеханика техника бортового – старшего техника-лейтенанта Цуранова Дмитрия Егоровича, воздушного стрелка радиста – младшего сержанта Осипова Павла Андреевича, воздушного стрелка – старшего сержанта Гордиенко Андрея Савича.

Находясь в действующей Красной Армии с первых дней Великой Отечественной войны, тов. Куракин совершил 162 успешно выполненных боевых вылетов ночью по бомбардированию промышленных центров, аэродромов, железнодорожных узлов, живой силы и техники противника и транспортировки боеприпасов. Кроме этого совершил 8 дневных вылетов по транспортировке боеприпасов частям Сталинградского фронта. За время пребывания в Авиации Дальнего Действия совершил 115 успешно выполненных ночных боевых вылетов и 8 дневных. После награждения его последней правительственной наградой – вторым орденом «Красного Знамени» - совершил 92 успешно выполненных боевых вылетов ночью и 8 днем.

Беспредельно преданный сын Социалистической родине, тов. Куракин при выполнении боевых заданий показывает образцы мужества и героизма. Не считаясь с трудностями и опасностями для жизни, смело идет к заданной цели и обрушивает смертоносный груз на голову заклятого врага.

Вся боевая работа капитана Куракина богата боевыми эпизодами, где преодолевая все препятствия, сохраняя в трудные моменты спокойствие и мужество, добивается выполнения поставленных боевых задач.

В первый месяц Великой Отечественной войны 6.7.1941 г. капитан Куракин получил задание бомбардировать аэродром Вильно. Несмотря на плохие метеоусловия и сильный огонь ЗА и ЗП противника, [он] дошел до цели. В результате бомбежки создал 5 очагов пожара на аэродроме. Благополучно привел корабль на свой аэродром.

27.9.1941 г. [Куракин] принял участие в бомбардировке скоплений самолетов на аэродроме Смоленск. Преодолевая сильное сопротивление ЗА и ЗП противника, уклоняясь от десятков мощных прожекторов, капитан Куракин дошел до цели, отлично выполнив задание, имея несколько десятков пробоин в самолете, вернулся на свой аэродром.

Проявляя свое летное мастерство, [он] отлично выполнял боевые задания по бомбардированию живой силы и техники противника в районе Солнечногорск, крупных аэродромах Брянск, Сещенская и др.

Капитан Куракин в трудных условиях ночью, совершил 5 полетов с посадкой на незнакомых площадках в тылу врага, где доставлял боеприпасы и продовольствие частям Красной Армии и партизанам, откуда вывозил раненых. Эти трудные задания были им выполнены с честью.

Активный участник в боевых действиях по разгрому немцев под Сталинградом. Выполняя боевые задания на сталинградском фронте с августа 1942 г. капитан Куракин со своим экипажем совершал на протяжении целого месяца по 2 успешно выполненных боевых вылета в одну ночь, бомбардируя аэродромы, объекты, технику и живую силу противника.

4.10.1942 г. [Куракин], получив задание бомбардировать скопление войск противника в рабочем поселке «Красный Октябрь» несмотря на трудные метеоусловия, дождь и плохую видимость, при сильном обстреле ЗА и ЗП противника и множество прожекторов, задание выполнил отлично. В результате бомбардирования создал несколько очагов пожара. Таких

эпизодов при разгроме немецких захватчиков под Сталинградом у тов. Куракина много.

26.3.1943 г. [он] принял участие в бомбардировании жел.дор. узла Орёл. Противник прикрывал этот важный узел мощной системой ПВО во взаимодействии с прожекторами. Метеообстановка по маршруту не благоприятствовала полету. Ненависть к врагу и воля к победе двигали тов. Куракина вперед. Отлично выполнив боевое задание, создав несколько очагов пожаров благополучно вернулся на свой аэродром. Совершая по 2 вылета в одну ночь совершил 5 боевых вылетов на ж.д. узел Орёл с успешным выполнением.

Молодой растущий командир. За период войны вырос с командира корабля – лейтенанта до командира отряда – капитана.

Достоин присвоения звания «Героя Советского Союза» [9].

К сожалению, Николай Семёнович не дожил до победы. Он погиб 17 июля 1943 г. и был похоронен в г. Мичуринск Тамбовской обл. 27 июля 1943 г. ему было присвоено звание Героя Советского Союза посмертно.

Всего за годы войны он был награжден орденом Ленина и медалью «Золотая Звезда», орденом Красного Знамени.

В дер. Соломоновка на доме, где Куракин родился, установлена мемориальная доска. В г. Киров Калужской обл. его именем были названы пионерская дружина школы №4 и улица [8].

Командующий Авиации дальнего действия Главный маршал авиации А.Е. Голованов справедливо отмечал: «Перечислить всех награжденных за отвагу, героизм и мужество, проявленные в ходе Великой Отечественной войны, никак не возможно, ибо их в АДД десятки тысяч. Да, десятки тысяч советских людей, братьев и сестер многонациональной семьи… А сколько их всего, сыновей и дочерей Великой Советской Державы, получивших награды за геройскую борьбу с ненавистным врагом?! Их миллионы!!! Это они со всем советским народом показали свою волю и твердость на фронтах Великой Отечественной войны, свою стойкость, свою веру в нашу партию, её руководство, это они со всем советским народом доказали, что нет и не будет такой силы на земле, которая могла бы противопоставить себя народам первого свободного истинно народного государства. Только в момент смертельной опасности, которая нависла над нашей Родиной, можно было отчетливо увидеть, можно было ясно ощутить, за кем идет народ, кого он поддерживает, кому он верит» [10].



Действительно, вместе с летчиками АДД отважно сражались советские воины и других родов войск. Выпускники Воронежского СХИ являются тому подтверждением. Среди них был и еще один летчик – Н.Г. Сидоров.

Николай Григорьевич родился 22 декабря 1918 г. в с. Сабуровка, ныне Аннинский р-н, Воронежская обл., в семье крестьянина. Будущий лётчик окончил рабфак и 1 курс Воронежского сельскохозяйственного

института. С 1936 г. Сидоров находился в рядах Красной Армии. В 1939 г. он окончил Качинскую военную авиационную школу летчиков, а в 1941 г. стал членом ВКП (б).

На фронтах Великой Отечественной войны Николай Григорьевич сражался с немецко-фашистскими захватчиками с декабря 1941 г. Штурман 329-го истребительной авиационной дивизии (4-я воздушная армия, 2-й Белорусский фронт) майор Сидоров к февралю 1945 г. совершил 334 боевых вылета, в 59 воздушных боях лично сбил 16 и в группе 3 самолёта противника [11].

В наградном листе Героя, подписанном 19 февраля 1945 г. командиром 329-й истребительной авиационной Керченской дивизии гв. полковником Осиповым, было указано следующее: «За время участия на фронтах Отечественной войны [Сидоров] произвел 334 боевых вылета на самолетах: И-16, ЯК-7б, ЯК-1 и «Аэрокобра». Участвовал в 59 воздушных боях, в которых лично сбил 16 и в группе 3 самолета противника. Из числа лично сбитых 16 самолетов по типам: 2 Ю-88, 9 МЕ-109, 1 ФВ-189, 4 ФВ-190.

Из произведенных 334 боевых вылетов – 255 на прикрытие наземных войск, 12 на штурмовку войск противника, 52 на сопровождение штурмовиков и бомбардировщиков и 17 на разведку войск противника.

В воздушных боях с немецкими захватчиками [Сидоров] много раз проявлял высокое мастерство летчика-истребителя, показал себя храбрым, мужественным и стойким воздушным бойцом и командиром. Своим рвением и стремительностью увлекал за собой на поле боя весь летный состав на уничтожение врага. В воздушных боях показывает геройство и всегда выходил победителем.

За проявленное мужество и отвагу в борьбе с немецкими захватчиками [Сидоров] награжден двумя орденами Красного Знамени и орденом Красной Звезды.

С октября 1943 г. по май 1944 г. [Сидоров] участвовал в боях с немецкими захватчиками по освобождению Крыма. На самолете «Аэрокобра» произвел 112 успешных боевых вылетов, участвовал в 46 воздушных боях, в которых сбил 12 самолетов противника лично и 1 в группе.

С декабря 1944 г. участвует на 2-м Белорусском фронте, где произвел 2 успешных боевых вылета на самолете «Аэрокобра».

После получения последней награды произвел 84 боевых вылета, участвовал в 32 воздушных боях, в результате которых лично сбил 7 самолетов противника.

23.1.1944 г. ведущим группы в составе 4 самолетов «Аэрокобра» [Сидоров] вылетел на расчистку воздуха от истребителей противника в районе Катерлез-Булганак. В районе Керчь 10 МЕ-109 на Н=800 мтр начали атаковать ИЛ-2. Капитан Сидоров сверху с пикирования атаковал МЕ-109. Атака истребителей противника была сорвана. В этом бою капитан Сидоров лично сбил 1 МЕ-109, который врезался в землю севернее Юраков Кут.

Подтвердила главная радиостанция наведения.

25.1.1944 г. ведущим группы в составе 4 самолетов «Аэрокобра» [Сидоров] вылетел на сопровождение Бостон-3 в район Керчь. 2 МЕ-109 имели попытку атаковать Бостон-3. Умелым маневром, отбивая атаку от Бостон-3, лично сбил 1 МЕ-109, который упал в районе Керчь.

Подтверждает командир орудия 8-й батареи 531-го артполка сержант Истонян.

5.2.1944 г. ведущим группы 4 самолетов «Аэрокобра» [Сидоров] вылетел на прикрытие боевых порядков наших войск. Главная радиостанция наведения передала, что в районе Тамань на Н=200 мтр, пошел 1 МЕ-109, предположительно разведчик. Развернувшись на Тамань, капитан Сидоров на бреющем полете заметил этот самолет и сбил его. МЕ-109 упал на окраине Эльтиген. Подтвердила главная радиостанция наведения.

14.2.1944 г. ведущим группы в составе 3 самолетов «Аэрокобра» [Сидоров] прикрывал боевые порядки наземных войск в районе Керчь. На Н=6000 мтр вели воздушный бой с ФВ-190. Атакой сверху сзади под ракурсом 0/4 с дистанции 100-50 мтр капитан Сидоров лично сбил 1 ФВ-190, который горящим упал южнее Керчь.

Подтверждают экипажи: лейтенант Андрианов и лейтенант Засыпкин.

17.3.1944 г. ведущим группы в составе 4 самолетов «Аэрокобра» вылетели по вызову главной радиостанции наведения в р-н Керчь. На маршруте к цели капитан Сидоров заметил, как один ФВ-190 заходил в хвост одному ЛАГГ-3. Атакой сверху сзади под ракурсом 0/4 ФВ-190 лично им был сбит и упал северо-восточнее Булганак.

Подтверждают экипажи: мл. лейтенанты Борченко, Шугаев и Петров.

17.3.1944 г. ведущим группы в составе 4 самолетов «Аэрокобра» [Сидоров] вылетал на прикрытие боевых порядков наземных войск. Вели воздушный бой с 6 ФВ-190, в результате лично им сбит 1 ФВ-190, который горящим упал в море северо-западнее мыс. Мама Русская.

Подтвердила главная радиостанция наведения.

22.3.1944 г. ведущим группы в составе 4 самолетов «Аэрокобра» [Сидоров] вылетал по вызову главной радиостанции наведения в район мыс. Тархан. На Н=3000 мтр 6 ФВ-190 пытались бомбить наши войска. Решительной атакой ФВ-190 были разогнаны, бомбы сброшены беспорядочно. Лично им один ФВ-190 был сбит, упал в море северо-западнее выс. 88,5.

Подтверждают экипажи: лейтенант Андрианов и мл. лейтенанты Шугаев и Борченко.

В борьбе с немецкими захватчиками показал образцы геройства. Много раз на глазах наземных войск решительными и дерзкими атаками разгонял группы вражеских бомбардировщиков и заставлял их сбрасывать бомбы на свои войска.

За нанесенный врагу урон – за сбитие 16 лично и 3 в группе самолетов противника – за проявленные в боях геройство и мужество – достоин высшей правительственной награды – звания Героя Советского Союза» [12]. 18 августа 1945 г. Сидорову было присвоено звание Героя Советского Союза.

В целом, за проявленные доблесть и героизм в борьбе с немецко-фашистскими захватчиками и их сателлитами, Сидоров был награждён орденом Ленина и медалью «Золотая Звезда», 3 орденами Красного Знамени, 2 орденами Отечественной войны 1-й ст., 2 орденами Красной Звезды, медалями.

После войны Николай Григорьевич продолжил службу в армии. В 1952 г. он окончил Военно-воздушную академию. С 1971 г. полковник Сидоров – в запасе. Он работал начальником курса ГО Волгоградского инженерно-строительного института. 10 декабря 2003 г. Н.Г. Сидоров скончался и был похоронен на Центральном кладбище г. Волгоград [11].



Не менее доблестно сражался с врагом в годы войны Карицкий Сергей Демьянович.

С.Д. Карицкий родился 10 октября 1913 г. в дер. Мудровка, ныне Минского р-на Минской обл., в белорусской крестьянской семье. Окончив Воронежский зоотехнический институт в 1938 г., Карицкий работал ст. зоотехником совхоза «Первомайский» (Руднянский р-н Смоленской обл.). В ряды Красной Армии он вступил в 1939 г., а в 1942 г. стал членом ВКП(б) (КПСС).

В июне 1941 г. Сергей Демьянович ушел на фронт. Эскадрон 4-го гв. кавалерийского полка (2-я гв. кавалерийская дивизия, 1-й гв. кавалерийский корпус, 38-я армия, 1-й Украинский фронт) под командованием гв. старшего лейтенанта Карицкого в бою 19-20 сентября 1944 г. в р-не нас. Пунктов Поляны, Ольховец, Вильшня (юго-зап. Г. Дукля, Польша) захватил 2 вражеские батареи, 7 автомашин с военным грузом, уничтожил большое количество гитлеровцев, успешно отразил вражеские контратаки. К сожалению, в этом бою он погиб [13].

29 сентября 1944 г. командир 4-го гвардейского кавалерийского Краснознаменного полка гв. подполковник Терехин в наградном листе Героя отмечал следующее: «Гвардии старший лейтенант адм. службы Карицкий Сергей Демьянович был лучшим и храбрейшим офицером в дивизии, что неоднократно указывал командир дивизии. Честный, до последней капли крови преданный нашей Советской Родине и большевистской партии офицер, он служил образ[ц]ом и примером в боях для всех.

Командуя взводом и затем эскадроном в боях за г. Луцк, г. Броды, г. Перемышль и при уничтожении Бродской группировки противника проявлял исключительную личную смелость и отвагу в результате чего завоевал огромный авторитет и любовь среди всех бойцов и офицеров.

В период действий полка в рейде 1-го гв. КЖКК (кавалерийского Житомирского Краснознамённого корпуса. – авт.) в Чехословакии командир 3-го эскадрона 4-го Гвардейского кавалерийского Краснознаменного полка гвардии старший лейтенант адм. сл. Карицкий служил образом смелости, находчивости и выносливости в труднейших условиях.

1) 19.9.1944 года в рейде во время наступления дивизии в направлении Поляны-Ольховец-Вильшня, Карицкий со своим эскадроном первым

ворвался в село и по его примеру в атаку пошли остальные эскадроны. В этом бою эскадрон Карицкого захватил две батареи противника, семь автомашин с военными грузами, уничтожил свыше 70 солдат и офицеров.

Действия Карицкого со своим эскадроном заставили противника бежать на пути наступления полка и дивизии и обеспечили им быстрый выход к Вильшня.

2) 20.9.1944 года в районе Ольховец-Вильшня части 2-й и 7-й КД вели сильные бои против превосходящих сил противника, пытавшегося окружить и уничтожить нас. Карицкий со своим эскадроном, действовавший в головном отряде, в течении дня героически отражал атаки свыше двух батальонов 357-й ПД противника с танками и большим количеством артмин средств. В течение дня Карицкий с горсткой людей отразил до 10 ожесточенных атак неизмеримо превосходящего противника, рвавшегося к штабу дивизии и к штабу генерал-лейтенанта т. Баранова. Несмотря на огромное превосходство противника тов. Карицкий не только удержался на достигнутом рубеже, но значительно теснил противника, нанеся ему большие потери. Храбрый офицер Карицкий в этот день со своим эскадроном трижды вступал в рукопашный бой, лично сам был примером бесстрашия в бою и увлекал за собой своих бойцов. Получив лично от командира дивизии, задачу выйти в тыл атакующему с чехословацкой границы противнику и нанести ему внезапный удар с тыла, во взаимодействии с 8-м Гв.ККП с фланга, тов. Карицкий успешно выполнил эту задачу. Будучи ранен, Карицкий продолжал лично сам драться с врагом. В последний момент, когда противник начал в панике отходить, бросая оружие и технику, и Карицкий, успешно выполнив задачу, несмотря на ранение перешел к преследованию врага, он был убит.

Своими смелыми действиями в районе Вильшня тов. Карицкий спас артиллерию двух дивизий, штабы дивизий и штаб гвардии генерал-лейтенанта Баранова, ведших в этот период бои в других направлениях против значительно превосходящих сил противника, наседавших со всех сторон.

Своим героизмом, не считаясь с жизнью, тов. Карицкий обеспечил дивизии и всему корпусу маневр и внезапный удар с выходом в Чехословакию вечером 20.9.1944 года.

Гвардии старший лейтенант адм. сл. Карицкий Сергей Демьянович вполне достоин присвоения звания Герой Советского Союза – посмертно» [12]. 10 апреля 1945 г. Карицкому было присвоено звание Героя Советского Союза посмертно. За годы войны он был награжден орденом Ленина и медалью «Золотая Звезда», орденами Красного Знамени, Отечественной войны 2-й ст., Красной Звезды, медалями. В Минске на улице имени Героя установлена мемориальная доска [13].

Подводя итог, следует подчеркнуть, что выпускники ВСХИ не замарали честь старейшего вуза Центрального Черноземья. Героические подвиги, которые совершили В.В. Сапожников и Н.Г. Сидоров, рискуя своей жизнью, а Н.С. Куракин и С.Д. Карицкий - её ценой, не потеряли

актуальности и в наше время и по-прежнему являются примером для подражания подрастающего поколения.

Список литературы

1. Великая Отечественная война Советского Союза 1941–1945: Краткая история. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Воениздат, 1984. – С.541.
2. Джюкс Д. Послевоенная Россия / От «Барбароссы» до «Терминала»: Взгляд с Запада / Сост. Ю.И. Логинов: Перевод. – М.: Политиздат, 1988. – С.441.
3. Сталин И.В. О Великой Отечественной войне Советского Союза. – Изд.5-е. – М.: ОГИЗ, 1947. – С.197.
4. Отечественная военная история. В трех томах. Т.2 3. – М.: Издательский дом «Звонница-МГ», 2003. – С.398.
5. Голованов А.Е. Дальняя бомбардировочная... Воспоминания Главного маршала авиации. 1941–1945. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2008. – С.419.
6. Герои Советского Союза: Краткий биографический словарь: в двух томах. / Под ред. В.П. Горемыкина. Т.2. Леонов – Ящук. – М.: Буки Веди, 2015. – С.410.
7. ЦАМО РФ. Ф.33. Оп.793756. Д.42. ЛЛ.188-189.
8. Герои Советского Союза: Краткий биографический словарь в двух томах. Т.2. Любов – Ящук / Пред. ред. коллегии И.Н. Шкадов. – М.: Воениздат, 1988. – С.823.
9. ЦАМО РФ. Ф.33. Оп.793756. Д.26. ЛЛ.109-110.
10. Голованов А.Е. Дальняя бомбардировочная... Воспоминания Главного маршала авиации. 1941–1945. – М: ЗАО Центрполиграф, 2008. – С.562.
11. Герои Советского Союза: Краткий биографический словарь: в двух томах. – С.445.
12. ЦАМО РФ. Ф.33. Оп.793756. Д.43. ЛЛ.286-287.
13. Герои Советского Союза: Краткий биографический словарь в двух томах. Т.2. Любов – Ящук / Пред. ред. коллегии И.Н. Шкадов. – М.: Воениздат, 1988. – С.628.

УДК 620.9

Ш.И. Начмудинзода, студент
Д.Г. Козлов, к.т.н., доцент

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ТАДЖИКИСТАНА

Таджикистан может полностью самостоятельно поставлять энергию из собственного производства. Вместе с чистым потреблением важную роль играют производство, импорт и экспорт.

Мощности по производству электроэнергии имеют теоретическую ценность, которую можно получить только в идеальных условиях. Они измеряют генерируемое количество энергии, которое было бы достигнуто при постоянном и полном использовании всех мощностей всех электростанций. На практике это невозможно, потому что, например, солнечные коллекторы менее эффективны под облаками. Кроме того, ветряные и водные установки не всегда работают при полной нагрузке. Все эти значения полезны только по отношению к другим источникам энергии или странам [2, 7].

Возобновляемые источники энергии включают источники ветра, солнечной энергии, биомассы и геотермальной энергии. То есть все источники энергии, которые обновляются за короткое время или постоянно доступны. Гидроэнергетика является лишь частично возобновляемой энергией. Это, несомненно, случай приливных электростанций. Тем не менее, многочисленные плотины или водохранилища также производят смешанные формы, например, перекачивая воду в свои водохранилища ночью и восстанавливая энергию из них в течение дня с большими потребностями в электроэнергии. Поскольку невозможно точно определить количество генерируемой энергии, все энергии гидроэнергии производятся отдельно. В 2015 году возобновляемая энергия составляла около 44,7 процента от общего реального потребления в Таджикистане.

В настоящее время возобновляемая энергия дает нам основную надежду на то, что мир сможет избежать катастрофических последствий изменения климата. Но в дополнение к более общему обещанию, возобновляемые технологии могут помочь решить социальные и экологические проблемы местных сообществ без необходимости использования сложных устройств или значительных инвестиций [6, 10, 11].

Таджикистан, самое бедное государство среди тех, кто родился в бывшем Советском Союзе, страдает от отключения электроэнергии в течение зимы из-за снижения мощности его национальной энергетической инфраструктуры. Тем не менее, он имеет большой потенциал для возобновляемых источников энергии с более чем 200 солнечных дней в году в среднем и важными водными ресурсами [3].

Применение солнечных плит для получения энергии имеет место, но это скорее исключения, нежели правило. В качестве примера можно привести тот факт, что в конце декабря 2014 года было доставлена солнечная плита в село Рошорв (расположенное на высоте более 3000 метров над уровнем моря) в долине Бартанг Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистана. Садарбек Тохирбеков, учитель русского языка в местной школе и глава семьи из шести человек, получил аппарат таджикской экологической организации Little Earth. После того, как кухня была установлена во дворе, Ояндасос, сотрудник НПО - партнер Little Earth в регионе, проверил эффективность устройства и обсудил возможности расширения его использования на всей территории. В дополнение к

солнечной плите Тохирбекова, к которой имеют доступ другие жители села, у Рошорва есть своя гидравлическая мини-установка, которая помогает снабжать город и его окрестности во второй половине дня.

Солнечные плиты могут спасти горные страны от вырубки лесов и оползней. Испытания параболических дисковых коллекторов, питающих солнечную плиту, проводились в течение нескольких дней. Измерения проводились в 10:00, 14:00 и 16:00 во дворе Тохирбекова. В умеренных зимних условиях диски могли варить 3-литровый алюминиевый чайник за 20 или 25 минут, а за 20 минут варить суп с рисом и картофелем в алюминиевой скороварке.

Вырубка леса и вырубка леса, осуществляемая местным населением, стали серьезной проблемой в горных районах Таджикистана, где древесина обычно является единственным доступным источником энергии. Склоны, лишенные деревьев и кустарников, увеличили опасность опасных и часто смертельных оползней.

Использование солнечной плиты, как в доме Тохирбекова, возможно каждый раз, когда солнце и ясное небо, но только для приготовления пищи и кипячения воды. Это простое в использовании устройство помогает сэкономить время и древесину, а при приготовлении пищи нет дыма. Проблема обогрева дома угрожает устойчивости жизни на высоте в Таджикистане.

В настоящее время спрос среди местных жителей на приобретение солнечных устройств увеличился. Это неудивительно, поскольку солнечные плиты недороги, просты в использовании и не имеют механизма, который может нуждаться в ремонте в случае поломки. Самое главное, топливо - солнце - бесплатно и возобновимо.

Солнечная плита не идеальна, однако она может выдержать вес чуть более восьми килограмм, в то время как кольца имеют только один размер и, следовательно, не подходят для всех видов посуды. И, конечно же, в облачный день солнечная плита может быть бессильна. Однако эти технологии могут значительно снизить нагрузку на местную окружающую среду и улучшить условия жизни горных жителей.

Сельские жители в регионе Бартангской долины Таджикистана получают около 200 солнечных дней в году. Почему бы не использовать это?

Помимо гидроэнергетики, Таджикистан активно развивает свои угольные теплоэнергетические мощности за счет китайских кредитов и технической экспертизы. Таджикистан продолжает выступать инициатором проекта CASA-1000 в регионе. Отношения Узбекистана и Таджикистана существенно улучшились в 2017-2018 годах, и Таджикистан начал экспорт электроэнергии в Узбекистан в апреле 2018 года в дополнение к увеличению экспорта в Афганистан.

Большая часть систем производства и распределения энергии в Таджикистане была спроектирована и построена в 1960-х и 1970-х гг. гидроэнергетический потенциал Таджикистана оценивается в 527 млрд кВт ч

в год, что на 300% превышает существующее потребление электроэнергии странами Центральной Азии.

По потенциальным гидроэнергетическим ресурсам Таджикистан занимает восьмое место в мире после Китая, России, США, Бразилии, Заира, Индии и Канады. По удельным показателям гидроэнергетического потенциала на квадратный километр (3 696,9 тыс. кВт ч в год/км2) и на душу населения (65,9 тыс. кВт ч в год/чел.) Таджикистан занимает соответственно первое и второе место в мире. Правительство Таджикистана реализует стратегию двух направлений:

1) совершенствование внутреннего энергетического сектора;

2) развитие крупномасштабных проектов по производству электроэнергии на экспорт. Развитие будет способствовать экономическому росту и созданию возможностей для диверсификации экспортных поступлений.

Энергетический сектор Таджикистана управляется компанией Barqi Tojik, вертикально интегрированной коммунальной компанией, принадлежащей правительству Таджикистана. Гидроэлектростанции вырабатывают 98% электроэнергии страны. Крупнейшими ГЭС, эксплуатируемыми вертикально интегрированной государственной энергетической компанией "Барки Тоджик", являются Нурек (3000 МВт), Сангтуда 1 (670 МВт), Байпаза (600 МВт), головная(240 МВт), Сангтуда 2 (220 МВт), Кайраккум (126 МВт) и Сангтуда 1 (670 МВт).

Barqi Tojik обладает хорошими техническими навыками среди своих сотрудников, но страдает от слабых операционных и экономических систем управления и ухудшающегося финансового положения. Это серьезно влияет на его способность выполнять свои важнейшие функции по планированию, реализации и обеспечению потребителей Таджикистана качественной и надежной электроэнергией. Обзор АБР Barqi Tojik в 2013 году, проведенный в рамках программы повышения эксплуатационных характеристик сектора регионального проекта по передаче электроэнергии, дал оценку полезности и выявил несколько критических недостатков. Они касались организационной структуры, систем финансовой отчетности, систем бухгалтерского учета и аудита, долгов коммунальных предприятий, системы учета счетов и сборов, коммерческих и технических потерь, процесса бизнес-планирования, систем управленческой информации и управления персоналом. Долги Barqi Tojik достигли почти трех миллиардов сомони (385 миллионов долларов США).

По состоянию на февраль 2017 года коммунальная компания задолжала один миллиард сомони (110 миллионов долларов США) ГЭС "Сангтуда-1", принадлежащей Российской энергетической компании РАО ЕЭС, и 500 миллионов сомони (54,32 миллиона долларов США) ГЭС "Сангтуда-2", принадлежащей иранской компании "Сангоб" и иранскому правительству.

В 2017 году внутренняя выработка электроэнергии составила 17,1 млрд. киловатт-часов (кВтч) при внутреннем потреблении 12,8 млрд. кВтч. Высокая зависимость от гидроэнергетики приводит к избытку электроэнергии летом и дефициту зимой.

В последние годы внимание, которое международное сообщество уделяет Центральной Азии, значительно возросло. Во-первых, чрезвычайная ситуация в этом районе как очаг терроризма после 2011-го года привлекла множество аналитиков всех видов, которые вновь открыли негостеприимную и неизвестную территорию, которая "скрылась под контролем" подавляющего большинства международных учреждений.

В результате возобновления интереса Запада к сердцу Евразии усилились и другие виды анализа: те, которые касаются возможностей, которые предлагают для стабильности энергетических рынков углеводородные ресурсы и другие виды, которые в основном недостаточно эксплуатируются в регионе. Реальность изменилась, хотя угроза полностью не исчезла, и центрально-азиатские режимы не проявили такого сотрудничества с Западом; даже цифры, касающиеся объема имеющихся ресурсов, не настолько надежны. В переменных, которые фигурировали в планах компаний этого сектора - и, возможно, в планах соответствующих правительств, поддерживающих их, - не входили такие факторы, как рост региональных держав, таких как Российская Федерация, Китай или Иран, которые действовали в качестве центростремительных сил в этом районе, "укладывали" центрально-азиатские республики.

Роль энергетических ресурсов в новых разработках, происходящих в Центральной Азии, не будучи единственными, имеет первостепенное значение. Международный контекст поиска "энергетической безопасности", а именно создание быстрых, дешевых и неконфликтных сетей поставок углеводородов, может позволить региону добиться значительных социально-экономических выгод. С другой стороны, неэффективное управление этими ресурсами может привести к катастрофическим последствиям как на местном, так и на региональном и даже международном уровнях. Являются ли энергетические ресурсы потенциальной причиной конфликтов для региона или же они являются инструментами стабильности?

Для того чтобы попытаться ответить на него, необходимо, прежде всего, определить субъектов, участвующих в различных процессах, связанных с энергетическим вопросом. Важно также сравнить относительную значимость ресурсов и их потенциальную выгоду для этих заинтересованных сторон; выявление наиболее конфликтных ситуаций, возникших в результате такого рода энергетических обменов, должно дать представление о проблемах как на внутреннем, так и на внешнем уровнях, которые эта цепочка процессов затрагивает государства, их правительства и их население.

Самая важная особенность Таджикистана, которую можно определить, - это его прежнее членство в федеральной структуре СССР и во всех ее органах. Эта республика унаследовала общую инфраструктуру, институциональные отношения и политическую и финансовую практику.

Другим, хотя и не менее важным, является географическая изоляция региона; удаленность от доступа к морским портам, а также закрытие крупных горных хребтов, окружающих этот регион, или тот факт, что

некоторые из самых больших стран на планете обрекают Центральную Азию на непростую и всегда зависимую от отношений с другими государствами изоляцию. Что касается энергетики, то транспортная проблема имеет решающее значение для развития стабильных и устойчивых сетей, позволяющих получить доступ к международному рынку; таким образом, изоляция и зависимость от маршрутов выезда являются ключевыми и пагубными факторами для региона.

Исходя из первой черты советского наследия и связанной со второй, желательно отметить проблемы, связанные с делимитацией границ между этими же республиками; с поверхностно ограниченными границами в двадцатые годы продолжающиеся изменения пограничных договоров пытались урегулировать конфликты в пограничных районах или даже в анклавах стран в границах других стран. Это еще больше усложняет рационализацию комплексной транспортной системы, поскольку она затрудняет связь между очень близкими и взаимозависимыми территориями, которые до нескольких десятилетий назад проходили открыто, что наносит ущерб торговле и создает неудобства для населения.

Энергетические ресурсы являются одним из важнейших товаров для развития человеческой жизни: будь то дрова, уголь, нефть, вода, ветер, газ или остатки животных, энергия, вырабатываемая этими ресурсами, является основным источником энергии для обогрева дома, питания печи, освещения города или создания завода.

Во многих случаях отмечалось, что Центральная Азия является территорией, наполненной углеводородами, ожидающими эксплуатации хотя регион действительно обладает значительным объемом ресурсов, необходимо уточнить это утверждение, поскольку не все центрально-азиатские республики имеют одинаковые или одинаковые объемы ресурсов, а также необходимо в полной мере оценить относительное значение этих ресурсов в глобальном энергетическом сценарии в целом. Во-первых, необходимо провести различие между углеводородами и другими источниками энергии; первые из них в настоящее время являются двигателем глобального промышленного развития, и нет никаких признаков изменения тенденции, по крайней мере, в среднесрочной перспективе, поэтому различия между странами, располагающими такими ресурсами, и другими странами являются значительными.

Таджикистан является республикой с самыми скромными запасами сырой нефти во всей Центральной Азии-всего 12 МБ. Нефть и 6 млрд $м^3$ природного газа скрываются под ее недрами, почти все в северной части страны. Из-за нехватки таких ресурсов Таджикистан полностью зависит от импорта сырой нефти и природного газа, в основном из центрально-азиатских соседей, таких как Узбекистан. То же самое не относится и к производству электроэнергии, поскольку, как и в Кыргызстане, хотя и в несколько меньших количествах, Таджикская республика располагает большим количеством водных ресурсов, поступающих из своих резервов Амударьи. Таким образом 90% электроэнергии Таджикистана поступает из

воды. Благодаря наличию водных ресурсов, республика обладает большим потенциалом для производства гидроэнергетики [6].

Одним из скрытых факторов в процессе интеграции стран Центральной Азии является проблема водных и энергетических ресурсов региона. Исторический фон нынешней ситуации восходит к эпохе бывшего Советского Союза. В то время регион зависел от Единой системы водоснабжения, энергетики и социально-экономического управления на уровне Союза; распределение важных ресурсов, включая воду и энергоресурсы, происходило из центра, то есть из Москвы. Крах этой централизованной системы наряду с национальной независимостью, полученной странами Центральной Азии, изменил не только социально-экономический статус, но и геополитическую ситуацию в регионе. Это свидетельствует о большой важности государственных границ, которые приобрели новое значение после падения СССР. Ранее Унифицированные системы теперь имеют трансграничный характер. Ярким примером этого являются конфликты в области водных ресурсов и энергетики между странами региона. Отчасти это способствует усилению милитаризации (особенно в приграничных районах) и иногда приводит к прямым столкновениям между центрально азиатскими государствами.

Например, Таджикистан и Киргизия, с одной стороны, и Узбекистан, с другой, продолжают конфликт вокруг строительства Рогунской и Кимбаратинской гидроэлектростанций (Камбарата-1). В то время как Таджикистан уделяет особое внимание местоположению гидроэлектростанции и ее праву на строительство гидроэлектростанций для решения энергетических проблем страны, Узбекистан постоянно подтверждает, что его позиция полностью соответствует нормам международного права.

Нынешний этап этого спора о воде и энергии начался в 2008 году, и с тех пор Ташкент и Душанбе (официально Бишкек менее активен) прилагают значительные дипломатические усилия, чтобы начать международные переговоры о проблемах крупных гидроэлектростанций. Эти дипломатические усилия сопровождались информационными войнами.

Странам центрально-азиатского региона необходимо использовать дипломатию и искать взаимовыгодные интересы, чтобы мирно и эффективно урегулировать споры в области водных ресурсов и энергетики.

Список литературы

1. Аминов Д. Г. Ресурсный подход к определению приоритетов развития экспортного потенциала промышленности республики Таджикистан /Д. Г. Аминов // Вестник ТГУПБП. – 2013. – №3. – С. 168-173.

2. Валамат-Заде Т. Энергетика Таджикистана: настоящее и ближайшее будущее/ Т. Валамат-Заде // Центральная Азия и Кавказ.- №. 1 (55). – 2008. – С. 104-113.

3. Герасименко, А.А. Использование нетрадиционной энергии для электроснабжения и обогрева сельскохозяйственных потребителей / А.А. Герасименко, М.А. Герасименко // Актуальные вопросы энергетики в АПК: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием (15 февраля 2018 г., г. Благовещенск). – Благовещенск: ДальГАУ, 2018. – С. 66-70.

4. Жильцов С., Бименова А. Политика стран Центральной Азии в области использования водных ресурсов трансграничных рек / С. Жильцов, А. Бименова // Центральная Азия и Кавказ. – № 1. – 2015. – С. 90-100.

5. Курбонов С. А. Современное состояние промышленности республики и роль гидроэнергетики в развитии Таджикистана/ С. А. Курбонов // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Серия гуманитарных наук. – № 4. – 2011. – С. 98-112.

6. Петров Г. Проблемы развития энергетики Таджикистана в современных условиях Центральной Азии / Г. Петров // Центральная Азия и Кавказ. –. 2013. – №4. – С. 162-174.

7. Пахомов, А.Ю. Альтернативные источники электроэнергии / А.Ю. Пахомов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й научной студенческой конференции (9-25 апреля 2012 г., г. Воронеж). – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. – С. 46-51.

8. Умаралиев Р. А., Хетагурова В. Ш., Брюханова Г. А. Оценка социально-экономического развития стран Центрально-Азиатского региона на современном этапе: перспективы интеграции/ Р. А.Умаралиев, В. Ш. Хетагурова, Г. А. Брюханова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – №5. – 2015. – С. 138-148.

9. Исайнов Х. Р., Шералиев Э. Н. Водно-энергетический потенциал Центральной Азии: проблемы и пути решения/ Х. Р. Исайнов, Э. Н.Шералиев // Природообустройство. – № 1. – 2013. – С. 95-100.

10. Афоничев Д.Н. Использование местных природных источников энергии / Д.Н. Афоничев, И.А. Кекух, Н.Ю. Хромых // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер. междунар. зочн. научно-практич. конф. – 2017. – № 5(31). Междунар. молодежный научный форму и школа «Актуальные вопросы использования возобновляемых природных полимерных ресурсов и регенеративной энергетики», г. Воронеж, 16–20 октября 2017 г. / Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова. – Воронеж, 2017. – С. 427–432.

11. Афоничев Д.Н. Малые электростанции в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / Д.Н. Афоничев, И.А. Кекух // Современные научно-практические решения XXI века: матер. междунар. науно-практич. конф.; г. Воронеж, 21–22 декабря 2016 г. В 3-х ч. Ч. 1. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – С. 116–121.

УДК 614.873.2

П.Ю. Аксенов, студент
С.З. Манойлина, к.т.н., доцент

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Авторы статьи оценивают преимущества и недостатки автомобильных систем кондиционирования воздуха. Главное преимущество – охлаждение салона в летний период времени. Необходимо обратить внимание автовладельцев на опасность кондиционеров для здоровья, непомерное увеличение расходов на его содержание, ухудшение работы двигателя при его наличии. Кондиционер – главная причина простудных заболеваний в летний период. Он может входить в стоимость автомобиля и составляет, чаще всего, не менее десятой части от всей стоимости автомобиля. Наличие кондиционера несет в себе еще и дополнительные расходы на топливо. Работа кондиционера уменьшает число оборотов двигателя и приводит к его перегреванию.

В условиях современного мира довольно сложно представить автомобиль без таких положительных решений, как например, откидные кресла, системы климат-контроля, многочисленных датчиков и прочих компьютерных дополнений [2, 3]. Хотя всего несколько десятилетий назад на большинстве мобильных энергетических средствах (МЭС) они не были установлены.

Авторы статьи, оценивая преимущества и недостатки автомобильных систем кондиционирования воздуха, требуют обратить внимание автовладельцев на опасность кондиционеров для здоровья, непомерное увеличение расходов на его содержание, ухудшение работы двигателя при его наличии.

Сложно представить современных автомобиль без кондиционера, а ведь в большинстве случаев перед автолюбителями имеется возможность приобретения транспортного средства, как со встроенным кондиционером, так и без него. Автомобиль с кондиционером значительно дороже, чем без него. Например, Hyundai Creta в стандартной комплектации стоит около 790 тыс. руб., с кондиционером дополнительно еще примерно 100 тыс. руб. SKODA Octavia без системы климат-контроля стоит в базовой комплектации 940 тыс руб., с климат системой – не менее 990 тыс. руб. Ford Focus имеет стартовую цену 760 тыс. руб., однако, стоимость автомобиля с кондиционером в салоне – не менее 890 руб. Производитель при этом устанавливает дополнительные затраты в 50 – 130 тыс. руб., в которые входят не только система охлаждения воздуха, но и другие опции, зачастую не являющиеся необходимыми для жизни. К тому же в большинстве случаев

эти 10% от стоимости автомобиля играю главную роль в пользу отказа от кондиционера при покупке.

Кроме материальных расходов при установке автомобильного кондиционера необходимо учитывать следующее. Например, в нескольких штатах США отсутствие кондиционера и тонировки может стать причиной появления штрафа, по мнению законодательства выше перечисленные составляющие напрямую связаны с безопасностью дорожного движения. Причиной такой особенности является климат. Например, в Калифорнии из-за повышения температуры и духоты в салоне концентрация водителя при движении может заметно снизиться и, как следствие, увеличится риск ДТП. Если при этом за рулем находится человек с проблемами в области сердца и сосудистых заболеваний, то возможен риск потери сознания прямо за рулем, что в 85 случаях из 100 ведет к летальному исходу.

На огромной части РФ подобные ситуации возможны только в летний период времени, а учитывая особенности погоды, действительно жарких дней выдается не более двадцати в году. Говоря процентным составном, защиты от теплового воздействия понадобится не более чем в 10% случаев только при условии, что будет необходимость ежедневного использования транспортного средства, а в оставшиеся 90 % (более 10 месяцев) будет хватать естественной вентиляции. Если же рассматривать современные статистические данные и сравнивать со статистикой 10-20 летней давности, то количество ДТП дорогах на сегодня оказывается в 1,5 раза выше, несмотря на факт то, что количество автомобильных кондиционеров было значительно меньше (рис. 1). Следовательно, связь между высокой летней температурой и числом аварий на дороге не просматривается.

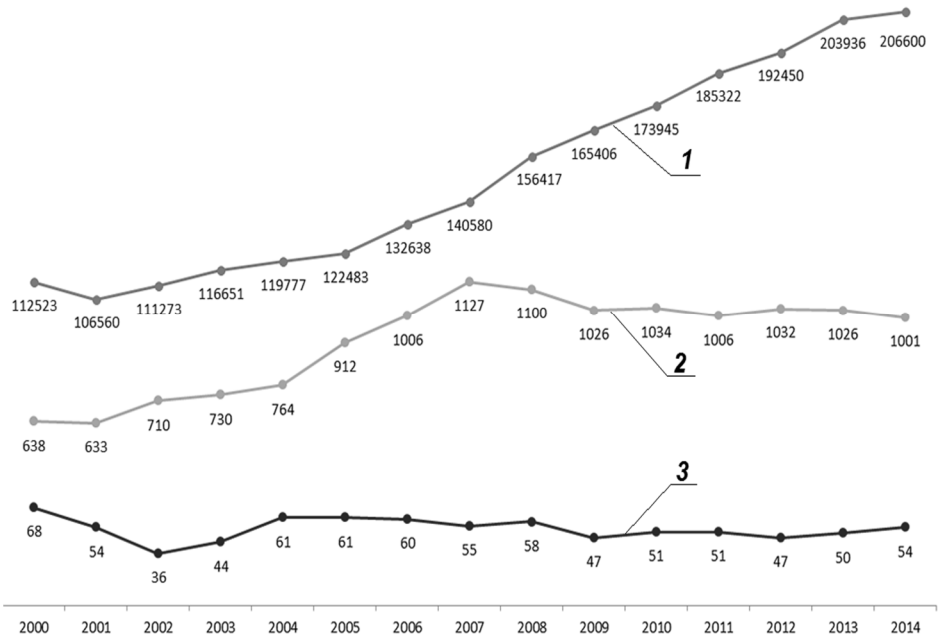


Рисунок 1 – Сравнительная оценка ДТП по годам:
1 – количество транспортных средств; 2 – количество ДПТ с пострадавшими;
3 – количество погибших

По статистике первой причиной всех летних простудных заболеваний является кондиционер, показатель количества случаев таких заболеваний при включенном кондиционере не только стабильный, но и достаточно высокий. Такой показатель говорит о том, что большое количество водителей, подставляющий голову и шею под холодный поток воздуха в жаркую погоду, не имеют достаточного опыта в области использования дефлекторов, с помощью которых возможно так же создать благоприятный микроклимат в салоне автомобиля, распределив холодный воздух относительно равномерно и без риска для шеи и головы. Особенно опасна продолжительная работа кондиционера на невысоких температурах, если в салоне находятся маленькие дети, что не редко приводит к серьезным осложнениям.

Следующим немало известным отрицательным фактором при использовании кондиционера является наличие неприятных запахов после включения климатического оборудования. Такая проблема встречается чаще всего на кондиционерах отработавших два и более года, но иногда встречается и на абсолютно новых автомобилях в случае брака на производстве. При длительном использовании кондиционера в испарителе накапливается огромное количество бактерий, которые и создают неприятный запах, при этом они размножаются на поверхности радиаторных трубок.

Затхлый запах, который появляется внутри автомобиля сразу после запуска климат системы – это и есть результат жизнедеятельности этих бактерий. Кроме того, среди всей этой микрофлоры чаще всего появляются опасные для здоровья людей бактерии (легионеллы) [1]. Непосредственно эти бактерии влияют на развитие тяжелых форм пневмонии («болезнь легионеров»). Риск поддаться заражению увеличивается в разы для людей преклонного возраста или курильщиков.

Врачи выделяют признаки наличия бактерий и вирусов в испарителе и в воздуховодах кондиционера при поездках с работающим кондиционером: появляющаяся головная боль, «першение» в горле, головокружение в легкой форме, аллергические реакции [5].

Проблема с тухлым запахом и появлением бактерий решаются с помощью антибактериальной обработки, которая решает проблему лишь на короткий промежуток времени. Однако подобная обработка самостоятельно не выполняется, в плановое техническое обслуживание не входит, лишь немногие дилеры проводят такую обработку, и как следствие, автовладельцу необходимо искать компанию, специализирующуюся на данной проблеме. Такая обработка обходится не менее 2500 руб.

Одним из главнейших недостатков кондиционера в автомобиле является относительно высокое потребление энергии. К примеру, только потеря мощности силового агрегата при работающем кондиционере составляет не менее 8-10 %. Это в свою очередь сказывается как при езде на повышенных оборотах, так и на приемистости двигателя. Так же работа кондиционера сказывается на бюджете автовладельца во время активной езды, ибо при работе система охлаждения салона потребляет лишние 0,6 - 0,9

л на каждые 100 км, а учитывая сегодняшние цены на топливо, можно смело заявить, что кондиционер – это не одноразовое вложение, а система, требующая постоянных вычетов из бюджета автовладельца.

Следующий отрицательный фактор автомобильного кондиционера – это громоздкость и его повышенные габариты. Кондиционер состоит из многих компонентов, некоторые из которых занимают довольно много места в моторном отсеке, и как следствие, это сказывается на температуре двигателя. Для городских условий в большинстве случаев движение мобильного средства происходит при невысоких скоростях, с многочисленными остановками в пробках. Для двигателя подобная ситуация оказывается критической, действует неблагоприятно, вследствие чего возникает высокая вероятность перегрева двигателя.

Еще одним недостатком при покупке кондиционера является увеличение шума на заднем плане. У некоторого числа водителей лишний шум вызывает дискомфорт, и как следствие, уменьшение концентрации на управлении автомобилем во время движения.

Преимуществ наличия кондиционера в автомобиле гораздо меньше, чем недостатков, но для большинства автовладельцев они играю главную роль при установке системы охлаждения салона.

Важнейшим преимуществом кондиционера является его прямое назначение, а именно охлаждение салона во время жаркой погоды. Этот фактор становится определяющим для жителей больших городов, ведь во время простаивания в несколько часовой «пробке» при температуре на улице в $+20$-$+30^0$C, температура в салоне может подниматься до $+40$-$+50^0$C, что в свою очередь, обязательно приведет как минимум к снижению сосредоточенности водителя и как максимум к потере сознания или летальному исходу. В таких условиях замены обычному автомобильному кондиционеру попросту не существует [4].

К преимуществам кондиционера следует отнести: простота управления и удобство регулирования.

Еще одним, возможно, менее значимым плюсом наличия автокондиционера является наличие дренажной трубки для избавления влаги, как и в любой климатической системе. Назначение этой трубки заключается в отводе влаги находящейся в воздухе, которая, в свою очередь, конденсируется во время прохождения через испаритель. Пример этой работы можно наблюдать при включении кондиционера, т.е. при некотором времени работы под автомобилем накапливается небольшое количество воды, осажденной из воздуха в салоне.

В зимний сезон влаги в воздухе становится значительно меньше и, как следствие, вероятность появления конденсата под автомобилем крайне мала. Но это не значит, что воздух, находящийся в салоне, совсем сухой. Большая часть влаги, находящейся в воздухе, конденсируется на стеклах, вместо испарителя. Пример тому обычное запотевание стекол при включении двигателя и кондиционера, которое проходит примерно через 15 минут из-за работающей печки.

Кондиционер необходим не только в жаркое время для охлаждения салона, но и для подсушивания воздуха в салоне, которое носит второстепенную функцию.

Несмотря на все вышеперечисленные факты, приобретение кондиционера является выбором каждого и подразумевает собой либо необходимость в нем, либо устойчивое благосостояние покупателя, в иных случаях наличие кондиционера ведет лишь к увеличению расходов и ухудшению работы двигателя.

Выводы

1. Преимущества кондиционера: охлаждение салона во время жаркой погоды, простота управления и удобство регулирования, удаление избыточной влаги, находящейся в воздухе.

2. Автомобильный кондиционер может входить в стоимость автомобиля и составляет, чаще всего, не менее десятой части (60 – 130 тыс. рублей и более) от всей стоимости автомобиля. Наличие кондиционера несет в себе дополнительные расходы на топливо. Длительное пребывание водителя при работающем кондиционере во многих случаях вызывает простуду, насморк, аллергические реакции, ангину и пневмонию. Долгое использование кондиционера ведет к созданию благоприятных условий для появления и размножения, опасных для человека бактерий и появлению затхлого запаха. Работа кондиционера уменьшает число оборотов двигателя и приводит к его перегреванию.

Список литературы

1. Высоцкая Е.А. Негативное воздействие систем кондиционирования воздуха на организм человека / Е.А. Высоцкая, А.С. Корнев, Е.В. Полковников // Наука вчера, сегодня, завтра: материалы научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. 2016. – С.212-217.

2. Журавец И.Б. Термодинамика и теплопередача теплотехнических устройств автомобилей и тракторов: монография / И.Б. Журавец, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 157-183.

3. Журавец И.Б. Термодинамика и теплотехнические устройства: учебное пособие / И.Б. Журавец, С.З. Манойлина, А.В. Ворохобин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 307 с.

4. Плюсы и минусы кондиционера в автомобиле [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://modtop.ru/avtozapchasti/plyusy-i-minusy-kondicionera-v-avtomobile (дата обращения 26/02/2020).

5. Пять болезней, которые могут возникнуть от кондиционера [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://newsarmenia.am/news/society/pyat-bolezney-kotorye-mogut-vozniknut-ot-konditsionera(дата обращения 19/02/2020).

УДК 614.873.2

О.В. Костюков, студент
С.З. Манойлина, к.т.н., доцент

КОНДИЦИОНЕР КАК ПЕРВАЯ ПРИЧИНА ЛЕТНИХ ПРОСТУДНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Авторы статьи обосновывают необходимость обратить внимание автовладельцев на опасность автомобильных кондиционеров для здоровья при неправильной его установке и эксплуатации. По статистике первой причиной всех летних простудных заболеваний является кондиционер. В статье рассматриваются причины возникновения, развитие простудных заболеваний, возникших при длительном пребывании водителя при работающем кондиционере и рекомендуются меры по их профилактике.

В условиях современного мира довольно сложно представить автомобиль без системы кондиционирования воздуха в салоне.

Авторы статьи требуют обратить внимание автовладельцев на опасность кондиционеров для здоровья при неправильной его установке и эксплуатации.

По статистике первой причиной всех летних простудных заболеваний является кондиционер, показатель количества случаев таких заболеваний при включенном кондиционере не только стабильный, но и достаточно высокой. Автовладелец делает выбор: охлажденный воздух, либо здоровье.

Отрицательное действие кондиционера на здоровье водителя заключается в том, что одна и та же воздушная смесь прогоняется через систему охлаждения в закрытом пространстве салона. При этом скапливается углекислый газ, болезнетворные микробы концентрируются в салоне автомобиля в опасных количествах. Длительное пребывание в таком автомобиле часто приводит к появлению головных болей, боли в горле, возникновению простудных заболеваний, конденционерной пневмонии, аллергическим реакциям.

В салоне автомобиля с кондиционером подхватить простуду намного быстрее, чем в помещении, так как объем меньше, водитель расположен ближе к источнику болезнетворных бактерий. Врачи доказали, что перепад температуры в $3\text{-}5^0$С способен привести к резкому переохлаждению организма, поэтому холодный поток воздуха необходимо направлять на лобовое стекло, а не на зону груди и шеи оператора.

Любой кондиционер высушивает воздух в салоне автомобиля. Уменьшение концентрации кислорода, оказывает негативное воздействие на общее состояние организма оператора, и на слизистую оболочку носа. Особенно это ярко проявляется у людей, страдающих дерматозом или экземой.

В систему кондиционирования входят большое количество фильтров. Они предназначены для очистки воздуха от пыли и блокировки запахов и

других вредных веществ. У каждого фильтра есть предел поглощения вредных составляющих воздуха, он называется пределом абсорбции. Если количество вредных веществ превышает это значение, то фильтры начинают отдавать эти вещества обратно в воздух салона автомобиля. Это происходит особенно интенсивно, когда кондиционер не работает, в салоне повышается температура, либо когда он работает на обогрев в зимнее время года. Негативное влияние в этом случае возрастает в несколько раз.

В современных автомобилях последние 15 лет в систему приточной вентиляции входит сипроновый фильтр тонкой очистки поступающего воздуха механическим способом. Такой фильтр покрыт слоем фильтровального материала с активированным углем. Время реальной эксплуатации сипронового фильтра составляет 0,5 года при эффективном использовании транспортного средства или 20-40 тыс. км пробега. Стоимость его замены 20-60 евро. Экономные и расчетливые автовладельцы не меняют такой фильтр долгое время. При этом при начале работы вентилятора фильтр выделяет патогенный неприятный гнилостный запах и циркулируют миллионы вредных бактерий вместо очищенного воздуха.

Любая система автоматического кондиционирования после 1,5 лет работы превращается в источник интенсивного заражения оператора и его пассажиров.

При работе кондиционера происходит загрязнение внутреннего блока конденсатора. На влажном теплообменнике и на поддоне с конденсатом интенсивно оседает пыль, создаются условия для жизни и размножения различного рода бактерий, вирусов, грибков. Также пыль скапливается на рабочем колесе, крыльчатке вентилятора. В средней части корпуса кондиционера накапливается плесень. Бактерии гниения и благотворная среда микрофлора для них чаще всего образуется на испарителе. Охлаждение воздуха происходит в испарителе кондиционера, который представляет собой разветвленный радиатор, имеющий оребренную поверхность. Ребра радиатора повышают площадь охлаждения. Чем больше площадь этой поверхности, тем больше накапливается различных загрязнений. На испарителе постоянно образуется конденсат. Повышенная влажность и контаминация создают благоприятную среду для размножения вредных бактерий.

Патогены в салоне автомобиля появляются от самого оператора и от внешних источников. Современная дорожная обстановка вынуждает водителя находиться постоянно в состоянии напряжения, стресса, организм потеет, выделяя при этом большое количество патогенов. Любое транспортное средство имеет принудительную циркуляционную систему воздухообеспечения и систему климат-контроля. Через фильтры в салон автомобиля проникают и накапливаются частички загрязнений, поднятые колесами с поверхности дорог. Их концентрация в салоне в единице объема на порядок выше по сравнению с концентрацией в помещении офиса или квартиры. К ним добавляются патогенны и вирусы с одежды водителя,

накопленные с улицы. Все это попадает в ограниченный объем салона, в котором происходит интенсивное дыхание каждого участника движения.

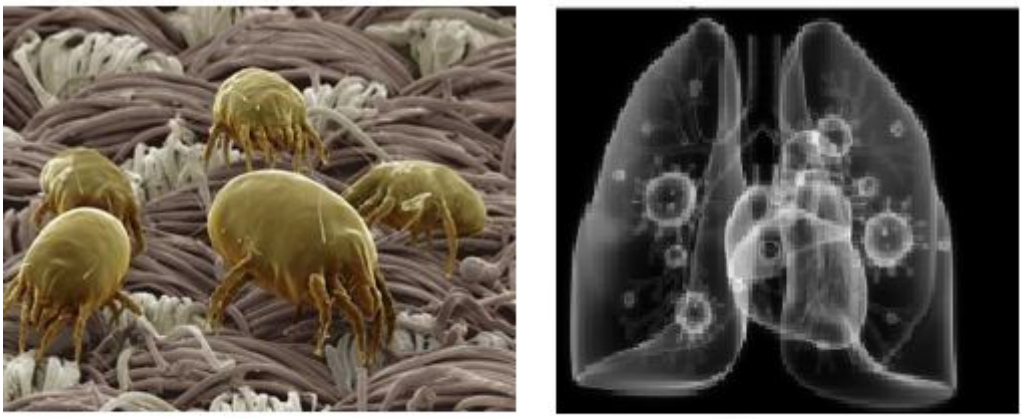
При остановке двигателя, кондиционер отключается. Горячий влажный воздух с улицы в летний период поступает на переохлажденные поверхности воздуховода и испарителя. Происходит процесс конденсации влаги, количество бактерий и микробов при этом достигает 1800 видов. Они оседают в системе, конденсат увлажняет плесень, патогенную микрофлору, бактерии. При каждом последующем включении двигателя количество влаги увеличивается, что способствует быстрому размножению скоплений бактерий, вирусов, плесени, грибков. Эти бактерии с мельчайшими каплями влаги попадают в легкие, глаза оператора и пассажиров. Это многократно повышает вероятность возникновения ОРЗ, ОРВИ, аллергических реакций, гриппа, легионеллеза, пневмонии и других заболеваний.

Исследования, проводимые в микробиологической лаборатории, показали наличие большого количества патогенных бактерий на чехлах сидений, ковриках, на ручках и подлокотниках, рычагах и руле управления. На дефлекторах и фильтрах их уровень превышает допустимый в сотни раз. Наибольшее количество таких бактерий было выявлено в мелких алюминиевых ячейках в радиаторе испарителя, при этом влажная благоприятная среда способствует их многократному размножению. Кроме этого из циркулирующего воздуха поступают дополнительные патогенные бактерии (рис. 1).



Рисунок 1 – Микробы внутри салона автомобиля

Легионеллез (рис. 2) – это самые опасные бактерии, находящиеся при работающем кондиционере.



а *б*

Рисунок 2 – бактерии легионеллеза:
а – под микроскопом; б – на ренгеновском снимке больного

Этот вирус вызывает тяжелую форму пневмонии, «болезнь легионеров», «болезнь кондиционеров». Легоинеллы вылетают из системы вентиляции и попадают через носоглотку на бронхи и легкие, вызывают кашель у водителя (рис. 3)

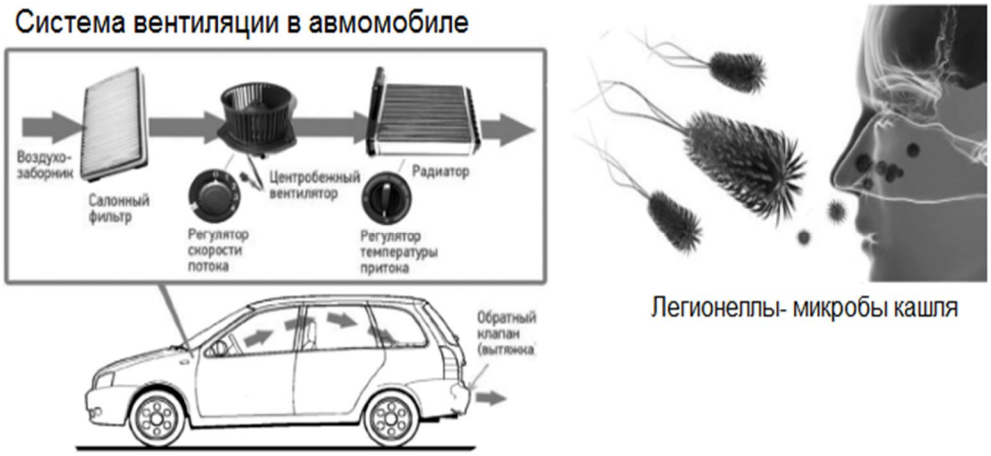


Рисунок 3 – Схема проникновения бактерий легионеллеза

У водителя вначале наблюдается незначительная слабость, резко повышается температура до 39-40^{0}С, головная боль, лихорадка, интоксикация организма, сложное поражение пищеварительной и нервной систем и легких. Затем возникает дыхательная недостаточность, через 15-20 дней состояние человека резко ухудшается, всего около 30% заболевших выживают. В группе риска находятся водители с пониженным иммунитетом и находящиеся в стрессовой ситуации.

Холодная среда, которую обеспечивает кондиционер в автомобиле, благоприятна для размножения бетагемолитического стрептококка. Он может передаваться от человека к человеку, увеличивая свою концентрацию в закрытых помещениях. Такой стрептококк является причиной возникновения ангины, фарингита, отита, менингита.

По мнению врачей, достаточно 15 мин провести в состоянии, когда у человека охлаждаются предплечья, чтобы получить простуду.

Как избежать негативных последствий для здоровья человеку длительное время находящемуся при работающем кондиционере?

Автомобильные кондиционеры необходимо регулярно чистить, раз в 2-3 недели, не допускать загрязнения теплообменника. Обязательно это делать перед началом летнего периода (например, в начале апреля) и в момент, когда появляется тополиный пух.

Дополнительная механическая очистка необходима для поверхности радиаторов испарителя с применением специальных пробиотических очистителей. Патогенные бактерии имеют резистентность к традиционным очистителям. На их поверхности образуется защитная пленка, которую невозможно удалить щетками, сильнодействующими кислотами. Только совершенные пробиотические очистители способны ее разрушить.

Сегодня выбор таких очистителей поверхности двигателей и салона достаточно большой. Их производят различные страны мира. По статистике самым востребованным являются аэрозоли по причине высокой эффективности и удобства использования. Активное средство из аэрозольных баллончиков после попадания на поверхность обработки превращается в пену, которая исчезает, производя очистку. Ручные триггеры производят ручное распыление очистителя по поверхности. Пенные очистители двигателя наносятся с помощью губки или ветоши служат для удаления грязи, пятен масла, антифриза, топлива и других. Рекомендуется каждый день до начала движения производить антибактерицидную обработку салона средствами для продува воздухопровода автомобиля пробиотиками (например, баллон Allergy Free автоспрей), или с помощью средства защиты от инфекции спрей-флакон нейтрализатор запаха из концентрата как 20% водный раствор.

Врачи рекомендуют: перепад температур вне салона автомобиля и датчиком кондиционера не должен превышать 6-8^{0}С. Риск развития бактерий на фильтрах кондиционера намного ниже, если в салоне проводить регулярную и качественную уборку.

По данным сайта tiensmed.ru, фреон R134a, используемый в некоторых кондиционерах, может вызвать слабость и нарушение сознания. Такое возможно, конечно, только в случае утечки газа из кондиционера. При нормальном функционировании пары фреона человек не вдыхает, поэтому 2 раза в год необходимо проверять давление фреона.

Несмотря на все вышеперечисленные факты, приобретение кондиционера является выбором каждого и подразумевает собой либо необходимость в нем, либо устойчивое благосостояние покупателя, во многих случаях наличие кондиционера ведет к увеличению риска возникновения простудных заболеваний.

Выводы

Вред от кондиционеров появляется только при неправильной установке и эксплуатации этих приборов. Чем дольше автовладелец, ссылаясь на

невежество в вопросах очистки воздуха, которым он дышит в салоне автомобиля, не уделяет необходимого внимания кондиционеру, тем больше распространяются вредные бактерии, тем больше вероятность заболеть простудными заболеваниями и заразить других, тем меньше его продолжительность жизни.

Список литературы

1. Высоцкая Е.А. Негативное воздействие систем кондиционирования воздуха на организм человека / Е.А. Высоцкая, А.С. Корнев, Е.В. Полковников // Наука вчера, сегодня, завтра: материалы научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. 2016. – С.212-217.

2. Журавец И.Б. Термодинамика и теплопередача теплотехнических устройств автомобилей и тракторов: монография / И.Б. Журавец, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 157-183.

3. Как фреон влияет на здоровье [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://tiensmed.ru (дата обращения 29/02/2020).

4. Плюсы и минусы кондиционера в автомобиле [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://modtop.ru/avtozapchasti/plyusy-i-minusy-kondicionera-v-avtomobile (дата обращения 26/02/2020).

5. Пробиотики для автомобильного транспорта и автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.probiotica.ru/chrisal_products/transport_&_probiotic/avtoservis/(дата обращения 29/02/2020).

6. Пять болезней, которые могут возникнуть от кондиционера [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://newsarmenia.am/news/society/pyat-bolezney-kotorye-mogut-vozniknut-ot-konditsionera (дата обращения 19/02/2020).

УДК 316.46.058

С.З. Абдуллаев, курсант
Е. Н. Карлова, кандидат соц. наук, доцент

ВОИНСКАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ВЫБОРА СТИЛЯ РУКОВОДСТВА ВОЕННОСЛУЖАЩИМИ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ

В работе раскрыты теоретико-методологические подходы к трансформации военной профессии как предпосылке сдвига ценностных ориентаций военнослужащих, определены предпочтительные и фактические

стили руководства коллективами военнослужащих разных воинских специальностей и ценностных ориентаций.

С середины XX века границы военной профессии расширяются, включая все больше новых специальностей, часть из которых уникальны для военной сферы, а часть имеет большое сходство с гражданскими. В результате сближения военных и гражданских специальностей учеными наблюдается переориентация военнослужащих на прагматические ценности военной службы. При этом критическое значение для военной профессии имеет сохранение традиционных ценностей: преданности воинскому долгу, патриотизма, приверженности воинским ценностям, нормам и корпоративной этике.

Исследовательский интерес заключается в определении последствий трансформации военной профессии для практики управления воинскими коллективами. В данной работе предпринимается попытка установить связь между выбором того или иного стиля руководства воинским коллективом в зависимости от типа воинской специальности и ценностных ориентаций военнослужащих.

Объектом нашего исследования выступает стиль руководства воинскими коллективами, предметом – предпочтительные и фактические стили руководства военнослужащими разных воинских специальностей и типов ценностных ориентаций. Цель исследования заключается в определении предпочтительных стилей руководства воинскими коллективами на основе воинской специальности и типа ценностных ориентаций. Задачи исследования представлены на слайде.

К отличительным чертам военной профессии, выделенным Самюэлем Хантингтоном относится корпоративность, ограничение социальной активности рамками военного сообщества, верность воинским обычаям и традициям, делающих военную службу призванием. Ядро военной профессии составляет офицерский корпус [1].

К середине XX века тенденции усложнения, специализации и разделения воинского труда достигли того уровня, когда структура вооруженных сил в корне изменилась. Как показывает М. Яновиц, в течение XX века военная профессия расширяет свои границы, включая близкие к гражданским специальности [2]. В.Ф. Бондаренко разделяет функции современной военной организации на основные, связанные с вооруженной борьбой, и вспомогательные, направленные на решение задач внутриорганизационного развития и связанные с обеспечением, воспитанием, обучением, культурным обслуживанием, социальной защитой военнослужащих и членов их семей и т.д. [3] Целостность военной профессии поддерживается наличием общевоенных компетенций, перечисленных Р.Г. Смеликом: несение караульной, внутренней и патрульной службы, физическая, огневая, строевая подготовка, защита государственной тайны, ношение военной формы одежды, применение оружия [4].

Вместе со сближением военных и гражданских специальностей ученые отмечают переориентацию военнослужащих на прагматические ценности военной службы, в противовес традиционным ценностям патриотизма, коллективизма, дисциплины, готовности к тяготам военной службы и боевому риску. В офицерской профессии происходит сдвиг, меняющий институциональную вовлеченность в профессию и патриотическую мотивацию на прагматические ценности военной службы, рост материальных запросов и ожиданий от военной службы.

Согласно типологии военных специалистов Л. Хейнекен, чем меньше военнослужащий связан с уникальными для военной сферы функциями, то есть с ведением боевых действий и непосредственной подготовкой к ним, тем более неустойчивым является его положение в военной иерархии и тем меньше лояльность традиционным воинским ценностям [5].

Помимо степени близости с гражданскими специальностями, можно классифицировать военные профессии по степени риска. Потенциальный риск для жизни и здоровья в боевых условиях требует от военнослужащих высокого уровня развития традиционных воинских ценностей. Специальности, связанные с деятельностью в экстремальной (боевой) обстановке обладают большим престижем, поскольку потенциальный риск для жизни и здоровья делает их героическими, что соответствует традиционному идеалу военной профессии.

Таким образом, переменные степени риска и степени близости к гражданским специальностям образуют своеобразную систему координат, в которой располагаются военные специальности. Военнослужащие непосредственно связанные с боевыми и командирскими функциями, чьи компетенции уникальны для военной сферы, разделяют традиционные воинские ценности. Представители специальностей обслуживающего характера, которые легко доступны на гражданском рынке труда разделяют прагматические ценности. Сочетание высокого риска со сходными с гражданским компетенциями, предположительно, приведет к прагматическим ценностям в мирное время и традиционным – в военное. Умеренное проявление традиционных ценностей военнослужащих с уникальными для военной сферы компетенциями и низким риском, вероятно, будет усиливаться в боевой обстановке.

В данном исследовании мы исходим попытались установить связь между выбором стиля руководства от из предпосылки, что тип воинской специальности (по степени риска и по степени близости гражданским профессиям) влияет на тип ценностных ориентаций военнослужащих. В зависимости от этого необходимо выбирать стиль руководства.

От правильно выбранного стиля руководства воинским коллективом во многом зависит успешность обратного влияния на формирование военно-профессиональных и моральных ценностей.

Применительно к воинскому труду можно предположить, что в управлении военнослужащими разных военно-учетных специальностей необходимо дифференцированно подходить к выбору стиля руководства. В

таблице представлены предпочтительные стили руководства воинскими коллективами, члены которых заняты различными видами труда и разделяют разные воинские ценности. Основой почти всех стилей является демократический. Для воинских коллективов, в которых доминирует традиционная ценностная система, и военнослужащие мотивированы на продолжительный срок службы, допустимо либеральное и демократическое руководство с поощрением инициативы военнослужащих, доверительным отношениям с командованием. Ориентация на прагматические ценности снижает вовлеченность и преданность профессии, поэтому в руководстве таким воинским коллективом уместны будут элементы директивного стиля. Для героических воинских специальностей, связанных с риском для жизни и здоровья авторитарный стиль управления не оптимален, особенно в военное время.

С целью проверки теоретических положений, изложенных в первом разделе, было проведено социологическое исследование методом анкетирования. В исследовании приняли участие 177 военнослужащих четырех воинских коллективов: научная рота Военно-воздушной академии имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, курсанты третьего курса инженерной специальности Военно-воздушной академии, курсанты-вертолётчики третьего курса Военно-воздушной академии и военнослужащие по контракту парашютно-десантного подразделения.

Анкета, предложенная респондентам, состояла из трех разделов: профессионально-личностный опросник В.П. Петрова по классам сходных воинских должностей, перечисленных, методика А.Л. Журавлева для определения степени выраженности стилей руководства: директивного, коллегиального и либерального, отношение к значимым составляющим военной службы.

По результатам обработки профессионально-личностного опросника В.П. Петрова нашло подтверждение предположение о военно-профессиональной направленности курсантов-вертолетчиков и военнослужащих парашютно-десантного подразделения на командные, водительские и специальности специального назначения. У курсантов инженерной специальности доминирует направленность на командные специальности и специального назначения, что может свидетельствовать о нацеленности социализирующего воспитательного воздействия на формирование у курсантов прежде всего общевоенных волевых и организаторских качеств командира. Военно-профессиональная направленность операторов научной роты также оказалась сложнее, она включает направленность на операторские, технологические и командные специальности.

Наиболее преданы институциональным ценностям военной службы респонденты со склонностью к командным специальностям. Военнослужащие, предрасположенные к профессиям специального назначения, демонстрируют наибольшую готовность к боевому риску и разделяют другие традиционные воинские ценности. Таким образом,

подтверждается теоретическое положение о связи уникальных для воинского труда командных и боевых функций с институциональными ценностями военной службы. Респонденты, предрасположенные к выполнению обязанностей, не связанных с командирской деятельностью и боевым риском, менее привержены традиционным ценностям.

Кластерный анализ позволил выделить три группы респондентов по степени согласия с утверждениями, отражающими отношение к значимым составляющим военной службы: разделяющие в основном традиционные ценности, разделяющие в основном прагматические ценности и разочарованные, отрицательно относящиеся к военной профессии. Традиционные ценности разделяют в основном курсанты, имеющие сформированную военно-профессиональную ориентацию и планирующие долгосрочную карьеру в Вооруженных Силах РФ, а также военнослужащие парашютно-десантного подразделения. Отрицание традиционных воинских ценностей характерно для операторов научной роты и курсантов-вертолетчиков, что у последних может быть связано с управленческими проблемами, недостаточной эффективностью военно-политической работы. Прагматические ценности разделяют в наибольшей степени операторы научной роты, и относительно небольшое число курсантов и десантников.

Коллективизм и готовность действовать в опасных ситуациях также характерны для десантников, но в целом их лояльность институциональным ценностям ниже, чем у курсантов инженерного профиля. Вероятно, это связано с их принадлежностью менее престижному составу военнослужащих – рядовому и сержантскому составу, а также с отсутствием социализирующего воздействия военного вуза [6].

Анализ результатов диагностики фактического стиля руководства, представленный на слайде, показал, что в коллективе курсантов инженерной специальности преобладает демократический стиль, отмеченный нами как оптимальный. Демократическо-авторитарный стиль руководства научной ротой с преобладанием демократических элементов также можно признать оптимальным, однако в силу несформированности традиционных воинских ценностей у операторов рекомендуется усилить авторитарные элементы в военной подготовке, и в силу творческого характера труда усилить либеральные элементы – в руководстве научной работой. Смешанный стиль руководства военнослужащими парашютно-десантного подразделения в форме ситуативного лидерства соответствует предпочтительному.

Наименее оптимальный стиль руководства диагностирован в управлении коллективом курсантов-вертолетчиков, который сочетает авторитарные и либеральные черты с недостаточным развитием демократической составляющей. В таком коллективе часть вопросов отдается на откуп самим курсантам, другая часть – выполняется по приказу без обсуждения в коллективе. Можно предположить, что стиль руководства коллективом будущих вертолетчиков оказывает негативное влияние на мотивационно-ценностную систему и увеличивает численность категории

курсантов с отрицательным отношением к традиционным воинским ценностям.

Исследование позволило сделать следующие выводы:

Во-первых, военнослужащие по близким с гражданскими специальностям с большой долей вероятности будут разделять прагматические ценности военной службы. Традиционные воинские ценности в большей степени характерны для представителей героических и уникальных для военной сферы специальностей. Результаты проведенного исследования частично подтвердили данную гипотезу: респонденты со склонностью к командным специальностям и специального назначения демонстрируют большую приверженность институциональным ценностям по сравнению с остальными респондентами.

Во-вторых, исследование позволило также подтвердить гипотезу о целесообразности дифференцированного подхода к выбору стиля руководства военнослужащими разных военно-учетных специальностей. Для военнослужащих героических специальностей, а также занимающихся творческим и интеллектуальным трудом, рекомендован демократический стиль с элементами либерального. Регламентированный инструкциями, рутинный труд требует более строго контроля и директивных указаний. Во всех изученных нами воинских коллективах, кроме коллектива курсантов-вертолетчиков, фактический стиль руководства совпадал с рекомендованным.

В-третьих, на формирование отношения к военной службе существенное влияние оказывает характер военной службы (по призыву или по контракту) и принадлежность к разным составам военнослужащих (рядовые и сержанты или офицеры). Курсанты, ориентированные на долгосрочную карьеру и проходящие процесс направленной военно-патриотической социализации в военном вузе, более привержены институциональным ценностям, чем военнослужащие по контракту и по призыву.

Список литературы

1. Хантингтон С. Офицерская служба как профессия // Отечественные записки. 2002. №8. С. 49-60.

2. Janowitz M. Sociology and the military establishment. New York: Russell Sage Foundation. 1959. 112p.

3. Бондаренко В.Ф. Специализация и диверсификация внутри военной организации // Социологические исследования. 2002. №12.

4. Смелик Р.Г. Характер и содержание воинского труда // Вестник Омского университета. 2000. №2. С.107-111.

5. Heinecken L. Discontent Within the Ranks?: Officers' Attitudes Toward Military Employment and Representation – A Four-Country Comparative Study // Armed Forces & Society. 2008. vol. 35. P. 477-500.

6. Романова Е.Н. Повседневность военного училища как среда формирования военно-патриотической идентичности // Вестник Поволжской академии государственной службы. 2008. №3. С.190-195.

УДК 628.8

А.С.Гриднев, студент
Е.А. Листров, к. физ.-мат. н., доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ MATHCAD ПРИ ДИНАМИИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ЧЕТЫРЁХКОМПОНЕНТНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В работе рассмотрен алгоритм моделирования работы динамической системы в зависимости от движения компонентов системы, а также вопросы оптимизации кинематических и динамических характиристик рассматриваемой системы.

Рассмотрим динамическую систему состоящую из грузов D_1 массой m_1 кг , D_2 массой m_2 кг, D_3 массой m_3 и прямоугольной вертикальной плиты массой m_4 кг, движущейся вдоль горизонтальных направляющих (рис 1). В момент времени $t = 0$, когда система находилась в покое, под действием внутренних сил грузы начинают двигаться по желобам, представляющим собой окружности радиусов r, ρ, R. При движении грузов угол φ_1 изменяется по закону $\varphi_1 = \frac{\pi}{3}(t + 1)$, угол φ_2 по закону $\varphi_2 = \frac{\pi}{6}(t + 2)$, угол φ_3 по закону $\varphi_3 = \frac{\pi}{4}(t + 2)$. На плиту действует дополнительно сила Q, приложенная в точке C_4, направленная вертикально вниз. Считая грузы материальными точками и пренебрегая всеми сопротивлениями, определить закон движения плиты $x_4(t)$,и закон изменения со временем полной нормальной реакции направляющих $N = f(t)$.

Изобразим действующие на систему внешние силы: $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2, \vec{P}_3, \vec{P}_4$ $\vec{Q}$ и реакцию направляющих $\vec{N}$ Проведем координатные оси *Oxy* так, чтобы ось *y* проходила через точку C_{40}, где находился центр масс плиты в момент времени $t_0 = 0$. Для определения перемещения $x_4 = f_4(t)$ воспользуемся теоремой о движении центра масс системы. Составим дифференциальное уравнение его движения в проекции на ось x. Получим

$$M\ddot{x}_C = \sum F_{kx}^e \quad \text{или} \quad M\ddot{x}_C = 0 \qquad (1)$$

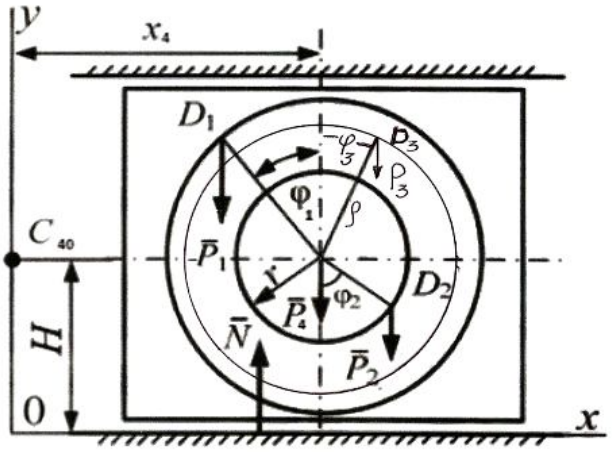


Рис.1.

Интегрируя (1) получим $Mx_C = const$, так как в начальный момент времени $v_{cx} = 0$ Из (Рис.1) видно, что в произвольный момент абсциссы грузов равны соответственно $x_1 = x_4 - R\sin\varphi_1$, $x_2 = x_4 + r\sin\varphi_2$, $x_3 = x_4 + r\sin\varphi_3$ По формуле, определяющей координату x_C центра масс системы имеем:

$$Mx_C = m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + m_4x_4$$

$$Mx_C = (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)x_4 - m_1R\sin\varphi_1 + m_2r\sin\varphi_2 + m_3\rho_3\sin\varphi_3 =$$

$$(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)x_4 - m_1R\sin\left(\frac{\pi}{3}(t+1)\right) + m_2r\sin\left(\frac{\pi}{6}(t+2)\right) + m_3\rho\sin\left(\frac{\pi}{4}(t+$$

В соответствии с равенством $Mx_C = const$ координаты центра масс x_C всей системы в начальном и произвольном положениях будут равны. Учитывая, что при $t_0 = 0$, $x_4 = 0$ $Mx_{C_0} = -m_1R\sin\frac{\pi}{3} + m_2r\sin\frac{\pi}{3} + m_3\rho\sin\frac{\pi}{2}$, получим

$$(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)x_4 - m_1R\sin\left(\frac{\pi}{3}(t+1)\right) + m_2r\sin\left(\frac{\pi}{6}(t+2)\right) = -m_1R\sin\frac{\pi}{3} +$$

$m_2r\sin\frac{\pi}{3} + m_3\rho\sin\frac{\pi}{2}$ Отсюда получаем зависимость координаты x_4 от времени:

$$x_4 = \frac{-m_1R\sin\frac{\pi}{3} + m_2r\sin\frac{\pi}{3} + m_3\rho\sin\frac{\pi}{2} + m_1R\sin\left[\frac{\pi}{3}(t+1)\right] - m_2r\sin\left[\frac{\pi}{6}(t+2)\right] -}{(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)} \quad (2)$$

$$\frac{m_3\rho\sin\left[\frac{\pi}{4}(t+2)\right]}{(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)}$$

Для определения $N = f(t)$ составим дифференциальное уравнение движения центра масс системы в проекции на вертикальную ось y см. (рис.1):

$$M\ddot{y}_C = \sum F^e_{kx} \quad \text{или} \quad M\ddot{y}_C = N - P_1 - P_2 - P_3 - P_4 - Q$$

(3)

Получим:

$$N = M\ddot{y}_C + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + Q = M\ddot{y}_C + (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)g + Q \quad (4)$$

где $P_i = m_i g \quad i = 1,2,3,4$. $My_C = m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 + m_4 y_4$, где

$y_1 = H + R\cos\varphi_1$, $y_2 = H - r\cos\varphi_2$, $y_3 = H + R\cos\varphi_3$ $y_4 = H = OC_{4_0} = const$,

получим:

$$My_C = m_1(H + R\cos\varphi_1) + m_2(H - r\cos\varphi_2) + m_3(H + \rho\cos\varphi_3) + m_4 H =$$
$$= (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)H + m_1 R\cos\varphi_1 - m_2 r\cos\varphi_2 + m_3\rho\cos\varphi_3 \text{ или}$$

$$My_C = (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)H + m_1 R\cos\left(\frac{\pi}{3}(t+1)\right) - m_2 r\cos\left(\frac{\pi}{6}(t+2)\right) + m_2\rho\cos\left(\frac{\pi}{4}(t+\right.$$

Дважды продифференцировав по времени обе части этого равенства, получим

$$M\ddot{y}_C = -\frac{m_1 R\pi}{3}\sin\left(\frac{\pi}{3}(t+1)\right) + \frac{m_2 r\pi}{6}\sin\left(\frac{\pi}{6}(t+2)\right) - \frac{m_3\rho\pi}{4}\sin\left(\frac{\pi}{4}(t+2)\right)$$

$$M\ddot{y}_C = -\frac{m_1 R\cdot\pi^2}{9}\cos\left(\frac{\pi}{3}(t+1)\right) + \frac{m_2 r\pi^2}{36}\cos\left(\frac{\pi}{6}(t+2)\right) - \frac{m_3\rho\pi^2}{16}\cos\left(\frac{\pi}{4}(t+2)\right)$$

Подставив это значение $M\ddot{y}_C$ в уравнение (6) определим искомую зависимость N от t.

$$N = -\frac{m_1 R\pi^2}{9}\cos\left(\frac{\pi}{3}(t+1)\right) + \frac{m_2 r\pi^2}{36}\cos\left(\frac{\pi}{6}(t+2)\right) - \frac{m_3\rho\pi^2}{16}\cos\left(\frac{\pi}{4}(t+2)\right) -$$

$$+ (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)g + Q$$

Графики в Mathcad поведения кинематических и динамических характеристик рассмотренной механической системы при значениях $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 6$ кг, $m_3 = 4$ кг, $m_4 = 15$ кг, $R = 0{,}8$ м, $r = 0{,}4$ м, $\rho = 0{,}5$ м, $g = 10\frac{\text{м}}{\text{сек}^2}$, Q =4Н представлены на (рис.2, 3).

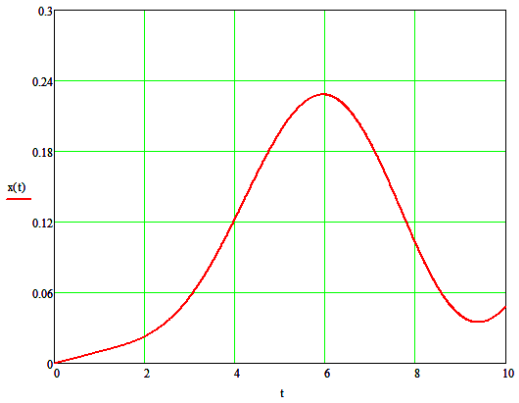


Рис.2. График закона движения плиты.

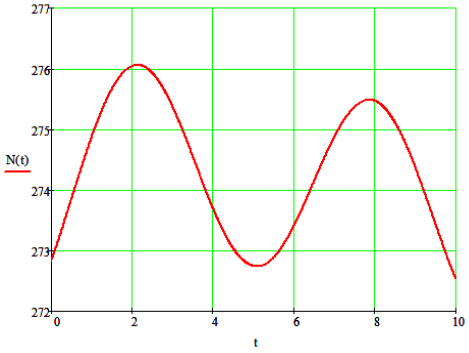


Рис.3. График изменения со временем полной нормальной реакции направляющих.

Список литературы

1. Алейников И. А. Практическое использование пакета MathCAD при решении задач. — М.: Российский государственный открытый технический университет путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации, 2002г.

УДК 631

А.Ю. Однодворцев, студент
Д.Ю. Медведев, студент
А.Н. Беляев, д.т.н., профессор
В.В. Шередекин, к.т.н., доцент

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ МУФТ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ.

Рассмотрены различные типы предохранительных муфт с учетом влияния особенностей их конструкции на точность срабатывания и чувствительность.

При работе машин часто наблюдается ситуация, когда устройство испытывает кратковременные пиковые перегрузки. Для их преодоления без повреждения машины и привода приходится увеличивать размеры элементов конструкций (зубчатых колес, валов и т.п.) а, следовательно, и металлоемкость машины в целом. Предотвратить негативное действие перегрузок, зачастую обусловленных технологическим процессом машины, позволяют специальные предохранительные устройства, которые при вращательном движении являются предохранительными муфтами.

Предохранительные муфты выполняют функцию защиты рабочих машин и их приводов от разрушения при перегрузках. Они монтируются максимально близко к месту возможного возникновения перегрузки. Рассчитываются такие муфты по моменту срабатывания, который также зависит от ряда факторов [1].

Для предотвращения случайных срабатываний предохранительных муфт во время работы машины момент срабатывания должен соответствовать предельному моменту $T_{пред}$:

$$T_{пред} = 1{,}25\ T_{max},$$

где T_{max} – наибольший момент, передаваемый муфтой при нормальной работе машины, Н·м.

Предохранительные муфты кроме защиты от перегрузки выполняют функции, присущие всем муфтам, используемым для передачи вращающего момента с учетом возможности перегрузки при определенных ситуациях. Кроме того, такие муфты являются автоматическими - обрыв соединения происходит сразу после превышения нормы передаваемого момента. При этом не требуются дополнительные датчики, такое срабатывание обеспечивается конструктивными особенностями.

Широко используются такие муфты в приводах машин, которые связаны с передачей вращения от электрического двигателя к исполнительному органу. Так же часто они применяются для передачи момента между различными устройствами в сельскохозяйственных машинах, станках, технике ударного действия, находят применение в пневмо и электроинструменте (гайковертах, шуруповертах, перфораторах и т. п.). При этом конструкция предохранительного механизма может существенно отличаться, все зависит от конкретного случая.

Предохранительные муфты валов классифицируются в зависимости от принципа действия. Выделяют четыре различных типа муфт:

1. Фрикционные.
2. С разрушающимся на момент срабатывания элементом.
3. Пружинно-кулачковые.
4. Магнитные.

Все типы устройств характеризуются своими определенными особенностями, которые должны учитываться при решении проектировочных задач. При изготовлении муфт применяются самые различные материалы, большинство характеризуется высокой степенью защиты от воздействия окружающей среды. Кроме того, важны такие

свойства, как прочность, износостойкость, высокий коэффициент трения, низкая влаго- и маслопроницаемость.

Наиболее простой конструкцией обладает фрикционная предохранительная муфта. Она зачастую устанавливается в случае, когда есть вероятность возникновения перегрузки в течение короткого периода при ударном воздействии. Среди особенностей применения характерно то, что предохранительный механизм используется в сочетании с шкивами, фланцам и звездочками. Передаваемый момент связан с местоположением предохранительного элемента, формой поверхностей трения (конические, цилиндрические, плоские диски), их материалом и усилием замыкающих пружин.

При установке специальных датчиков есть возможность проводить регулировку момента проскальзывания. За счет этого существенно снижается угроза повреждения механизма. При восстановлении нормального нагрузочного режима срабатывание завершается автоматически, а сам механизм продолжает функционировать.

Довольно большое распространение получила предохранительная муфта пружинно-кулачкового типа. Это связано с тем, что при возникновении пикового момента кулачковые устройства срабатывает с большей вероятностью, чем фрикционные. Достоинством можно назвать отсутствие мертвого хода. Этот момент можно назвать наиболее важным в случае передачи вращения при работе следящего привода.

Существенным недостатком можно назвать только ограничения по скорости работы. Из-за большого количества оборотов устройство начинает быстро изнашиваться. При этом со временем происходит падение показателя максимального крутящего момента.

Рассматриваемые муфты бывает кулачковые, шариковые и кулачково-роликовые.

Кулачки довольно сложны в изготовлении, поэтому чаще всего встречаются шариковые варианты исполнения. При этом степень износа снижается за счет скольжения. Кулачково-роликовый вариант исполнения характеризуется тем, что ролики устанавливаются радиально. При слишком высоком передаваемом усилии шарики вылетают из гнезд.

Для того чтобы обеспечить длительную эксплуатацию устройства следует рассмотреть особенности его эксплуатации. Среди особенностей предохранительной муфты отметим следующее:

1. Восстановление контакта валов проводится в случае прекращения воздействия перегрузки. После этого вращение в стандартном режиме продолжается.

2. В некоторых случаях есть возможность возвратить работоспособность механизма за счет специального механизма или вручную. Как правило, запорный механизм устанавливается между подвижным диском и специальным пружинным блоком.

Довольно большое распространение также получили варианты исполнения муфты, которые отвечают за появление сигнализации о

возникновении перегрузки. Примером можно назвать ситуацию, когда останавливать вращение устройства запрещается, но в случае перегрузки нужно предпринять меры по снижению степени износа основных элементов.

Шариковые предохранительные муфты изготавливаются с использованием стальных шариков из подшипниковых сталей, которые также используются при создании самых различных механизмов. Подобный вариант исполнения входит в число специальных устройств. Особенности этого варианта исполнения заключаются в следующем: основной рабочий элемент – шарики, фиксируются при помощи пружины в созданных под них специальных углублениях в стальном диске. В момент проскальзывания шарики движутся по специальным канавкам и попадают в следующие выемки. За счет этого появляется вибрация, которая свидетельствует о срабатывании. Если нагрузка снижается, то шарик фиксируется в выемке и работоспособность восстанавливается. Стоит учитывать, что зацепление и отключение происходит резко. Часто в таких муфтах предусмотрена возможность проводить регулировку крутящего момента при помощи специальной гайки, соединенной с элементом, воздействующим на натяжение пружин.

Шариковая предохранительная на сегодняшний день получила весьма широкое распространение. Это обусловлено малыми габаритами при высоком расчетном моменте, малым износом шариков при проскальзывании, за счет чего существенно увеличивается эксплуатационный срок. Кроме этого, нет необходимости проводить добавление смазывающей жидкости для снижения степени износа.

Довольно широкое распространение предохранительных элементов определило появление особых вариантов исполнения, которые характеризуются определенными эксплуатационными характеристиками. Специальные предохранительные муфты устанавливаются в случае, когда обычные варианты исполнения не подходят.

Сегодня многие предприятия проводят выпуск специальных муфт под заказ покупателя. Классификация может проводится по диаметральным и линейным размерам, принципу действия и многим другим моментам.

При выборе типа и конструкции муфты следует учитывать не только конструктивные особенности тех или иных муфт, но и их эксплуатационные свойства.

Комплексным показателем, используемым для оценки эффективности предохранительных муфт, является коэффициент точности срабатывания [1].

Процесс срабатывания предохранительных муфт сопровождается изменением нагрузки, а, следовательно, и значительным возрастанием рабочих напряжений в деталях машин. На точность срабатывания этих муфт влияют: величина давления, чистота трущихся поверхностей, закон изменения нагрузки на муфту, продолжительность неподвижного контакта фрикционных поверхностей и величина нагрузки на муфту перед перегрузкой. Существенное влияние на точность срабатывания муфты оказывает шероховатость трущихся поверхностей: чем чище поверхность,

тем сильнее оказывается влияние перечисленных выше факторов, поэтому не следует устанавливать слишком высокий класс шероховатости трущихся поверхностей. Теоретически учесть все эти факторы невозможно, поэтому оценка точности ограничения исследуемых предохранительных муфт выполняется экспериментальным путём.

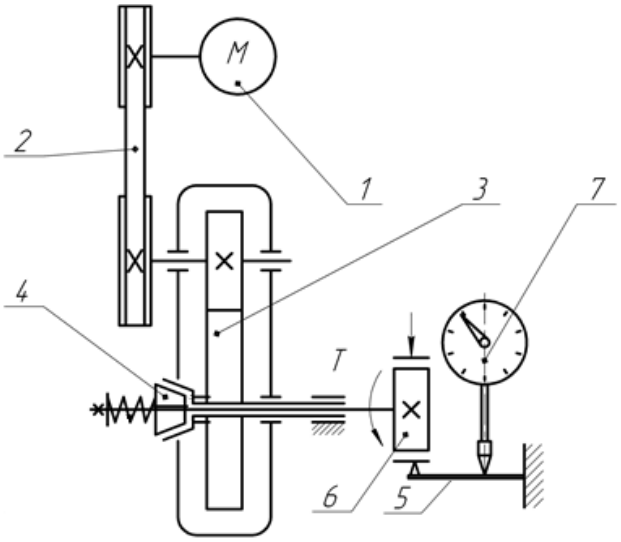


Рисунок. Кинематическая схема стенда для испытания муфт:

1 – электродвигатель; 2 – ременная передача; 3 – редуктор; 4 – испытываемая муфта; 5 – динамометрическая пружина; 6 – тормоз колодочный; 7 – индикаторная головка.

Испытания проводятся на специальных стендах при небольшой (8…10 об/мин) частоте вращения, чтобы динамические нагрузки не оказывали влияния на процесс срабатывания. Кинематическая схема такого стенда в лабораторном исполнении показан на рисунке. В нем нагрузочный момент создается с помощью колодочного тормоза 6, корпус которого при срабатывании муфты перемещается и деформирует динамометрическую пружину 5. Деформация, определяющая момент срабатывания фиксируется протарированной в единицах момента индикаторной головкой

При испытаниях проводятся замеры момента срабатывания при различных значениях настроечного момента срабатывания. Опыт проводится в некотором числе повторностей, соответствующем заданному уровню надежности и достоверности результата. По результатам опытов коэффициент точности рассчитывается как отношение максимального вращающего момента, при котором произошло срабатывание к минимальному.

Чем ближе к единице значение коэффициента точности, тем меньший разброс моментов срабатывания дает муфта.

Выключающая способность предохранительных муфт оценивается коэффициентом чувствительности, так как одни муфты немедленно прерывают передачу крутящего момента по достижению настроечного

значения, а другие – лишь после дополнительного его превышения. Для эффективной защиты необходимо, чтобы меньше требовалось дополнительного момента для полного выключения муфт. Коэффициент чувствительности представляет собой отношение момента начала срабатывания T_o, к величине момента $T_{ср}$, когда муфта заканчивает срабатывание [2].

Таким образом, предохранительные устройства в виде автоматических муфт в настоящее время получили весьма широкое распространение. Они устанавливаются в транспортных средствах и станках, многих других механизмах. В условиях использования точных приводов в промышленных роботах и станках-автоматах требования к предохранительным устройствам повышается.

При неправильном их выборе распространенная проблема заключается в перегреве рабочей поверхности, поэтому многие варианты исполнения не могут служить в течение длительного периода.

Список литературы

1. Поляков В.С. Справочник по муфтам / В.С. Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1974. – 352 с.

2. Щеблыкин, П.Н. О точности срабатывания, выключающей способности и долговечности предохранителей муфт/ Р.Г. Боровиков, Н.А. Бородин, П.Н. Щеблыкин. – Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск: Брянская государственная инженерно-технологическая академия. – 2012. №34. С. 3-5.

УДК: 631.373:629.013

Р.Г. Неранов, студент

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАВЕСНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

В работе рассмотрены системы управления навесными устройствами современных тракторов. Проанализирована работа системы управления силового и позиционного типов, а также их комбинация. Рассмотрена система «чувствительная к нагрузке» и ее основные преимущества. Определены основные направления развития систем управления навесными устройствами сельскохозяйственных тракторов.

Условия эксплуатации машинно-тракторных агрегатов весьма разнообразны. Эффективность работы мобильных энергетических средств зависит от многих факторов. Одним из основных являются тягово-сцепные

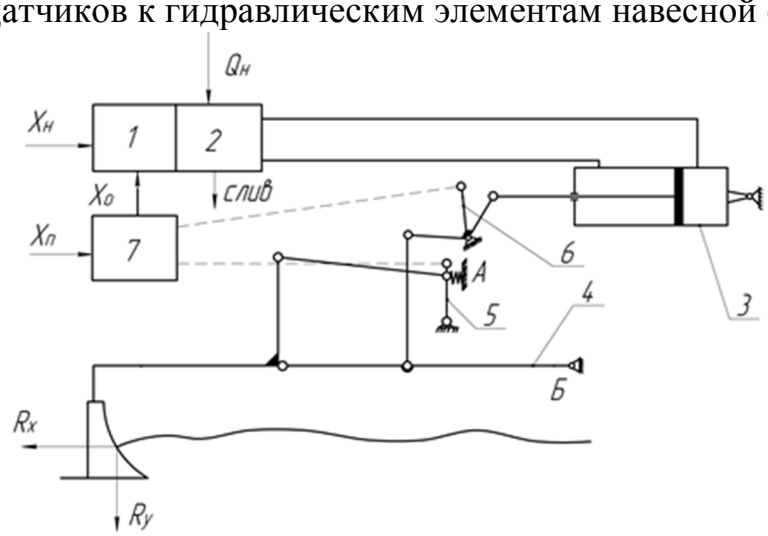
свойства [1, 2, 3], т.е. свойства, характеризующие тяговые возможности в различных почвенно-климатических условиях.

Способы повышения тягово-сцепных свойств различны [4] и применительно к работе с разными сельскохозяйственными машинами имеют свою специфику. Например, для прицепных машин требуются специальные устройства, позволяющие регулировать сцепной вес трактора [5, 6, 7 8, 9]. Применительно к навесным машинам дополнительных устройств не требуется, т.к. навесная машина образует единое целое вместе с трактором [10].

Одним из основных направлений совершенствования агрегатирования тракторов с сельскохозяйственными машинами является автоматизация управления и контроля. Применительно к навесным агрегатам этот вопрос изучается уже давно. В конструкциях гидронавесных систем тракторов предусматриваются такое автоматическое устройство как позиционно-силовой регулятор, который обеспечивает автоматическое регулирование положения рабочих органов навесных машин. Это позволяет повысить эксплуатационные показатели машинно-тракторного агрегата.

На рисунке 1 представлена система управления навесным устройством трактора позиционно-силового типа.

Сущность работы систему управления навесным устройством заключается в том, что в подъемной полости гидроцилиндра 3 навесной системы трактора создается такое давление масла, при котором навесная машина 4, работая без участия опорных колес, все время сохраняет заданную глубину обработки почвы, т.е. она находится как бы в подвешенном состоянии. Так как почвенные условия непостоянны, то давление масла в гидроцилиндре непрерывно меняется за счет сигнала, поступающего от специальных датчиков к гидравлическим элементам навесной системы.



1 – элемент настройки; 2 – гидрораспределитель; 3 – гидроцилиндр; 4 – навесная машина; 5 – силовой датчик; 6 – позиционный датчик; 7 - преобразователь сигнала; $X_Н$ - сигнал настройки глубины и хода рабочих органов; $X_П$ - сигнал настройки переключателя; $X_О$ - сигнал обратной связи; $Q_Н$ - подача масла от гидронасоса.

Рисунок 1 - Система управления навесным устройством трактора позиционно-силового типа.

Силовое регулирование основано на автоматическом поддержании постоянным в определенных пределах заданного тягового сопротивления навесной машины R_X. После установки настроечного сигнала X_H происходит опускание навесной машины 4 под действием ее собственного веса, масло из подъемной полосой цилиндра 3 идет на слив, заглубление рабочих органов приводит к увеличению тягового сопротивления R_X и деформации пружины силового датчика 5. Этот процесс будет продолжаться до того момента, пока золотник гидрораспределителя 2 не установится в нейтральное положение, т.е. $X_0 = X_H$. Подъемная полость гидроцилиндра 3 запрется, опускание машины 4 прекращается.

При уменьшении тягового сопротивления навесной машины уменьшается деформация силового датчика 5, что приводит к перемещению золотника распределителя 2 для осуществления заглубления рабочих органов до требуемого тягового сопротивления. Наоборот, при увеличении тягового сопротивления осуществляется выглубление рабочих органов с целью снижения тягового сопротивления до заданного настройкой X_H уровня.

Недостатком силового регулирования является зависимость глубины почвообработки от колебаний удельного сопротивления почвы, из-за чего на уплотненных участках поля глубина уменьшается, а на рыхлых увеличивается. По этой причине силовой способ целесообразно применять на обработке полей с умеренным колебанием удельного сопротивления почвы, а также при глубокой пахоте, так как по мере увеличения глубины обработки почвы ее удельное сопротивление выравнивается.

Позиционное регулирование основано на удержании навесной машины 4 в определенном положении (позиции) относительно остова трактора независимо от тягового сопротивления машины и неровностей поверхности поля. Датчиком позиционного регулятора является рычаг 6, установленный жестко на поворотном валу навесного механизма. Когда навесная машина из транспортного положения опускается под действием собственного веса, поворотный вал навески и рычаг 6 передают через обратную связь сигнал золотнику распределителя 2 до вывода его в нейтральное положение, подъемная полость гидроцилиндра 3 запирается. При отклонении навесной машины 4 по высоте от заданной позиции, например из-за утечек масла в гидроцилиндре, золотник распределителя 2 перемещается, сообщая подъемную полость гидроцилиндра 3 с насосом, этим восстанавливается заданная позиция навесной машины 4. Такой способ регулирования находит применение при пахоте навесными плугами только ровных полей, так как жесткая связь плуга с трактором не позволяет копировать самим плугом неровности полей.

Комбинированные (или смешенные) способы регулирования основаны на совместном использовании силового или позиционного способов одновременно с высотным, а также силового одновременно с позиционным. Комбинирование силового (или позиционного) с высотным достигается

путем участия опорных колес навесных машин в регулировании глубины при одновременной работе регулятора, который обеспечивает уменьшение вертикальных нагрузок на опорные колеса.

Принцип комбинированного позиционно-силового регулирования заключается в том, что сигналы от позиционного 6 и силового 5 датчиков смешиваются или суммируются в специальном устройстве (сумматор), после чего поступают к золотнику распределителя 2. Основной недостаток силового способа – чрезмерное реагирование системы на повышенные колебания удельного сопротивления почвы – компенсируется ограничениями колебаний глубины, накладываемыми позиционным регулятором. Наоборот, недостаток позиционного способа – отсутствие реакции на колебания рельефа полей – компенсируется воздействием сигнала от силового датчика, позволяющим избежать большого изменения тягового сопротивления машин. Реализовать комбинированный способ регулирования позволяет система автоматического регулирования навески (САРН), которой оснащаются все современные тракторы [11].

Одним из перспективных направлений в тракторной гидравлике является применение системы «чувствительной к нагрузке». Название этой системы говорит о том, что параметры потока жидкости, который она создает, зависит от внешней нагрузки, т.е. от нагрузки, которую создает агрегатируемая с трактором машина. В этой системе осуществляется постоянный контроль за величины потока, поступающего к агрегатируемой машине от управляющих золотников распределителя. При нарушении указанного соответствия в электронном блоке управления вырабатывается сигнал рассогласования, который через распределитель поступает в исполнительный механизм и происходит либо уменьшение, либо увеличение потока рабочей жидкости.

Таким образом, системы управления навесными устройствами сельскохозяйственных тракторов обеспечивают повышение их эксплуатационных свойств. Это обеспечивается регулированием вертикальных нагрузок на опорах машинно-тракторного агрегата. Автоматизация и интеллектуализация работы этих систем является перспективным направлением их развития.

Список литературы

1. Гребнев В.П. Мобильные энергетические средства. Эксплуатационные свойства: учебное пособие/ В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 305 с.

2. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие/ В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин; под общ. ред. О.И. Поливаева. 2-е изд., стер.– М.: КНОРУС, 2016. – 260 с.

3. Поливаев О.И. Теория трактора и автомобиля: учебник/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. – СПБ.: Издательство «Лань», 2016. – 232 с.

4. Поливаев О.И. Как улучшить тягово-сцепные свойства колесных тракторов/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин// Сельский механизатор. - 2009. -№5.- С. 6 – 7.

5. Гребнев В.П. Совершенствование тягово-сцепных устройств сельскохозяйственных тракторов/ В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2010. -№10.- С. 3-5.

6. Гребнев В.П. Повышение эффективности использования прицепных тракторно-транспортных агрегатов/ В.П. Гребнев, Н.М. Дерканосова, А.В. Ворохобин, Д.Н. Баскаков// Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2012. - №2. – С. 87 – 92.

7. Ворохобин А.В. Результаты исследований усовершенствованной конструкции тягово-сцепного устройства трактора/ А.В. Ворохобин// Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2016. - №4. – С. 129 – 139.

8. Ворохобин А.В. Экспериментальная оценка эксплуатационных показателей тракторно-транспортного агрегата при регулировании тягово-сцепных свойств / А.В. Ворохобин// Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2017. - №3. – С. 94 – 101.

9. Скурятин Н.Ф. Способы повышения эффективности использования тракторных транспортно-технологических агрегатов / Н.Ф. Скурятин, В.И. Оробинский, А.В. Ворохобин, Е.В. Соловьев, С.В. Соловьёв, Б.С. Зданович // Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2018. - №3. – С. 78 – 90.

10. Гребнев В.П. Эффективность регулирования степени балластирования колесных тракторов при работе с навесными машинами/ В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин// Тракторы и сельхозмашины. - 2011. -№10.- С. 19-21.

11. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 167 с.

УДК 621.9.048.6

А.Е. Рыжкова, студентка
О.А. Колпакова, студентка
С.В. Хляка, студентка
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

В статье представлен краткий обзор о процессе ультразвуковой обработкиметаллов в машиностроении.

Ультразвуковая обработка - это процесс, основанный на создании новых поверхностей на детали. Данная обработка позволяет получать изделия со сложными вырезами. При помощи ультразвуковой обработки выполняются очистка, пайка, обрабатывание отверстий (сверлильные работы, рассверливание, зенкерование, развертывание), нарезание резьбы, зубьев шестерен, вырезание оси, возможно изготовление матрицы.

К числу современных технологических процессов, которое широко используется в нашей стране, относится ультразвуковая обработка материалов. Проводя один из опытов по измельчению абразива ученые обнаружили, что на дне стеклянного сосуда образовалось углубление. Вскоре, после долгих размышлений исследователи поняли, что оно возникло из-за того, что стержень, которым измельчали абразив, колебался с ультразвуковой частотой. Из этого следовало следующее: если под инструмент ультразвукового станка ввести абразивный материал и включить станок, то частицы абразива создадут град ударов на обрабатываемую деталь. Они начнут воздействовать на заготовку, а инструмент станет все больше и больше углубляться в нее.

Преимущества ультразвуковой обработки:

1)Универсальность – подойдет для обработки любых металлов.

2)Возможность работы с хрупкими материалами

3)Низкий уровень шума в процессе работы.

4)Долговечность оборудования.

Обработка труднообрабатываемых материалов, к которым относятся кварц, керамика, цветные и полудрагоценные камни, принятым механическим методом практически невозможна. Самым эффективным методом изготовления из таких материалов деталей является ультразвуковая обработка. Данная технология основана на использовании механических упругих колебаний, распространяющихся в виде упругих волн, которые следуют друг за другом с определенной ультразвуковой частотой. Процесс ультразвуковой обработки зависит от твердости обрабатываемого материала. В таблице приведены примеры по обрабатываемости некоторых материалов.

Таблица 1. Обрабатываемость материалов

Материал	Относительная обрабатываемость
ферриты	0.8
стекло	1
кремний	0.4-0.7
германий	0.3-0.6
керамика	0.4
кварц	0.5
твердый сплав (ВК8)	0.02-0.05

Процесс ультразвукового резания проводится в жидкой среде, несущей абразивные зерна. Зерна имеют острые грани и разные размеры. Более крупные зерна попадают в зону ударов, где они ломаются и одновременно разрушают обрабатываемый материал. Абразивы имеют высокую прочность и твердость, именно поэтому они выдерживают большие нагрузки. При

работе зерна абразива начинают разрушаться, но при этом не теряют своих свойств. В процессе обработки необходимо поддерживать бесперебойную подачу новых абразивов. При ультразвуковой обработке возможно использование взвеси абразива в воде, которая способствует его лучшему перемешиванию. Для защиты от коррозии рекомендуется добавлять в водную смесь небольшие порции ингибитора, который в достаточной концентрации замедляет разрушение материала.

Режущая способность абразивов различна и некоторые из них представлены в таблице 2.

Таблица 2. Режущая способность абразивов

Наименование	Относительная режущая способность	Твердость по Моосу	Твердость по Риджуэю	Микротвердость, Кг\мм^3	Плотность, г\см^3
Алмаз	1	10	15	10000	3.48-3.50
Эльбор (боразон)	1.1	11	16	11000	-
Карбид бора	0.5-0.6	9	14	4300	2.5
Карбид кремния	0.25-0.45	9	13	3000	3.12-3.22
Электрокорунд	0.14-0.16	8	12	2060	3.2-3.4

Возможна обработка детали только жидкостью. Этот метод известен как процесс ультразвукового резания алмазными сверлами. В этом случае резание производится абразивом, который представляет собой единое целое с инструментом. Технологическое применение ультразвуковой обработки. Разрезание осуществляется лезвийным инструментом для того, чтобы отделить от данного материала плоскую заготовку толщиной около5-6 мм. Абразив подается на заготовку поливом (от помпы) или вручную (кистью). Данную работу применяют при обрабатывании полупроводниковых материалов (кварц, рубин). Рабочую часть инструмента выполняют толщиной равной от 0.1 до 0.8. Для того чтобы сэкономить расход дорогостоящих материалов необходимо выполнить материал рабочей части инструмента минимальной толщины (от 0,1 до 0,8 мм, реже 1 и 2 мм). Вырезание по наружному контуру - этот процесс применяется с целью придания детали определенной формы и размеров , толщина которого не превышает 8-10 мм. Абразив обычно подается помпой. Возможно вырезание деталей круглой формы, для которых используется инструмент, шаржированный алмазным порошком при осевом вращении для повышения производительности труда и защиты от загрязнения инструмента применяют. Смазочно- охлаждающую жидкость или 3% раствор кальцинированной соды. Нанесение рельефных изображений. Огромную популярность за последние годы получила ультразвуковая обработка при изготовлении различных сувениров, предметов народного хозяйства и других изделий, выполненных в

основном из цветных поделочных камней. Абразив подается вертикально при помощи помпы. Максимальный размер изображения составляет 100-120 мм; глубина от 4 до 6 мм [1]. На сегодняшний день существуют два наиболее распространенных вида абразива: карбид кремния и карбид бора. Второй вид абразива применяется намного чаще из-за дешевизны. Он более чем в 10 раз дороже карбида кремния, а так же обладает наилучшими режущими способностями. Так же карбид бора имеет достаточное количество графита, поэтому его следует применять при ультразвуковой обработке твердого сплава некоторых сортов радиокерамики, минералокерамики, радиофорфора и другие. Карбид кремния используют чаще всего при обработке хрупких материалов (кварц, германий, стекло и др.)

Источники питания. При ультразвуковой обработке основным источником питания является ультразвуковой генератор. Электрическая энергия промышленной частоты в 50гц преобразуется в энергию переменного тока, а затем преобразуется в механические колебания рабочего инструмента. При ультразвуковой обработке используются генераторы с мощностью от 0.2 до 4.0 квт. В некоторых случаях используют более мощные генераторы с мощностью до 10 квт. Важной характеристикой так же является КПД генератора, который должен быть не ниже данных величин: при выходной мощности до 0.4 квт. - 30%,0.6 - 1.6 квт - 40%,2.5 - 4.0 квт - 50%. Так же КПД зависит от мощности, типа ламп или полупроводников .

Требования, предъявляемые к генератору:

1)экономичность и высокий КПД;

2)стабильность колебаний рабочего инструмента;

3)простота конструкции, удобство эксплуатации, минимальные габариты и вес;

4)возможность регулирования частоты (22кгц+-7,5%).

Процесс ультразвуковой обработки материалов начался еще в 60-е годы, но, несмотря на это, он по сей день является одним из лучших методов качественной обработки металлов. Он позволяет существенно упростить технологический процесс производства хрупких или твердых изделий.

Список литературы

1. Волосатов В.А. Ультразвуковая обработка. Ленинград, изд-во Лениздат, 1973, 248 с.

2. Холопов Ю.В. Ультразвуковая сварка металлов. Ленинград, «Машиностроение» Ленинградское отделение, 1988, 224с.

3. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48. (№ 1872 по Перечню …ВАК)

4. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

5. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
6. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
7. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
8. Тришина, Т.В. Металлорежущие станки / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия". - Воронеж, 2013.
9. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.
10. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.
11. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

УДК 621.311

И.И. Потапов, студент
П.О. Гуков, к.т.н., доцент

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В СЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0,38 КВ

Рассмотрен метод расчета потерь электроэнергии в сети 0,38 кВ, основанный на зависимости потерь от обобщенной информации о схемах и нагрузках сети. Приведен пример расчета потерь в сельской линии 0,38кВ с коммунально-бытовыми потребителями.

Расчет потерь мощности и энергии в высоковольтных электрических сетях для нормального режима проводится с учетом того, что режим в сети является симметричным. При этом используются схемы замещения линий электропередачи для одной фазы[1]. Исходными данными для расчетов являются передаваемая по линии полная мощность S, напряжение сетиU и сопротивление проводов или кабелейR. Например, расчет потерь активной мощности проводится по формуле:

$$\Delta P=(S^2/U^2)\cdot R \quad (1)$$

Расчет потерь электроэнергии проводится, как правило, с использованием времени максимальных потерь τ. При этом в расчетное выражение подставляется мощность для максимального режима S_{max}:

$$\Delta W=(S_{max}{}^2/U^2)\cdot R\cdot\tau \quad (2)$$

Величина τ зависит от временного интервала, за который определяются потери, и от характеристик графика нагрузки за этот же период, прежде всего от коэффициента заполнения графика.

Одной из основных особенностейсельских электрических сетей 0,38 кВ является наличие помимо трехфазных потребителей и однофазных. При равномерном распределении потребителей по фазам режим сети можно считать симметричным и использовать в расчетах приведенные выше формулы. Однако, как правило, токи в фазных проводах различаются по величине вследствие несимметрии фазныхнагрузок. Поэтому использование формул для симметричного режима в этом случае может привести к значительным погрешностям в расчетах.

Существует несколько методов расчета режимов сетей 0,38 кВ. К ним относятся метод симметричных составляющих, метод фазных координат, метод узловых потенциалов, метод контурных токов [2,3]. В результате расчетов можно получить основные параметры режима: мощности и напряжения в узлах, токи на участках линий. По основным параметрам рассчитывают потери мощности и электроэнергии.

Еще одной особенностью сельских сетей 0,38 кВ является разветвленная конфигурации с достаточно большим количеством ответвлений, как трехфазных, так и двух- и однофазных. Схемы замещения с учетом несимметрии фаз для таких сетей могут оказаться достаточно сложными. Соответственно и системы уравнений, составленные, например, по методу узловых потенциалов или контурных токов, оказываются достаточно громоздкими.

Поэтому расчеты потерь в сельских сетях 0,38 кВ проводят по упрощенным методам. Одним из них является нормативный метод расчета нагрузочных потерь электроэнергии в сетях 0,38 кВ, основанный на зависимости потерь от обобщенной информации о схемах и нагрузках сети.

Потери электроэнергии в линии 0,38 кВ с сечением головного участка $F_г$, мм^2, отпуском электрической энергии в линию $W_{0,38}$, за период$Д$, дней, рассчитывают по формуле:

$$\Delta W_{н0,38} = k_{0,38}\cdot\frac{W_{0,38}^2\ (1+tg^2\phi)\ L_{экв}}{F_г\ \cdot Д}\cdot\frac{1+2k_з}{3k_з}, \quad (3)$$

где$L_{экв}$ – эквивалентная длина линии; $tg\varphi$ – коэффициент реактивной мощности; $k_{0,38}$ – коэффициент, учитывающий характер распределения нагрузок по длине линии и неодинаковость нагрузок фаз.

Эквивалентную длину линии определяют по формуле:

$$L_{экв} = L_м + 0{,}44\ L_{2\text{-}3} + 0{,}22\ L_1, \quad (4)$$

где $L_м$ – длина магистрали; L_{2-3} – длина двухфазных и трехфазных ответвлений; L_1 – длина однофазных ответвлений.

Под магистралью понимается наибольшее расстояние от шин 0,4 кВ трансформатора 10/0,4 кВ до наиболее удаленного потребителя, присоединенного к трехфазной или двухфазной линии.

Коэффициент $k_{0,38}$ определяют по формуле:

$$k_{0,38} = k_u\,(9{,}67 - 3{,}32d_p - 1{,}84d_p^{\,2})\,, \qquad (5)$$

где d_p - доля энергии, отпускаемой населению; k_u – коэффициент, принимаемый равным 1 для линии 380/220 В и равным 3 для линии 220/127 В.

Коэффициент заполнения графика можно вычислить по формуле:

$$k_з = \frac{P_{ср}}{P_{max}}, \qquad (6)$$

где, $P_{ср}$ и P_{max}- это средняя и максимальная активные мощности по графику нагрузки.

Среднюю мощность можно определить по формуле:

$$P_{ср} = \frac{W}{T}, \qquad (7)$$

гдеW - суммарная потребляемая электроэнергия за период Т.

Покажем определениек$_з$ на примере типового суточного графика нагрузки коммунально-бытовых сельских потребителей (рис.1).К линии подключены 7 однофазных и 2 трехфазных потребителя, мощности которых указаны в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика потребителей.

№ на схеме	Название	Потребляемая мощность, кВт
1,4,5,7,9	жилой дом	3
2	магазин	7
3,6	трехфазный потребитель	25

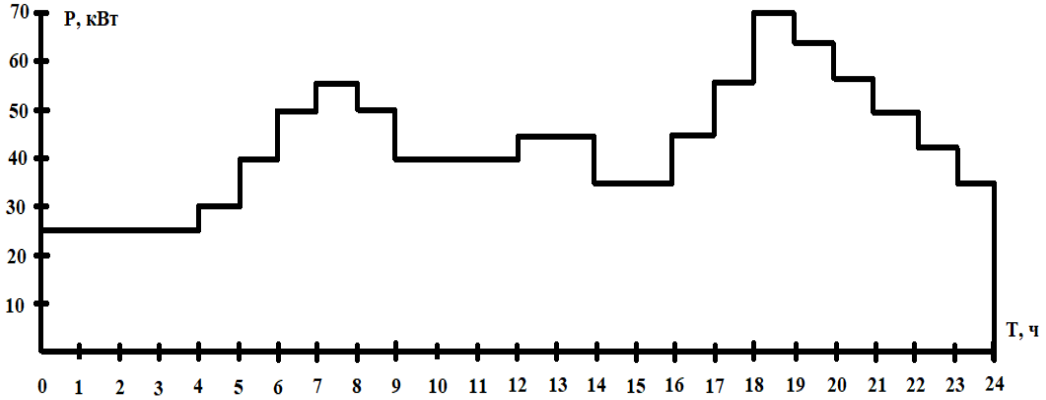


Рисунок 1. Типовой суточный график нагрузки коммунально-бытовых сельских потребителей.

Суточные графики обычно представляют собой ступенчатые графики с интервалом в 1 час (длительность ступени может варьироваться). В зависимости от характера потребителей формы графиков могут быть различными. Однако, для большинства групп, включающих в себя как производственные, так и бытовые потребители, в графике наблюдаются два выраженных максимума: дневной и вечерний. Дневной (иногда утренний) в основном обусловлен началом работы предприятий, вечерний обусловлен возрастанием бытовой нагрузки в конце дня [4, 5].

Пиковое потребление электроэнергии достигается в вечерний максимум с 18 до 19 часов: P_{max} = 69 кВт. Суммарная потребляемая энергия за сутки составит W=1044 кВт· ч. Величина средней мощности:

$$P_{ср} = \frac{1044}{24} = 43{,}542 \text{ (кВт)}.$$

Тогда коэффициент заполнения графика:

$$k_з = \frac{43{,}542}{69} = 0{,}69.$$

При отсутствии данных о коэффициенте заполнения графика принимают $k_з$ = 0,3.

При отсутствии учета электроэнергии, отпускаемой в линии 0,38 кВ, ее значение определяют, вычитая из энергии, отпущенной в сеть 6-20 кВ , потери в линиях и трансформаторах 6-20 кВ и энергию, отпущенную в ТП 6-20/0,4 кВ и линии 0,38 кВ, находящиеся на балансе потребителей.

Влияние характера распределения нагрузок по длине линии и неодинаковости нагрузок фаз на величину потерь учитывается с помощью коэффициента $k_{0,38}$, который можно рассчитать с помощью выражения (5).

Минимальное значение коэффициента соответствует случаю, когда к линии 0,38 кВ подключены только жилые дома: d_p=1, $k_{0,38}$ = 4,51. Максимальное значение $k_{0,38}$ = 9,67 при отсутствии бытовых потребителей.

Приведем порядок расчета потерь электроэнергии по изложенной выше методике на примере линии 0,38 кВ, расчетная схема которой показана на рис.2. Характер потребления в данной линии соответствует графику нагрузки на рисунке 1.

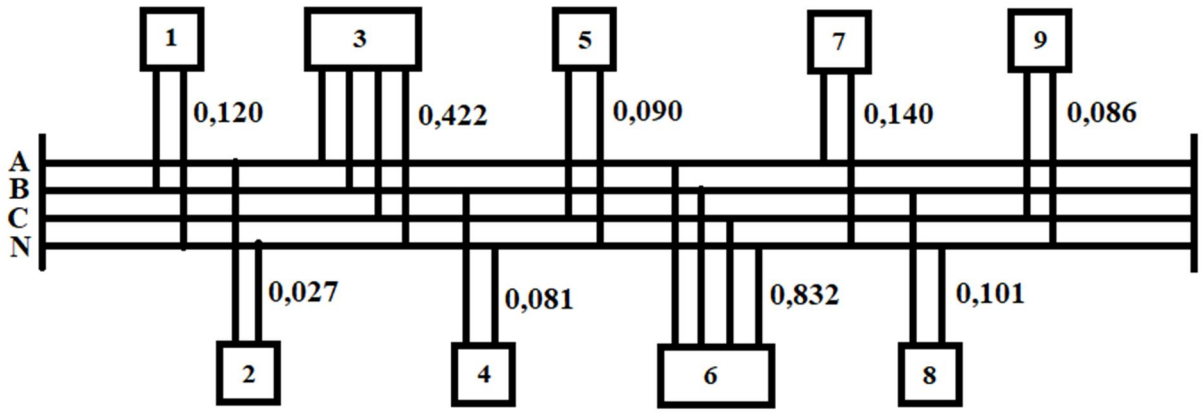


Рисунок 2. Расчетная схема линии 0,38 кВ

Рассчитаем эквивалентную длину линии по формуле (4) с учетом длин ответвлений, указанных на рис.2 в километрах. Длину магистрали принимаем 1,1 км, тогда получаем:

$$\text{Lэкв} = 1.794 \text{ км.}$$

Рассчитаем коэффициент, учитывающий характер распределения нагрузок по длине линии и неодинаковость нагрузок фаз. В нашем случае доля энергии, отпускаемой населению, d_p=0,3. Тогда:

$$k_{0.38} = 1 \cdot (9{,}67 - 3{,}32 \cdot 0{,}3 - 1{,}84 \cdot 0{,}3^2);$$

$$k_{0.38} = 8.84$$

С учетом того, что отпускаемая энергия за сутки составляет$W_{0,38} = 1044$ кВт · ч, сечение провода на головном участке линии 70 мм^2 рассчитаем потери электроэнергии за сутки (*Д=1)*:

$$\Delta W_{\text{н}0,38} = 8{,}84 \cdot \frac{1044^2 \ (1 + 0{,}6^2) \ 1{,}794}{70 \cdot 1} \cdot \frac{1 + 2 \cdot 0{,}69}{3 \cdot 0{,}69};$$

$$\Delta W_{\text{н}0,38} = 372\text{кВт} * \text{ч}.$$

Полученный результат дает завышенное значение технических потерь, которые в среднем не должны превышать 10% от потребляемой энергии. Причинами такого завышения могут быть как несоответствие значений некоторых коэффициентов в формуле (3) реальным, так и конфигурация и параметры самой линии. Для уточнения расчетов в подобных случаях необходимо использовать разные методики с последующим сравнением результатов.

Список литературы

1.Гуков, П.О. Электрические системы и сети. Расчет режимов распределительных электрических сетей: учебное пособие [Текст] /П.О.Гуков, В.В.Картавцев, С.А.Филонов, В.А.Черников – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2017.- 105 с.

2. Гуков, П.О. Моделирование режима цепи фаза-нулевой провод в воздушной линии 0,38 кВ [Текст]/ П.О.Гуков, Н.С.Гукова//Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК:матер. Национальной науч.-практ. конф.-ВГАУ, 2019.- С.38-43.

3. Гуков, П.О. Теоретические основы электротехники: примеры решения типовых задач: учебное пособие [Текст] /П.О.Гуков, В.В.Картавцев, С.Н.Пиляев. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2004.- 170 с.

4. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства: учебник [Текст] /Т.Б.Лещинская. – М.: Колос, 2006.- 368 с.

5. Афоничев Д.Н. Информационные системы в электроэнергетике [Текст]: учебное пособие / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 233 с.

УДК 62.713.1:631.3

О.В. Костюков, студент
С.З. Манойлина, к.т.н., доцент

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДУШНОЙ И ВОДЯНОЙ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

Проведен анализ воздушной и водяной систем охлаждения двигателя, отмечены их конструктивные особенности, рассмотрены причины отказа на современном этапе от воздушной системы охлаждения в пользу водяной. Определены основные недостатки воздушной системы: сложность проектирования, недостаточное усовершенствование, модернизация компьютерного обеспечения, высокий уровень шума и значительные трудности шумоизоляции, высокая трудоемкость сборки, зависимость эффективности работы от качества топлива и горюче смазочных материалов, нерациональное использование избыточной теплоты на отопление салона.

Основная задача любой системы охлаждения двигателя поддерживать строго определенный диапазон температур в двигателе. Такой диапазон называется рабочей температурой двигателя. В этом диапазоне работа двигателя считается наиболее эффективной и безопасной. У большинства современных двигателей рабочая температура составляет 85-100^{0}С, однако, при работе двигателей ДВС температура некоторых узлов двигателя может повышаться до уровня 800-1000^{0}С, металлическая поверхность цилиндров при этом достигает двух тысяч градусов [1, 3].

Авторы статьи, проводя анализ системы охлаждения двигателя, термодинамически оценивают преимущества и недостатки этих систем.

Рассмотрим конструктивные особенности воздушной системы охлаждения (рис. 1).

Воздух, являясь основным теплоносителем, отводит тепло от головки блока цилиндра, радиатора и самих цилиндров. Направление движения охлаждающего воздуха показано стрелками.

Система охлаждения включает: ребра охлаждения головки цилиндра, съемный корпус, устройство управления и контроля, специальные устройства, закрепленные на вентиляционной трубе, позволяющие ускорять потоки воздуха (дефлектор). Ребра охлаждения чаще всего выполняются из высокотеплопроводных материалов (алюминиевые, медные сплавы).

Для повышения площади охлаждаемой поверхности головка блока и сам блок цилиндров оснащены дополнительными ребрами.

Поток воздуха направляется к кожуху силового агрегата с помощью мощного вентилятора. Для регулирования потока в определенном направлении и обеспечения равномерного распределения воздуха по

периметру в схеме установлен неподвижный направляющий аппарат, кожух (диффузор) [5].

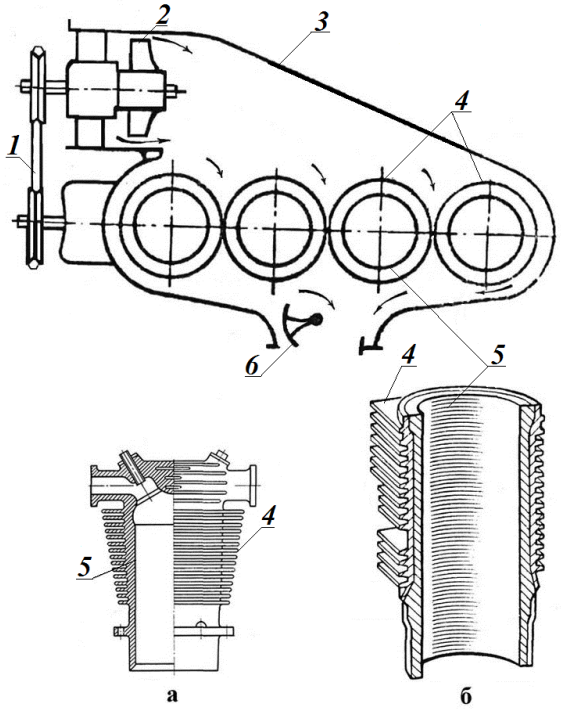


Рисунок 1 – Цилиндр воздушного охлаждения и простейшая схема воздушной системы охлаждения:
1 – ремень привода вентилятора; 2 – вентилятор; 3 – кожух; 4 – ребра охлаждения цилиндров; 5 – цилиндр; 6 – регулирующая заслонка
а) моноблок двигателя воздушного охлаждения; б) цилиндр воздушного охлаждения составной конструкции

Лопасти диффузора имеют различные сечения для повышения давление воздушных масс. При движении потока в направлении, противоположном вращению ротора происходит ускорение процесса охлаждения двигателя. Регулировочная заслонка изменяет напор охлажденного воздуха.

Водяная система охлаждения двигателя делится на две части: малый и большой контуры охлаждения (рис. 2) [2].

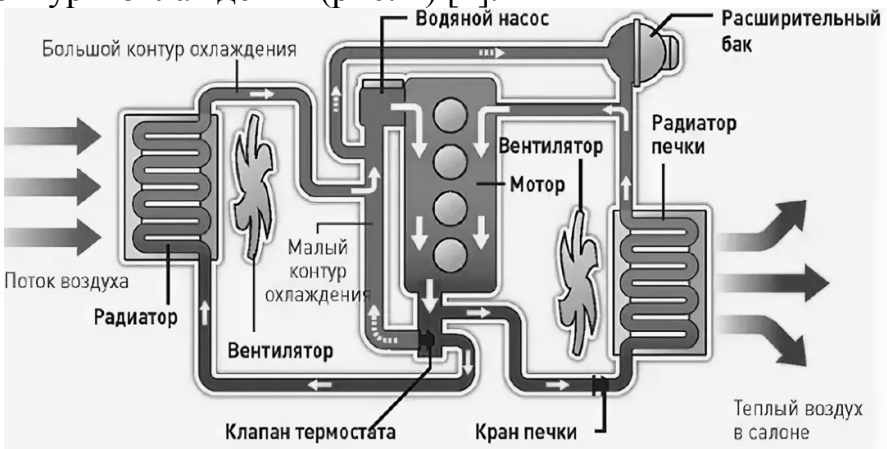


Рисунок 2 – Жидкостная система охлаждения двигателя

Специальные полости вокруг цилиндра заполнены охлаждающей жидкостью, которая принудительно омывает стенки цилиндра, забирая у них теплоту.

Схема водяной системы охлаждения двигателей у всех автомобилей одинаковая, за небольшой лишь разницей в том, где устанавливается термостат. Он может быть выносной, либо устанавливаться на самом блоке цилиндра. Водяная система охлаждения состоит из радиатора, вентилятора, термостата, водяной помпы, расширительного бака, радиатора и вентилятора системы отопления салона, термодатчика.

Водяная система охлаждения работает в двух режимах: до температуры срабатывания термостата и выше этой температуры (около 90^0С). Пока температура охлаждающей жидкости ниже температуры переключения термостата жидкость циркулирует по малому контуру. При движении жидкость нагревается, по трубопроводу попадает на тройник с клапаном термостата. Поток делится на две части: одна – идет на радиатор системы отопления салона (на рис. 2 радиатор печки), после охлаждения попадает в двигатель; другой поток идет по малому контуру до температуры срабатывания термостата. Водяной насос (помпа) по этому контуру закачивает воду внутрь двигателя. Когда температура охлаждающей жидкости превышает температуру срабатывания термостата, внутренние клапаны переключаются, и жидкость циркулирует по большому контуру охлаждения и выходит из патрубка. Поток направляется в сторону радиатора охлаждающей жидкости и затем обратно в двигатель.

Радиатор состоит из двух бочков, соединенных большим количеством трубок, внутри которых перемещается охлаждающая жидкость. Между трубками расположено большое количество тонких пластинок, которые повышают площадь теплообменной поверхности, соответственно жидкость, проходя по этим трубкам, нагревает сами трубки, которые передают тепло воздуха между этими пластинами. Для того чтобы быстрее отвести теплоту в системе применяют вентилятор принудительного обдува этих пластин. Таким образом, радиатор предназначен для отвода теплоты от охлаждающей жидкости и передачи этой теплоты воздуху, который находится между пластинами. Вентилятор приводится в движении от двигателя или с помощью электромотора, который регулирует напряжение. При вращении вентилятора лопасти создают воздушный поток, который обдувает пластины радиатора.

Внутри термостата установлены два клапана, соединенные между собой. Поток движется до порогового значения температуры по одному патрубку, при температуре выше предельной – по другому патрубку.

Водяная помпа присоединяется к блоку цилиндра. Через шестерню помпа включает привод ременной передачи. Шестерня через вал передает движение на ротор (небольшую турбину). При вращении с большой скоростью турбина создается разряжение, в эту зону через патрубок всасывается вода или охлаждающая жидкость, которая перебрасывается во

внутреннюю полость двигателя. Помпа, выполняет функцию насоса, заставляет охлаждающую жидкость циркулировать по системе.

Расширительный бак, как правило, изготовлен из пластмассы и имеет два уровня охлаждающей жидкости: максимальный и минимальный.

В автомобилях используется 2 типа датчиков температуры: контактный и резистивный. В контактном датчике в термовыключателе контакты переключаются при определенной температуре. При достижении такой температуры (85^0C) контакты замыкают электрическую цепь, которая управляет вентилятором системы охлаждения.

Внутри резистивного датчика расположен элемент, который меняет сопротивление под действием температуры. Контакты подключаются к электронному блоку управления двигателя и подают информацию о температуре охлаждающей жидкости. Контроллер отслеживает по показаниям данного датчика температуру и согласно заложенной программе подает команду на реле, которое управляет вентилятором системы охлаждения.

Специальный клапан позволят поддерживать постоянное давление Р=1 атм., если давление больше этого значения, клапан открывается и избыточное давление стравливается в атмосферу. При остывании двигателя, клапан закрывается, объем воды уменьшается, вода сжимается в этом объеме, пустота заполняется жидкостью из расширительного бачка. Для того чтобы воздух не попал в систему охлаждения, уровень в бачке должен быть не ниже определенного значения на бачке, между максимальной и минимальной рисками.

Преимущества двигателей с воздушной системой охлаждения:

- удобство и простота в эксплуатации из-за отсутствия жидкости;
- надежность;
- отсутствие жидкостного насоса, радиатора и соответствующего уплотнения;
- меньшая масса системы охлаждения и как следствие масса двигателя по сравнению с водяным охлаждением;
- более быстрый прогрев двигателя;
- более стабильный, легкий процесс запуска двигателя в холодный период года;
- меньший износ цилиндров за счет более высокой температуры цилиндров приводящей к меньшей степени конденсации паров бензина и воды на стенках цилиндров;
- меньшая чувствительность к колебаниям температуры, что особенно важно при эксплуатации автомобиля в районах с жарким или холодным климатом;
- возможность ремонта без разборки силового узла или других сложных агрегатов.

Недостатки двигателей с воздушным охлаждением:

- увеличение затрат мощности на привод вентилятора;
- некоторое ухудшение наполнения цилиндра;

- повышенный уровень шума в процессе движении;

- большая тепловая напряженность отдельных деталей, что может привести к перегреву двигателя;

- необходимость использования топлива, горючей смеси и масла высокого качества и как следствие зависимость эффективности работы от качества топлива и горючесмазочных материалов;

- по сравнение с двигателями водяной системы охлаждения большие габариты обусловленные наличием вентилятора, обеспечивающего обдув и значительный по размерам дефлектор;

- неравномерное охлаждения силового агрегата. Незначительный налет может стать причиной снижения мощности агрегата, поэтому постоянно необходимо контролировать состояние моторного отсека [4].

Такая неисправность, как повышение температуры смазывающего состава в двигателе, фиксируется в автоматическом режиме специальными датчиками. Разрыв ремня вращающего вентилятор является наиболее часто встречающейся поломкой двигателя с воздушной системой охлаждения, при этом на приборной панели предусматривается лампа, которая загорается при поломке.

Преимущества двигателей с жидкостной системой охлаждения:

- легкий запуск при отрицательных температурах окружающей среды;

- меньший уровень шума при его работе.

Рассмотрим недостатки двигателей с жидкостной системой охлаждения.

Замерзание воды при низкой температуре нередко приводит к выходу двигателя из строя. Образование на внутренних стенках системы накипи уменьшает теплообмен между водой и поверхностью стенок и вызывает перегрев силового агрегата. Конструктивная нагруженность из-за наличия двойных стенок приводит к увеличению размеров и габаритов двигателя. Кроме того, необходимо следить за уровнем антифриза, его потери приводят к остановке в процессе движения и поломке двигателя. К недостаткам следует отнести регулярные затраты средств на ремонт и техническое обслуживание жидкостной системы охлаждения.

При проектировании двигателей с воздушной системой охлаждения необходимо соблюдать баланс между количеством ребер цилиндра и головки блока, площадью поверхности теплоотдачи ребер и интенсивностью воздушного потока. Температура внутренних стенок цилиндра должна быть на 15-20^{0}С выше, чем температура головки блока при условии минимальной разности температур между отдельными точками цилиндра. С учетом законов аэродинамики необходимо проектировать размеры, форму ребер, их соединение с цилиндром, с расположением клапанов, свечного отверстия, колодцев крепежных шпилек, впускных и выпускных патрубков. Такие трудности при проектировании отсутствуют в жидкостной системе охлаждения. Вода является теплоносителем с высокой теплопроводностью и хорошей теплоемкостью, выравнивает температурные значения блока

цилиндров и их общей головки, поэтому нет потребности в столь сложных конструкторских исследованиях, расчетах и испытаниях.

Маркетологи сегодня создают несколько версий одного двигателя с разным рабочим объемом и степенью его форсирования. При воздушной системе охлаждения при увеличении степени форсирования и рабочего объема необходимо полностью пересчитать параметры системы обдува, изменить конструкции цилиндров и головок блоков, т.е. провести новые громоздкие расчеты и испытания. При увеличении мощности двигателя с водяным охлаждением достаточно к расчетному блоку добавить расчет системы питания, радиатора и помпы.

Необходимо отметить более рациональное использование избыточной, излишней теплоты на отопление салона в двигателях с водяной системой, по сравнению с воздушной системой охлаждения.

Двигатель с оребренными цилиндрами и большим вентилятором производит больше шума в диапазоне высоких частот, чем тот, который закрыт «экраном» водяной рубашки системы охлаждения. Современные технологии электронного шумоподавления способны уменьшить уровень шума любого двигателя, но в этом вопросе преимущества на стороне водяной системы охлаждения.

Каждый цилиндр охлаждаемого воздухом мотора обычно выполняется отдельно: поштучно отливаются цилиндры и головки с их длинными тонкими ребрами, у каждого из которых – строго определенное сечение и форма. В некоторых случаях цилиндры изготовлены из двух металлов – чугунная гильза и алюминиевая ребристая рубашка, заливаемая на чугун после соответствующей подготовки. Высокая трудоемкость, сложный процесс сборки, отсутствие конвейерного производства – еще один недостаток воздушной системы охлаждения.

Современные производители автомобилей убедили потребителей, чем сложнее мотор, тем он эффективнее, мощнее, поэтому и по некоторым вышеизложенным причинам еще в начале века они отказались от применения воздушного охлаждения двигателя.

Вывод

Современные производители отказались от применения воздушного охлаждения двигателя в пользу водяной, по причинам сложности проектирования, недостаточного усовершенствования, модернизации компьютерного обеспечения, высокого уровня шума и трудностей шумоподавления, высокой трудоемкости сборки, нерационального использования избыточной теплоты на отопление салона.

Список литературы

1. Вахламов В.К. Автомобили: учебник / В.К. Вахламов, М.Г. Шатров, А.А. Юрчевский. – М.: Академия, 2012. – 813 с.

2. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко. – М.: Кнорус, 2018 – 252 с.

3. Шестопалов С.К. Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей, М., Академия, 2012 – 544 с.

4. Какое охлаждение лучше водяное или воздушное? [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://autoburum.com/blog/402-kakoje-ohlazhdenije-luchshe-zhidkostnoje-ili-vozdushnoje (дата обращения 24/11/2019).

5. Нужен ли кожух вентилятору? [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://autooem.ru/articles/nuzhen-li-kozhukh-ventilyatoru-okhlazhdeniya/ (дата обращения 24/11/2019).

УДК 631.3

И.К. Сапрыкин, студент
А.Д. Бровченко, к.т.н., доцент
С.В. Кузьменко, к.т.н., доцент

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье рассмотрены вопросы влияния износа элементов гидравлических систем машин на показатели ее работы. Проведен обзор и анализ современного оборудования для диагностирования, регулировки и ремонта узлов и агрегатов гидравлических систем как отечественного, так и зарубежного производства.

В настоящее время современные тракторы все больше используются для решения многофункциональных задач широкого спектра (сельскохозяйственные, дорожные, строительные и др. работы). В статье рассматривается одна из немаловажных систем трактора – гидравлическая. Гидравлическая навесная система трактора предназначена для нормальной его работы с различными навесными, полунавесными и прицепными машинами, а также с орудиями и прицепами. В нее входят такие составляющие как масляный бак, масляный насос, распределитель, маслопроводы (рукава высокого давления), гидроцилиндры подъема, запорное устройство, разрывные муфты, фильтры и др. [1].

Гидравлическая система трактора является одной из самых уязвимых узлов. Наиболее частыми неисправностями, которые появляются в процессе эксплуатации гидросистемы тракторов, являются: систематическое не соблюдение правил эксплуатации, износ деталей, применение некачественных масел. Наличие одной из неисправности может привести к значительным последствиям к частичной или полной поломке навесного

оборудования и не возможности выполнения различных полевых работ. Поэтому необходимо обратить пристальное внимание на методы и средства диагностирования данной системы.

Для того чтобы понять в чем причина неисправности системы, для начала проводят первоначальный осмотр. Проверяют целостность соединений и состояния маслопроводов. Смотрят наличие утечек масла через уплотнения в распределителе, цилиндре, клапанах, запорных устройствах, фильтров. Затем просматривают уровень масла в баке и, если нет необходимого уровня, доливают масло. Также уделяют внимание проверке взаимодействия различных агрегатов гидросистемы, т.е непосредственно переводя рычаг золотника в различное положение следят за состоянием работы механизма навески при подъеме и опускании. Для более детальной проверки используют специальные приборы и стенды. Они бывают стационарные, переносные и мобильные [2].

Ведущим отечественным разработчиком и производителем диагностических комплексов для определения технического состояния узлов и механизмов гидравлических систем является Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка (ГОСНИТИ), который выпускает широкий спектр комплексов для диагностики гидроагрегатов [3].

Среди переносных средств данного производителя можно выделить комплекты КИ-5473.01 и ОР-28155 (рисунок 1).



а) КИ 5473.01-ГОСНИТИ



б) ОР-28155-ГОСНИТИ

Рисунок 1 – Переносные комплекты для диагностирования производства ГОСНИТИ

Комплекты предназначены для оценки технического состояния и регулировки различных узлов гидронавесной системы тракторов и других машин сельскохозяйственного назначения. Данный комплект имеет широкую область применения и позволяет проводить оценку технического состояния гидросистемы по следующим показателям:

объемная подача насоса гидравлической системы;

состояние перепускного клапана распределителя или расход масла в распределителе;

давление срабатывания автоматов золотников распределителя гидравлической системы;

объемная подача насоса гидроусилителя руля;

расход масла в гидроусилителе руля;

давление срабатывания предохранительного клапана гидроусилителя руля.

Рентабельность применения данных устройств объясняется высокой надежностью и удобством работы. Также можно использовать их как в полевых условиях, так и в мастерских, что позволяет значительно снизить количество отказов.

Комплект ОР-28155 используется для текущего ремонта гидроагрегатов. Он позволяет производить оперативный мелкий ремонт и сборки гидроагрегатов по составным частям различных машин сельскохозяйственного назначения при техническом обслуживании, а также для подведения итогов качества ремонта. Эффективность использования данного комплекта выражается в универсальности и высокой надежности [3].

Институт ГОСНИТИ также выпускает установки стационарного типа. Среди них можно выделить стенд для проверки и регулировки гидроагрегатов КИ-28097М (рисунок 3).



Рисунок 3 – Стенд КИ-28097М-ГОСНИТИ



Рисунок 4 – Стенд КИ-28290-ГОСНИТИ

Стенд КИ-28097М может осуществлять следующие операции: обкатка, испытания и регулировки гидронавесных систем тракторов и машин таких как гидронасос, распределители, гидроцилиндры, а также проверка рукавов высокого давления. В основном этот стенд используется на ремонтных и сервисных предприятиях для оценки качества обкатки, испытания и регулировки узлов гидросистемы и на заводах изготовителях для контроля качества выпуска отдельных деталей гидроагрегатов. Применение данного стенда для диагностики позволяет увеличить оперативность, достоверность испытаний гидронавесной системы по сравнению со стендами предыдущего

поколения. Также наблюдается повышение эксплуатационной надежности узлов гидросистемы в послеремонтный период.

Для обеспечения высокой производительности работ по диагностированию и регулировки гидроагрегатов осуществляется выпуск автоматизированного стенда КИ-28290 (рисунок 4). Он имеет свое программное обеспечение в котором имеется база данных, постоянно пополняемая на основе предыдущих испытаний гидроагрегатов. Наличие адаптивной программы для автоматической замера контролируемого параметра позволяет сохранить результаты измерений и испытаний. Результаты работы приборов подаются через специальные датчики в блок управления, а от него в системный блок. С помощью установленного программного обеспечения происходит обработка данных через сенсорную панель на которую и выводятся полученные данные. Далее все сохраняется на жесткий диск с помощью которого можно накопить базу данных для дальнейшего эффективного испытания гидроагрегатов.

С целью обеспечения выполнения контрольно-диагностических, регулировочных и ремонтных операций, непосредственно в полевых условиях, в ГОСНИТИ выпускаются передвижные ремонтно-диагностические посты (мастерские) на базе различных шасси. Наиболее распространенным является передвижной ремотно-диагностический пост (мастерская) для тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин на базе КИ-28016 (рисунок 5).



Рисунок 5 – Передвижной ремотно-диагностический пост (мастерская) на базе КИ-28016-ГОСНИТИ

Он выполняет целый комплекс работ по техническому сервису, главным образом в полевых условиях, а также применяется при техническом обслуживании и ремонте. Он также используется и при оценке качества выполненных ремонтных работ. К основным функциям данного комплекса относятся:

мойка и очистка (продувка) поверхностей от ржавчины и грязи;

грунтовка и окраска поверхностей с применением ингибирующих составов;

диагностирование;

пуско-наладка;

ремонтные работы (монтаж, электро- и газосварка, пайка деталей и изделий, изгиб и обрезка труб, слесарные и сверлильные работы и т.д.);

технический сервис двигателей, топливной аппаратуры, гидроприводов, автотракторного оборудования;

технический сервис рабочих органов комбайнов;

контроль загрязненности масел и топлива машин и оборудования;

контроль показателей экологической и технической безопасности самоходных машин.

К крупным отечественным производителям оборудования для проверки, регулировки и ремонта элементов гидравлических систем машин относится ООО «ТД «ГидроПневмоАгрегат». Данная компания ориентируется на проектирование и производство гидрооборудования от самых примитивных до самых сложных комплексов. Компания производит большое количество стендов для испытания гидросистем. Наиболее востребованным является стенд для испытаний гидроцилиндров СИ-С-ГЦ-СУЭ (рисунок 6).



Рисунок 6 – Стенд СИ-С-ГЦ-СУЭ

Стенд применяется для проверки герметичности, прочности, обкатки гидроцилиндров, проверки давления отпирания и запирания замков, проверка осевого люфта в замках гидроцилиндров. Стенд имеет три функциональных блока, предназначенных для проведения отдельных испытаний согласно методики, разработанной заказчиком. Дополнительно оснащен установкой выдерживания гидроцилиндров под давлением. Испытание гидроцилиндров на его работоспособность и назначенный ресурс производится путем подачи стендовым гидронасосом рабочей жидкости в соответствующие полости испытываемого гидроцилиндра. Регулировка давления осуществляется с помощью дросселей и предохранительных клапанов, контроль давления при подъеме осуществляется с помощью манометров на пульте управления [4].

Среди зарубежных представителей наиболее распространенным средством для диагностики узлов гидросистемы являются гидротесторы и приборы анализаторы. Гидротестер – это специальный диагностический прибор позволяющий снимать в различных узлах гидросистемы такие показатели, как: температура рабочей гидравлической жидкости, ее давление

и расход, а также вибрации в системе, число оборотов вращающихся элементов (частоту вращения валов) и другие считываемые параметры гидравлической системы. На сегодняшний день есть несколько фирм которые их производят.



Рисунок 7 – Гидротестеры и приборы-анализаторы Flo-tech



Рисунок 8 – Гидротестер HYDAC Electronic



Рисунок 9 – Гидротестер WEBTEC



Рисунок 10 – Гидротестер Parker

Отличаются данные тестеры своими входными и выходными параметрами и форм-фактором (компоновочным исполнением). К основным параметрам диагностических приборов относятся следующие: раздельное или моноблочное исполнение гидравлической и электронной частей; размеры и вес; диапазоны измеряемых значений; дискретизация – скорость сканирования входных и обновления выходных каналов; типы измерительных элементов; вычисляемые данные (объемный КПД, мощность, дельта); свободный ввод вычислительных формул на основе получаемых данных; сигнальные установки (триггеры); типы соединений; наличие нагрузочного устройства на расходомере; наличие «реверса» в расходомере; материалы исполнения частей; программно-цифровое оснащение; величина погрешности измерений; тип индикации данных; количество входных и выходных каналов; наличие встроенной памяти; интерфейсы связи с персональным компьютером; степень защиты IP; возможность подключения дополнительного оснащения; тип питания; автономность работы; типы решаемых задач.

Наибольшее распространение на рынке гидротестеров получили следующие фирмы-производители: Flo-tech (Badger Meter, США/Германия), HYDAC Electronic (Германия), WEBTEC (Великобритания), Parker (Германия). Данные производители выпускают целую гамму гидротестеров (рисунок 7-10).

Перечисленные тестеры и приборы-анализаторы имеют свои характерные особенности. Для их рационального использования необходимо выработать четкую стратегию которая бы удовлетворяла требования заказчика [35].

Итак, подводя итог можно сказать, что вопросы диагностики гидроагрегатов имеет важное значение в ремонте и техническом обслуживании тракторов и машин сельскохозяйственного назначения. Выше перечисленные отечественные и зарубежные комплексы диагностики узлов гидроситемы позволят эффективно ускорить процесс проверки, регулировки и ремонта гидронавесной системы.

Список литературы

1. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 288 с.
2. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений / А.Д. Ананьин [и др.]. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 432 с.
3. Приборы и оборудования:[сайт] [Электронный ресурс] / ГОСНИТИ. – URL:http://gosniti.com (дата обращения 5.03.2020). – Текст: электронный.
4. Стенд для испытания гидроцилиндров: [сайт] [Электронный ресурс] / Гидропвневмоагрегат. – URL:https://gpagregat.com (дата обращения 5.03.2020). – Текст: электронный.
5. Стенд для испытания гидроцилиндров [сайт] [Электронный ресурс] / Гидротест. – URL:https://gpagregat.com (дата обращения 5.03.2020). – Текст: электронный.
6. Совершенствование технического сервиса лесовозных автопоездов с учетом влияния состояния автотранспортной сети: монография / В.Г. Козлов, В.А. Бурмистров, А.Г. Чистяков, А.Ю. Арутюнян, М.М. Умаров ; ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, ФГБОУ ВПО «УГТУ», ФГБОУ ВПО «МГУЛ». – Воронеж: изд-во типография ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 228 с.
7. Кондрашова Е.В. Разработка математической модели корректирования режимов технического обслуживания грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, Т.В. Скворцова и др. // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. международной научно-практической конференции. 2015. - С. 147-153.

8. Козлов, В.Г. Исследование эксплуатационной надежности лесовозных автопоездов / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, Т.В. Скворцова // Наука и образование в современных условиях: матер. международной научной конференции. 2016. С. 250-255.

9. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.

10. Skrypnikov, A., Dorokhin, S., Kozlov, V. G., & Chernyshova, E. V. (2017). Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 12(2), 511-515.

11. Kozlov, V. G., Gulevsky, V. A., Skrypnikov, A. V., Logoyda, V. S., & Menzhulova, A. S. (2018). Method of individual forecasting of technical state of logging machines. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 327(4) doi:10.1088/1757-899X/327/4/042056

12. Logoyda, V. S., Skrypnikov, A. V., Kozlov, V. G., Tikhomirov, P. V., Zelikov, V. A., Brovchenko, A. D., & Razgonyeva, V. V. (2019). Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(5), 2178-2183.

13. Остриков В.В. Изменение вязкости моторного масла как показатель технического состояния двигателя внутреннего сгорания и свойств смазочного материала / В.В. Остриков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 3 (62). С. 54-61.

УДК 631.312

Н.О. Раджабов, студент
В.В. Василенко, д.т.н., профессор
С.В. Василенко, к.т.н., доцент

СИММЕТРИЧНЫЙ ПЛУГ – КОНСТРУКЦИЯ, ДОСТОИНСТВА, НЕДОСТАТКИ

Загонный способ движения пахотного агрегата имеет массу недостатков и применяется вынужденно в связи с асимметричным действием отвального плуга. Для производства гладкой вспашки требуется оснащать плуги правосторонними и левосторонними рабочими корпусами, которые работают попеременно, вынуждая бесполезно перевозить по полю почти половину возросшей массы плуга. При этом тратится время и топливо на переезды между загонками, а качество вспашки страдает от наличия свальных гребней и развальных борозд. Всего этого можно избежать, применяя разработанную нами модель симметричного навесного плуга, конструктивная схема которой предлагается для промышленного освоения.

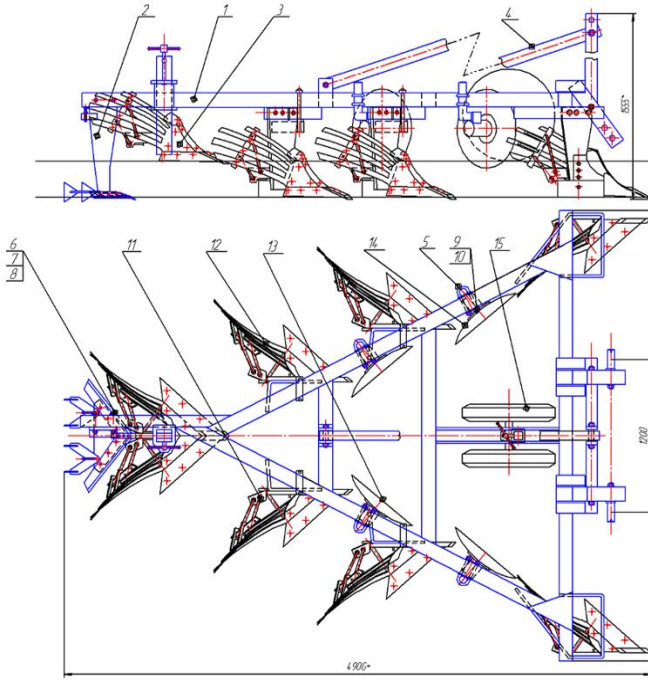
На двух боковых балках треугольной рамы расположены левосторонние и правосторонние рабочие корпуса и сферические почвообрабатывающие диски. Передние корпуса оборачивают пласты почвы к середине ширины захвата, а остальные – в противоположную сторону. Сферические диски сужают лежащий на поверхности валок почвы, а задний спаренный рабочий корпус с нулевой глубиной хода делит этот валок пополам и сбрасывает в открытые борозды слева и справа. Завершается рабочий процесс действием плоскорежущей лапы. Она имеет двойную ширину захвата по сравнению с плужным корпусом и идёт по центру прохода на той же глубине, что и плужные корпуса.

Необходимость создания почвообрабатывающего орудия, полностью переворачивающего почвенные пласты, была осознана человечеством ещё в период создания первобытной деревянной сохи. С тех пор прошло восемь тысяч лет [5], а проблема всё ещё находится в стадии технической разработки [7]. Современные плуги претерпели множество модернизаций, в том числе увеличение ширины захвата [3, 10, 17], применение полосовых отвалов [10, 14, 15, 19], комбинированных рабочих органов, вибрации рабочих органов [1, 2, 16, 20]. Появились первые успехи в увеличении угла оборота почвенных пластов [4, 8, 13, 18, 22]. Но плуг в подавляющем большинстве моделей всё-таки остаётся асимметричным орудием. Асимметрия проявляется и в технологии вспашки, и в конструкции орудия [6]. Оборот пластов только в одну сторону вынуждает делить поле на загонки и пахать их в определённой последовательности, увеличивая число холостых проходов агрегата. Можно, конечно, усложнить плуг, снабдив его рабочими органами с альтернативным направлением оборота пластов, но тогда увеличится металлоёмкость, и надо будет перевозить по полю попеременно работающие тяжёлые рабочие органы. Оказывается, что всякая модернизация имеет как положительные, так и отрицательные стороны, и, вооружившись теорией взаимодействия рабочего органа и почвы [9, 12], надо искать разумный компромисс, при каких условиях следует использовать те или иные технические решения.

Нами разработана конструктивная схема симметричного плуга, которыц позволяет работать челночным способом и устраняет холостые переезды агрегата по полю [21] (рисунок 1).

Рама 1 восьмикорпусного навесного симметричного плуга имеет форму равнобедренного треугольника, ориентированного основантем вперёд. На ней размгщены шесть плужных рабочих корпусов и одна плоскорезная лапа стрельчатой формы. На левой балке рамы эакреплено два левосторонних корпуса и один правосторонний, а на правой балке находятся два правосторонних и один левосторонний рабочий корпус. Сзади рама заканчивается хвостовиком, на котором размещены симметричный задний рабочий корпус плуга и плоскорежущая лапа 2. Из рабочих органов этот комбинированный плуг имеет ещё четыре сферических диска 13 и 14 и рыхлители поверхностного слоя почвы. Плуг имеет жёсткую систему 4

навески и опирается на почву одним спаренным колесом 5 в середине передней части рамы.



1 – рама; 2 – плоскорезная лапа; 3 – симметричный плужный корпус; 4 – навеска; 5 – ось вращения диска; 6, 7, 8 – болтовые крепления; 9, 10 – крепления диска; 11 – упоры полосовых отвалов; 12 – полосовые отвалы; 13 - диск правосторонний; 14 – диск левосторонний; 15 – опорные колёса

Рисунок 1 – Схема симметричного плуга

Плуг работает следующим образом. Два передних рабочих корпуса подрезают снизу почвенные пласты и оборачивают их по нправлению внутрь ширины захата. Диски 13 и 14 смещают поднятую на поверхномть почву к центру ширины захвата. Диски установлены на угол атаки 30-35° и идут почти по поверхности почвы с незначительным заглублением 2-3 см. Они сдвигают лежащие на поверхности пласты почвы ближе к центру плуга. Таким образом диски освобождают поверхность поля для вспашки следом идущими лемешноотвальными корпусами, которые, как обычно, переворачивают свои пласты в открытые борозды.

Задний симметричный плужный корпус сбрасывает эту почву влево и вправво в открытве борозды, обнажая поверхность непаханого поля. Эту полосу приподнимает и крошит плоскорежущая лапа с рыхлителями поверхностного слоя. Глубина вспашки регулируется высотой расположения опорного колеса при помощи винтового механизма. Горизонтальность рамы, а следовательно и равномерность глубины хода рабочих органов на переднем и заднем концах рамы, регулируется изменением длины центральной тяги навески трактора. Равномерность глубины вспашки в поперечном направлении регулируется изменением длины вертикальных тяг тракторной навесной системы.

Все рабпчие органы имеют ширину захвата 45 см , поэтому плуг имеет ширину захвата 3,6 м и рассчитан на агрегатироние с тракторами тягового класса 5.

Симметрияный плуг иаеет несколько преимуществ.

1. Плуг пашет челночным способм движения по полю без предварительной разметки на загонки, что уменьшает затраты времени на непроизводительные действия оператора и снижает удельный расход топлива на гектпр выполненной работы.

2. Отсутствие боковых нагрузок на плуг в целом, это облегчает управление агрегатом, так как вектор сопротивления ориентирован строго по напралению движения агрегата, на прицепной серьге нет боковых сил.

3. Отсутствие нагрузок на полевые доски уменьшает тяговое сопротивление плуга со всеми положительными последствиями.

4. Все рабочие органы работают одновременно и постоянно, что уменьшает металлоёмкость изделия в расчёте на один гектар выполненной работы.

К недостаткам симметричного плуга можно отнести только то, что оборот пластов выполняется только на 75% площади поля, а остальная часть поля только рыхлится на ту же глубину.

Список литературы

1. Василенко В.В. Влияние вибрации на угол трения почвы по рабочему органу / В.В. Василенко, Д.Н. Афоничев, С.В. Василенко, Д.В. Стуров // Лесотехнический журнал. – Воронеж: ВГЛТА. – 2013. – № 3 (11). – С. 94-97.

2/ Василенко В.В. Влияние вибрации на сопротивление плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – №9. – С. 9-11.

3. Василенко В.В. Воронежские плуги производства ЗАО «Аква-Свар» / В.В. Василенко, Г.А. Халфин. – Воронеж, ВГАУ. – Изд. «Истоки», 2003. – 37 с.

4. Василенко В.В. Затраты мощности на расширение борозды при вспашке / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин. – Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Сб. науч. тр. по материалам международной науч.-практ. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве». – Воронеж: ВГЛТА, 2014. – С. 402-406.

5. Василенко В.В. История механизации земледелия. Учебное пособие / В.В. Василенко. – Воронеж: ВГАУ, 2010. – 160 с.

6. Василенко В.В. Минимальная дистанция между корпусами плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 4. – С. 23-25.

7. Василенко В.В. Перспективное направление в системе обработки почвы / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2007. – № 1. – С. 8-10.

8. Василенко В.В. Плуг с полным оборотом пластов / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-

практический журнал. − Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2015. − № 4 (47). – С. 122-125.

9. Василенко В.В. Расчёт рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин: Учеб. пособие / В.В. Василенко. – Воронеж: ВГАУ, изд. «Истоки», 2004. – 194 с.

10, Василенко В.В. Свекловичные плуги из Воронежа / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2002. – № 7. – С. 27-28.

11. Василенко В.В. Способы повышения качества отвальной вспашки / В.В. Василенко, С.И. Коржов, С.И. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2014. – № 3 (42). – С. 118-122.

12. Василенко В.В. Теория и расчёт рабочих органов сельскохозяйственных машин: Курс лекций / В.В.Василенко. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2007. – 196 с.

13. Василенко В.В. Увеличение угла переворота пласта при вспашке / В.В. Василенко, С.В. Василенко, М.В. Зыбин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. − Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2013. − № 1 (36). – С. 98-100.

14/ Королёв М.Д. Способы применения вибрации почвообрабатывающего орудия / М.Д. Королёв, В.В. Василенко. – Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной науч.-практ. конф. молодых учёных и спе-циалистов, ч. 3. – Воронеж: ВГАУ, 2014. – С. 124-129.

15. Пат. 2426290 РФ МКИ A01B 15/08 Полосовой отвал плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров, Г.А. Халфин, А.И. Сергиенко (РФ), заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. – № 2010112577/21; заявлено 31.03.2010; опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23. – 4 с.

16. Пат. 2478270 РФ МПК A01B 11/00, A01B 3/36 Навесной вибрирующий плуг / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.А. Мухин (РФ). – № 2011141674/13; заявлено 13.10.2011; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 10. – 4 с.

17. Пат. 2479180 РФ МПК A01B 17/00, A01B 3/00 Плуг для отвальной вспашки / В.В. Василенко, С.В. Василенко, М.В. Зыбин (РФ). – № 2011146778/13; заявлено 17.11.2011; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11. – 4 с.

18. Пат. 2549776 РФ, МПК A01B 15/00, A01B 15/10. Плуг с полным переворотом пласта / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. – № 2013148232/13; заявл. 29.10.2013; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 12.

19. Пат. на полезную модель 86376 РФ МПК A01B 15/08 Полосовой отвал почвообрабатывающего орудия / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров (РФ). − № 2008102690/22; заявлено 23.01.2008; опубл. 10.09.2009. – Бюл. № 25. – 4 с.

20. Пат. на полезную модель 152988 РФ МПК A 01B 35/24. Вибрирующая стойка почвообрабатывающего органа / В.В. Василенко,

А.И. Сергиенко, Г.А. Халфин (РФ). – № 2014111580/13, заявлено 25.03.2014, опубл. 27.06.2015. Бюл. № 18.

21. Пат. 2201050 РФ МПК A 01 B 49/02, A 01 B 3/30. Плуг навесной симметричный / В.В. Василенко, Г.А. Халфин, В.И. Ковалёв (РФ). − № 2001109628/13 – 10.04.2001; опубл. 10.04.2001. – Бюл. №9, 4 с.

22. Хахулин А.Н. Способ расширения борозды для полного переворота пласта / А.Н. Хахулин, В.В. Василенко. – Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов, ч. 3. – Воронеж: ВГАУ, 2014. – С.130-134.

УДК 629.111.8:62-83

С.В. Соломников, студент
А.В. Сатышев, студент
А.С. Ролдугин, студент
О.М. Костиков, к.т.н., доцент

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСАМОКАТА К ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВАМ

Правительство Российской Федерации внесло поправки в урегулировании правил дорожного движения, благодаря которым в данный момент мы можем наблюдать появление терминов транспортных средств: "электромобиль", "гибридный автомобиль". Между тем проблемы регулирования правилами электрических самокатов, электрических скейтбордов и других средств передвижения, похожих по техническим характеристикам, остались неразрешенными.

В современном мире новые технологии, которые внедряются в уже познанные человеку вещи, делают их ещё полезнее и удобнее для использования в быту. Эти модернизации не обошли стороной и наземный транспорт. За несколько последних лет электродвигатели набирают свою популярность, вытесняя малоэкологичные двигатели, работающие на жидком топливе. Также прогресс с электрической тягой не обошел стороной и такой подвижный и развивающий мускулы человека транспорт, как велосипед, скейтборд, самокат, о последнем поговорим поподробнее. Самокат- это средство для передвижения, которое движется за счет приложения усилия ноги человека, преобразуемого в отталкивание от земли в положение стоя. В нынешнем мире такой самокат уже пережил пик знаменитости и ему на замену пришел электрический самокат. По виду он малоотличим от своего прародителя, однако имеет ряд существенных отличий в виде электродвигателя, аккумулирующей батареи и систем управления. Схема устройства электрического самоката показана на рисунке 1.

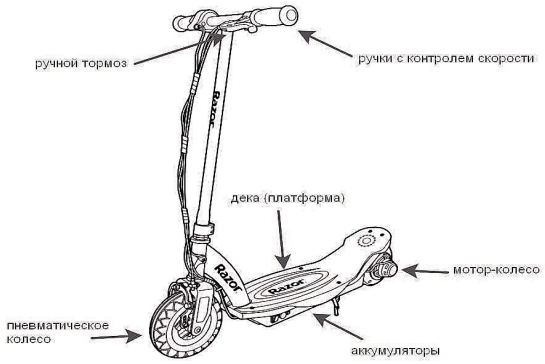


Рисунок 1- Устройство электрического самоката.

С появлением на дорогах общественного пользования Российской Федерации новых видов транспорта с применением электротягового усилия повлекло ряд проблем как гражданского, так и административно-правового характера. В связи с этим 12 июля 2017 года Правительство Российской Федерации внесло поправки в урегулировании правил дорожного движения, благодаря которым в данный момент мы можем наблюдать появление терминов транспортных средств: "электромобиль", "гибридный автомобиль". Между тем проблемы регулирования правилами электрических самокатов, электрических скейтбордов и других средств передвижения, похожих по техническим характеристикам, остались неразрешенными. Постараемся разобраться в этом вопросе приведя в пример электрический самокат.

Для начала нужно понять, является ли электросамокат транспортным средством.

Ссылаясь на пункт 1.2 правил дорожного движения транспортное средство – это механизированное устройство, которое применяется для перемещения по дорогам людей, оборудования или грузов устанавливаемых на него. Правила дорожного движения выделяют следующие подкатегории транспортных средств:

- автопоезд, велосипед, гибридный автомобиль, механическое транспортное средство;
- механическое транспортное средство, сцепленное с прицепом (прицепами);
- электромобиль, мопед, мотоцикл.

Из этого следует что электросамокат в правилах дорожного регулирования нигде не фигурирует и лишь термин «самокат» применяется при определении понятия «пешеход», которым является "лицо, находящееся вне транспортного средства на дороге либо на пешеходной или велопешеходной дорожке и не производящее на них работу.

Для того, чтобы понять к какому виду транспортного средства электросамокат ближе по ряду технических характеристик нужно рассмотреть маркетинговую составляющую вопроса. В этом нам поможет таблица 1.

Таблица 1

Модель электросамоката	Мощность, Вт	Скорость, км/ч
IK-1939K	200	20
FBC4004GL	250	25
CACTUS CS-ESCOOTER-S2	250	25
Xiaomi M365 Electric Scooter	300	25
Kugoo S3	350	30
MaxSpeed MINI 4	500	40
Ultron T103	500	40
Halten RS-01	500	40
Kugoo M4	500	40

В таблице приведены популярные модели электросамокатов в общедоступных сетях магазинов бытовой техники. Делая анализ данных таблицы, оказывается, что в основном производители нацелены на изготовление электрических самокатов с развиваемой мощностью 250-500 Вт и разгоняющихся до скорости в 20-40 км/ч.

Этот анализ подводит нас к выводу, что электросамокат является уникальным средством передвижения, которое по своим техническим параметрам подходит под два вида транспортного средства, описуемых в правилах дорожного движения. А именно под категорию «велосипед» и «мопед».

Первый из них, это используемый в правилах дорожного движения термин «велосипед», под ним понимается транспортное средство которое имеет как минимум несколько колес, кроме инвалидных колясок. Приводится в движение за счет преобразования мускульной энергии лиц, управляющих этим транспортным средством, в кинетическую, в частности, при помощи педалей или рукояток. Возможна вариация этого транспорта с электродвигателем, технические возможности которого не должны превышать планку по мощности в 0,25 кВт и по скорости в 25 км/ч. Следует уточнить, что на управление этим транспортом не требуется водительское удостоверение, что позволяет его эксплуатацию лицам не достигших возраста 16 лет.

Второй, это термин «мопед», которое определяется как транспортное средство имеющее для передвижения минимум 2 колеса и наличие двигателя, развивающего скорость не более 50 км/ч и у которого мощность больше 250 Вт, но меньше 4 кВт. Согласно закону № 196-ФЗ определены категории и попадающие в них подкатегории транспортных средств, на управлении которых требуется обязательное наличие водительских прав в которых в частности для нашего случая должна быть открыта категория «М» - мопеды.

Следовательно, нужно строго разделять, для каких лиц предназначен тот или иной электросамокат, ведь по своим техническим характеристикам одна группа электрических самокатов может использоваться и без получения водительских прав, а вторая строго при их наличии. Это является подспорьем для потребителей и арендодателей, которые несут уголовную и

административную ответственность. Также при использовании электрических самокатов должны соблюдаться условия пользования и правила безопасности которые в свою очередь должны прописываться производителями в инструкции по эксплуатации .

Список литературы

1. "О Правилах дорожного движения" (вместе с "Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения"): Постановление Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 года N 1090 // Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации. 1993. N 47. Ст. 4571 (в редакции от 30 мая 2018 года).

2. "О безопасности дорожного движения": Федеральный закон от 10 декабря 1995 года N 196-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. N 50. Ст. 4863 (в редакции от 26 июля 2017 года).

3. Поливаев, О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. Учебное пособие для вузов -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.- 292 с.

УДК 631.312

И.Г. Бачурин, студент
В.В. Василенко, д.т.н., профессор
С.В. Василенко, к.т.н., доцент

С ФЕРИЧЕСКИЕ ДИСКИ НА ПЛУГЕ УЛУЧШАЮТ ВСПАШКУ

В настоящее время при очередной модернизации плугов актуальной задачей является увеличение угла оборота почвенных пластов в процессе отвальной вспашки. Необходимость полного оборота обусловлена борьбой с сорной растительностью. При полном обороте семена сорняков оказываются на такой глубине, что их всходы исключаются. За эту особенность отвальных плугов их прозвали санитарами полей. Кроме того, при полном обороте пластов отпадает надобность в предплужниках, а поверхность вспаханного поля становится безгребневой и не требует выравнивания микрорельефа. Предложен вариант конструкции приспособления к плугу для увеличения угла оборота пластов. Оно состоит в том, что рама плуга оснащается дополнительной балкой, на которой монтируются сферические диски за каждым рабочим корпусом плуга. Эти диски отрезают по одному углу у каждого перевёрнутого пласта, освобождая траекторию полного оборота очередных пластов. Отрезанную часть каждого пласта диски распределяют по дну борозды. для этого диски повёрнуты на угол атаки 15-

20°. Крепление сферических дисков на дополнительной балке плуга позволяет регулировать и угол атаки, и глубину их хода.

Известно, что отвальные плуги в деревянном исполнении появились более 2 тыс. лет до новой эры, но их бурное развитие и усовершенствования наступили только в 20 веке с появлением тракторной тяги [6]. Естественно, что одной из первых модернизаций было увеличение ширины захвата рабочего корпуса и всего плуга [4, 8, 11, 18] а также уменьшение энергозатрат [22]. Это увеличило производительность агрегатов, но агротехника требовала улучшения качества работы. С этой целью, а также для уменьшения заливания орудия м его силы сопротивления изобрели полосовые отвалы и применили вибрацию инструмента [11, 15, 16, 20]. И если полосовые отвалы могли появиться ещё при конной тяге, то принудительная вибрация свойственна только агрегатам с тракторной тягой [2, 3, 17, 21]. Плуг оказался основным орудием земледельца, потому что не только рыхлит почву, но и оборачивает пласты. Это качество возводит его в ранг предпочитаемых орудий, которые способны практически полностью подавлять сорняки, быть санитаром полей. Но для этого надо достичь полного оборота пластов [1, 5, 9, 12]. В литературе известно несколько вариантов технических устройств для полного оборота пластов при вспашке. Рассмотрим подробнее один из них. Этот вариант заключается в отрезании нависающей над открытой бороздой части предыдущего пласта, которая мешает последующему пласту закончить свой оборот. На рисунке 1 показан процесс формирования препятствия для полного оборота пластов [14, 19, 23] и способ его устранения. Рабочий корпус плуга приближается к наблюдателю и опрокидывает вправо почвенный пласт № 2 $A_2B_2D_2C_2$. Этот ласт полностью не опрокидывается, так как ему мешает нависающая над бороздой часть $A_1B_1C_2$ предыдущего пласта № 1 $A_1B_1D_1C_1$. Эта заштрихованная на чертеже часть пласта находится на траектории поворота очередного пласта [10, 13], поэтому её надо отрезать и рассредоточить по дну борозды. Выходит, что каждый пласт, находящийся в положении неполного оборота, должен быть надрезан каким-либо дополнительным рабочим органом. Наиболее подходящим рабочим органом является сферический почвообрабатывающий диск, установленный с углом атаки 15-20° за каждым рабочим корпусом плуга (рисунок 2).

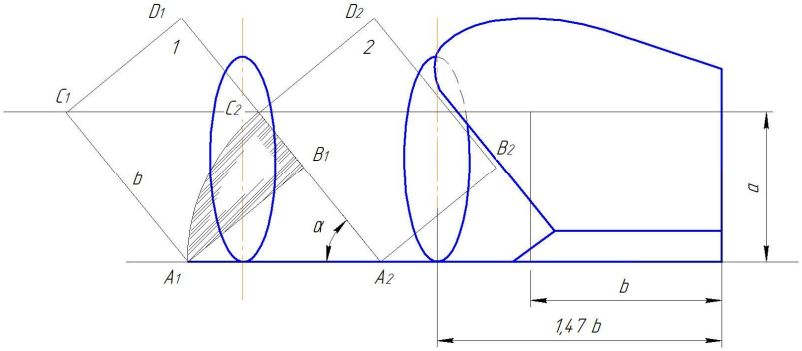


Рисунок 1 – Схема переворота пластов при вспашке отвальным плугом

Если плуг имеет рабочие корпуса с шириной захвата 45 см, то, согласно графическому анализу траектории оборота пластов, диаметр диска должен быть не менее 400 мм, ступица должна быть расположена внутри сферы диска, чтобы не вдавливаться в формирующуюся стенку борозды, а стойка должна иметь круглое сечение, допускающее регулировку угла атаки диска. Взаимное расположение сферических дисков и рабочих корпусов, а также конструктивные изменения рамы плуга показаны на рисунке 3.

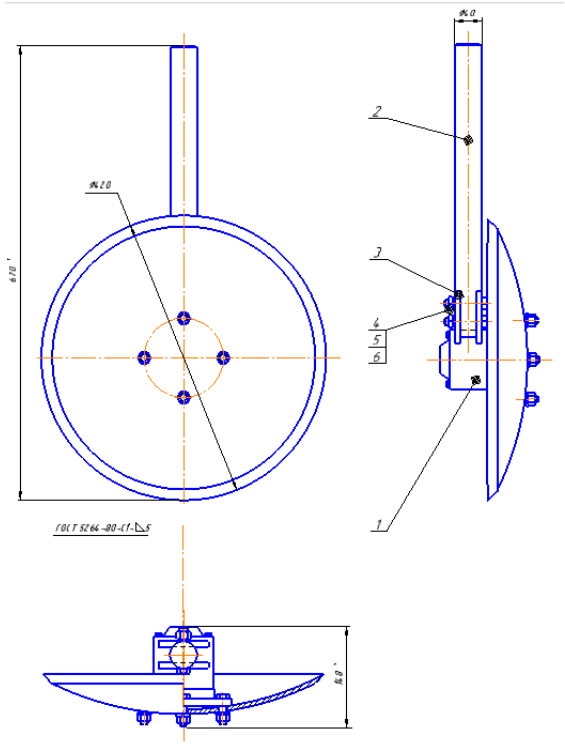
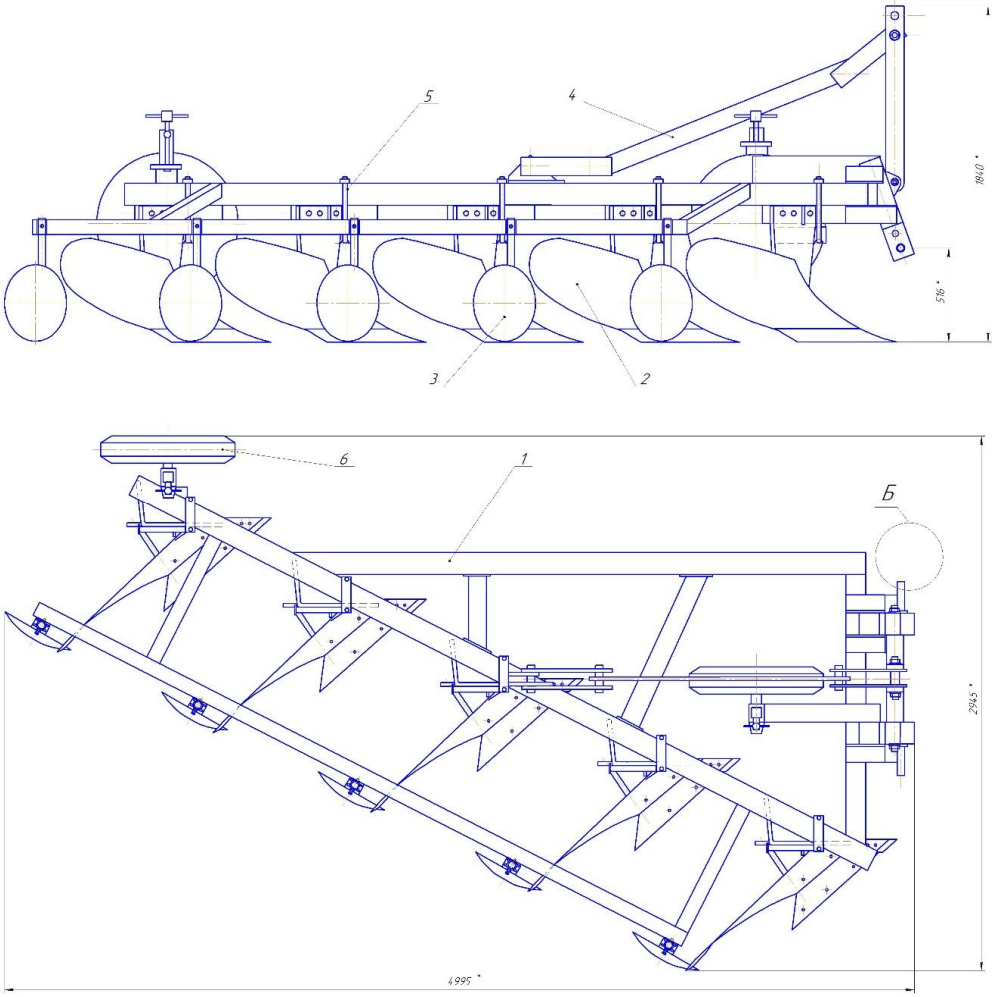


Рисунок 2 – Сферический диск для комплектации специального плуга

К раме серийного плуга приваривается дополнительная балка, параллельная главной балке плуга. Она расположена над концами отвалов, то есть в том месте, где пласты занимают своё конечное положение. Диски должны быть размещены так, чтобы не загромождать технологические проходы для пластов между рабочими корпусами и быть не слишком удалёнными от рабочих корпусов, чтобы только слегка увеличивать габариты плуга [7]. Боковое удаление диска от полевого обреза рабочего корпуса зависит от ширины захвата одного рабочего корпуса. Графический анализ оборота пластов показал, что рациональным расстоянием между осевой линией диска и полевым обрезом рабочего корпуса является 1,47 *b* (см. рисунок 1), где *b*- ширина захвата рабочего корпуса. Как видно на рисунке 1, сферический диск отрезает нависающий угол неполностью перевернутого пласта и рассредотачивает эту почву по дну борозды.

В результате оказывается, что все пласты практически полностью перевёрнуты, поверхность вспаханного поля не содержит заметных гребней. В таком случае семена сорняков заделаны на недоступную для прорастания глубину, выравнивающих операций не требуется. Кроме того, отпадает необходимость использования предплужников.



1 – рама; 2 – рабочий корпус; 3 – сферический диск; 4 – навеска; 5 – хомут крепления рабочего корпуса; 6 – опорное колесо

Рисунок 3 – Общий вид специального плуга

При первом рабочем проходе, когда ещё нет открытой борозды, надо поднять повыше передний сферический диск, так как он не может идти на глубине вспашки по нетронутой целине. После первого прохода плуга все пласты будут перевёрнуты полностью, дискам будет практически нечего отрезать, и они будут выполнять только контрольную функцию нормального оборота пластов.

Список литературы

1. Василенко В.В. Определение силы для расширения борозды при вспашке / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник Рязанского государственного аг-ротехнического университета имени П.А. Костычева: Теоретический и научно-практический журнал.− Рязань: РГАТУ. – 2017. − № 2. – С. 61-64.

2. Василенко В.В. Влияние вибрации на угол трения почвы по рабочему органу / В.В. Василенко, Д.Н. Афоничев, С.В. Василенко, Д.В. Стуров // Лесотехнический журнал. – Воронеж: ВГЛТА. – 2013. – № 3 (11). – С. 94-97.

3. Василенко В.В. Влияние вибрации на сопротивление плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – №9. – С. 9-11.

4. Василенко В.В. Воронежские плуги производства ЗАО «Аква-Свар» / В.В. Василенко, Г.А. Халфин. – Воронеж, ВГАУ. – Изд. «Истоки», 2003. – 37 с.

5. Василенко В.В. Затраты мощности на расширение борозды при вспашке / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин. – Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Сб. науч. тр. по материалам международной науч.-практ. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве». – Воронеж: ВГЛТА, 2014. – С. 402-406.

6. Василенко В.В. История механизации земледелия. Учебное пособие / В.В. Василенко. – Воронеж: ВГАУ, 2010. – 160 с.

7. Василенко В.В. Минимальная дистанция между корпусами плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 4. – С. 23-25.

8. Василенко В.В. Перспективное направление в системе обработки почвы / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2007. – № 1. – С. 8-10.

9. Василенко В.В. Плуг с полным оборотом пластов / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. − Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2015. − № 4 (47). – С. 122-125.

10. Василенко В.В. Расчёт рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин: Учеб. пособие / В.В. Василенко. – Воронеж: ВГАУ, изд. «Истоки», 2004. – 194 с.

11, Василенко В.В. Свекловичные плуги из Воронежа / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2002. – № 7. – С. 27-28.

12. Василенко В.В. Способы повышения качества отвальной вспашки / В.В. Василенко, С.И. Коржов, С.И. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2014. – № 3 (42). – С. 118-122.

13. Василенко В.В. Теория и расчёт рабочих органов сельскохозяйственных машин: Курс лекций / В.В.Василенко. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2007. – 196 с.

14. Василенко В.В. Увеличение угла переворота пласта при вспашке / В.В. Василенко, С.В. Василенко, М.В. Зыбин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. − Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2013. − № 1 (36). – С. 98-100.

15. Королёв М.Д. Способы применения вибрации почвообрабатывающего орудия / М.Д. Королёв, В.В. Василенко. – Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной науч.-практ. конф. молодых учёных и спе-циалистов, ч. 3. – Воронеж: ВГАУ, 2014. – С. 124-129.

16. Пат. 2426290 РФ МКИ A01B 15/08 Полосовой отвал плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров, Г.А. Халфин, А.И. Сергиенко (РФ), заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. – № 2010112577/21; заявлено 31.03.2010; опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23. – 4 с.

17. Пат. 2478270 РФ МПК A01B 11/00, A01B 3/36 Навесной вибрирующий плуг / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.А. Мухин (РФ). – № 2011141674/13; заявлено 13.10.2011; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 10. – 4 с.

18. Пат. 2479180 РФ МПК A01B 17/00, A01B 3/00 Плуг для отвальной вспашки / В.В. Василенко, С.В. Василенко, М.В. Зыбин (РФ). – № 2011146778/13; заявлено 17.11.2011; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11. – 4 с.

19. Пат. 2549776 РФ, МПК A01B 15/00, A01B 15/10. Плуг с полным переворотом пласта / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. – № 2013148232/13; заявл. 29.10.2013; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 12.

20. Пат. на полезную модель 86376 РФ МПК A01B 15/08 Полосовой отвал почвообрабатывающего орудия / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров (РФ). − № 2008102690/22; заявлено 23.01.2008; опубл. 10.09.2009. – Бюл. № 25. – 4 с.

21. Пат. на полезную модель 152988 РФ МПК A 01B 35/24. Вибрирующая стойка почвообрабатывающего органа / В.В. Василенко, А.И. Сергиенко, Г.А. Халфин (РФ). – № 2014111580/13, заявлено 25.03.2014, опубл. 27.06.2015. Бюл. № 18.

22. Пат. 2201050 РФ МПК A 01 B 49/02, A 01 B 3/30. Плуг навесной симметричный / В.В. Василенко, Г.А. Халфин, В.И. Ковалёв (РФ). − № 2001109628/13 – 10.04.2001; опубл. 10.04.2001. – Бюл. №9, 4 с.

23. Хахулин А.Н. Способ расширения борозды для полного переворота пласта / А.Н. Хахулин, В.В. Василенко. – Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов, ч. 3. – Воронеж: ВГАУ, 2014. – С.130-134.

УДК 669.713.7

В.Н. Федоринов, студент
А.Д. Бровченко, к.т.н., доцент
С.В. Кузьменко, к.т.н., доцент

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В статье рассмотрены способы технической диагностики дизельных двигателей внутреннего сгорания с помощью диагностических стендов,

проведен сравнительный анализ эффективности методов диагностики на современном диагностическом оборудовании (стенды ТНВД). Цель статьи – оценить преимущества и недостатки диагностических стендов ТНВД российских и зарубежных производителей (Германия BOSCH). Показано преимущество российских стендов над зарубежными аналогами. В заключении сделан вывод о эффективности и надежности российских диагностических стендов и возможности их интенсивного использования в процессе техобслуживания автомобилей.

Дизельный двигатель это надежный и проверенный временем тип двигателя внутреннего сгорания. Он более «выносливый» в работе, хорошо переносит экстремальные нагрузки, имеет высокую ремонтопригодность и поэтому срок его рабочей эксплуатации гораздо выше, чем у бензиновых двигателей.

По типам топливных насосов высокого давления (ТНВД) дизели делятся на два типа:

– насосные, где каждая секция насоса связана с отдельной форсункой длинными трубопроводами высокого давления или непосредственно с насос-форсунками без трубопроводов;

– аккумуляторные (Common Rail), где насос подает топливо в аккумулятор, а затем под давлением топливо подается к форсункам.

Устройство насосного двигателя наиболее простое и соответственно экономичное, поэтому дизели этого типа встречаются гораздо чаще. В зависимости от конструкции имеются следующие виды топливных насосов высокого давления:

– рядный, имеет плунжерные пары по числу цилиндров в корпусе насоса и каналы для подвода и отвода топлива;

– распределительный, в котором имеется один или два плунжера, обслуживающих все цилиндры двигателя.

Распределительные ТНВД имеют меньшие габариты и обеспечивают равномерную подачу топлива, зато менее долговечны. Поэтому чаще применяются на легковых автомобилях.

Насос-форсунка объединяет в одном устройстве создание высокого давления и впрыска топлива. Это позволяет повысить мощность двигателя благодаря наибольшему давлению впрыска, при этом снизить расход топлива, токсичность выхлопа, а также понизить шумовой уровень. Недостаток – затруднительно получить строго одинаковые цикловые подачи по цилиндрам, и, высокая цена по сравнению с секционным ТНВД.

Аккумуляторная система Common Rail имеет электронный блок управления, обеспечивая разнообразные характеристики. Она проще по конструкции в сравнении с насосным дизелем, потому что выполняет функцию источника давления и не регулирует цикловую подачу топлива. Однако конструкция форсунок высокотехнологична, это обусловливает высокую цену и сравнительно низкий рабочий ресурс. Кроме того, есть необходимость поддержания постоянного высокого давления в

аккумуляторе и высокой энергии электрического импульса управления каждой форсункой.

Как правило, большинство распространенных неполадок возникают не по причине отказа ходовой части двигателя, а из-за поломок топливной системы. Топливная система оказывает большое влияние на эксплуатационный ресурс и надежность дизельного двигателя, и является главным определяющим фактором качества его работы и срока службы. По этой причине важным условием для повышения надежности и срока безотказной работы дизеля является быстрое обнаружение и профессиональное устранение любых неисправностей.

В процессе активной эксплуатации регулировочные параметры ТНВД изменяются. Как следствие, появляются неисправности в работе двигателя, что приводит к потере мощности и избыточному расходу топлива и, как следствие, к росту эксплуатационных затрат. В 50% отказов двигателя основной причиной неисправности являются неполадки в топливной системе: нарушается герметичность системы подсоса воздуха, засоряются воздушные фильтры и т.д. [1].

Диагностирование систем питания дизельных двигателей состоит из следующих этапов:

проверка герметичности системы;

проверка топливных и воздушных фильтров;

проверка топливоподкачивающего насоса;

проверка насоса высокого давления;

проверка форсунок.

Самой распространенной причиной неисправностей ТНВД является закоксовка распылителя на форсунках, износ нагнетающих клапанов, повреждение плунжерных пар и, как следствие, снижение давления впрыска, а также нарушение правильной регулировки ТНВД. Причиной таких проблем является предельная нагрузка двигателя при работе в тяжелых условиях, нарушение правил эксплуатации и использование низкокачественного топлива.

В настоящее время для диагностики работы и состояния дизельных двигателей существует разнообразное техническое оборудование: стенды, устройства, приспособления, способы и методы анализа отдельных параметров технического состояния двигателей внутреннего сгорания и его отдельных подсистем и частей.

Но, несмотря на это, зачастую, мастера испытывают серьезные затруднения с обнаружением большинства отказов в работе системы питания двигателя из-за постепенного возникновения их и по причине того, что отказы в системе воздухоснабжения и газораспределения оказывают аналогичное влияние на показатели работы дизельного двигателя.

Существует три метода диагностирования топливной системы ТНВД:

– визуальный осмотр и прослушка шумов на рабочем двигателе;

– измерение и анализ определенных рабочих параметров (давление топлива и т.п.);

– компьютерная диагностика ТНВД на специальных автоматических стендах.

Визуальный осмотр позволяет выявить серьезные неисправности, приводящие к отказу в работе топливной системы: оценить состояние двигателя (трещины, коррозия, видимые повреждения), ответственных узлов топливоподающей аппаратуры, свечей накала и т.д. Визуально определяют отсутствие засоров топливных и воздушных фильтров. О состоянии двигателя можно также судить по звуку работающего мотора и ТНВД на холостом ходу и под нагрузкой, по цвету выхлопных газов. Особо значение придается визуальной проверке системы питания дизельного двигателя на герметичность. Так как, подсос воздуха во впускной части системы (от бака до топливоподкачивающего насоса) приводит к нарушению работы топливоподающей аппаратуры, а нарушение герметичности части системы, находящейся под давлением (от топливоподкачивающего насоса до форсунок), может сопровождаться протеканием и соответственно перерасходом топлива [2].

Когда проблема локализована при помощи внешнего осмотра, но имеется необходимость точного определения причины отказа двигателя, можно получить информацию путем замеров и анализа рабочих параметров, которые укажут на отклонения в работе той или иной системы или самого мотора. Анализ и замеры рабочих параметров обычно проводятся на машинах, где электронная диагностика при помощи сканеров невозможна. Для диагностирования механического ТНВД потребуется замерить компрессию в цилиндрах, давление наддува, давление картерных газов. Например, если при низкой компрессии, отсутствии возгорания топлива и соответственно отказе работы цилиндра проблема не связана с топливоподачей и ремонту подлежит непосредственно двигатель. На данном этапе используются разнообразные тестеры (рисунок 1).



Рисунок 1 – Прибор для диагностики ТНВД переносной Diesel Tester. VE распределительного типа.

Дизель-тестер не ориентирован на какую-либо определенную модель автомобиля, так как все анализируемые параметры систем двигателя получаются путем непосредственного подключения датчиков к

контролируемым точкам двигателя. В состав дизель-тестера входит также сканер с системой самодиагностики двигателей. Дизель-тестеры относятся к аккумуляторному типу. Они могут работать от аккумулятора тестируемого автомобиля.

Компьютерная диагностика ТНВД на специальных автоматических стендах позволяет протестировать работу не только топливной системы, но и провести многоуровневый анализ электронной системы управления и исполнительных устройств, а также выявить ряд механических проблем на основании анализа показаний от датчиков «электрической» части двигателя.

Например, на стендах ТНВД проводят испытания и регулировку топливоподкачивающего насоса и насоса высокого давления. При испытаниях и регулировке на стенде исправный топливоподкачивающий насос должен иметь определенную производительность при заданном противодавлении и давление при полностью перекрытом топливном канале [3].

Компьютерное сканирование определяет параметры температуры, работы вакуумных устройств, работы форсунок. Компьютер анализирует собранные данные и делает заключение об ошибках, что позволяет определить и устранить неисправность. Главным плюсом такой диагностики является простота, скорость работы, а также отсутствие необходимости разбирать двигатель и проводить дополнительные манипуляции.

Все средства диагностирования в зависимости от мобильности можно разделить на три группы:

– переносные (тестеры);

– стационарные (стенды ТНВД);

– мобильные (мобильная станция диагностики и ТО).

Мобильные диагностические станции имеют особое значение для сельского хозяйства. Многие сельхозтоваропроизводители сталкиваются с проблемой диагностики ТНВД, так как экономически нецелесообразно покупать стационарный стенд ТНВД, а отправлять машину на специальную компьютерную диагностику дорого, долго и не всегда имеется возможность это сделать. При этом хозяйство терпит убытки из-за простоя техники во время сезонных работ. Мобильная станция – это автомобиль, укомплектованный диагностической аппаратурой (тестерами, небольшими стендами) с квалифицированным техническим персоналом. Это позволяет проводить техническое обслуживание (ТО) и ремонтные работы любом месте.

В настоящее время существует много модификаций диагностических стендов как отечественных, так и зарубежных производителей.

Наиболее известным производителем зарубежных диагностических стендов является фирма Bosch (Германия). Диагностический стенд Bosch EPS 815 предназначен для настройки дизельных топливных насосов высокого давления и компонентов. Топливный стенд имеет хорошие характеристики частоты вращения и стабильность скоростного режима, которые гарантируют высокую повторяемость результатов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Стенд Bosch EPS 815

Стендом легко управлять, он оснащен массивным маховиком и высокоточной установкой частоты вращения и имеет минимальное время отклика на изменение частоты вращения, точность позиционирования, необслуживаемый привод с высоким коэффициентом полезного действия (КПД).

Одним из преимуществ является возможность доукомплектовать стенд разными модулями, исходя из потребностей заказчика, например:

– MGT/KMA (механическая часть/электронная система подачи измерения количества подаваемого топлива);

– VPM 844/CRS 845 H/CRI 846 H/CAM 847/CRI/CRIN 848 H;

– CP1/2/3/CRIN.

Благодаря отсутствию необходимости подгибания испытательных трубок (положение измерительной системы может регулироваться в 3-х измерениях) стенд имеет длительный срок эксплуатации и обладает высокой надежностью.

С помощью универсального испытательного стенда для компонентов Bosch EPS 625 можно проверять высокопроизводительные традиционные рядные и распределительные ТНВД как компании Bosch, так и других изготовителей. При этом соблюдаются спецификации изготовителей двигателей и автомобилей. К дополнительным преимуществам данного стенда можно отнести:

представляет собой недорогую и долговременную инвестицию;

имеет специализированный испытательный стенд для компонентов;

совместимость с имеющимися комплектами дооснащения EPS 815.

интегрированное водяное охлаждение и электронная регулировка частоты вращения приводного двигателя;

гибкое сохранение данных благодаря опциональному подключению к персональному компьютеру.

Базовый комплект диагностики системы Bosch Common Rail CR305/CR300 предназначен для испытаний и диагностики топливных систем Common Rail дизельных двигателей легковых, грузовых автомобилей, автобусов, дорожной и строительной спецтехники. Проверка форсунок таких

известных брендов как Bosch, Cummins (Bosch CR), Denso, АЗПИ, Caterpillar, Delphi, Siemens, с функцией присвоения кода Bosch IMA.

К преимуществам данного оборудования можно отнести:

обновляемая база тест-планов;

электронная система измерения подачи жидкости;

возможность программирования режимов и создание собственных пользовательских тест-планов;

всестороннее тестирование. Можно провести следующую проверку: тест на герметичность, тест объема при полной нагрузке, среднюю скорость, тест на холостом ходу, тест на предварительном впрыске. (Leak, VL, EM, LL, VE);

система замера хода анкера электромагнитного инжектора.

Комплект дооснащения CRS 845 H позволяет провести надежную диагностику дизельных компонентов при давлении до 2500 бар. Соответствующие комплекты дополнительных аксессуаров подходят для испытаний различных насосов высокого давления.

Главным недостатком стендов BOSCH является отсутствие русификации программного обеспечения и тест-планов на некоторые отечественные ТНВД.

Производственное объединение «Стендовое оборудование» (г. Санкт-Петербург) разработало и запатентовало стенды для испытания российских ТНВД дизелей серии «СДТ». Эти стенды находятся в эксплуатации более 15 лет и не уступают заграничным аналогам (рисунок 3).

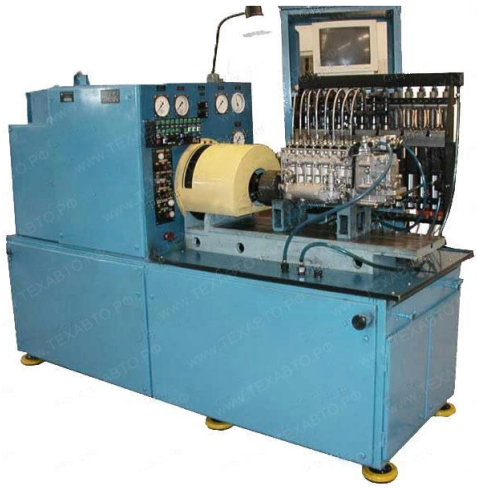


Рисунок 3 – Стенд СДТ для ТНВД отечественного и зарубежного производства

Благодаря гибкому программному управлению электроприводом, который позволяет работать с любым типом инверторов и электродвигателей «СДТ» превосходит стенды других русских производителей. Одним из недостатков других производителей стендов, является жесткая привязка программного обеспечения к конкретному типу инверторов, к примеру – Mitsubishi , что вызывает трудности в процессе эксплуатации, как при модернизации стенда, так и при замене вышедшего из строя преобразователя или электродвигателя.

Российские аналоги марок NT3000, 12PSDB, 10-05, зачастую являются удешевленной копией стендов Bosch (Германия). При этом они нерусифицированы и не имеют тест-планов для проверки российских ТНВД. Кроме того возникают сложности с гарантийным обслуживанием.

Стенд СДТ обладает большим количеством взаимозаменяемых микропроцессорных блоков управления, устанавливаемых на стенды: от «тахосчетчика» со стандартными функциями до встроенных в стенд компьютеризированных модулей управления с возможностями измерения цикловой подачи секций ТНВД в автоматическом режиме. Благодаря расстоянию от оси вала ТНВД до плоскости станины стенда – 175,0 мм стенд может работать с любым типоразмером ТНВД. Стенды других производителей, часто имеют уменьшенное расстояние – 125,0 мм, что не позволяет устанавливать и проверять некоторые типы российских ТНВД. Стенд допускает возможность проводить испытания и регулировку как ТНВД легковых автомобилей малой мощности (например «VE»), так и мощных ТНВД грузовых автомобилей как отечественных, так и зарубежных марок.

Стенды для испытания ТНВД разработаны и изготовляются в нескольких модификациях, из которых три основных (СДТ-7,5, СДТ-15 и СДТ-22) являются базовыми, перекрывающими по своим мощностным и частотным характеристикам всю область применения существующих стендов для регулировки ТНВД. Стенды позволяют производить настройку ТНВД всех отечественных фирм производителей («ЯЗДА», «НЗТА», «АМПО», «ВЗТА», «ЧЗТА») и основных зарубежных («BOSCH», «LUCAS/DELPHI», «DENSO»), а также систем с насос форсунками американских и европейских дизелей, систем с форсунками Common Rail.

Итак, сравнивая эффективность зарубежных и российских диагностических стендов, можно сказать, что российские стенды марки СДТ совершенно не уступают по своим техническим характеристикам и диагностическим возможностям зарубежным аналогам, и в некоторых вещах даже превосходят их. Российские стенды СДТ модернизированы и совместимы практически с двигателями, как всех отечественных фирм производителей, так и зарубежных. Это значительно расширяет возможности использования стенда не только для узкоспециализированных марок двигателя, в отличие от зарубежных стендов, как правило, привязанных к той или иной фирме-производителю. При этом они русифицированы. Что значительно облегчает работу мастерам-диагностам.

Список литературы

1. Гюнтер Г. Диагностика дизельных двигателей. Серия «Автомеханик». – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 176 с.

2. Крашенинников С.В. Диагностика топливной аппаратуры дизельного двигателя / С.В. Крашенинников, С. П. Пятин // Сельский механизатор. – 2010. – № 7. – С. 30-31.

3. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений / А.Д. Ананьин [и др.]. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 432 с.

4. Совершенствование технического сервиса лесовозных автопоездов с учетом влияния состояния автотранспортной сети: монография / В.Г. Козлов, В.А. Бурмистров, А.Г. Чистяков, А.Ю. Арутюнян, М.М. Умаров ; ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, ФГБОУ ВПО «УГТУ», ФГБОУ ВПО «МГУЛ». – Воронеж: изд-во типография ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 228 с.

5. Кондрашова Е.В. Разработка математической модели корректирования режимов технического обслуживания грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, Т.В. Скворцова и др. // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. международной научно-практической конференции. 2015. - С. 147-153.

6. Козлов, В.Г. Исследование эксплуатационной надежности лесовозных автопоездов / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, Т.В. Скворцова // Наука и образование в современных условиях: матер. международной научной конференции. 2016. С. 250-255.

7. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.

8. Козлов В.Г. Определение влияния параметров ходовой части лесовозного автопоезда на устойчивость движения управляемых колес / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев, Д.В. Бурмистров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - № 4-4. - С. 671-674.

9. Skrypnikov, A., Dorokhin, S., Kozlov, V. G., & Chernyshova, E. V. (2017). Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 12(2), 511-515.

10. Kozlov, V. G., Gulevsky, V. A., Skrypnikov, A. V., Logoyda, V. S., & Menzhulova, A. S. (2018). Method of individual forecasting of technical state of logging machines. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 327(4) doi:10.1088/1757-899X/327/4/042056

11. Logoyda, V. S., Skrypnikov, A. V., Kozlov, V. G., Tikhomirov, P. V., Zelikov, V. A., Brovchenko, A. D., & Razgonyeva, V. V. (2019). Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(5), 2178-2183.

12. Остриков В.В. Изменение вязкости моторного масла как показатель технического состояния двигателя внутреннего сгорания и свойств смазочного материала / В.В. Остриков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 3 (62). С. 54-61.

УДК 629.1-46

А.В. Сатышев, студент
С.В. Соломников, студент
А.С. Ролдугин, студент
О.М. Костиков, к.т.н., доцент

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБУСОВ В ГОРОДСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

В данной научной статье рассматривается автобус, работающий от электричества, который получил название ”Электробус”. Рассматриваются его положительные и отрицательные качества.

Большое количество транспорта в городах сопровождается постоянными пробками и выбросами вредных веществ в окружающую среду. Ежедневно потребляется огромные объемы энергетических ресурсов, в процессе переработки которых выделяются оксид углерода, альдегиды, оксид серы, сажа и другие вредные вещества. Это влияет на состояние нашей атмосферы. Возникает парниковый эффект, происходит истощение озонового слоя, увеличивается вероятность выпадения кислотных осадков. Загрязнение атмосферы автомобилями составляет около 13,4% от общего числа факторов.

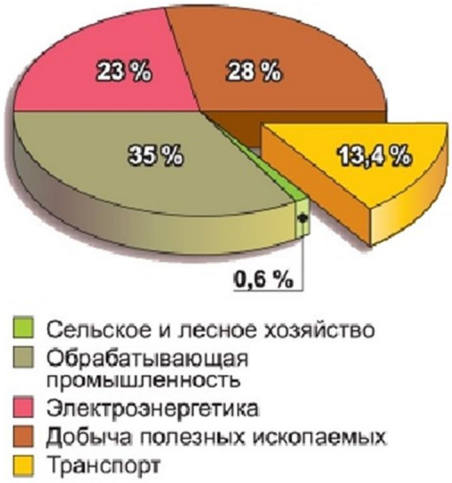


Рисунок 12 - Доля отраслей промышленности и транспорта в загрязнении атмосферы в России

Проблема загрязнения окружающей среды является актуальной в наше время. Человечество уже сделало шаг в решении этой проблемы, создав автомобили, которые работают от электричества. Только 1% транспорта в настоящее время является электрическим, но с каждым годом он растет.

Автобусы являются неотъемлемой частью каждого города. И если в 1895 году автобус с двигателем внутреннего сгорания произвел сенсацию, то сегодня инженеры всего мира ведут разработки экологически чистых автобусов.

Одни из них это автобусы, работающие от электричества, которые получили название “Электробус”. Электробус - тип транспорта, который в качестве топлива использует электричество.



Рисунок 13 - Устройство электробуса

Источником питания является аккумулятор большой емкости, который располагается в специально отведенном для него месте. Роль двигателя выполняет тяговый электродвигатель, который передает крутящий момент непосредственно на колеса.



Рисунок 14- Зарядка электробуса

Зарядка аккумуляторов осуществляется при помощи станций подзарядки благодаря пантографу. На полную зарядку электробуса требуется 6 часов 20 минут. Система зарядки электробуса полностью автоматизирована: стыковка пантографа с контактами на зарядочной станции выполняется и контролируется. Также практикуется так называемая «ночная зарядка» в парке с помощью бортового зарядного устройства от стандартной трехфазной сети переменного тока.

Основными и самыми главными преимуществами электробуса является более высокая производительность и отсутствие выбросов вредных веществ в атмосферу. Он является безопасным и экологически чистым видом транспорта. Вероятность пожара в таких автобусах сведена к нулю, из-за отсутствия больших баков с легковоспламеняющейся жидкостью.

По сравнению с автобусом, оснащенным двигателем внутреннего сгорания, электрический автобус имеет ряд несомненных преимуществ:

1. Они имеют больший К.П.Д. по сравнению с автобусами оснащёнными двигателем внутреннего сгорания (порядка 90-95%).

2. Благодаря отсутствию К.П.П. происходит мгновенная передача крутящего момента на колеса, благодаря этому возрастает динамика, что делает обгоны более безопасными.

3. Отсутствие двигателя внутреннего сгорания, трансмиссии, и выхлопной системы позволяет устанавливать ровный пол, что делает электробус более комфортным для пассажиров.

4. Тяговый двигатель надежнее, чем двигатель внутреннего сгорания.

5. Электрические автобусы не загрязняют городской воздух выхлопными газами. Это достоинство играет самую важную роль, ведь по выбросу выхлопных газов один автобус приравнивают к 343 машинам.

6. Экономичность. Эксплуатация электробусов экономически выгоднее, чем эксплуатация автобусов с двигателем внутреннего сгорания:

А. Срок службы подвижного состава электробуса больше, чем срок службы автобуса с двигателем внутреннего сгорания.

Б. Сравнительно малые затраты на обслуживание.

С. Низкая себестоимость перевозок. Средний годовалый пробег составляет в среднем 80 тысяч километров. Расход топлива автобуса с двигателем внутреннего сгорания составляет порядка 40 л на 100 км. При средней цене бензинового топлива 45 рублей и каждодневной эксплуатации, расходы за год составляют около полутора миллиона рублей. Расход энергии для электробуса составляет 91 кВт*ч на 100 км. При стоимости электроэнергии 3,8 рубля/кВт*ч, ежегодные расходы для электробуса составляют около 300-350 тысяч рублей. Выходит, что расходы на эксплуатацию электробуса как минимум в 4 раза меньше чем у обычных автобусов, не считая затрат на расходные материалы таких как антифриз, моторное масло, различные фильтра и т.д.

В электробусе так же сочетается экологичность троллейбуса, а при использовании выделенной полосы он объединяет в себе достоинство трамвая.

Но электрические автобусы так же имеют ряд недостатков:

1. Для массового использования необходимо создание сети станций зарядки в местах стоянки автопарка.

2. До сегодняшнего дня главным недостатком была проблема быстрой разрядки аккумуляторной батареи из-за суровых погодных условий, но такие компании как AltairNano и Toshiba разработали аккумуляторы нового

поколения с одинаковыми характеристиками работы, как в летнее, так и в зимнее время года.

3. Еще одной проблемой помимо быстрой разрядки аккумуляторной батареи является проблема отопления салона. При включенном отоплении заряд батареи расходовался в разы больше, но эту проблему смогли решить лишь частично, установкой энергосберегающих стекол и экономичных обогревателей.

В таблице 1 представлены краткие технические характеристики электробуса. Одной из самых серьезных проблем эксплуатации является его не высокая степень автономности. Пробег электробуса составляет в среднем 150 км.

Таблица 2- Технические характеристики электрических автобусов

Марка	Мощность, кВт	Емкость АКБ, кВт·ч	Запас хода, км	Вместимость, чел.
КамАЗ 6282	115	105	100	85
ЛиАЗ-6274	180	77	200	90
Volgabus CR12E	250	300	300	90
Mercedes eCitaro	125	243	150	88
Volvo 7900 Electric Articulated	200	396	200	150
Van Hool Exqui City	160	215	120	107

На практике, на примере Москвы, к 2021 году город планирует полностью отказаться от закупки автобусов и полностью перейти на электробусы. В таких городах как Санкт-Петербург, Казань, Пермь, Ростов-на-Дону, Екатеринбург происходит частичное внедрение электрических автобусов в городской парк. Лидером по использованию электробусов является Китай (более 55% мирового рынка). С 2011 года, в Китае было реализовано 317 тысяч электробусов.

В заключении можно отметить, что электробусы являются перспективным видом транспорта, который может полностью вытеснить из городского парка автобусы с двигателем внутреннего сгорания, но для полноценного функционирования необходимо создание технической инфраструктуры.

Список литературы

1. Конструкция тракторов и автомобилей [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, А. В. Ворохобин, О. С. Ведринский: Учебное пособие для ВУЗов – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2011. – 429 с.

2. Костиков, О. М. Оценка эффективности регулирования мощности двигателей сельскохозяйственных тракторов отключением цилиндров [Текст] / О. М. Костиков, Н. Р. Сурин // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы

международной научно-практической конференции. – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 99-104.

3. Поливаев, О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. Учебное пособие для вузов -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.- 291 с.

4. Поливаев, О. И. Электронные системы управления автотракторных двигателей: учебное пособие [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, О. С. Ведринский. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.- 200 с.

5. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Агроинженерия" [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, О. С. Ведринский.- М.: КНОРУС, 2011.-96 с.

УДК 621.43

В.А. Черников, к.т.н, доцент
С.В. Соломников, студент

СИСТЕМА ДЕАКТИВАЦИИ ЦИЛИНДРОВ НА ЧЕТЫРЕХЦИЛИНДРОВОМ ДВИГАТЕЛЕ

Рассмотрены конструктивные особенности устройства деактивации цилиндров АСТ малообъемных четырехцилиндровых бензиновых и дизельных моторов. Данная система позволяет увеличить КПД и экономичность двигателя внутреннего сгорания и снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

С течением времени в автомобилизации постепенно ужесточаются требования к разрабатываемым двигателям по таким критериям, как выброс вредных для окружающей среды веществ, экономичность топлива при минимальном снижении мощностных характеристик. За счет улучшения этих составляющих увеличивается КПД двигателя внутреннего сгорания. Для реализации этих запросов инженеры, проектирующие мотор, стараются усовершенствовать каждую его составляющую систему, чтобы та, в свою очередь, работала с наибольшей отдачей. Рассмотрим это на примере газораспределительного механизма современных высокофорсированных двигателей.[1]

Одной из передовых корпораций по разработке и выпуску автомобилей считается Volkswagen, конструкторы этого концерна одни из первых начали внедрять систему деактивации цилиндров на малообъемных четырехцилиндровых моторах. Эта система получила название АСТ. Именно эта функция помогает добиться большего КПД от двигателя внутреннего сгорания, не смотря на то, что в настоящее время автомобильная индустрия плавно переходит на производство электрокаров. По данным исследований

ведущих специалистов, а также из практики эксплуатации известно, что современные дизели за 1 км пути выделяет на 42 грамма диоксида углерода меньше, чем электромобили одинаковой мощности.[5]

Работа системы деактивации цилиндров основывается на выключении газораспределительного механизма второго и третьего цилиндров при работе двигателя в широком, по обыденным меркам, диапазоне частот вращения 1250 … 4000 об/мин. Благодаря этому эффективность двигателя возрастает за счет снижения расхода топлива в среднем на 0,6 л на 100 км пути в смешанном цикле.[4]

Для выявления достоинств и недостатков, возможностей совершенствования необходимо разобраться с конструктивными особенностями этого элемента. Распределительный вал снабжен рабочими и нулевыми кулачками, которые жестко соединены с направляющими канавками и перемещаются вдоль вала по шлицам под действием исполнительного механизма. Клапаны открываются только при воздействии на них рабочих кулачков, нулевые кулачки не вызывают открытия клапанов. Схема этого механизма показана на рисунке 1.



Рисунок 15 – Система отключения цилиндров АСТ

Устройство включается в работу при соблюдении ряда условий: число оборотов двигателя находится в диапазоне от 1250-4000 об/мин; температура масла в двигателе не ниже 10 °С; лямбда зонд корректирует изменение состава выхлопных газов; крутящий момент, соответствующий действию водителя, не превышает определённого значения, зависящего от числа оборотов, и в любом случае не больше 85 Н·м), блок ЭБУ подает сигнал на исполнительный механизм, который в свою очередь, выдвигая шток в направляющие каналы, перемещает по шлицевому соединению кулачки, заменяя рабочий кулачек на нулевой. За счет этого клапаны на впуске и выпуске 2-го и 3-го цилиндра не открываются при работающем двигателе. Это приводит к прекращению подачи топливно-воздушной смеси. Включение цилиндров происходит другим штоком, который передвигает сдвижной блок кулачков в обратном направлении. Стоит заметить, что пуск двигателя происходит четырехцилиндровом режиме.

Конструкция этого механизма непосредственно интегрирована в газораспределительную систему, усложняя ее наличием шлицевых соединений на валу, что негативно сказывается на ресурсе системы распределения газов при передаче больших крутящих моментов. По сравнению с цельным неразъемным валом, это является бесспорным недостатком. Однако у нее есть ряд преимуществ:

- меньшие потери на дросселирование;
- меньшие потери на газообмен;
- увеличение КПД двигателя.

Необходимо заметить, что управляющий сигнал к исполнительному механизму подается от электронного блока, в который приходит информация с различных датчиков автомобиля. Для полноценного функционирования системы АСТ нужна бесперебойная информация с датчика давления воздуха во впускном коллекторе, датчика температуры воздуха на впуске, датчика Холла, блока дроссельной заслонки, датчика положения педали акселератора, датчика числа оборотов двигателя. Благодаря данным, полученным от этих датчиков, блок ЭБУ дает импульсы на исполнительные узлы системы отключения цилиндров. При отсутствии сигнала двигатель переключается на четырехцилиндровый режим, система отключения цилиндров выключается.[2] Структурная схема этой системы представлена на рисунке 2.

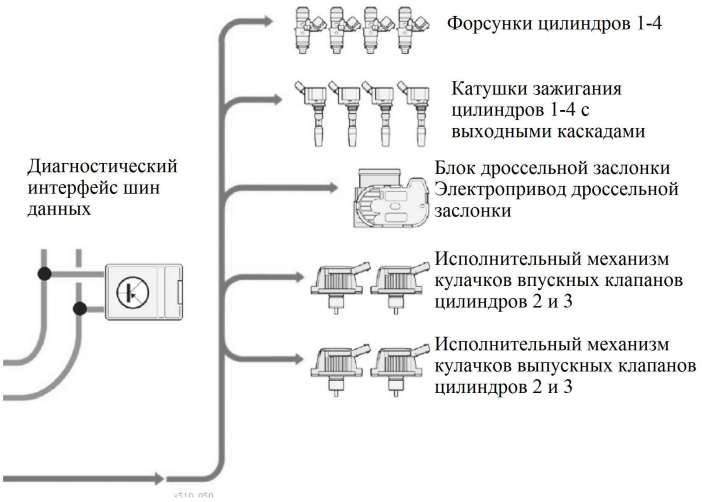


Рисунок 16 – Структурная схема исполнительных механизмов

Управление исполнительным механизмом происходит по следующему принципу: для активации исполнительного механизма блок управления двигателя кратковременно замыкает цепь его массы. В катушке электромагнита создается магнитное поле, и в результате северный полюс электромагнита отталкивает северный полюс постоянного магнита на шайбе сердечника. Вместе с постоянным магнитом отталкивается и металлический стержень, который в результате выталкивается с большой скоростью. Выдвинутый металлический стержень входит в спиральную направляющую канавку, и по мере вращения распредвала блок кулачков сдвигается вдоль его оси. Металлический стержень удерживается в выдвинутом положении

притяжением постоянного магнита к опорной пластине. Схема выдвигания металлического стержня показана на рисунке 3.

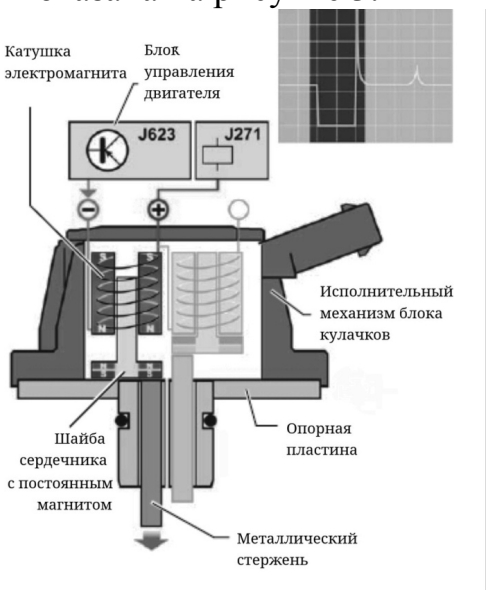


Рисунок 17 – Схема выдвигания стержня исполнительного механизма

Профиль дна направляющей канавки после примерно одного оборота начинает постепенно подниматься, возвращая металлический стержень вверх, в его исходное положение. При движении металлического стержня с постоянным магнитом к электромагнитной катушке, в ней, вследствие эффекта индукции, возникает импульс напряжения.

Блок управления двигателя регистрирует этот импульс напряжения и рассматривает его как сигнал возврата стержня, подтверждающий перемещение блока кулачков и возврат стержня в исходное положение. И в этом случае металлический стержень фиксируется в своем новом положении постоянным магнитом. Схема возврата металлического стержня показана на рисунке 4.

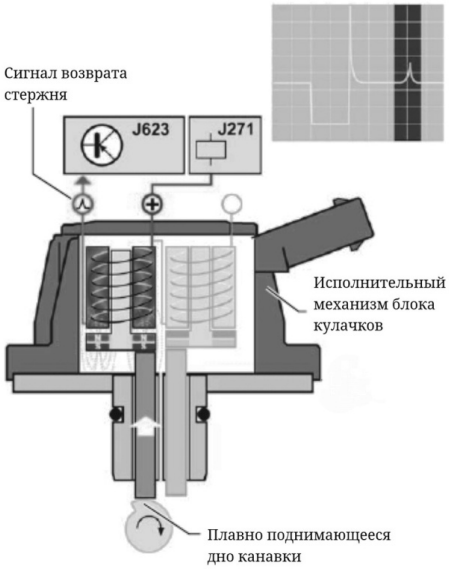


Рисунок 18 – Схема возврата металлического стержня исполнительного механизма в исходное положение

Наличие данной системы является прорывом в мировой автомобилизации и позволяет увеличить КПД двигателя в среднем на 5%. При оснащении автомобилей системой АСТ достигается экономия топлива и уменьшаются выбросы диоксида углерода, что также в свою очередь положительно сказывается на экологии. Ведь с учетом нынешней загруженности автодорог в больших городах эта особенность двигателя может послужить уменьшению техногенного воздействия на окружающую среду. Стоит заметить, что система отключения цилиндров уже хорошо зарекомендовала себя своей надежностью, неприхотливостью и имеет перспективы дальнейшего развития.[3]

Список литературы

1. Божко, А.В. Повышение технико-экономических и экологических показателей дизельных двигателей за счет применения газодизельного топлива [Текст] / А.В. Божко // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященные 100-летию Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2012. - С. 135-143.

2. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Агроинженерия" [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. - М.: КНОРУС, 2011. - 98 с.

3. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. Учебное пособие для вузов - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. - 290 с.

4. Volkswagen [Электронный ресурс]. Дата обращения: 24.02.2020 Режим доступа: http://vwts.ru

5. RTP.expert [Электронный ресурс]. Дата обращения: 24.02.2020 Режим доступа: https://rtp.expert.

УДК 628.8

А.С. Гриднев, студент
О.М. Примаков, студент
Л.И. Федулова, к.т.н., доцент

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

В работе приводится численное решение задачи Коши на заданном отрезке методом Эйлера, которое состоит в построении таблицы приближенных значений искомого решения. Проводится сравнение точного аналитического

решения задачи и ее приближенного решения. Приведена графическая иллюстрация сравнения полученного решения.

Решение многих задач механики часто сводится к решению дифференциального уравнения первого порядка [3]. Существует множество аналитических методов, дающих точное решение задачи в виде аналитического выражения. Если такое решение задачи найти невозможно, то обращаются к различным численным методам, позволяющим постепенно приблизиться к решению поставленной задачи. Наиболее распространенным из численных методов является метод Эйлера. В данном методе для нахождения приближенного решения задачи Коши $\begin{cases} y' = f(x, y), \\ y(x_0) = y_0 \end{cases}$ на отрезке $[x_0, b]$, заданный отрезок интегрирования делят на n равных частей длины $h = \frac{b - x_0}{n}$ таким образом, что $x_i = x_0 + ih, i = 0..N$. Выбирая шаг h настолько малым, что для всех $x \in (x_0, x_1)$ значение функции $y(x)$ приблизительно равно y_0. Последующие значения приближенного решения определяются по формулам $y_{i+1} = y_i + hf(x_i, y_i), i = 0..N-1$, считая, что $y_i \approx y(x)$.

Решим численно дифференциальное уравнение $y' - \frac{y}{x} = x, y(1) = 2$ на отрезке [1; 2] с шагом h=0,1 методом Эйлера. Найдем точное решение $y=y(x)$ и сравним значения точного и приближенного решения в точке x=2.

Данное дифференциальное уравнение первого порядка, разрешено относительно производной [2,4]. Шагом интегрирования h = 0,1 отрезок [1; 2] разбиваем на десять равных частей точками x_0=1; x_1=1,1; x_2=1,2;…, x_{10}=2. Вычисляем $f(x_0, y_0) = \frac{y_0}{x_0} + x_0 = \frac{2}{1} + 1 = 3$. Вычислим приближенное значение для $x = x_1$: $y_1 = y_0 + hf(x_0, y_0) = 2 + 0{,}1 \cdot 3 = 2{,}3$. Продолжая строить решение уравнения по тому же закону, получим таблицу приближенных значений искомого решения (таб.1).

i	x_i	y_i	$f(x_i, y_i) = \frac{y_i}{x_i} + x_i$
0	1,0	2,000	3,000
1	1,1	2,300	3,191
2	1,2	2,619	3,383
3	1,3	2,957	3,575
4	1,4	3,315	3,768
5	1,5	3,692	3,961
6	1,6	4,088	4,155
7	1,7	4,503	4,348
8	1,8	4,938	4,543
9	1,9	5,392	4,738
10	2,0	5,866	

Найдем аналитическое решение уравнения. Заданное уравнение - линейное дифференциальное уравнение первого порядка. Для его решения положим $y=uv$, где u и v две неизвестные функции аргумента x. Тогда уравнение приведется к виду $u'v + uv' - \frac{uv}{x} = x$. Функцию u найдем из условия $u' - \frac{u}{x} = 0$. Частное решение полученного дифференциального уравнения с разделяющимися переменными имеет вид $u = x$. Подставив его в уравнение, получим $xv' = x$. Откуда $v = x + c$. Тогда получим решение исходного уравнения $y = x(x + c)$. Используя начальное условие $y(1) = 2$, найдем искомое частное решение $y = x^2 + x$ (точное решение).

Сравним полученные точное решение и приближенные значения (таб.2).

x_i	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Точное	2,31	2,64	2,99	3,36	3,75	4,16	4,59	5,04	5,51	6,00
Мет Эйлера	2,300	2,619	2,957	3,315	3,692	4,088	4,503	4,938	5,392	5,866

Рассмотрим решение заданного уравнения в системе Mathcad [1]. Приведем графики точного и приближенного решений рис.1.

$a := 1 \quad b := 2 \quad y0 := 2 \quad f(x, y) := x + \frac{y}{x}$ - **правая часть уравнения**

$\begin{pmatrix} x_0 \\ v_0 \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} a \\ y0 \end{pmatrix}$ **Начальные условия** $\quad N := 10 \quad h := \frac{b-a}{N}$ **шаг интегрирования**

$\begin{pmatrix} x_{i+1} \\ v_{i+1} \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} x_i + h \\ v_i + h \cdot f(x_i, v_i) \end{pmatrix}$ Рекурентные формулы метода Эйлера $\quad i := 0 .. N - 1$

$yt(t) := t^2 + t$ **Точное решение задачи**

$Z := \text{Rkadap}(y_0, a, b, N, f)$ **Специальные функция**

$yt(x)^T =$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	2.31	2.64	2.99	3.36	3.75	4.16	4.59	5.04	5.51	6

$v^T =$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	2.3	2.619	2.957	3.315	3.692	4.088	4.503	4.938	5.392	5.866

$z^T =$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
1	2.31	2.64	2.99	3.36	3.75	4.16	4.59	5.04	5.51	6

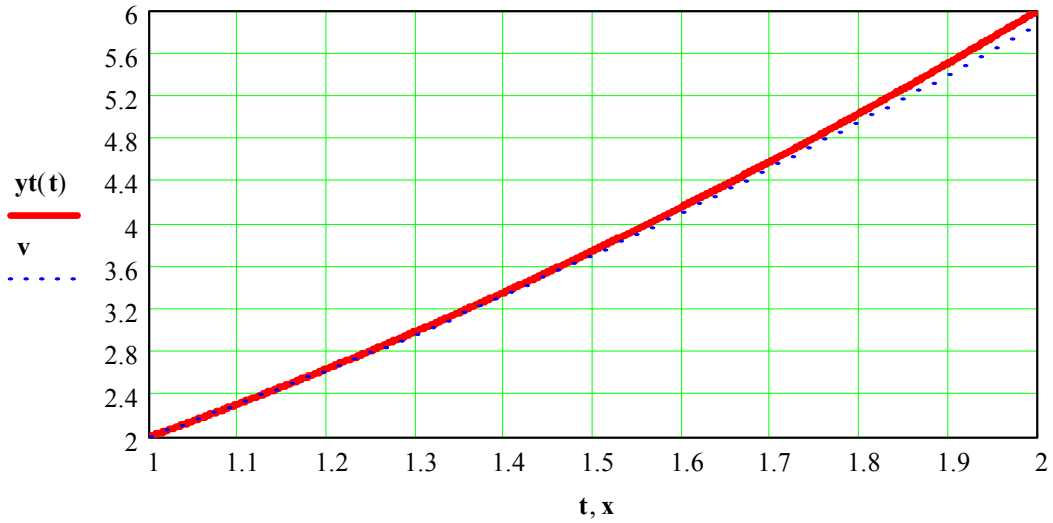


Рис.1. Сравнение точного и приближенного решений

Список литературы

1. Охорзин В. А. Прикладная математика в системе Mathcad [электронный ресурс]: учеб. пособие / В. А. Охорзин - Москва: Лань, 2009 - 352 с.
2. Федулова Л.И. Прикладная математика/ Гриднева И.В., Федулова Л.И. Учеб. пособие. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2015. – 109 с.
3. Гриднева И. В. Математика. Ч. 1: учебное пособие для студентов очной формы обучения агроинженерного факультета по направлению подготовки 35.03.06 "Агроинженерия" / И. В. Гриднева, Л. И. Федулова, А. Е. Попов; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2016 - 213 с.
4. Ясаков А.И. Компьютерный практикум по математической статистике / Ясаков А.И., Федулова Л.И., Гриднева И.В. Учебно-метод. пособие. – Воронеж: Воронеж. гос.аграр.ун-т, 2010. – 62 с.
5. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.

УДК 621.423.31

Ю.П. Фролова, студент
А.Е. Шаповалов, студент
Н.А. Мазуха, к.т.н., доцент

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ КРАН-БАЛКОЙ

В данной статье рассматривается схема управления кран-балкой.

Кран-балка один из видов современного грузоподъемного оборудования, используемых при подъеме и транспортировке грузов с любым тоннажем. Принцип ее работы состоит в следующем: с помощью крепежных систем на механизм подъема крепится груз. Крепежным элементом могут служить крюки, грузовые электромагниты, грейферы, тележки и другие системы. Когда груз будет надежно закреплен, его поднимают на необходимую высоту с помощью действующего подъемного механизма. Ключевыми параметрами любого крана являются его грузоподъемность и высота подъема тали. После поднятия груз перемещают на необходимое расстояние в горизонтальной плоскости по рельсовым путям. Рабочим пространством крана называется пролет крана, это еще одна основополагающая характеристика. Когда груз расположится над местом разгрузки, его опускают и отсоединяют крепления. На сегодняшний день большая часть кранов довольно неприхотлива к условиям внешней среды и в обычном режиме работы функционируют при температурах -20 - +40°С. Человек постоянно стремится облегчить любой процесс, в особенности производственный. Кран-балки используют как на больших заводах, так и на частных предприятиях, что позволяет экономить время и производственные затраты [1 - 3]. Их можно разделить на два типа: опорные и подвесные.

Кран-балки – важные технические помощники, и применяются они как в строительстве, так и в складских помещениях. Они различаются не только опорными креплениями, а также своими функциональными возможностями, и другими характеристиками при использовании. Все это имеет значение при выборе вида грузоподъемного оборудования.

Главное различие между данными грузоподъемными механизмами состоит в том, что подвесной кран крепится прямо к перекрытию помещения – на горизонтальные балки, а наводящая рельса опорного крана – на колонах из металла или бетона. Это позволяет в полной мере использовать всю площадь в помещении.

Опорный механизм имеет большую надежность, устойчивость и долговечность. Конструкция опорного крана обеспечивает большую длину пролета и высокие показатели грузоподъемности. За счет колонн этот вид крана имеет преимущество перед подвесным вариантом. Но в тоже время, если такой механизм нужен временно, то опорный вид не совсем подходит.

Его монтаж и демонтаж проходят сложнее, и занимает гораздо больше времени.

На рисунке 1 показана простейшая схема управления электрической кран-балкой.

Двигатель М1 подключен к питанию через контакты реверсивной пары пускателей КМ1 и КМ2, которые, в свою очередь, получают питание через блок-контакты и кнопки «Вперед-Назад».

При нажатии на кнопки SB1 «вперед» запускается пускатель КМ1, который, размыкая свой блок-контакт КМ1 в цепи катушки КМ2 предотвращает нажатие кнопки SB2 «назад». В результате этого силовые контакты КМ1 подают питание на М1 и балка начинает движение вперед. При нажатии кнопки SB2 «назад» все происходит аналогично, только тележка движется назад. При нажатии кнопки SB3 «влево» и SB4 «вправо» схема будет работать аналогично.

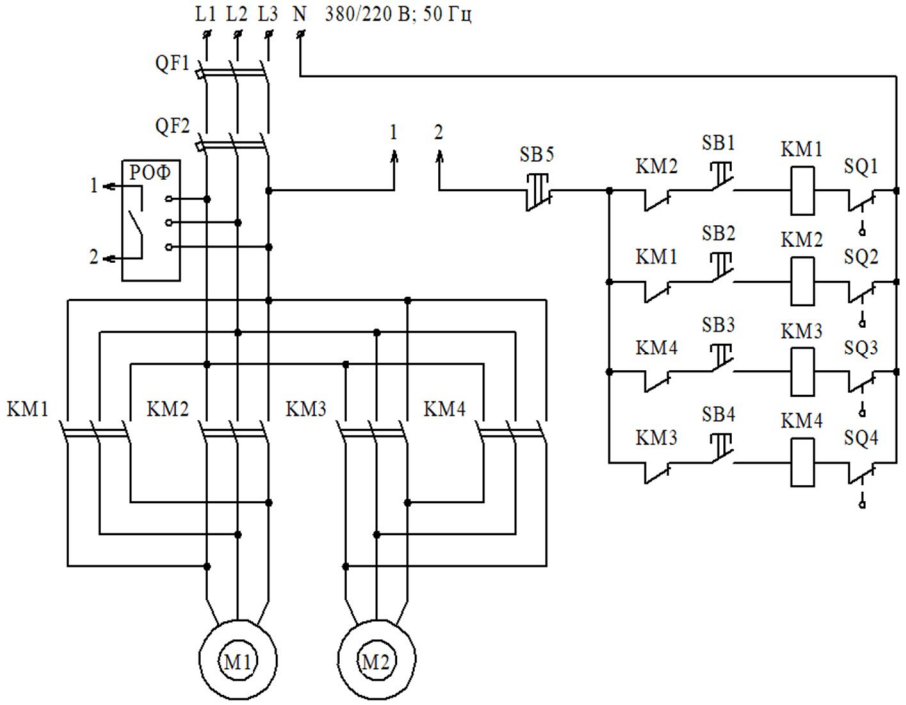


Рисунок 1 - Схема управления кран-балкой

В существующую принципиальную электрическую схему управления кран-балкой предлагаем поставить реле контроля трехфазного релейного напряжения ЕЛ-11М-15 фирмы Меандр, которое предназначено для контроля напряжения и порядка чередования фаз, контроля обрыва и «слипания» фаз, превышения (снижения) напряжения выше (ниже) фиксированного значения, а также контроля асимметрии фаз[4 - 8].

Реле позволяет сделать:

- Отключение при превышении линейных напряжений >1,3 $U_{\text{ном}}$;
- Отключение при снижении напряжения 0,8 $U_{\text{ном}}$;
- Отключение при асимметрии фаз >30%;
- Регулируемая задержка срабатывания от 0,1 до 10с.

Реле легко монтируется электротехническим персоналом предприятия.

Список литературы

1. Оськин, С.В. Автоматизированный электропривод [Текст]/ С. В.Оськин, С.М. Моргун, Н.И. Богатырев. – Краснодар: Изд-во ОАО "Кубанское полиграфическое издание". – 2014. – 212с.
2. Балашов В. П. Грузоподъёмные и транспортирующие машины на заводах строительных материалов [Текст]: Учебник для техникумов. — М.: Машиностроение, 1997. — С. 148-165. — 384 с.
3. Абрамович, И.И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий [Текст] : Справочник / И.И. Абрамович, В.Н. Березин, А.Г. Яуре. – М.: Машиностроение, 1999. – 360 с.
4. Мазуха Н.А., Мазуха А.П. Поддержание работы двигателя при обрыве фазы питающей сети. / Сельский механизатор, 2017, №8, С. 32-33.
5. Мазуха Н.А., Мазуха А.П. Схема для сохранения работоспособности двигателя при обрыве фазы питающей сети [Текст]/ Ремонт, восстановление, модернизация. 2017, №7, С. 39-42.
6. Мазуха, Н. А. Сохранение направления вращения двигателей транспортеров в автоматическом режиме при неожиданном изменении порядка следования фаз питающей сети [Текст]: Наука, образование и инновации в современном мире: материалы научно-практической конференции. Ч.1. / Н.А. Мазуха, А. П. Мазуха , Д. Н. Афоничев. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2018.
7. Основы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами [Текст] / С.Н. Пиляев, П.О. Гуков, Д.Н. Афоничев, Р.М. Панов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 187 с.
8. Пиляев С.Н. Автоматизация технологических процессов [Текст] / С.Н. Пиляев, Д.Н. Афоничев, В.А. Черников. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 240 с.

УДК 613.64

В.Ю. Кирмасов, студент
Д.Б. Болотов, студент
А.С. Корнев, к.т.н., доцент

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СВАРЩИКА В РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

В статье рассмотрен процесс сварки со всеми основными характеристиками, а также предложены организационные мероприятия и

технические средства для борьбы с вредными факторами, возникающими в процессе сварочных работ.

При эксплуатации любых средств механизации, часто возникают ситуации нарушения целостности металлических конструкций, ввиду таких как факторов как старение металла, механические повреждения и т.д. Надежное соединение металлических частей при ремонтных работах имеет очень важное значение для последующей эксплуатации техники. Наиболее распространенным соединением металлических частей является их сварка. Сварка – это один из технологических процессов, с помощью которого получают неразъемные соединения материалов при помощи введения межатомных связей между свариваемыми частями за счет пластического или местного деформирования. Таким образом, сварка является выгодным и высокопроизводительным процессом, который используется во многих отраслях промышленности. Но при выполнении сварных операций возникают значительные риски для здоровья работников. Поэтому использование и разработка специальных технических средств, снижающих вредное воздействие от данной операции на обслуживающий персонал, является актуальным.

Источниками энергии, которые используются при сварке, могут быть: электрический ток, электрическая дуга, газовое пламя, лазерное излучение, ультразвук, трение. С помощью современных технологий сварку можно проводить не только в местах с определенными условиями, но и в полевых условиях. В зависимости от навыков сварщика, от качества материалов и самого сварочного оборудования будет зависеть качество шва. Сварка классифицируется в зависимости от формы энергии, а ее вид определяется видом энергии. Она подразделяется на следующие классы: термический, термомеханический и механический. При термической сварке, процесс осуществляется плавлением за счет тепловой энергии. Такой сваркой является газовая сварка, дуговая, лазерная и др. Сварка, которая осуществляется за счет тепловой энергии и давления относится к термомеханическому классу. Сюда можно отнести контактную сварку, диффузионную, дугопрессовая и др. И к последнему классу относится сварка, осуществляемая за счет механической энергии. Например, холодная сварка, сварка трением, ультразвуковая и др. Сварка так же может классифицироваться по техническим и технологическим признакам.

До 1936 года не было ни одного общегосударственного свода правил, регулирующих безопасные условия труда на рабочем месте. К вопросу безопасности стали подходить скрупулёзно только в середине 20 века. История шведского инженера и изобретателя Нильса Густава Далена заставила задуматься о необходимости обеспечения безопасности. В 1912 году при проведении испытаний устройств, которые должны были обезопасить работу баллонов с ацетиленом, он получил ранение при взрыве и полностью ослеп. Это было связано с тем, что он не пользовался средствами индивидуальной защиты (СИЗ) и не принял требуемые меры безопасности.

Электросварочным работам приписана повышенная степень опасности. При сварочных работах можно получить ожоги, ранение глаз, отравление газами, поражение частей тела брызгами расплавленного металла, поражение электрическим током. Также есть большая вероятность возгораний. Наибольший вред можно получить от таких веществ, как хром, цинк, марганец, которые входят в состав свариваемых металлов и самого электрода. Длительное пребывание в среде, которая не соответствует установленным нормам охраны труда и санитарии, отрицательно влияет на здоровье сварщика. У них могут возникать поражения слизистой оболочки глаз, острые отравления, пневмокониоз, ожоги, перегревание организма, а также есть вероятность поражения электрическим током [3, 4]. В настоящее время опасностью является постоянное использование газовых баллонов, что связано с взрывоопасностью находящихся газов. При транспортировке и хранении газовых баллонов установлены следующие требования: при перемещении баллонов следует избегать их нагревания, ударов, падений; транспортировать следует баллоны только на специально предназначенных тележках; при перемещении баллонов внутри помещений их аккуратно перекатывают в наклонном положении, при этомвсе вентили должны быть защищены стальными предохранительными клапанами; баллоны устанавливают в специальных стойках или прикрепляют к рабочему месту железными хомутами; баллон должен быть установлен вдали от источников тепла. При работе руководствуются следующими правилами: перед началом работы внимательно осматривают вентиль, нет ли утечки газа, не забито ли отверстие; запрещается отбор газа без редуктора; раз в год редукторы сдают на проверку, запрещается использование неисправными или просроченными редукторами; после подключения редуктора необходимо убедиться в отсутствие течи, при обнаружении течи необходимо устранить ее; отбор газа осуществляется с помощью медленного вращения регулировочного винта; по завершению работы закрывают вентиль, снижают давление, после чего ослабляют регулировочный винт редуктора. В настоящее время в зависимости от находящегося газа, баллон имеет отличительную окраску (рисунок 1).

Сварочные работы опасны не только для самого сварщика, но и для окружающих, поэтому безопасные приемы выполнения работ являются важной частью процесса [2]. Поэтому к выполнению работ допускаются лица, которые достигли восемнадцатилетнего возраста, прошли все виды инструктажей и имеют удостоверение на проведение сварочных работ. Перед началом работ электросварщик должен проверить изоляцию электропровода, правильность заземления, надежность соединений, а также убедиться в отсутствии легковоспламеняющихся веществ. Сварщик должен быть обеспечен СИЗ. Он должен работать в хлопчатобумажном костюме с огнестойкой пропиткой и брезентовых рукавицах, лицо и шею необходимо закрывать специальным шлемом от действия лучистой энергии сварочной дуги. СИЗ выбирается в зависимости от видов работ, применяемых материалов и должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011 – 89.

Сварочные работы должны выполняться в специально предназначенных вентилируемых помещениях. Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) используют тогда, когда на рабочем месте не обеспечивается нужная чистота воздуха, которая должна соответствовать требования ГОСТ 12.1.005 – 88 [1].

НАИМЕНОВАНИЕ ГАЗА	ОКРАСКА БАЛЛОНОВ	ТЕКСТ НАДПИСИ	ЦВЕТ ПОЛОСЫ	ЦВЕТ НАДПИСИ
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричнев
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	-
Аргон сырой	Черная	Аргон сырой	Белый	Белый
Аргон технический	Черная	Аргон технич.	Синий	Синий
Аргон чистый	Серая.	Аргон чистый	Зеленый	Зеленый
Ацетилен	белая	Ацетилен	Красный	-
Бутилен	Красная	Бутилен	Желтый	Черный
Нефтегаз	Серая	Нефтегаз	Красный	-
Бутан	Красная	Бутан	Белый	-
Водород	Темно-	Водород	Красный	-
Воздух	Черная	Сжатый	Белый	-
Гелин	Коричневая	Гелии	Белый	-
Закись азота	Серая	Закись азота	Черный	-
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	-
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	-
Сероводород	Белая	Сероводород	Красный	Красный
Сернистый ангидрид	черная	Сернистым	Белый	Желтый
Углекислота	Черная	Углекислота	Желтый	-
Фосген	Защитная	-	-	Красный
Фреон 11	Алюминиева	Фреон 1 1	Черный	Синий
Фреон 12	Алюминиева	Фреон 12	Черный	
Фреон 13	Алюминиева	Фреон 13	Черный	Две
Фреон 22	Алюминиева	Фреон 22	Черный	Две
Хлор	Защитная	-		Зеленый
Циклопропан	Оранжевая	Циклопропан	Черный	-
Этилен	Фиолетовая	Этилен	Красный	-
Все другие горючие	Красная	Наименование	Белый	-
Все другие негорючие	Черная	То же	Желтый	-

Рисунок 1 – Таблица окраски баллонов

Основными требованиями к вентиляции сварочного цеха являются: поток свежего воздуха должен быть направлен строго на сварку; при использовании местной вентиляции скорость воздуха должна быть в пределах 0,8-2,1 м/с; если показатель расхода сварочных материалов превышает 0,21 г/ч, то устанавливается общеобменная вентиляция, в противном случае обходятся местной; при использовании сварочного аппарата в закрытых помещениях приток воздуха подается непосредственно на маску сварщика, при этом температура подаваемого воздуха должна быть не более 19 градусов; в шкафу для хранения газового баллона обязательно устанавливается общеобменная вентиляция [5, 6].

Местная система вентиляции обычно устанавливается, когда речь идет о стационарных столах. Чем лучше организована вентиляция рабочего места, тем меньше вредных веществ попадает в атмосферу, и меньший вред здоровью наносится сварщику. На практике местные отсосы позволяют поглотить около 2/3 объема выбрасываемых вредных веществ (рисунок 2).



Рисунок 2 – Местный отсос

Согласно требованиям ГОСТ 12.3.003 – 86, скорость удаления вредных веществ при местной вентиляции должна составлять не менее 1,5 м/с. Для этого используют формулу:

$$L = K * \sqrt[3]{A},$$

где L – количество удаляемого воздуха местными отсосами;
K=12 – стандарт для однощелевых отсосов;
K=16 – стандарт для нескольких щелевых отсосов;
A – сила тока, выдаваемая сварочным аппаратом.

Если же сварщику приходится выполнять работу на передвижных столах, то в таком случае устанавливают общеобменную вентиляцию (рисунок 3). В основном применяют общеобменную вентиляцию приточно-вытяжного типа с подогревом приточного воздуха в холодное время года, так как конвективные потоки воздуха не стабильны и могут быть нарушены различными факторами, и сам процесс сварки сопровождается большим выделением пыли.



Рисунок 3 – Общеобменная вентиляция

Всеми расчетами и установкой оборудования обязательно должны заниматься профессионалы. Не соблюдение установленных норм и не соблюдение техники безопасности может привести к опасным ситуациям, нанести сильный вред здоровью сварщика, вплоть до летального исхода. Таким образом, можно сделать вывод о том, что все предложенные выше организационные мероприятия направлены на исключение любых вредных и опасных для здоровья и жизни факторов, возникающих в процессе сварочных работ.

Список литературы

1. Высоцкая Е.А., Негативное воздействие систем кондиционирования воздуха на организм человека / Е.А. Высоцкая, А.С. Корнев, Е.В. Полковников // В сборнике: НАУКА ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА материалы научно-практической конференции. 2016. С. 212-217.

2. Колесников, В.Н. Оценка вредных производственных факторов, вызывающих развитие профзаболеваний [Текст] / В.Н. Колесников, П.В. Шередекин, А.С. Корнев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й Студенческой научной конференции. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. – С. 48-53.

3. Корнев А.С., Способы и средства снижения травматизма персонала при работе с электроустановками нестационарного типа // А.С. Корнев, А.С. Новиков, Е.А. Высоцкая // В сборнике: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АПК Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, А. В. Дедова и др.. 2015. С. 217- 221.

4. Склизкоухих, А.О. Влияние вредных производственных условий труда на экономические показатели предприятия [Текст] / А.О. Склизкоухих,А.С. Корнев, А.Н. Кузнецов // Повышение эффективности использованиямобильных энергетических средств в различных режимах движения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Е.М. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. – С. 56-61.

5. Агашков Е.М. Классификация систем автоматического удаления вредных веществ из воздуха производственного помещения / Т.И. Белова, В.Е. Бурак, О.Б. Гераськова, Д.А. Кравченко // Вестник МАНЭБ.-2010.-Т.15, №4. – С. 116-118.

6. Маркарянц, Л.М. Автоматизированная система вентиляции сварочного участка предприятия / Л.М. Маркарянц, В.А. Безик, А.М. Никитин // Вестник Брянской ГСХА. 2013. №4 (2013). С. 33-34.

УДК 67.05

А.С. Зуев, студент
Д.П. Зимин, студент
А.А. Заболотная, ст. преподаватель

ТОЧНЫЕ СТАНКИ В ЧАСОВОМ ДЕЛЕ

Часовое дело является уделом настоящих профессионалов, которым нужны точные и качественные инструменты и для таких профессионалов были разработаны специальные станки, отличающиеся от прочих своей точностью и надёжностью.

Станки, применяемые в часовом производстве, не имеют ни патрона, ни держателя инструмента. Заготовка фиксируется цангами, а затачивается ручными резцами с опорой на линейку-подручник, примерно, как на токарном станке по дереву. Однако эти станки очень точные и довольно дорогие. Рама небольшого часового механизма в виде стержня d-образного сечения (так называемого Женевского типа) обычно фиксируется только одним ребром. Привод шпинделя первоначально был ножным приводом от большого колеса и педали (как в швейной машине), позже использовались электродвигатели.

Часовые станки имеют множество всевозможных приспособлений, среди которых есть токарные патроны (трех -, четырех-и, реже, шести кулачковые), а также держатели инструментов на двух координатном и даже на трех координатном столе. Шпиндель таких станков имеет сквозное внутреннее отверстие диаметром 8 мм (для редких моделей-10 мм или 6 мм) и вращается в бронзовых конических втулках.



Рисунок 1. Часовой станок Boley F1

Построенный по самым высоким механическим стандартам вместе с образцовой косметической отделкой, общая компоновка токарного станка отражала развитие 1940-1950-х годов для этого класса токарных станков WW, где несколько производителей, начиная с английской Pultra и затем IME и Leinen, заявили, что подходят гораздо более простой (хотя и более жесткой) конструкции бабки, где приводной шкив, вместо того, чтобы быть между подшипниками, свисал на левом конце шпинделя. Кроме того, отказавшись от старомодного отдельного промежуточного вала, многие из этих токарных станков были построены на жестком основании (опирающемся на резиновые ножки), которое также служило для удержания двигателя и системы привода.

Для приведения в движение главного шпинделя и управления скоростью был использован рычаг переключения, управляемый большим пальцем, который перемещал фрикционное колесо относительно корпуса, образованного вокруг носа шпинделя (фитинг описал производителей как "несущий диск"). Скорость регулировалась путем установки легкого контакта с тяжелым с помощью пружинного стопорного винта, который упирался в передний путь кровати. Чтобы предотвратить повреждение работы, рычаг переключения был снабжен выступающим рычагом, который (когда давление большого пальца было ослаблено) действовал под давлением пружины как тормоз против несущего диска.

При использовании для токарных станков и шарниров токарный станок не обрабатывался обычным способом, а управлялся с конца задней бабки с оператором, опирающимся обеими руками на верстак. Все было сделано для того, чтобы облегчить его работу, поскольку в задней части станины была установлена большая регулируемая по высоте подставка для запястья (которая помогала удерживать правую руку, держащую гравер на Т-образной подставке), а левая рука располагалась так, чтобы большой палец опирался на рычаг переключения для управления вращением шпинделя. Кроме того, под опорной пластиной имелась откидная заслонка, которая позволяла приподнимать головку станины, а весь токарный станок мог вращаться в своем корпусе вдоль продольной оси. Поскольку станина была обычной высотой 50 мм в центре типа WW (а шпиндель был устроен так, чтобы принимать стандартные 8 мм цанги Boley), можно было использовать большинство аксессуаров из линейки часовщиков производителя. Среди них были составная опора скольжения, пильный стенд, роликовые опилки, стандартные и усиленные цанги, оправка с собачками, прецизионный 3-х кулачковый патрон с торцевыми губками, полые направляющие для задней бабки, универсальный бегунок со сверлильным штифтом, центрирующий штифт и связанные с ним сверлильные держатели, патроны shellac, несущий патрон с мужскими и женскими точками и барабан Jacot и т. д.

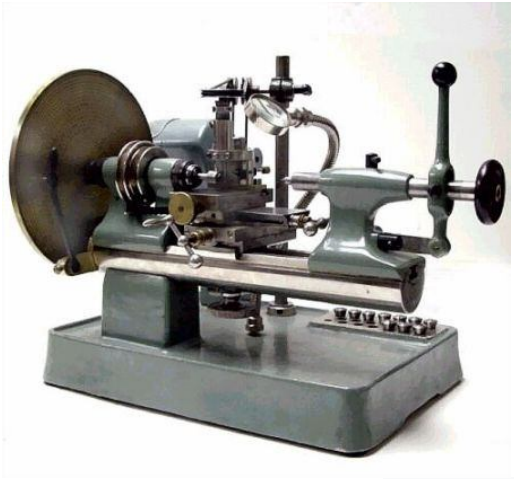


Рис. 2. Часовой станок Gem Glorious (Драгоценный камень)

Изготовленная в Швейцарии, модель Gem Glorious была типичной для более тяжелых часовых станков типа "WW" (Webster-Whitcombe), первоначально разработанных в Америке около 1889 года. Как правило, эти токарные станки имели шпиндель с бабкой, чтобы принимать цанги 8, 10 или 12 мм с высотой центра 50 мм (иногда 70 мм)и плоской вершиной шириной 37 мм, 60-градусным коническим краем. Одной из сильных сторон конструкции" WW " была возможность обмена аксессуарами между производителями, и, хотя станина драгоценного камня была немного уже стандартной на 33 мм, она все еще была в состоянии установить составную ползунную опору, ползун индексирующего колеса и фрезерную насадку с фрезой от Moseley.

Необычный в том, что он был установлен на массивном чугунном основании с резиновыми буферными ножками, драгоценный камень имел как аккуратное интегрированное крепление главного двигателя, так и стойку для переноски "верхнего" для привода (как показано на рисунках ниже) фрезерных и шлифовальных шпинделей, установленных на стойках. Задний правый угол лотка был обработан, чтобы обеспечить место для хранения цанги - хотя с обеспечением только 20, когда можно было бы разместить в два раза больше - и в середине основания точка крепления, повернутая для удержания гибкого элемента, ствол лупы.



Рис. 3. Часовой станок и его комплектующие STAR.

Токарные станки Star, изготовленные компанией A. Gentil & Company из La Brevine, Швейцария, в настоящее время являются одной из немногих сохранившихся европейских фирм, все еще работающих на этом специализированном рынке. Токарный станок первоначально был изготовлен в двух вариантах: № 7 (для Цанг 6 мм) и 7a (для Цанг 8 мм), оба с центральной высотой 40 мм. Станина, имеющаяся в длинах 200 мм, 250 мм, 300 мм и 400 мм, была "Женевского образца" - круглая с плоской задней частью, и стояла на традиционной одиночной, отделяемой ножке на конце бабки. Закаленный шпиндель бабки работал в двух-конусных подшипниках, и были доступны как ручные, так и моторные навесные устройства, причем электрическая версия была особенно хорошо продуманной сборкой либо с многоскоростным промежуточным валом, либо с ножным приводом швейной машины с переменным приводом.

Как и все производители таких токарных станков, звезда была доступна в качестве базового блока или полностью оснащена широким спектром дополнительных услуг-это различные коробочные комплекты..

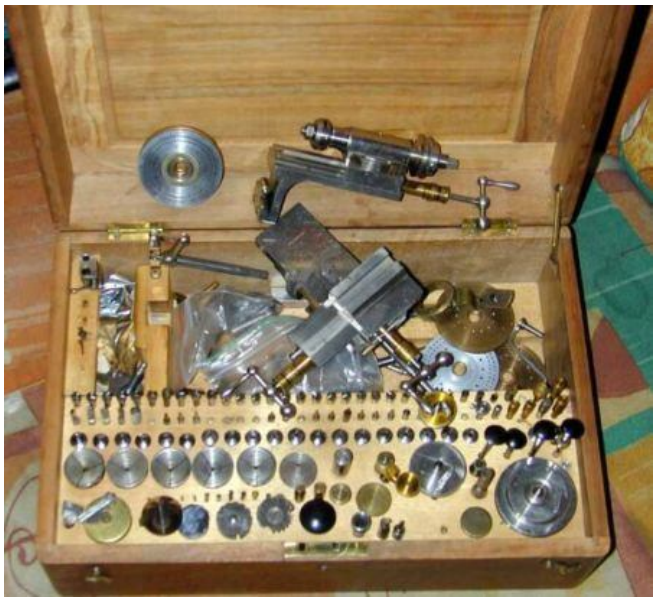


Рис.4. Часовой станок и его комплектующие Lorch

Заметная веха в эволюции токарного станка часовщика, Триумф Лорха, вероятно, сделал больше, чем любой другой, чтобы популяризировать "Женевский" тип, с его легкой конструкцией, но очень практичным, простым в использовании дизайном.

Доступный в течение многих лет с выбором стандартной (№19) или отличительной поворотной бабки (№19b) с нависающим шкивом шпинделя, он должен был продолжать производство (наряду с широким разнообразием других токарных станков часовых делателей) в течение семи десятилетий, в конечном счете прекращенный в начале 1950-х гг.

Это отличная форма токарного станка часовщика, которая очень быстро вошла в моду. Бар-поворотный, с ключевой станиной, идущей вдоль одной стороны, чтобы держать головы в положении. Последняя модель ... имеет вращающуюся бабку, которая может быть отрегулирована на любой

угол, необходимый для специального назначения. Следует заметить, что шкивы находятся снаружи, так что шнур может быть сразу же соединен с ручным или ножным колесом без необходимости его отстегивать. С высотой центра 40 мм, длины кровати 200 мм, 250 мм и 300 мм были доступны. 20 мм в диаметре, станина имела плоскую механическую обработку на спине - то есть, рассматривая токарный станок с его обычной точки обзора бабки слева, а не сверху, как это делали Дж. Боли и другие производители. Первоначально токарный станок диаметром 6 мм вскоре стал доступен с выбором цанг 6 или 8 мм, причем последние гораздо практичнее, и их использование мгновенно распознается при использовании более прочного шпинделя.

Токарные станки Triumph могут быть установлены на верстаке, используя традиционную чугунную ножку, или прикреплены к автономному механизму с приводом от маховика-швейцарцы особенно склонны зажимать весь агрегат, когда это необходимо, к рабочему столу или, если это очень консервативно, делать их поворот, стоя на высоком узком верстаке, примыкающем к окну.

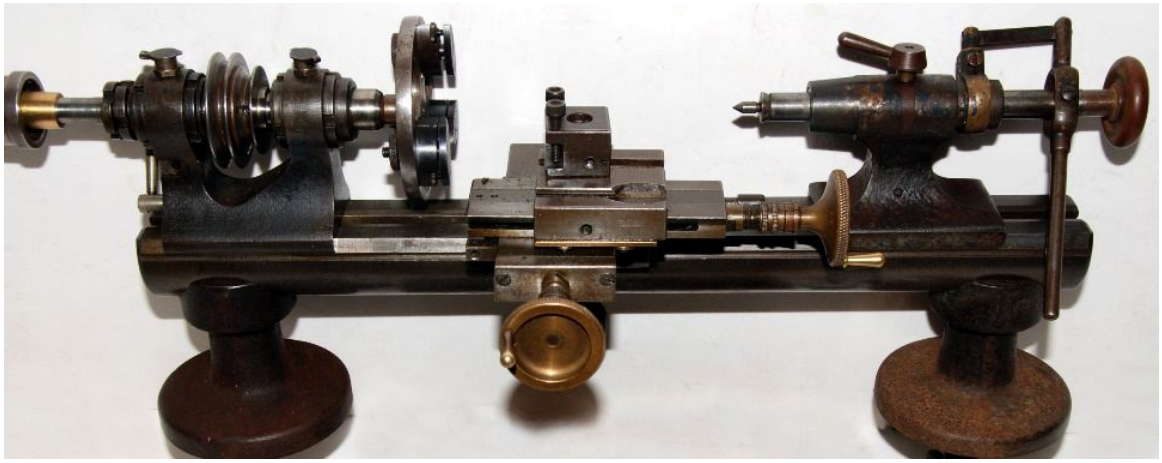


Рис. 5. Часовой станок Pultra "WW"

Редко встречающийся, этот довоенный токарный станок Pultra 28 мм был построен на очень успешной американской модели WW (Webster и Whitcombe). Мистер Вебстер стал суперинтендантом (управляющим заводами) "американской часовой компании", а Мистер Уиткомб-директором фирмы "баллу, Уиткомб и Ко".- , компания по производству точных станков и инструментов. В течение восемнадцати лет, при содействии других опытных дизайнеров и инженеров, эти два человека разработали целый ряд все более сложных и более совершенных миниатюрных токарных станков, кульминацией которых в 1888/9 году стало введение дизайна, который должен был установить мировой стандарт для токарных станков часовщика, Webster-Whitcomb - или "WW", как он стал более известным. Этот токарный станок был семенным развитием и (за исключением более легкого "Женевского" типа) полностью вытеснил все более ранние виды, включая

хорошо известный "швейцарский универсальный" (или английский оправочный, как также известно) и Боттум.

Хотя передняя бабка, задняя бабка и секция станины на Pultra WW были очень похожи на те, что использовались на моделях с короткой станиной CZ45 и CX45, передняя бабка (даже если она имела те же обработанные пазы, чтобы приблизить цангу рычажного действия) была закреплена на станине по-другому; вместо двух кулачков, установленных поперечно, только один был расположен продольно по длине нижней стороны. Также отличался составной узел скольжения, который, вместо обычного полнометражного верхнего скольжения с верхним отливом, который полностью экранировал пути, использовал более традиционный короткий тип, который оставил их открытыми. Вместо относительно больших и красиво выгравированных микрометрических циферблатов станков серии P На этом токарном станке были крошечные, с грубыми делениями, хотя, как и маховики, они были сделаны из бронзы. Во всех этих измененных отношениях токарный станок больше походил на традиционный тип WW (Webster Whitcombe), чем на обычную Pultra (многие аксессуары WW взаимозаменяемы среди производителей и, если на изделиях нет штампа с именем производителя, оригинальность всегда неопределенна). Было найдено несколько версий этой Пултры, некоторые с короткой кроватью, некоторые с длинной кроватью, некоторые с гламурной никелированной отделкой для продажи в мирное время и другие с прозаической "военной отделкой". Были найдены цанги, удерживаемые на месте либо обычной вытяжной трубой, либо быстродействующим рычажным механизмом для производственного использования.

Часовое дело, это одно из самых и трудоёмких отраслей и для них производятся свои станки, отличающиеся точность и дороговизной, но тем не менее они существуют в достаточном количестве, что бы покрыть потребности отрасли

Список литературы

1. Tony Griffith**,** Pultra "WW" Lathe, LATHES.CO.UK [Электронный ресурс], (Дата обращения: 22.02.2020 г.), Режим доступа http://www.lathes.co.uk/pultraww/
2. Tony Griffith, Gem Glorious Lathe, LATHES.CO.UK [Электронный ресурс], (Дата обращения: 22.02.2020 г.), Режим доступа http://www.lathes.co.uk/gemglorious/
3. Tony Griffith, STAR Watchmakers' Lathe Switzerland, LATHES.CO.UK [Электронный ресурс], (Дата обращения: 22.02.2020 г.), Режим доступа http://www.lathes.co.uk/star/
4. Tony Griffith, Lorch "Triumph" Watchmaker's Lathe, LATHES.CO.UK [Электронный ресурс], (Дата обращения: 22.02.2020 г.), Режим доступа http://www.lathes.co.uk/lorchtriumph/

5. Tony Griffith, G. Boley F1 High-precision Watchmakers' Lathe, LATHES.CO.UK [Электронный ресурс], (Дата обращения: 15.02.2020 г.), Режим доступа http://www.lathes.co.uk/boleyF1/

6. Е. Васильева, Маленькие станки, coilgun.ru [Электронный ресурс], (Дата обращения: 10.02.2020 г.), Режим доступа http://www.coilgun.ru/stanki/

7. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.

8. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

9. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

10. Тришина, Т.В. Металлорежущие станки / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия". - Воронеж, 2013.

11. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.

12. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

13. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

УДК 629.7.081-026.26

Д.С. Умрихин, курсант
А.Ф. Панков, курсант
А.В. Можейко, к.т.н., ст. преподаватель

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ МОДУЛЬНОЙ МОБИЛЬНОЙ МАСТЕРСКОЙ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ

Рассмотрены вопросы решения проблемы проведения регламентных работ и текущего ремонта аэродромных электроагрегатов в полевых условиях

В современных условиях обеспечения полетов требуется высокая техническая готовность средств наземного обслуживания общего

применения (СНО ОП). Высокая интенсивность полетов авиации, в значительной мере, изнашивает технику, что в конечном итоге приводит к ее выходу из строя. В пунктах постоянной дислокации для технического обслуживания и текущего ремонта ВВСТ предусмотрены штатные ремонтные органы и подразделения.

Во время проведения учений, боевых действий военная техника выполняет задачи вне пункта постоянной дислокации – в полевых условиях. В такие периоды СНО ОП работает значительно интенсивнее и под гораздо более высокими нагрузками. Проведение технического обслуживания и текущего ремонта в таком случае имеет более значительную актуальность. [1,2,3]

Для своевременного, полноценного и качественного технического обслуживания и текущего ремонта в полевых условиях возникает потребность в мобильных ремонтных органах, способных быстро, совместно с подразделениями и частями, а также с подразделениями обслуживания, менять место дислокации в зависимости от боевой обстановки. [4,5,6]

На данный момент существуют подвижные авторемонтные мастерские, которые обеспечивают возможность проведения полноценных мероприятий по техническому обслуживанию и текущему ремонту специального оборудования СНО ОП вне пункта постоянной дислокации.

После распада СССР производство подвижных авторемонтных средств спецоборудования было заброшено. Вооруженные Силы, в том числе и авиационные подразделения, не были ими обеспечены в полном объеме. Ряд проблем также связано с тем, что современные и перспективные СНО ОП оснащены силовыми установками с электронным управлением.

В связи с этим возникла потребность в разработке новых образцов мобильных мастерских СНО ОП. На 23 кафедре эксплуатации и ремонта САТОП разработана модель модульной мастерской электроагрегатов (ММЭА).

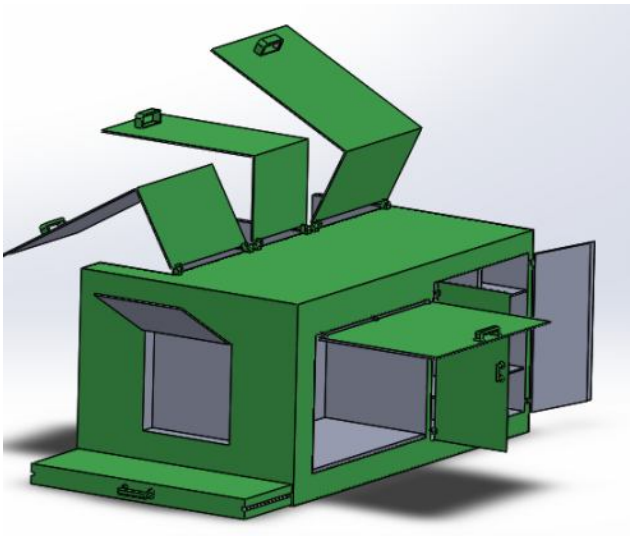


Рисунок 1 – Мобильная мастерская электроагрегатов

Мастерская ММЭА, представленная на рисунке 1 предназначена для комплексного технического обслуживания, текущего ремонта спецоборудования электрогазовой техники в полезных условиях, в составе подвижных авторемонтных мастерских. Данную мастерскую, предполагается использовать в составе подвижных авторемонтных мастерских.

Конструкционно состоит из:

- шкаф;
- отсеки под инструменты и приборы;
- отсек для блока управления питанием;
- верстак для мелких слесарных работ;
- отсек для нагрузочного стенда;
- система питания электроприборов.

По электрооборудованию спецустановок комплекс мастерской обеспечивает выполнение следующих работ:

а) проверку работоспособности под нагрузкой электросистем АПА, ЭГУ;

б) ремонт электрожгутов, кабелей;

в) ремонт, регулировку и проверку электромеханизмов;

г) ремонт, регулировку и проверку коммутационной аппаратуры под нагрузкой;

д) ремонт, регулировку и проверку угольных регуляторов напряжения под нагрузкой;

е) мелкие слесарные и электромонтажные работы.

Корпус мастерской закрытого типа, каркасной конструкции, панельный выполнен из отдельных каркасно–металлических панелей.

Левый борт мастерской (рис. 2), представлен отсеком 1200х700х800 для установки нагрузочного стенда НО-1016 (1), а также шкафом с ячейками 500х300х220 для оборудования, приспособлений общего назначения и ЗИП электроагрегатов.

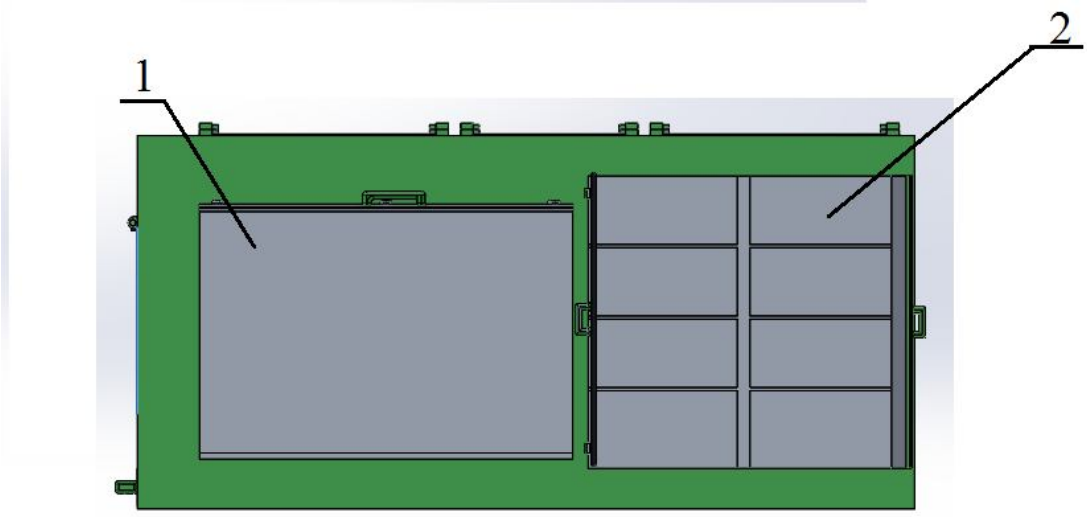


Рисунок 2 – Вид мастерской слева

Нагрузочный стенд НО-1016

Мобильный имитатор силовой установки АПА (далее – стенд) предназначен для проверки под нагрузкой и регулировки спецэлектрооборудования агрегатов АПА после капитального и текущего ремонта. Стенд разработан и испытан на базе ОАО «170 РЗ СОП» г. Нижний Новгород.

Стенд обеспечивает проверку агрегатов с следующих режимах:

По системе постоянного тока:

- Режим «Бортсеть 24В»;
- Режим «Запуск 24/48В»;
- Режим «групповой запуск через ШРА-250»

По системе переменного тока:

- Режим « Нагрузка перемен. 3Ф тока 208В»;
- Режим « Нагрузка перемен. 3Ф тока 37В»;
- Режим « Нагрузка перемен. 3Ф тока 120В»;
- Режим «одновременная нагрузка на постоянный ток 28,5В и однофазный переменный ток 120 В».

Шкаф для оборудования, приспособлений общего назначения и ЗИП электроагрегатов состоит из восьми ячеек в которых размещаются:

1. Инструмент слесаря (молотки, отвертки, гаечные ключи);
2. Ножницы секторные ПС-2;
3. Пресс-клещи ПК-3;
4. Клещи КВ-IM;
5. Комплектующие стенда НО-1016;
6. ЗИП элетроагрегатов (реле, контакторы, регуляторы).
7. Пылесос «Шмель»

Правый борт мастерской (рис. 3) состоит их трех отсеков. В них размещены приборы и агрегаты позволяющие проводить ремонт и диагностику электрооборудования электроагрегатов, а также запасные кабели, провода и электрожгуты. На рисунке 4 представлена схема размещения оборудования.

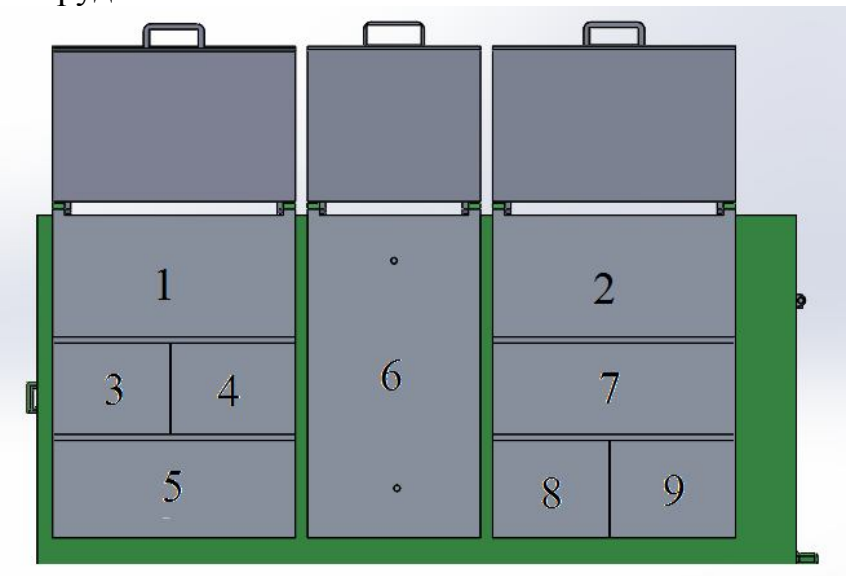


Рисунок 3 – Вид мастерской справа

Оборудование, приспособления и инструмент для проверки и ремонта электрооборудования и электроагрегатов:

1. Установка проверки угольных регуляторов напряжения 158- 63 М;
2. Стенд для проверки коммутационной аппаратуры СПКА-1;
3. Мегаомметр МІІОІМ;
4. Комбинированный прибор Ц4352;
5. Установка И-19М-74 для проверки дифференциальных минимальных реле;
6. Запасные кабели, провода, электрожгуты;
7. Специальное переговорное устройство СПУ-7;
8. Миллиомметр Е6-18;
9. Универсальный измеритель Е7-10;

Малогабаритные приборыпри транспортировке укладываются в специальный ящик. Внутри ящик заполнен полимером в котором вырезаны вставки под форму приборов. За счет этого достигается безопасность транспортировки без вероятности повредить прибор.

Во фронтальной части мастерской (рис. 4) располагаются блок электропитания (1), состоящий из 2 розеток которые обеспечивают электроэнергией приборы и электрооборудование мастерской. Отсека под блок управления питанием (2). И отсека под стол верстак (3).

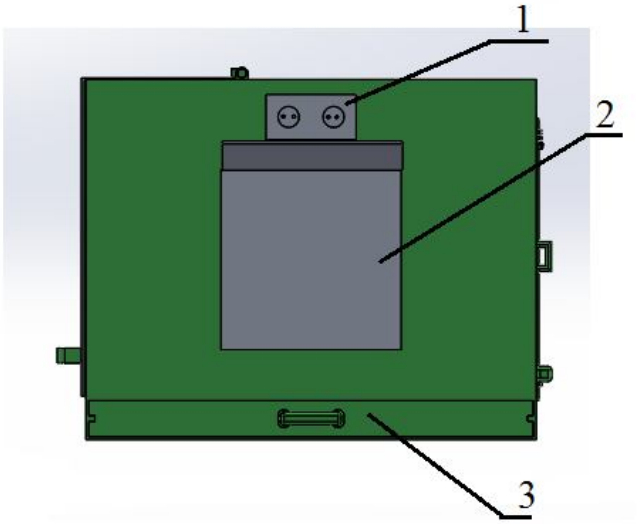


Рисунок 4 – Вид мастерской спереди

Блок управления питанием предназначен для осуществления питания оборудования мастерской необходимым напряженем, защиты, контроля и управления системой электроснабжения. Подключение электрических сетей осуществляется через переходные колодки клеммной панели. На панели управления расположены контрольные приборы, выключатели, кнопки управления и контрольные лампы. На передней стенке расположена панель предохранителей.

Верстак (рис. 5) предназначен для размещения на нем приборов и стендов мастерской для удобной работы на них, а также производства мелких слесарных работ.

Развертывается мастерская личным составом подразделения. Развертывание состоит в приведении оборудования,приспособлений и инструмента в рабочее положение или в готовность его к использованию на выбранном участке местности. Место для развертывания мастерской указывает командир (начальник).

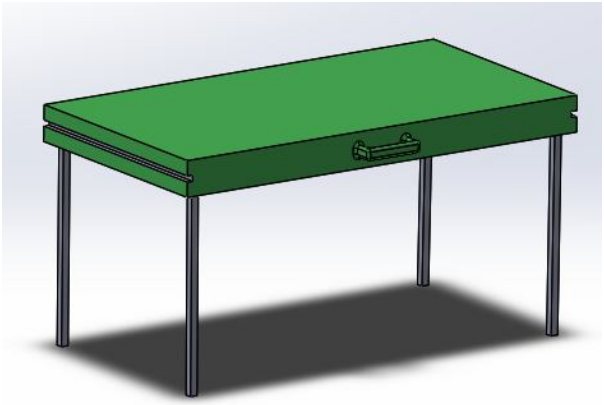


Рисунок 5 – Верстак

Для развертывания мастерской необходимо:

а) выбрать ровную горизонтальную площадку для мастерской и с учетом возможности последовательного выполнения технологических операции;

б) установить мастерскую на площадку или в укрытие и тщательно замаскировать ее подручными и табельными средствами.

в) оборудовать при необходимости площадки технического обслуживания и ремонта специальных машин на подручных средств.

г) открыть двери и люки мастерской.

д) заземлить кузов мастерской с помощью штырей заземления;

е) проверить наличие и целостности перемычек заземления от оборудования мастерской к главному шинопроводу заземления и состояния самого шинопровода;

ж) подготовить к работе комплектующее оборудование, приспособления и инструмент;

з) проложить кабельную сеть электропитания мастерской;

и) подготовить к работе блок питания;

к) подключить кабели питания мастерской;

л) подготовить к работе электрооборудование;

и) проверить работу системы электрооборудования и электроснабжения мастерской.

При длительном размещении мастерской на одном месте оборудуются специальные укрытия для мастерской и личного состава.

Время, необходимое для развертывания мастерской, составляет 8..10 мин.

Свертывается мастерская перед предстоящей передислокацией в новый район. При свертывании мастерской независимо от дальности и

продолжительности перемещения все оборудование и имущество укладывается (устанавливается) и крепится на своих местах так, чтобы была обеспечена полная его сохранность в любых дорожных условиях.

Для свертывания мастерской необходимо:

а) выключить питание внутренних сетей;

б) отключить мастерскую от источника питания;

в) уложить комплектующее оборудование, приспособление и инструмент на свои места и закрепить их;

г) вынуть штыри заземления мастерской и прицепа;

д) протереть от пыли оборудование мастерской, использованную ветошь удалить в отведенное место за пределами мастерской.

Время на свертывание мастерской составляет 10-12 минут.

На данный момент система осуществления ремонта спецоборудования СНО ОП вне пункта постоянной дислокации совершенно не развита, не производится подготовка личного состава, который был бы способен в полной мере осуществлять работу на подвижных авторемонтных мастерских. В связи с этим необходимо восстановить, комплекс техники, способной обеспечивать техническое обслуживание и текущий ремонт в условиях отдаленности от пункта постоянной дислокации, для предотвращения чрезмерного и преждевременного выхода ВВСТ из строя и в целом для повышения обороноспособности страны.

Список литературы

1 Руководство по организации работы автомобильной технико-эксплуатационной части ВВС. – М.: Воениздат, 1990.

2 Техническое обслуживание средств аэродромно-технического обеспечения полетов. – М.: Воениздат, 1993.

3 Руководство по мастерской МЭГТ-1 – часть 1. – М.: Воениздат, 1993.

4 Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means / O.I. Polivaev, L.K. Gorban, A.V. Vorokhobin, O.S. Vedrinsky, // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042083.

5 Polivaev O.I. EFficiency of using porous network material as a filter material in shutter filters / O.I. Polivaev, A.N. Larionov, I.A. Spitsyn, A.V. Bozhko, L.K. Gorban // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012027.

6 Polivaev O.I. Upgrading seat suspension of tractor belarus 1221/ O.I. Polivaev, A.V. Loschenko, R.G. Belyansky, A.N. Kuznetsov // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012051.

УДК 621.43

А.С. Ролдугин, студент
А.В. Сатышев, студент
С.В. Соломников, студент
О.М. Костиков, к.т.н., доцент

СИСТЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В статье рассмотрен вопрос влияния высоты подъёма клапанов на мощностные характеристики современных двигателей внутреннего сгорания

Для достижения наибольшей эффективности изменений режимов работы ДВС необходима различная величина фаз газораспределения. В режиме холостого хода наиболее подходят «узкие» фазы газораспределения, при которых исключается перекрытие фаз, происходит позднее открытие и ранее закрытие клапанов, препятствующее попаданию выхлопных газов во впускной коллектор и выброс не догоревшей смеси в выпускной коллектор.

При работе двигателя на малых оборотах время открытия клапанов должно быть минимальным, обеспечивая «узкие» фазы, а на высоких оборотах – наоборот. Время открытия клапана должно быть максимально, при этом параллельно должны обеспечиваться такты впуска и выпуска, а также эффективное перекрытие.

При работе двигателя с максимальной мощностью время открытия клапанов сокращается, поэтому в двигатель должно поступать намного больше топливно-воздушной смеси, а выпуск отработавших газов должен происходить максимально быстро. Для этого клапана открываются раньше и время их открытия увеличивается. Фаза перекрытия с ростом оборотов распределительного вала расширяется максимально, что необходимо для качественной продувки цилиндров (рисунок 1).



Рисунок 1.Фазы газораспределения.

Кулачок распределительного вала имеет форму, которая обеспечивает реализацию узкой и широкой фазы. Форма кулачка подобрана таким образом, что при низкой частоте вращения коленчатого вала наблюдается высокий крутящий момент и максимальная мощность. Система изменения фаз газораспределения позволяет более гибко изменять эти параметры.

Для управления фазами газораспределения рассмотрим систему изменения высоты подъёма клапанов.

Первой в этой области в 2001 году стала компания BMW, которая представила систему под названием Valvetronic рисунок 2.

Регулирование высоты подъема клапана позволило исключить из системы дроссельную заслонку применительно к основным режимам работы ДВС, так как заслонка снижает качество наполнения цилиндров топливно-воздушной смесью в режиме низкой и средней нагруженности. Причиной является возникающее разряжение во впускном коллекторе в процессе работы. В таких условиях топливно-воздушная смесь становится инертной, цилиндры наполняются с меньшей эффективностью, реакция на нажатие педали газа сильно замедляется.

Для того чтобы этого избежать, необходимо механически открывать впускной клапан на некоторое время, которое необходимо для максимально эффективного наполнения цилиндра рабочей смесью. Продолжительность фазы впуска в системах регулирования высоты подъема клапана изменяется в зависимости от силы нажатия педали газа. Система бездроссельного управления позволяет экономить топливо до 15% сравнительно с другими решениями, а также повышает мощность двигателя более чем на 10 %.

На похожем принципе основываются решения Valvematic от Toyota, решение VEL компании Nissan, VTI от Peugeot и т.д. Система изменения высоты подъема клапана Valvetronic, представленная на рисунке 2, имеет промежуточный рычаг и эксцентриковый вал, который вращается при помощи электродвигателя. Такое вращение эксцентрикового вала воздействует на промежуточный рычаг, в результате чего он смещается, заставляя коромысло открыть клапан на необходимую величину.

Система изменения высоты подъема клапана работает постоянно, а высота подъема клапанов прямиком зависит от режима работы двигателя. Интервал поднятия клапанов колеблется от 0,2 до 12 мм.

В обычной системе газораспределения предельную высоту подъёма клапана выбирают исходя из условий приблизительного равенства площадей проходных сечений.

Площадь проходного сечения в седле равна боковой поверхности усечённого конуса с длинной образующей $h=h_{кл}\sin\theta\cos\theta$

$$f_{кл} = \pi d_г h_{кл}\cos\theta + \pi h_{кл}^2 cos^2\theta sin\theta,$$

где $d_г$ – диаметр горловины; $h_{кл}$ – высота подъёма клапана; θ – угол наклона фаски

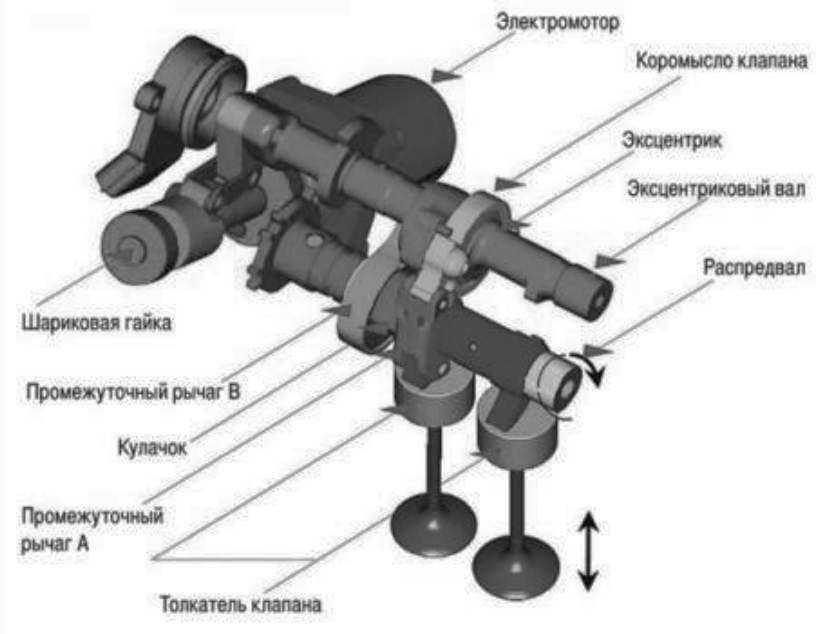


Рисунок 2.Система изменения высоты подъема клапана Valvetronic.

Типичные кривые изменения площади проходного сечения и коэффициента расхода в седле клапана приведены на рисунке 3. Важно то, что с увеличением подъёма клапана коэффициент расхода μ, отнесённый к площади сечения в седле клапана, уменьшается, вследствие чего чрезмерное увеличение максимального подъёма клапана незначительно влияет на эффективную проходную площадь $\mu f_{кл}$ и не сопровождается заметным повышением качества наполнения цилиндра, [1,7]

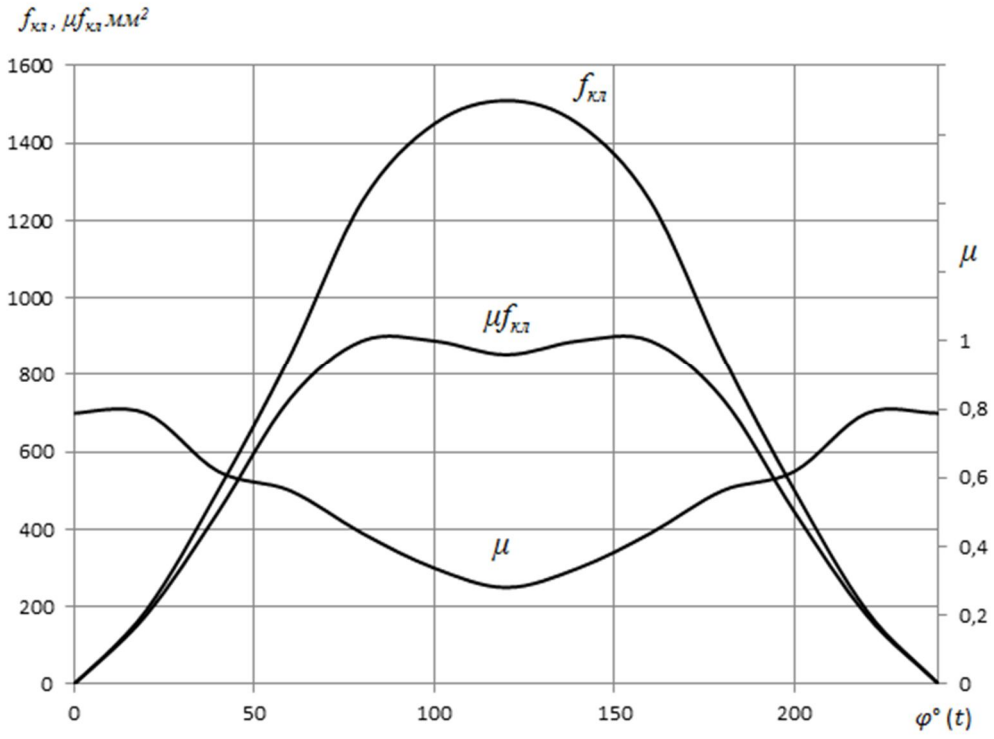


Рисунок 3. Кривые изменения в седле клапана коэффициента расхода для геометрической $f_{кл}$ и эффективной $\mu f_{кл}$ проходных сечений

Список литературы

1. Конструкция тракторов и автомобилей [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, А. В. Ворохобин, О. С. Ведринский: Учебное пособие для ВУЗов – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2011. – 429 с.
2. Костиков, О. М. Оценка эффективности регулирования мощности двигателей сельскохозяйственных тракторов отключением цилиндров [Текст] / О. М. Костиков, Н. Р. Сурин // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции. – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 99-104.
3. Поливаев, О. И. Выбор оптимальных характеристик упругодемпфирующих приводов ведущих колес тракторов [Текст] / О. И. Поливаев, С. Н. Пиляев, А. Н. Беляев // В сборнике: Улучшение работоспособности деталей и узлов сельскохозяйственной техники. Сборник научных трудов. Воронеж, 1995. –С.31-38.
4. Поливаев, О. И. Крутильные колебания валов механических трансмиссий [Текст] / О. И. Поливаев, А. Н. Беляев, Е. М. Попов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2000.-№4.-С.28-29.
5. Поливаев, О. И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства [Текст] / О. И. Поливаев, В. П. Гребнев, А. В. Ворохобин. Учебник для высших учебных заведений. Воронежский ГАУ им. Императора Петра I. Воронеж, 2014.-264с.
6. Поливаев, О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. Учебное пособие для вузов -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.-291 с.
7. Поливаев, О. И. Электронные системы управления автотракторных двигателей: учебное пособие [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, О. С. Ведринский. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.-200 с.
8. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Агроинженерия" [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, О. С. Ведринский .-М.: КНОРУС, 2011.-96 с.

УДК 621.389

Ю.П. Фролова, бакалавр
С.А. Филонов, к.т.н., доцент

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАЩИТА АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПОЗИСТОРОВ

В данной статье рассмотрены способы применения позисторов в электроприводах асинхронных двигателей, которые используются в

качестве термодатчиков температурной защиты. Использование полупроводниковых терморезисторов позволяет повысить эффективность температурной защиты асинхронных электродвигателей, повысить работоспособность этих двигателей и защитить их от перегрузок.

В электродвигателях, как и во многих электротехнических устройствах, могут возникать аварийные ситуации, вследствие которых может произойти поломка других частей энергосистемы и выход их из строя. Чтобы продлить безаварийную работу электродвигателей и увеличить их надёжность рекомендуется применять защиту таких машин. Главным и наиболее действенным средством является электрическая защита двигателей, выполняемая в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ).

Стандартом во всех электромоторах устанавливается защита от коротких замыканий и от перегрузок сети (тепловая защита, температурная, токовая, фазочувствительная).

Наиболее эффективной из всех вышеперечисленных является температурная защита. Встроенные датчики позволяют отслеживать малейшее увеличение температуры электродвигателя и его элементов. Они защитят мотор в случае аварий, вызванных перегревом обмотки ротора[1,4].

Работоспособность таких датчиков, как и любой другой защиты АД, необходимо проверять.

В данной работе рассматриваются позисторы, чаще всего используемые в качестве термодатчиков температурной защиты (рис.1). Позисторы представляют собой резисторы, но с большим отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. При увеличении температуры, сопротивление позистора уменьшается, за счёт чего и происходит отключение электродвигателя от питания.

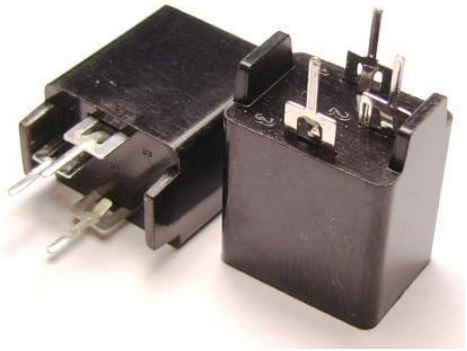


Рисунок 19. Внешний вид позистора

Внутри позистора находится диск диаметром 3,5 мм и толщиной 1 мм, покрытый кремнеорганической эмалью (рис. 2). Эта эмаль создаёт определенную влагостойкость и электрическую прочность изоляции. В зависимости от класса изоляции обмоток двигателя позисторы выбираются для срабатывания при 105, 115, 130, 145 и 160 градусах Цельсия.



Рисунок 2. Вид позистора изнутри

В современных электродвигателях защита позисторами применяется в случаях, когда по току невозможно определить точную температуру электродвигателя. Это касается, прежде всего, двигателей с продолжительным периодом запуска, частым включением и отключением или электродвигателей с регулируемым числом оборотов.

Срабатывание позистора происходит исключительно при повышении температуры. Их работа не зависит от причин нагревания элементов. Ввиду этого данный аппарат защищает двигатель и при медленном нагреве (при перегрузке сети или двухфазной работе), а также при быстром нагреве (поломка подшипников, заклинивание ротора и т.д.).

Основные достоинства аппаратуры защиты АД с применением температурной защиты заключаются в использовании термодатчиков с минимально возможными размерами и инерционностью, обеспечивающими удобство встраивания в обмотки и минимальное запаздывание, возможность периодического или постоянного контроля исправности цепи термодатчика и регулировки температуры срабатывания.

Термодатчики на основе позисторов позволяют выполнить схему защиты на «срыв» (рис. 3).

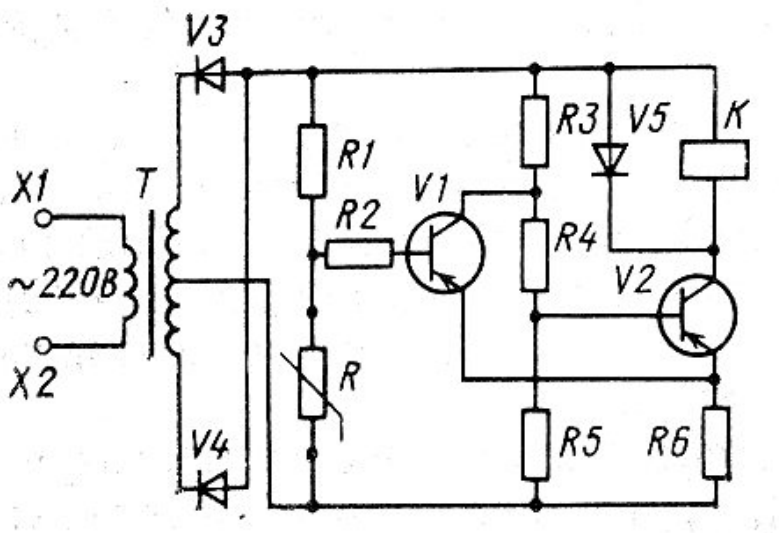


Рисунок 3. Схема защиты с использованием позисторов

Позисторы монтируются в лобовых частях обмоток трех фаз АД со стороны выхода охлаждающего воздуха (от 3 до 9 шт., соединенных последовательно). Для АД с различными классами изоляции необходимо располагать температурами срабатывания, при которых происходит резкий рост сопротивления [1]. Эти температуры должны соответствовать определенным значениям, задаваемым с учетом класса изоляции, конструктивных особенностей, величины и длительности допустимой перегрузки АД, места установки термодатчика и т.д.

Эффективность температурной защиты зависит от степени теплового контакта позистора с обмоткой АД и соответствия температуры срабатывания позистора максимально допустимой температуре изоляции [2, 3]. Инерционность срабатывания защиты определяется не только инерционностью термодатчика, но и тепловым сопротивлением изоляции обмоток. При больших перегрузках АД температура нагрева изоляции лобовых частей обмотки статора в среднем на 8-12˚С превышает температуру нагрева изоляции ее пазовых частей.

В соответствии с правилами технической эксплуатации электрооборудования техническое обслуживание электрической аппаратуры, в которую включены и средства защиты АД от перегрузки, выполняют одновременно с техническим обслуживанием электропривода, в состав которого входит аппаратура.

Предложенные методы проверки параметров позисторов, встроенных в обмотки АД, путем нагрева асинхронного двигателя затруднительны в рабочих условиях [4, 5]. Поэтому одним из способов проверки позисторов является получение информации о стабильности их параметров в процессе эксплуатации.

Таким образом, проверка позисторов должна включать:

- измерение величины сопротивления позисторов. (Этот параметр не является определяющим для оценки работоспособности позисторов, но позволяет в процессе эксплуатации оценить состояние позистора);

- проверки работоспособности позисторов. (При пропускании тока через позистор происходит его нагрев и увеличение сопротивления. По прибору фиксировать величину тока срабатывания позистора, при котором позистор резко увеличивает сопротивление, что вызывает уменьшение тока).

Поэтому, можно проверять сопротивления и ток срабатывания позистора. Но при этом необходимо иметь достаточно экспериментальных данных для сравнения полученных результатов и оценки работоспособности позисторов.

Кроме того, необходимо определять качество теплового контакта между позистором и обмоткой АД, что является важной задачей проверки работоспособности позистора как термодатчика температурной защиты АД.

Список литературы

1. Афоничев, Д.Н. Устройство защиты электродвигателя от неполныфазных режимов работы и перегрузки / Д.Н. Афоничев, Н.В. Прибылова, С.А. Филонов, В.И. Калашник // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4(55). – С. 117 – 123.

2. Панов, Р.М. Преобразователь частоты для питания трехфазного асинхронного двигателя от однофазной сети/ Р.М. Панов, Н.В. Прибылова, С.А. Филонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1(60). – С. 122 – 127.

3. Прибылова, Н.В. Учет потерь на вихревые токи в обмотках электродвигателей с полым якорем / Н.В. Прибылова, С.А. Филонов, Е.Ю. Желтоухова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т.79. – № 3 (73). – С. 31 – 34.

4. Филонов, С.А. Аналитическое моделирование распределения электромагнитного поля на зубцовом делении массивного зубчатого ротора / С.А. Филонов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 5-4 (16-4). – С. 222 – 227.

5. Швачкина О.Г. Совершенствование системы защиты электродвигателей на станках токарной группы / О.Г. Швачкина, В.Г. Козлов, В.А. Черников, Н.А. Мазуха // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. -С. 427-432.

УДК 623.004.67

А.А. Харьков, курсант
А.А. Гулов, курсант

ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В данной статье рассмотрены проблемы повышения качества восстановления вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) в ВС РФ при выполнении плановых ремонтов на авторемонтных заводах (АРЗ). Намечены пути решения обозначенных проблем.

Обновление ВВСТ является важнейшей задачей и составной частью военно-технической политики т.к. новое оружие позволяет повысить эффективность выполнения боевых задач, компенсировать сокращение численности войск и сил флота, снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт техники, посеять сомнение у вероятного противника в возможности достижения им своих целей силовыми методами. В понятие «новое оружие» включаются системы и средства, поступившие на

вооружение или снабжение войск за последние 8-10 лет.

Россия располагает самыми современными комплексами и системами вооружения, способными успешно конкурировать с лучшими зарубежными образцами, целый ряд образцов ВВСТ имеет уникальные ТТХ. Российские системы вооружения получают высокие оценки на международных выставках оружия, растет заинтересованность иностранных государств в приобретении российского ВВСТ.[1,2,3]

Однако, все образцы ВВСТ не могут быть заменены одновременно на новые ни физически ни юридически. Согласно законодательной базе, любая военная техника эксплуатируется с учетом назначенного ресурса до планового ремонта и списания.

Руководящими документами ВС РФ определяется, что техника, выслужившая установленный ресурс до очередного планового ремонта подвергается установленным образом восстановительному ремонту. При невозможности восстановления – техника списывается.

При распаде СССР к России отошло около 75% предприятий и организаций оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в том числе и предприятий занимающихся ремонтом ВВСТ.

За годы существования СССР ОПК развивался приоритетно по сравнению с гражданским сектором экономики, что позволило оснастить оборонные заводы, НИИ и КБ новейшим высокопроизводительным научным и промышленным оборудованием, внедрить и освоить новейшие технологии военного и гражданского назначения. Сегодня их материально-техническая база (МТБ) устарела.

Анализ ОПК ВС показывает, что в них существуют определенные проблемы и особенно в выполнении плановых ремонтов.

Основными видами планового ремонта являются средний и капитальный ремонт. При среднем ремонте ресурс восстанавливается, как правило, заменой агрегатов, а при капитальном ремонте ВВСТ разбирается полностью с выполнением дефектовки всех деталей с последующим их восстановлением и сборкой.

Сегодня положение на ремонтных предприятиях желает лучшего, т.к. большинство авторемонтных заводов превратились в акционерные общества и поменяли приоритеты в своей деятельности.

Технологическая структура основного производственного парка оборудования уже не соответствует перспективным потребностям, что отражается на качестве ремонта и дальнейшей надежности отремонтированной техники.

Качество всех видов ремонта зависит от многих причин: таких как наличие условий ремонта (материально-техническая база, применение современных технологий, оснащенность современным оборудованием), квалификации инженерно-технического состава и специалистов-ремонтников, использования современных материалов, соответствующей законодательной базы, налаженной системы контроля качества и других факторов.[4,5,6]

Одним из требований руководящих документов к технике прошедшей капитальный ремонт является восстановление ресурса не менее 80% от нового. Однако практика показывает, что техника после капитального ремонта не отвечает указанному требованию.

Одной из причин влияющей на состояние отремонтированной техники это несоблюдение технологического процесса ремонта.

Так при изготовлении и ремонте ВВСТ многие детали (таблица 1) подвергаются термической обработке с целью изменения первоначальных свойств металла (твердость, пластичность, упругость и т.д.).

Таблица 1 – Детали автомобиля, подвергаемые термической обработке

Деталь	Вид термической обработки
Коленчатый вал ДВС	Закалка шеек вала ТВЧ
Распределительный вал	Закалка ТВЧ
Коленчатый вал компрессора	Закалка шеек вала ТВЧ
Валики масляного, водяного насосов	Закалка ТВЧ
Шатун ДВС	Закалка, отпуск
Шатун компрессора	Закалка, отпуск
Деталь	Вид термической обработки
Валы КПП	Цементация, закалка, отпуск
Валы раздаточной коробки	Цементация, закалка, отпуск
Полуоси мостов	Закалка, отпуск
Поворотная цапфа	Улучшение
Шлицевой конец карданного вала	Закалка, отпуск
Крестовины карданных валов и дифференциалов	Закалка, отпуск
Шестерни РК и КПП	Цементация, закалка
Фланцы валов, муфты	Закалка ТВЧ
Балка передней оси	Улучшение
Деталь	Вид термической обработки
Вилка переключения передач	Цианирование, закалка
Вилка выключения сцепления	Закалка ТВЧ
Вал рулевой сошки	Цементация, закалка
Вал разжимного кулака	Закалка ТВЧ
Рулевая сошка	Улучшение
Изготовление инструмента	Его термообработка

Их восстановление выполняется в основном путем наплавки изношенных поверхностей с последующей обработкой резанием под номинальный размер.

При этом, любое термическое воздействие на деталь вызывает изменение внутренней структуры, которая формирует эти свойства. Тепловое воздействие сварочного тока на свариваемый металл хорошо иллюстрировано на классическом графике (рисунок 1) [1].

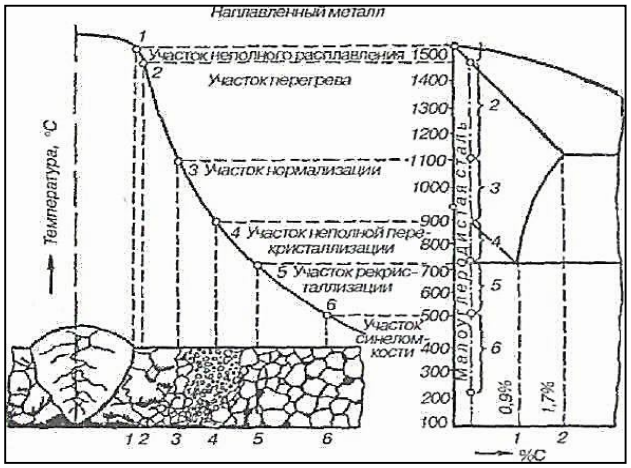
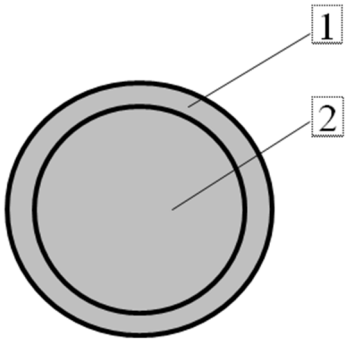


Рисунок 1 – Структурные превращения в зоне термического влияния сварного шва при сварке низкоуглеродистой стали

Под действием тепловой энергии, вводимой в изделие при сварке, металл в зоне сварного шва расплавляется, а непосредственно прилегающие к шву участки нагреваются до высоких температур, и вследствие этого в зоне термического влияния происходят структурные превращения, где на кривой графика (рисунок 1) наблюдаются распределения максимальных температур в околошовной зоне [1].

Видно, что размеры всей зоны термического влияния и отдельных её участков зависят от характера распределения максимальных температур, до которых нагрелись эти участки.

Таким образом, если рассмотреть наплавляемый вал (рисунок 2), то можно сказать, что поверхностный слой (1) изменяет свою структуру, а соответственно и твердость, что значительно уменьшает износостойкость детали, при этом глубинные слои (2) в меньшей степени подвергаются изменения.



1 – поверхностный слой, 2 – глубинные слои
Рисунок 2 – Изменение свойств вала поверхностного слоя

Анализируя все процессы восстановления связанные с термической обработкой можно сделать вывод, что для возврата отремонтированной детали первичных свойств заданных инженером конструктором необходимо полностью выполнять технологический процесс, т.е. подвергнуть деталь термообработке, восстанавливая твердость поверхности валов, упругость пружин и другие характерные для деталей свойства.

На практике многие ремонтные предприятия упрощают технологический процесс (не выполняя или изменяя) по причине отсутствия должного оборудования или стремясь сэкономить финансовые затраты, что приводит к потере качества ремонта ВВСТ.

Кроме технологического процесса идет экономия на «Системе контроля качества» которая подразумевает наличие подготовленных специалистов, современного оборудования и времени.

Не надо упускать и то, что самая новейшая техника в скором времени будет так же нуждаться в ремонте, и поэтому заранее необходимо модернизировать, создавать материальную базу и готовить кадры по ее ремонту.

Таким образом, вопрос «Проблемы восстановления ВВСТ в современных условиях» необходимо решать комплексно, восстанавливая и модернизируя материальную базу ремонтных предприятий, повышать квалификацию рабочих и инженерно-технического состава, налаживая систему контроля качества.

Последние события, связанные с Сирией, Украинским кризисом и принятыми в отношении России санкциями, прекращение военного сотрудничества с некоторыми странами Евросоюза, ограничениями в приобретении и продаже ВВСТ и технологий порождают необходимость к возрождению отдельных систем ОПК существовавших ранее, с целью наличия независимости и повышения качества ВВСТ.

Все эти вопросы должны иметь со стороны государства финансовую поддержку и контроль.

Список литературы

1. Батышев А.И., Смолькина А.А. Материаловедение и технология материалов. М.: ИНФРА-М, 2019.

2. Тарасенко А.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / А.П. Тарасенко, В.Н. Солнцев, В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.А. Сундеев, А.П. Дьячков, С.Н. Пиляев // Учебное пособие для студентов вузов по агрономическим специальностям. Москва. 2002.

3. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means / O.I. Polivaev, L.K. Gorban, A.V. Vorokhobin, O.S. Vedrinsky, // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042083.

4. Polivaev O.I. EFficiency of using porous network material as a filter material in shutter filters / O.I. Polivaev, A.N. Larionov, I.A. Spitsyn, A.V. Bozhko, L.K. Gorban // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012027.

5. Polivaev O.I. Upgrading seat suspension of tractor belarus 1221/ O.I. Polivaev, A.V. Loschenko, R.G. Belyansky, A.N. Kuznetsov //

В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012051.

6. Larionov A.N. Influence of pressure and temperature on the parameters of liquid-crystalline working fluids of technical devices / A.N. Larionov, O.I. Polivaev, N.N. Larionova, A.V. Bozhko, L.K. Gorban // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012032.

7. Совершенствование технического сервиса лесовозных автопоездов с учетом влияния состояния автотранспортной сети: монография / В.Г. Козлов, В.А. Бурмистров, А.Г. Чистяков, А.Ю. Арутюнян, М.М. Умаров ; ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, ФГБОУ ВПО «УГТУ», ФГБОУ ВПО «МГУЛ». – Воронеж: изд-во типография ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 228 с.

8. Кондрашова Е.В. Разработка математической модели корректирования режимов технического обслуживания грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, Т.В. Скворцова и др. // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. международной научно-практической конференции. 2015. - С. 147-153.

9. Козлов, В.Г. Оценка устойчивости колесных машин / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - № 9. - С. 17-19.

10. Кондрашова Е.В. Исследование влияния параметров ходовой части и шин на интенсивность колебаний колес автомобилей / Е.В. Кондрашова, И.М. Петрищев, А.В. Скрыпников и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 2 (45). - С. 46-55.

11. Козлов, В.Г. Исследование эксплуатационной надежности лесовозных автопоездов / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, Т.В. Скворцова // Наука и образование в современных условиях: матер. международной научной конференции. 2016. С. 250-255.

12. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.

13. Козлов В.Г. Определение влияния параметров ходовой части лесовозного автопоезда на устойчивость движения управляемых колес / В.Г. Козлов, А.В. Скрыпников, К.А. Яковлев, Д.В. Бурмистров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - № 4-4. - С. 671-674.

14. Skrypnikov, A., Dorokhin, S., Kozlov, V. G., & Chernyshova, E. V. (2017). Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 12(2), 511-515.

15. Kozlov, V. G., Gulevsky, V. A., Skrypnikov, A. V., Logoyda, V. S., & Menzhulova, A. S. (2018). Method of individual forecasting of technical state of logging machines. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 327(4) doi:10.1088/1757-899X/327/4/042056

16. Logoyda, V. S., Skrypnikov, A. V., Kozlov, V. G., Tikhomirov, P. V., Zelikov, V. A., Brovchenko, A. D., & Razgonyeva, V. V. (2019). Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 8(5), 2178-2183.

17. Остриков В.В. Изменение вязкости моторного масла как показатель технического состояния двигателя внутреннего сгорания и свойств смазочного материала / В.В. Остриков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 3 (62). С. 54-61.

УДК 66-9/669

А.Г. Воронков, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с химической обработкой металлов. Особое внимание уделено определению механической обработки металлов, а также рассмотрены вопросы методов химической обработки металлов, история развития обработки металлов. Исследование, которое было проведено, позволяет утверждать, что химическая обработка металлов является эффективной в процессе производства и широко применяются во всех областях деятельности.

В настоящее время в современных условиях различных областей производства появилось множество новых материалов, которые используются по различному назначению в процессе производства и обработки деталей. Данные материалы имеют разный состав, но большинство из них содержат в себе металлы. Именно благодаря данному факту технологии металлообработки не только не утрачивают свою эффективность и популярность, но и активно развиваются и модернизируются. Современные способы обработки металла позволяют создавать высокоточные механизмы, сложные конструкции и уникальные детали для любого оборудования.[1]

Металлообработка в процессе производства необходима для создания определенного изделия с необходимой и нужной формой, размерами и физико-химическими свойствами. Люди всегда стремятся разработать наиболее усовершенствованные технологии обработки металлов, отвечающие всем потребностям развивающегося мира.

О том, как появилась и развивалась металлообработка в нашей стране, очень мало информации. Известно, что в X веке мастера Руси уже довольно хорошо владели навыками изготовления металлической посуды и оружия. К XII веку появились простые сверлильные и токарные станки, которые запускались в работу под действием ручного привода.

Развитие оружейной промышленности шло полным ходом и потребность в мощных и производительных станках, быстро, возрастала. К XV веку люди научились использовать воду для обеспечения энергией развивающиеся производства. Усовершенствованное оборудование работало на основе энергии, получаемой от водяной мельницы.

К XVI веку на Руси появилось уже несколько крупных оружейных заводов, а обработка металла вышла на новый уровень. В зависимости от места расположения железной руды строили металлообрабатывающие заводы.

Развитие технологий металлообработки в нашей стране тесно связано с развитием военной промышленности, так как долгое время это была единственная сфера массового производства. Показателем уровня развития металлообработки всегда выступал Тульский оружейный завод как самое современное предприятие в данной отрасли.

Весь спектр обработки металлов разделяется на несколько групп:

1. Механическая обработка;
2. Литейное производство;
3. Термическая обработка;
4. Обработка давлением;
5. Сварка металлов;
6. Электрическая обработка;
7. Химическая обработка;

Из данного списка мы рассмотрим в этой статье способы химической обработки.

Сама технология химической обработки металлов представляет собой изменение физико-химических свойств поверхности материалов.[2]

Данная технология применяется только при наличии высокой температуры и активной среды. Среда может быть использована жидкая, газообразная или твердая. В конечном итоге такой обработки происходит изменение физико-химических свойств диффузного слоя железа.

Химическую обработку используют для предотвращения коррозии металла, повышения его прочностных характеристик и значительного срока эксплуатации в процессе использования.[3]

Существует целый ряд преимуществ, которые дает такая обработка диффузной поверхности металла:

1. Производительность. Из-за высокой скорости реакций можно применять технологию в промышленных объемах.
2. Универсальность. Даже на токарном станке есть возможность увеличить эксплуатационные качества обрабатываемого элемента, если правильно выбрать способ отделки.

3. Исключение (наиболее часто) термического или механического воздействия. Это усиливает эксплуатационные качества обработанного сырья.

Современная химико-термическая обработка классифицируется на следующие методы:

1. Цементация. В результате этого процесса происходит насыщение материала углеродом. Полученное вещество имеет очень прочную оболочку, при этом мягкость материала внутри сохраняется.[4]

2. Азотирование – этот процесс способствует насыщению поверхности материала азотом. Соответственно, увеличивается износостойкость изделия и стойкость к коррозии.[5]

3. Борирование – так называется процесс насыщения материала бором. Он приводит к тому, что повышается износоустойчивость металла. Поверхностный слой такого материала устойчив к холодной сварке. Значительно снижаются показатели трения и сухого скольжения данного материала, при этом повышается устойчивость к различным видам кислот.[6]

4. Алитирование – данная технология металлообработки подразумевает обогащение материала алюминием. В результате полученное вещество имеет высокую устойчивость к агрессивным газам (сероводороду или серному ангидриду).[7]

5. Хромирование – с помощью этого способа вы не сделаете изделие более прочным, но защитите его от коррозии и повысите износостойкость.[8]

Таким образом, можно утверждать, что химическая обработка металлов пользуется особой популярностью, так как практически у каждого металла имеется свойство ржаветь, и ржавчина выступает настоящей болезнью металлических изделий, что негативно сказывается на их свойствах при использовании, поэтому важно своевременно избавлять изделия из металлов от признаков ржавчины.

Главной целью химической обработки металлов является увеличение прочностных характеристик и защита от коррозии, и таким образом повышение эксплуатационного срока техники/изделий.[9]

Также в процессе производства и обработки металлов применяются следующие основные методы химической обработки:

1. Распыление (воздействие на металл струей раствора под низким давлением). Лучший вариант техники – тупиковые/проходные механизмы, за счет высокого уровня наработки. При этом проходным свойственна наивысшая производительность. Специальные агрегаты могут обрабатывать без прерывания работы. Предпочтение отдается одному типу конвейера как при подготовке, так и непосредственно при выполнении основной задачи. Чтобы результат был максимально качественным, скорость движения устройства допустимо ограничивать;

2. Погружение (расположение металла в специально подготовленном растворе на определенное время). Здесь для подготовки понадобится оборудование, рабочее пространство которого выглядит, как

отдельные расположенные в четком порядке емкости. Оно должно быть комплектовано смешивателями, трубчатыми разводками, идущими к отделению для сушки, и транспортером;

3. Обработка паром, или пароструйная (воздействие паров необходимой концентрации). Данный метод используется, как правило, для покраски габаритных механизмов и тогда, когда организовать производственные площади не является возможным. Здесь имеет место ручная обработка при помощи очищающего ствола и с задействованием техники (передвижной или стационарной). Предварительно поверхность важно хорошо очистить от жира. Параллельный процесс – аморфное фосфатирование основания. Подходящая температура – 140 °С. В ходе работы возможно дополнительное использование хим. компонентов;

4. Гидроструйная обработка (с применением соответствующих агрегатов).

5. Особым спросом на предприятиях металлургии, машиностроения и т.д. пользуется метод глубокого травления (хим. фрезерования). Он предпочтителен для изделий, имеющих сложную форму поверхности, произведенных из тонкого металла, и тогда, когда нужно обработать много небольших деталей.

Для осуществления химической обработки возникает потребность в необходимых химических средствах.

Основные из них – кислоты, главным образом, ортофосфорная, соляная и серная.[10] Они эффективно очищают поверхности и ликвидируют коррозионные проявления. Используются, как правило, в разбавленном виде и совместно с ингибитором коррозии – уротропином. В зависимости от размера поверхности, покрытой ржавчиной, кислоты могут наноситься с помощью кисточки или распылителя.

На основании вышесказанного понятно, что химические виды обработки металлов появились очень давно, и на сегодняшний момент люди добились больших успехов в этом направлении, но это и не предел. Сегодня химическая обработка на достаточно высоком уровне, и дальнейшая перспектива развития у нее присутствует, так как с её помощью можно добиться более высокой точности и эффективности использования изделий по своему назначению.

Список литературы

1. Основы материаловедения (металлообработка). Учебник / Под ред. Заплатина В.Н.. - М.: Academia, 2016. - 148 с.

2. Адаскин, А.М. Материаловедение (металлообработка): Учебное пособие / А.М. Адаскин. - М.: Академия, 2018. - 240 с.

3. Бродский, А.М. Черчение (металлообработка): Учебник / А.М. Бродский. - М.: Academia, 2017. - 253 с.

4. Бродский, А.М. Черчение (металлообработка): Учебник / А.М. Бродский. - М.: Academia, 2013. - 16 с.

5. Бродский, А.М. Техническая графика (металлообработка): учебник / А.М. Бродский. - М.: Academia, 2011. - 16 с.
6. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
7. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.
8. Козлов, В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
9. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
10. Тришина, Т.В. Металлорежущие станки / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия". - Воронеж, 2013.
11. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.
12. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

УДК 621.89

В.В. Черникова, студент
О.А. Колпакова, студент
А.А. Ряховский, студент
В.А. Черников, к.т.н., доцент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

Дан краткий обзор смазочно-охлаждающих жидкостей. Рассмотрены классификация СОЖ, преимущества и недостатки, а также способы их экологического применения.

В настоящее время при обработке металлов на токарных станках первостепенное значение имеет обеспечение требуемого качества поверхности деталей. Одним из важных показателей качества обработки

является параметр шероховатости Ra, среднеарифметическое отклонение профиля, значение которого закладывается в технологический процесс механической обработки на стадии проектирования. При этом заданная величина среднеарифметического отклонения профиля накладывает определенные ограничения на режимы обработки и производительность. Форма и высота неровностей на поверхности деталей, полученных в процессе токарной обработки, зависят от вида и режима обработки, химического состава, структуры детали и инструмента, вида смазочно-охлаждающей жидкости и др.

При механическом взаимодействии режущего инструмента и заготовки режущие поверхности подвергаются высоким динамическим нагрузкам и нагреваются. Выделяющееся тепловая энергия оказывает влияние на характер образования стружки, ее усадку, силы резания и микроструктуру поверхностного слоя детали. Под действием высокой температуры в зоне резания ускоряется интенсивность затупления инструмента, что отрицательно сказывается на качестве обработки поверхности.

Составляющие теплового баланса при резании можно представить в следующем виде:

$$Q = Q_{стр} + Q_{инстр} + Q_{заг} + Q_{окр.ср},$$

где Q – общее количество теплоты, образующейся при резании;

$Q_{стр}$ – количество теплоты, уносимой со стружкой;

$Q_{инстр}$ – количество теплоты, остающейся в резце;

$Q_{заг}$ – количество теплоты, остающейся в заготовке;

$Q_{окр.ср}$ – количество теплоты, уходящей в окружающую среду при излучении.

По данным Я.Г. Усачева в стружку уходит 60…86% общего количества теплоты, в резец 40…10%, в заготовку 9…3 %, в окружающую среду около 1%. Причем с увеличением скорости резания количество теплоты, передаваемое стружке, возрастает. Характер распределения теплоты между объектами зависит от скорости резания и толщины среза. Также на температуру резания влияют обрабатываемый металл, режим резания, геометрические элементы режущей части резца и его размеры, наличие и состав смазочно-охлаждающей жидкости.

СОЖ широко применяются в большинстве технологических процессов, которые непосредственно связаны с механическими воздействиями на металлы, выполняя множество важнейших функций: снижение температуры в рабочих зонах, уменьшение износа режущего инструмента, повышение качества обработки поверхностей. Также СОЖ предотвращают появлению коррозии при работе в местах непосредственного контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью. Охлаждающие смазочные материалы должны одновременно и охлаждать рабочие поверхности, и уменьшать трение между инструментом и обрабатываемой деталью.

Охлаждающие смазки используются в инструментальном производстве, машиностроении, автомобильной и аэрокосмической промышленности, медицинской технике. Производство смазочно-охлаждающих жидкостей и технологических смазок является самостоятельной подотраслью нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Благодаря использованию СОЖ возрастает качество производительность и металлообработки.

Применение смазочно-охлаждающих жидкостей помогает увеличить стойкость режущего инструмента в несколько раз, однако при этом важна правильно подобранные под конкретный материал состав СОЖ и ее концентрация. Повышенная концентрация, например, масляных СОЖ наносит вред здоровью, так как летучие пары полиароматических углеводородов оседают в дыхательных путях и на слизистых, могут вызывать острое или хроническое отравление организма и способствуют образованию онкологических заболеваний. В случае пониженной концентрации аминов и ингибиторов коррозии (соединений бора) в водосмешиваемых СОЖ жидкость не выполняет свое основное предназначение: отвод тепла минимальный, а на обрабатываемой поверхности активно размножаются бактерии и появляется коррозия. Следует отметить, что концентрация СОЖ по истечению определенного промежутка времени изменяется, так как уровень кислотности, количество бактерий и грибков, число растворенных солей и микроэлементов не постоянны. Также необходимо учитывать частичное испарение воды в ходе эксплуатации, а также деструкцию рабочей эмульсии под воздействием высоких температур, загрязнения металлической пылью, частицами абразивных материалов, волокнами обтирочных материалов и посторонними маслами, что приводит к увеличению опасности отработанной СОЖ в 15-30 раз по сравнению со свежеприготовленной.

Основными техническими характеристиками СОЖ являются плотность и вязкость, которые зависят от состава и определяют их смазывающие и охлаждающие свойства. Также важным свойством охлаждающей жидкости является температура замерзания, определяющая условия, в которых возможно ее применение.

По форме выпуска СОЖ различают концентраты и готовые к применению эмульсии. Они, как правило, представляют собой смеси нескольких компонентов: воды или базовых масел (минеральных, синтетических или растительных), а также присадок, улучшающих их свойства. Также в состав СОЖ входят различные антиоксиданты, защищающие от процессов старения, биоциды, предназначенные для предотвращения колонизации бактерий, а также ингибиторы коррозии, препятствующие образованию ржавчины на поверхности металла - как на заготовке, так и на инструменте. Силиконовые полимеры служат для подавления образования пены, что особенно важно для эмульсий, так как в процессе обработки металла в смазывающих жидкостях из-за сильного встряхивания или перемешивания могут образовываться пузырьки газа. Это негативно влияет на процесс металлообработки, потому что воздух является

хорошим изолятором, создавая тем самым препятствия для охлаждения металла. Кроме того, смазочный эффект уменьшается, а большое количество пузырьков воздуха вблизи металла способствует коррозии.

Концентраты охлаждающих смазочных жидкостей всегда следует равномерно и тщательно смешивать с водой. Данную функцию выполняют смесительные станции, благодаря которым достигается оптимальная однородность состава. Кроме того, должны соблюдаться инструкции производителя по освежению (восполнения потерь при испарении) и обеспечению требуемой концентрации раствора. Вода для приготовления эмульсии должна быть чистой и иметь определенную степень жесткости, так как слишком мягкая вода приводит к пенообразованию, а слишком жесткая к омылению. Кроме того, наличие солей жесткости в воде негативно отражается на характеристиках смазочных составов. Важно, чтобы вода обладала требуемым уровнем pH. От этого будет зависеть эффективность действия противокоррозионных присадок.

Современные охлаждающие смазочные материалы, используемые в металлообработке, в зависимости от области применения должны отвечать следующим повышенным требованиям: быть эффективными, экономичными, экологичными. По составу СОЖ подразделяются на три группы: масляные водосмешиваемые и быстроиспаряющиеся (рис. 1). Однако масляные СОЖ, состоящие преимущественно из минеральных масел, отводят недостаточно много тепла от заготовки, опасны для здоровья и пожароопасны.

При поиске для смазочных материалов экологически чистой альтернативы маслу, выступающей в виде возобновляемого сырья, была разработана охлаждающая смазка на водной основе с добавлением целлюлозы, крахмала, бактериальных полисахаридов. СОЖ на водной основе имеют хороший охлаждающий эффект, так как вода обладает высокой удельной теплоемкостью и теплопроводностью. Поэтому охлаждающие смазки с более высоким содержанием воды охлаждают металл лучше, чем масляные СОЖ и имеют ряд технологических преимуществ: уменьшают износ, облегчают очистку обработанных деталей, выдерживают высокие механические нагрузки и температуры, защищают от коррозии, относительно безвредны для окружающей среды, а также повышают рентабельность всего производства. Смазочные материалы на водной основе более безопасны, так как при работе с ними отсутствует масляный туман, а количество биоцидов сокращается. Кроме того, противотуманные присадки, присутствующие в данных смазочно-охлаждающих жидкостях, предотвращают образование мелкодисперсных капель в процессе обработки. Это очень важно с точки зрения противопожарной защиты, поскольку образующиеся мелкодисперсные масляные капли в условиях эксплуатации являются потенциально пожароопасными.

Рассмотрим более подробно классификацию СОЖ (рис. 1), их преимущества и недостатки.

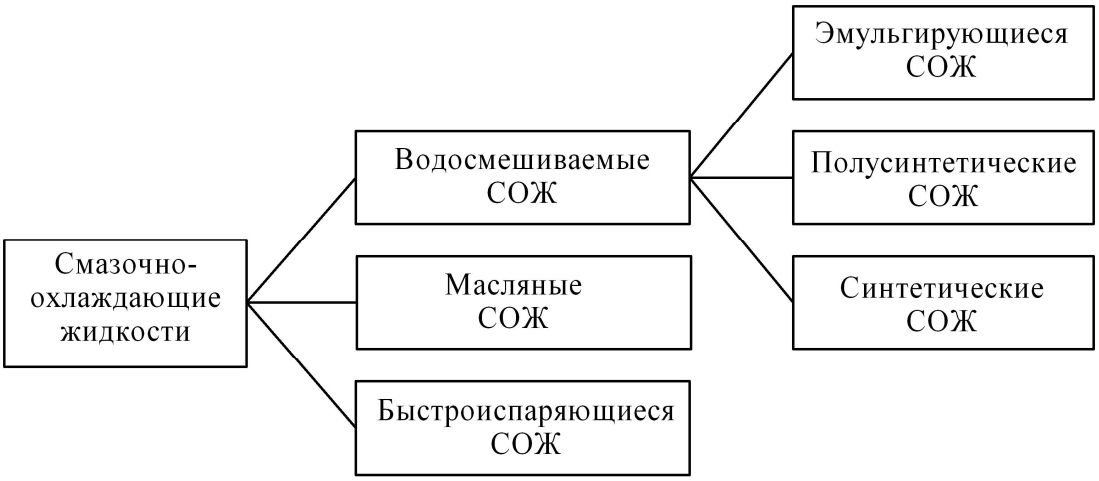


Рис. 1 – Классификация смазочно-охлаждающих жидкостей

Водорастворимым СОЖ свойственны отличные охлаждающие свойства, в связи с этим их применяют для высокоскоростных режимов металлообработки. Данный вид смазки дает возможность получать рабочий раствор различной концентрации, что расширяет ее применяемость. Водосмешиваемые смазки поставляются в виде концентрата, который используется для приготовления рабочих эмульсий непосредственно на месте применения. Точное соблюдение дозировок гарантирует стабильность готового раствора СОЖ и позволяет достичь эффективной обработки металлов. При этом обязательным условием получения качественного продукта является правильное добавление концентрата в воду и тщательное перемешивание.

Водосмешиваемые охлаждающие смазки сложны по своему составу, так как содержат различные уровни парафиновых, нафтеновых или ароматических углеводородов, спирты, эмульгаторы, электролиты, биоциды, ингибиторы коррозии, противозадирные присадки. Они являются довольно чувствительными к загрязнению технологическими материалами. Входящие в состав данных СОЖ различные минеральные масла оказывают влияние на теплопроводность и вязкость смазочного материала. Преимущества этого вида смазок проявляются в невысокой стоимости, простоте приготовления рабочих эмульсий, низкой пожароопасности. Недостатками, в свою очередь, выступают пенообразование, высокая степень биопоражения микроорганизмами и расходы на утилизацию. Данная группа смазочных материалов включает три основных разновидности с разной дисперсностью основного компонента: эмульсионные: (до 85% минеральных масел), полусинтетические (до 50% минеральных масел), синтетические (не содержат масел).

Из водосмешиваемых смазочно-охлаждающих материалов выделяют охлаждающие смазочные эмульсии (концентрат смешивается с водой, в результате чего образуются мелкодисперсные масляные капли) и охлаждающие смазочные растворы (компоненты концентрата полностью растворяются при смешивании с водой). Эмульсии и растворы обладают отличной охлаждающей способностью благодаря высокому содержанию

воды, поэтому смешивающиеся с водой охлаждающие смазочные материалы превалируют в подавляющем большинстве процессов металлообработки.

Еще одной разновидностью смешиваемых с водой охлаждающих смазок являются синтетические СОЖ, содержащие синтетические масла, такие как полиолефины, полигликоли, алкилбензолы, эфиры карбоновых кислот. Данные смазочные материалы могут применяются обычно используется для процессов, в которых охлаждение имеет первостепенное значение. Существуют также водосмешиваемые СОЖ на основе растительного возобновляемого сырья (рапсовое масло, метиловые эфиры рапса). Вместе с водой эти смазки образуют стабильную эмульсию.

Масляные СОЖ представляют собой чистые минеральные масла или масла с добавлением различных функциональных присадок (противозадирных, антифрикционных, антитуманных, антикоррозионных и пр.). Они производятся из нефтепродуктов, в связи с чем относятся к горючим жидкостям, имеют отличные смазывающие свойства. Но при этом отмечается ряд недостатков: низкая способность к охлаждению, испаряемость и высокий уровень пожарной опасности. Масляные смазочно-охлаждающие жидкости выпускаются готовыми к применению. Они используются на металлорежущих станках с низкими скоростями подачи и большой глубиной резания. Смазки на основе минеральных масел широко применяются при хонинговании, развертывании и сверлении, а также в случаях, когда уплотнение станка не позволяет использовать водосодержащие продукты. Чистые минеральные масла без присадок имеют ограниченное применение при простых работах с цветными металлами, углеродистыми сталями и чугуном.

В независимости от того, в какой форме и в каком соотношении охлаждающие смазки смешаны или не смешаны с водой, они представляют собой опасные отходы. Однако затраты на утилизацию СОЖ составляют лишь небольшую часть расходов, связанных с использованием охлаждающих смазок. Также следует учитывать возможности внутренней переработки отходов смазочно-охлаждающих материалов или их экологически безопасного удаления, поскольку оптимизация процессов открывает большой потенциал как с экологической, так и с экономической точки зрения. При рассмотрении вопроса об уменьшении количества отходов способы их предотвращения должны иметь приоритет перед экологически безопасной утилизацией. Исходя из этого с точки зрения защиты окружающей среды необходимо принимать во внимание меры по возможной минимизации отходов. Поэтому особенно важно учитывать экологически обоснованное и рациональное использование ресурсов.

Зачастую выделение потенциально опасных и загрязняющих веществ происходит непосредственно в процессе производства: сварочные газы, выбросы растворителей, чистящих средств, аэрозолей. Поэтому многим сотрудникам металлообрабатывающих предприятий в процессе механической обработки довольно проблематично избежать контакта с охлаждающими смазочными материалами. В данном случае речь идет не

только о прямых контактах с кожей, но и о выбросах паров и тумана охлаждающих смазок, которые распространяются по всей производственной площади. Вследствие этого охлаждающие смазки могут не только вызвать различные экологические опасности при хранении и использовании, но и поставить под угрозу здоровье работников. Потенциал опасности зависит от типа используемой охлаждающей смазки и ее компонентов. Во избежание вышеуказанных рисков СОЖ должны быть биологические безвредными. Тем самым на предприятиях исключается трудоемкая работа по утилизации отходов охлаждающих смазок, безопасность труда возрастает, сводится к минимуму возникновение всевозможных аллергических реакций у персонала, вызванных при работе с опасными продуктами.

Таким образом, охлаждающие смазочные материалы незаменимы в металлообработке: они предотвращают и сводят к минимуму перегрев и преждевременный износ инструментов во время токарных работ, повышают качество обрабатываемых деталей, обеспечивают снижение трения в процессе обработки и эффективное рассеивание выделяемого тепла. Кроме того, СОЖ защищают инструменты и детали от поверхностных повреждений посредством промывания, транспортировки и удаления металлической стружки, которая образуется на металле в процессе обработки. Однако, несмотря на все преимущества, охлаждающие смазки имеют свои недостатки. Чтобы свести к минимуму вред от применения СОЖ, необходимо перейти на использование экологически безопасных эмульсий; установить системы для дозированной подачи рабочих эмульсий, защитные кожухи, экраны; использовать фильтры масляного тумана и паров СОЖ; производить своевременную замену отработанных смазок и их утилизацию в соответствии с требованиями экологических стандартов.

Список литературы

1. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
2. Козлов, В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.
3. Козлов В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.
4. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.
5. Тришина Т.В. Металлорежущие станки / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия". - Воронеж, 2013.

6. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.

7. Козлов В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

8. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков, А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.И. Оробинский, Д.Н. Афоничев, О.И. Поливаев, Е.В. Пухов – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 391 с.

УДК 517.5

А.С. Гриднев, студент
В.П. Шацкий, д.т.н., профессор

НАХОЖДЕНИЕ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИЙ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ В ПАКЕТЕ «MAPLE»

Рассматривается задача нахождения экстремумов функций нескольких переменных с помощью программирования алгоритма в математическом пакете «*Maple*».

Достаточно часто в учебных и научных задачах является определение экстремумов аналитически заданных функций нескольких переменных с целью получения оптимальных точек некоторых процессов. Это, в частности, возникает при оптимизации уравнений регрессии при обработке многофакторных экспериментов. В данной работе рассмотрены возможности математического пакета «MAPLE» для решения этой задачи [1]. Команды программы с комментариями приводятся курсивом. Комментарии в программе предваряются символом #.

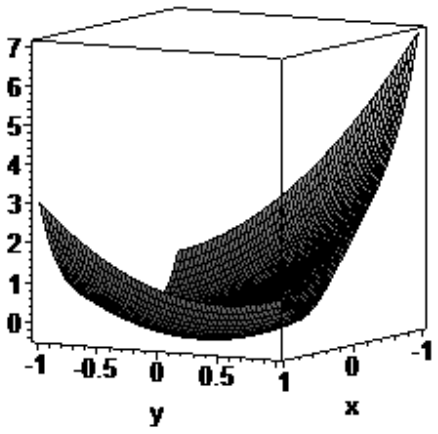


Рис.1

В принципе, схема алгоритма достаточно известна и заключается в нахождении критических точек с помощью решения системы уравнений, образованной приравниванием нулю

первых частных производных. Затем с помощью привлечения вторых производных выясняется наличие в них максимумов или минимумов [2]. Некоторые сложности при программирование этого алгоритма возникают в случае нескольких критических точек.

Программа нахождения экстремумов для функции двух переменных вида *z* = 2*x^4-2*x*y+y^2-x+y, график которой приведен на рис.1, представлена ниже:

```
> restart:
# Ввод и построение графика исследуемой функции
fun:=(x,y)->2*x^4-2*x*y+y^2-x+y;
plot3d(fun(x,y),x=-1..1,y=-1..1);
#Нахождение первых и вторых частных производных
prx:=diff(fun(x,y),x):
px:=unapply(prx,x,y);
pry:=diff(fun(x,y),y):
py:=unapply(pry,x,y);
pr2x:=diff(px(x,y),x):
p2x:=unapply(pr2x,x,y);
pr2y:=diff(py(x,y),y):
p2y:=unapply(pr2y,x,y);
pr2xy:=diff(px(x,y),y):
p2xy:=unapply(pr2xy,x,y);
#Нахождение критических точек
r:=solve({px(x,y),py(x,y)},{x,y});
#Проверка, является ли критическая точка единственной. Если нет, то
организуется оператор цикла, исследующий каждую точку с помощью
вторых производных в ней. Если же критическая точка одна, то условный
оператор отправляет вычислительный алгоритм на исследование ее на
экстремум
if type(r[1],set) then
for sc in [1,2,3,4]                                    do
xkr:=subs(r[sc],x);
ykr:=subs(r[sc],y);
Del:=evalf(p2xy(xkr,ykr)^2-p2x(xkr,ykr)*p2y(xkr,ykr));
if Del<0 then if evalf(p2x(xkr,ykr))<0 then print(`max=`,fun(xkr,ykr),`in`,xkr,ykr)
else print(`min=`,fun(xkr,ykr),`in`,xkr,ykr) fi fi:
print(`=========================================`);
od; else
xkr:=rhs(r[1]);ykr:=rhs(r[2]);
Del:=evalf(p2xy(xkr,ykr)^2-p2x(xkr,ykr)*p2y(xkr,ykr));
if Del<0 then if evalf(p2x(xkr,ykr))<0 then print(`max=`,fun(xkr,ykr),`in`,xkr,ykr)
else print(`min=`,fun(xkr,ykr),`in`,xkr,ykr) fi fi fi;
```

$$fun := (x, y) \to 2\,x^4 - 2\,x\,y + y^2 - x + y$$

$$px := (x, y) \to 8\,x^3 - 2\,y - 1$$

$$py := (x, y) \to -2\,x + 2\,y + 1$$

$$p2x := (x, y) \to 24\,x^2$$

$$p2y := (x, y) \to 2$$

$$p2xy := (x, y) \to -2$$

$$r := \{x = \frac{1}{2}, y = 0\}, \{x = \frac{-1}{2}, y = -1\}, \{x = 0, y = \frac{-1}{2}\}$$

$$min=, \frac{-3}{8}, in, \frac{1}{2}, 0$$

$$min=, \frac{-3}{8}, in, \frac{-1}{2}, -1$$

Как видно из результатов решения, данная функция имеет три критических точки, показанных в массиве {*r*}, но экстремумы существуют только в двух из них.

Аналогичная программа для нахождения экстремумов функции трех переменных при наличие одной точки экстремума для функции *t =-x^2-5*y^2-3*z^2+x*y-2*x*z+2*y*z+11*x+2*y+18*z+10* приведена ниже.

```
> restart:
#Привлечение пакета «linalg» для вычисления определителя третьего
порядка
with(linalg):
f:=(x,y,z)->-x^2-5*y^2-3*z^2+x*y-2*x*z+2*y*z+11*x+2*y+18*z+10;
prx:=diff(f(x,y,z),x):
px:=unapply(prx,x,y,z);
pry:=diff(f(x,y,z),y):
py:=unapply(pry,x,y,z);
prz:=diff(f(x,y,z),z):
pz:=unapply(prz,x,y,z);
r:=solve({px(x,y,z),py(x,y,z),pz(x,y,z)},{x,y,z});
xkr:=subs(r,x);
ykr:=subs(r,y);
zkr:=subs(r,z);
pr_xx:=diff(px(x,y,z),x):
pr_xx:=unapply(pr_xx,x,y,z);
pr_yy:=diff(py(x,y,z),y):
pr_yy:=unapply(pr_yy,x,y,z);
pr_zz:=diff(pz(x,y,z),z):
pr_zz:=unapply(pr_zz,x,y,z);
pr_xy:=diff(px(x,y,z),y):
pr_xy:=unapply(pr_xy,x,y,z);
pr_xz:=diff(px(x,y,z),z):
pr_xz:=unapply(pr_xz,x,y,z);
pr_yz:=diff(py(x,y,z),z):
pr_yz:=unapply(pr_yz,x,y,z);
#Вычисление угловых миноров матрицы Гессе
DEL1:=pr_xx(xkr,ykr,zkr);
```

```
DEL2:=pr_xx(xkr,ykr,zkr)*pr_yy(xkr,ykr,zkr)-pr_xy(xkr,ykr,zkr)^2;
MAT3:=matrix([[pr_xx(xkr,ykr,zkr), pr_xy(xkr,ykr,zkr), pr_xz(xkr,ykr,zkr)],
        [pr_xy(xkr,ykr,zkr), pr_yy(xkr,ykr,zkr), pr_yz(xkr,ykr,zkr)],
        [pr_xz(xkr,ykr,zkr), pr_yz(xkr,ykr,zkr), pr_zz(xkr,ykr,zkr)]]):
DEL3:=det(MAT3);
if DEL1>0 then if DEL2>0 then if DEL3>0 then
print(`max=`,evalf(f(xkr,ykr,zkr)),`in`,xkr,ykr,zkr) fi fi fi:
if DEL1<0 then if DEL2>0 then if DEL3<0 then
print(`min=`,evalf(f(xkr,ykr,zkr)),`in`,xkr,ykr,zkr) fi fi fi:
print(`=====================================`);
```

$$f := (x, y, z) \to -x^2 - 5\,y^2 - 3\,z^2 + x\,y - 2\,x\,z + 2\,y\,z + 11\,x + 2\,y + 18\,z + 10$$

$$r := \{x = 4, y = 1, z = 2\}$$

$$xkr := 4$$

$$ykr := 1$$

$$zkr := 2$$

$$DEL1 := -2$$

$$DEL2 := 19$$

$$DEL3 := -74$$

$$min=, 51., in, 4, 1, 2$$

Аналогично можно определять экстремумы функций с более высоким количеством переменных.

Список литературы

1. Дьяконов В. П. Maple 9 в математике, физике и образовании/ В.П. Дьяконов//М.: СОЛОН–прес.–2004.–688 с.
2. Шацкий В.П. Высшая математика. Краткий курс/ В.П. Шацкий, П.В. Москалев, В.П. Богатова, И.В. Гриднева//Учебное пособие/Под редакцией профессора Шацкого В.П., Воронеж.-2009.-240 с.

УДК 67.05

С.Ю. Симонов, студент
Руководитель: В.Г. Козлов, д.т.н., профессор

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Рассмотрен специальный вид обработки металлов, а именно, электрохимическая обработка. Представлены ещё преимущества и виды.

Принцип ЭХО (электрохимической обработки) основывается на их анодном растворении металлов в специальных электролитах под действием постоянного электрического тока – *электролизом*. Для этого требуются:

источник питания, электролит и два электрода, находящихся в электролитической ванне с электролитом.

Преимущества ЭХО заключаются в следующем:

- нет механических нагрузок и поэтому суммарная погрешность точности обработки не меняется;
- имеется возможность менять состояние и форму заготовки, её поверхностного слоя;
- нет наклёпа на поверхности;
- убираются прижог поверхности, образующийся в процессе шлифования;
- повышаются эксплуатационные характеристики поверхности деталей, такие как: прочность, коррозионная стойкость, износостойкость.
- простая кинематика образования форм поверхностей. В свою очередь это позволяет полностью автоматизировать процесс и производить точную регулировку процесса.

У ионов, образующихся в процессе растворения солей, кислот или щелочей имеется свободный электрический заряд и свободно движутся в электролите. Молекулы этих веществ взаимодействуя с водой (растворителем), распадаются на разнозаряженные ионы. Источник питания создает электрическое поле между анодом и катодом, в следствие чего получается направленное движение ионов –ионы имеющие отрицательный заряд (анионы) притягиваются к аноду, а ионы имеющие положительный заряд (катионы) – к катоду. В следствии чего в электролите начинает протекать электрический ток.

Порядок движения ионов в самом распространенном электролите – $NaCl$ (водный раствор хлористого натрия) показан на рисунке 1.

При растворении $NaCl$ в H_2O его молекула распадается на Na^+ (катион натрия) и Cl^- (анион хлора). H_2O в то же время частично распадается на H^+ (катион водорода) и OH^- (анион гидроксила). Источник питания подает напряжение на электроды, затем OH^- и H^+ одновременно с Cl^- и Na^+ из-за силы электрического поля вынужденно перемещаются соответственно к катоду и аноду.

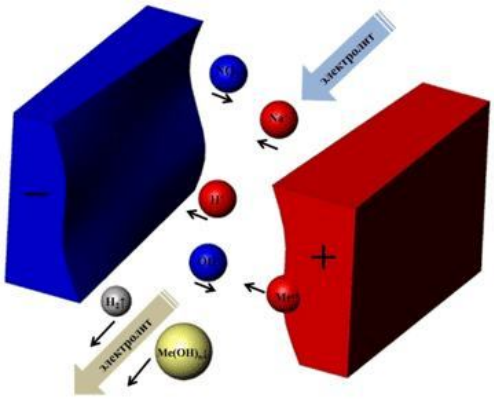


Рисунок 1 – Схема ЭХО

Последние вследствие реакций на катоде и аноде взаимодействуют с ионами гидроксила и образуют $Fe(OH)_3$ (гидрат окиси железа), являющийся нерастворимым соединением и выпадающим в осадок,. Так протекает анодное электрохимическое растворение железа. Одновременно с этим на катоде образуется водород, который выходит из электролита. Катод же в процессе реакции ЭХО не разрушается и не изнашивается [3].

ЭХО по типу протекания процесса делится на:

1. **Размерная ЭХО.** Применяется если требуется придать заготовке нужный размер и форму. Размерная ЭХО протекает при непрерывной подаче электролита, который нужно прокачивать под давлением между электродами. Принудительное удаление электролита из рабочей зоны позволяет образовывать форму у заготовки с меньшей величиной зазора, чем при электрохимическом травлении и полировании. На участках поверхности имеющей минимальное значение $a_{мин}$ зазора между электродами (рис. 2) ток имеет более высокую плотность, чем у участков с максимальным зазором $a_{макс}$, т.к. при $a_{мин}$ у электролита сопротивление меньше, чем при $a_{макс}$. Исходя из этого можно сделать вывод, что анодное растворение на участках с меньшим зазором между электродами протекает интенсивнее, чем на участках с большим зазором между электродами [4]. И поэтому у размерной ЭХО разная скорость растворения металла заготовки на участках с отличающимися зазорами между электродами. Для того чтобы компенсировать это явление, на всю заготовку назначаются припуски на обработку в зависимости от скорости растворения.

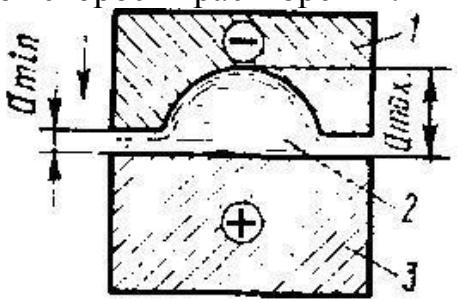


Рисунок 2 - Схема размерной ЭХО с одним перемещающимся электродом-инструментом:
1 – электрод-инструмент; 2 – электролит; 3 – заготовка-анод.

Рабочий профиль электрода-инструмента (рис. 2) должен иметь форму, аналогичную форме окончательно обработанной детали. Электрод-инструмент перемещается к закрепленной заготовке-аноду в заданном направлении (показано стрелками). В ходе растворения металла на участках с небольшим зазором между электродами и перемещения на необходимую величину поверхность перенимает форму электрода-инструмента.

В настоящее время также могут применяться станки с размерной ЭХО имеющей два подвижных электрода-инструмента с обеих сторон заготовки (рис. 3). При этом образование формы поверхности происходит с обеих сторон зафиксированной заготовки.

Есть станки с одним или двумя неподвижными электродами. Здесь зазор между электродами увеличивается по мере растворения металла из-за чего снижается плотность электрического тока, что в свою очередь снижает производительность и точность обработки. Эта технологическая схема ЭХО применяется только для снятия малого (до 0,5-1,0 мм) слоя металла.

Для ЭХО отверстий и полостей подвижным может быть как электрод-инструмент, так и заготовка. В некоторых случаях деталь и электрод-инструмент вращаются одновременно во встречном направлении [4].

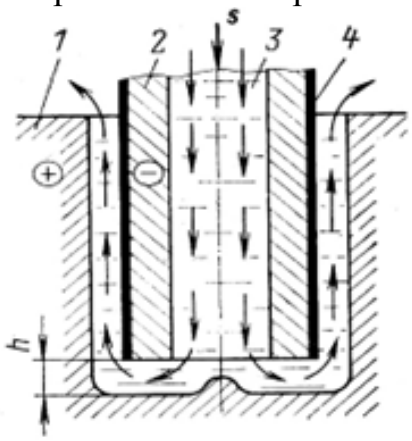


Рисунок 3 – Схема ЭХО с двумя подвижными электродами:
1 - обрабатываемая деталь; 2 – профильный инструмент-электрод (катод);
3 – электролит; 4 – изолятор.

2. **Электрохимическое полирование.** Этот вид ЭХО требуется, если необходимо сгладить микронеровности на поверхности детали.

Деталь соединяется с положительным, а электрод-инструмент с отрицательным полюсом источника питания. После подачи напряжения происходит процесс растворения металла детали, являющейся анодом. Металл, прежде всего, растворяется на выступах микронеровностей, из-за того что окисная пленка на них имеет меньшую толщину, чем у впадин и большую плотность тока. Получается выборочное растворение, т.е. у выступов скорость растворения выше, вследствие чего микронеровности сглаживаются.

Единственным недостатком у электрохимического полирования является невозможность удалять существенные дефекты с поверхности детали такие как забоины, царапины [2].

3. **Электрохимическое галтование.** Оно необходимо для скругления острых кромок у деталей и удаления с них заусенцев. Обработка заготовок происходит в условиях слабого обновления электролита с одновременным механическим воздействием на поверхность.

Полость барабана - катода, заполняется электролитом, абразивом и обрабатываемыми деталями. По центру барабана расположен стержень-анод. При медленной скорости вращения барабана на детали оказывают действие одновременно электролит и абразив.. Детали перемещаясь в полости барабана поочередно электрически контактируют через электролит со

стенками барабана и стержнем (катодом и анодом соответственно). Получается переменная полярность. По мере отдаления деталей от анода или катода меняется и плотность тока, что формирует активное или пассивное растворение металла. Из-за того, что на детали интенсивно воздействует абразив, удаление заусенцев, острых кромок деталей и окисных пленок протекает быстрее. Изменяя параметры анодного растворения (например, время) можно удалять заусенцы и притуплять кромки без влияния на форму и размеры детали [3].

4. **Электроабразивная или электроалмазная обработки.** Эти виды обработки сочетают анодное растворение и механическое воздействие на заготовку. В качестве инструмента выступают абразивные круги, способные проводить электрический ток. Но на практике широко применяются только электроабразивное и электроалмазное шлифование, а также электроалмазное затачивание резцов и других режущих инструментов.

Процесс электроабразивного (или электроалмазного) шлифования протекает следующим образом. На периферию абразивного круга-катода подается электролит, часть которого из-за действия центробежной силы уводится, а часть уводится непосредственно в зону резания, т.е. в зазор между электродами, соответствующим размеру зерен абразива.. Снятие слоя металла происходит посредством перемещения детали относительно инструмента [1].

Электроалмазное затачивание отличается от вышеописанного процесса тем, что его проводят сразу по всей поверхности при ее механическом контакте с поверхностью торца круга.

5. **Анодно-механическая обработка.** Она основывается на комбинировании электротермического и электрохимического процессов в совокупности с механическим воздействием инструмента-катода на поверхность подлежащей обработке. Во время электротермического процесса возникает кратковременный электрический контакт микровыступов и инструмента-катода. Затем разрушается окисная пленка и формируется канал проводимости тока из-за ионизации зазора между электродами. По этому каналу под напряжением (17-20 В) проходит электрический ток в виде импульсных и дуговых разрядов. Из-за большого количества энергии на относительно малом участке поверхности детали температура поверхностного слоя увеличивается; при этом металл плавится, затем частично испаряется и в виде расплавленных частиц переходит в электролит. Эрозия металла электротермическим процессом продолжается до тех пор, пока не исчезнет весь металл, находящийся на расстоянии электрического пробоя.

Недостатком является то, что в процессе обработки разрушается не только заготовка, но и сам электрод-инструмент. Для подобного формообразования электролитом является Na_2SiO_3 (водный раствор силиката натрия), или жидкое стекло. Когда электрический ток проходит через этот раствор Na^+ на катоде вступает в реакцию с водой, образуя щелочь $NaOH$ и H_2. SiO_3 распадается на SiO_2 и кислород. После чего на аноде

сформировывается силикатная пленка (окись кремния), имеющая высокое электрическое сопротивление. Когда напряжение на электродах ниже 15 В силикатная пленка разрушается инструментом, что запускает анодное растворение. Инструмент удаляет и продукты растворения из зоны обработки. С повышением напряжения на электродах до 17-20 В происходит электрический пробой и эрозионное разрушение металла заготовки ускоряется в десятки раз [2].

Список литературы

1. В.Ф.Орлов, Б.И.Чугунов. Электрохимическое формообразование. − М.: Машиностроение, 1990. − 240 с.
2. И.А.Байсупов. Электрохимическая обработка металлов. − М.: Высшая школа, 1981. − 152 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т./ Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова и др. М.: Машиностроение, 2003. Т. 1. 548 с.; т. 2. 539 с.
4. Ф.В.Седыкин. Оборудование для размерной ЭХО. − М.: Машиностроение, 1980. − 277 с.
5. Солдатов, Ю.И. Электроконтактная обработка / Ю.И. Солдатов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 189-192.
6. Сидоренков, В.Л. Использование электроэрозионной обработки металлов для нужд сельского хозяйства / В.Л. Сидоренков, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. - С. 377-378.
7. Щеглов В.С. Технология электроэрозионной обработки металлов / В.С. Щеглов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 248-253.
8. Овчаренко А.В. Электроимпульсная обработка металла / А.В. Овчаренко, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 308-311
9. Козлов В.Г. К вопросу об электрохимической обработке металлов / В.Г. Козлов, М.А. Крекотень, А.Ю. Лободин // Современные научно-практические решения в АПК: матер. междунар. научно-прак. конф., г. Воронеж, 06-07 июня 2017 г. / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I». –Воронеж, 2017. – С. 88–91.
10. Козлов В.Г. Новый способ электроконтактной обработки / В.Г. Козлов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2-2. - С. 48.
11. Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов. Станочная учебная практика / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. - Воронеж, - 2019.
12. Козлов В.Г. Особенности работы с металлом / В.Г. Козлов, Е.В. Кондрашова // Новая наука: Современное состояние и пути развития. - 2015. - № 4-1. - С. 31-33.

13. Технология конструкционных материалов / Науменко В.С., Тришина Т.В., Козлов В.Г. // Учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Воронеж, -2017.

14. Тришина Т.В. Металлорежущие станки / Т.В. Тришина, В.Г. Козлов // Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия". - Воронеж, 2013.

15. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астанин, В.С. Науменко, В.Г. Козлов, Ю.П. Земсков // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет. - Воронеж, 2014.

16. Козлов В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова // Воронежский государственный аграрный университет. Воронеж, 2015.

УДК 631

Н. Якушев, студент

ГОРЖУСЬ СВОИМИ ПРАДЕДАМИ – УЧАСТНИКАМИ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

В статье представлены описания наградных документов, геройски сражавшихся с врагами и, дошедших до Берлина трех прадедов студента первого курса Якушева Николая.

Приближается 75 годовщина Великой Победы советского народа над немецко-фашистскими захватчиками и их сателлитами. Великая Отечественная война унесла жизни почти 27 миллионов советских людей. В каждой семье были родные и близкие, которые участвовали в Великой Отечественной Войне. О тех страшных событиях нам напоминают обелиски и памятники, стоящие в городах и сёлах у братских могил.

Вероломно нарушив пакт о ненападении, заключённый в 1939 году, гитлеровская Германия без объявления войны напала на нашу Родину. Опьяненные легкими победами в Европе немецкие стратеги рассчитывали на блицкриг. Однако с первых дней войны они столкнулись с сопротивлением, которого не встречали в покоренной Европе. Война продолжалась 1418 дней и закончилась капитуляций фашистской Германии.

Мои прадеды: **Якушев Александр Максимович** (*красноармеец – сапер*), **Грушник Владимир Михайлович** (*гвардии ефрейтор - шофер*) **и Петухов Николай Фёдорович** (*гвардии красноармеец, ездовой*) являются участниками Великой Отечественной Войны. Они храбро сражались за

свободу и независимость нашей любимой Родины и каждый из них внёс свою лепту в Великую Победу над немецко-фашистской Германией.

Много интересных фактов о боевых подвигах моих героических прадедов о своих родных я услышал из уст своих дедушек и бабушек, а также прочитал на сайте «Подвиг Народа».

Якушев Александ Максимович 1912 года рождения, в Красную армию был призван Октябрьским РВК Курской области в 1941 году, по всеобщей мобилизации. В начале войны попал в плен. Зимой в 1943 году бежал из лагеря для военнопленных и добрался до партизан. В партизанском отряде «За Родину» он воевал с 7 января до 28 июня 1944 года. После освобождения района боевых действий партизан воевал в отдельном 112 саперном батальоне 61 стрелковой Никопольской Краснознаменском ордена Суворова дивизии в составе 1-го, а затем 3-го Белорусского фронта.



В наградном листе к медали «За отвагу» [1] написано: *«…в боях с немецко-фашистскими захватчиками проявляет мужество и отвагу при выполнении боевых заданий командования… неоднократно под ураганным огнём противника выполнял задания по разграждению заграждений противника… …не взирая на огонь противника тов. Якушев выполнил поставленную задачу, чем обеспечил оборудование наблюдательного пункта в срок. Достоин награждения правительственной наградой медалью "***За отвагу***"».*

Якушев А.М. участник боев в Восточной Пруссии, Польши, и центральной Германии. Участвовал в штурме Кёнигсберга и Берлина. Был награжден медалью «За отвагу», «За взятие Берлина», «За победу над Германией».

Грушник Владимир Михайлович 1912 года рождения с марта 1941 года в Красной Армии, был призван Усманским РВК Воронежской области. Грушник В.М. - гвардии ефрейтор, был шофёром 3-й батареи 64 отдельного гвардейского Померанского ордена «Красной Звезды» истребительного противотанкового дивизиона 57ГВД. Он был награжден орденами: «Отечественная Война, Первой степени», «Орден Славы 2-й степени», «Орден Славы 3-й степени», « Красная Звезда»; медалями: « За отвагу», « За боевые заслуги». Грушник В. М. с боями дошел до Берлина.



В наградном листе к ордену «Красная звезда» [2] написано: «*В боях за овладение городом Берлином проявил достойное мужество, стойкость и отвагу.*

Т. Грушник В. М. свое орудие не жалея жизни во имя Родины, он под огнем противника вывез своё орудие на ответственные огневые позиции

и, умело маневрируя между разрывами вражеских снарядов, боевую машину и пушку сохранил на всё время боёв. 29 апреля 1945 года. Был убит немецким снайпером шофёр боевой машины гвардии ефрейтор Кирьянов В.И. при смене огневых позиций машина без управления дошла на 50 метров от немцев и, упершись в столб, заглохла, т. Грушник подполз к машине, выключил скорость, зацепил трос и вытащил её из - под огня противника полностью исправной. Из личного оружия в боях в Берлине т. Грушник В.И. уничтожил 9 гитлеровцев.

Достоин правительственной награды орден: «**Красная звезда**».

В наградном листе к ордену «Славы 3-й степени» [3] написано:

«*При форсировании реки Одер 2.02. 45 года шофер гв. ефрейтор Грушник В.И. первым по льду перебросил своё орудие на левый берег и, маневрируя под огнем противника, выбросил орудие на ОП для стрельбы прямой наводкой. При переброске орудия на левый фланг под артогнем и бомбежкой противника кузов его машины был подожжен, но на горящей машине гвардии ефрейтор Грушник продолжал выполнять боевое задание и орудие доставил на место ОП, и только после этого ликвидировал пожар на машине.*

*Достоин правительственной награды орден: «**Славы 3-й степени**».*



«Петухов Николай Федорович 1908 года рождения русский с. Дубровное Соколовского района СКО. Призван 15.12. 1941 г. и встал на учет 05.10.1945 г. в Петропавловском ГВК. Проходил службу: 286 СП, Сталинградский, 1-й Белорусский фронты, ком. Отделения. Сержант. Награды: ордена «Красной звезды», «Отечественной войны II степени», медали «За отвагу», две медали «За боевые заслуги», « За оборону Сталинграда», « За освобождение Варшавы», « За взятие Берлина», «За побед у над Германией», юбилейные медали. Умер 03.04. 1993 г. Похоронен в г. Петропавловске».

В наградном листе к ордену «Красная звезда» [4] написано:

«30. 04. 1945 года в бою за ст. Берзе в городе Берлине,

«*Под сильным вражеским огнем в срок доставить боеприпасы на передний край. Во время отражения контр-атаки противника находился в боевых порядках роты и из личного оружия уничтожил 4 – х немецких солдат в том числе одного снайпера. Достоин награждения ордена* «**Красная звезда**»».

Приказ № 01729 от 25.10.43 г «*От имени Президиума Верховного Совета Союза ССР награждаю: медалью* «**За отвагу**» *стрелка 3 стр. роты 1 бат-на гвардии красноармейца Петухова Николая Федоровича, за то, что в боях за село Мелехово 17.07.43 года уничтожил из автомата 4 гитлеровцев и вынес с поля боя и вынес тяжело раненного командира взвода*» [5].

В нашей семье бережно хранится история о встрече двух братьев на войне. Эту историю рассказала мне моя бабушка Якушева (Петухова) Татьяна Николаевна. У ее отца Николая Федоровича было еще три брата. Все они ушли на фронт в самом начале войны. Воевали они в разных местах, и долгих три года не знали о судьбе друг друга. И вот однажды прадед Николай, возвращаясь с задания с группой разведчиков, уже на освобожденной территории встретил легковой автомобиль, в котором находились водитель и генерал. Когда машина миновала их группу, он почувствовал какое – то волнение, остановился и оглянулся. Машина тоже остановилась. Из неё вышел шофер, чтобы осмотреть машину. В его движениях, фигуре было что-то до боли знакомое… Прадед подошел к машине и окликнул шофера. И какая же радость овладела ими, когда они узнали друг друга! Это был старший брат прадеда Иван Федорович Петухов. Генерал, пораженный этой трогательной встречей, дал братьям три дня отпуска. До Берлина дошли только три брата, четвертый был застрелен фашистами при третьей попытке побега из концлагеря.

В будущем, эту историю я расскажу своим детям, а они пусть расскажут своим. Моя семья очень гордится тем, что в нашем роду есть такие героические люди, мы бережно сохраним память о них. Это они, преодолев все тяготы войны, не жалея своей жизни, сил, приближали день Победы. Это благодаря им мы сейчас живем, учимся, радуемся жизни. Мы не должны забывать о наших прадедах ещё и потому, чтобы не допустить еще более страшной войны. Наша семья свято хранит все награды прадедов. Эти награды у нас передаются из поколения в поколение от отца к сыну. И теперь эти награды храню я. Когда я прикасаюсь к орденам и медалям, мной овладевает великое чувство гордости за своих предков. Мне есть кем гордиться!

Советский народ в этой войне заплатил огромную цену, проявил неимоверное мужество и массовый героизм. Вместе с гражданским населением Советский Союз потерял около 27 миллионов человек. Наш долг сохранить память о каждом, кто внес свой вклад в Великую Победу советского народа над немецко-фашистскими захватчиками и их сателлитами.

В последние годы в России сложилась замечательная патриотическая традиция **9 Мая** в **День Победы** миллионы молодых людей с портретами своих родных и близких, погибших на полях сражений и тружеников тыла, вливаются в колонны «**Бессмертного полка**». Те, кто не дожил до Победы, в памяти своих потомков «оживают» в едином многомиллионном строю, проходя по площадям и главным улицам городов и многих населенных пунктов, тем самым подтверждая, что в нашей стране «**Никто не забыт, ничто не забыто!**».

Список литературы

1. **http://podvignaroda**.ru/?#id=24798374&tab=navDetailManAward.

2.http://podvignaroda.ru/?#id=37940952&tab=navDetailManAward.
3.http://podvignaroda.ru/?#id=45841163&tab=navDetailManAward.
4.http://podvignaroda.ru/?#id=37238874&tab=navDetailDocument.
5.http://podvignaroda.ru/?#id=19290620&tab=navDetailDocument.

УДК 629.7.08.017:621.382

И.С. Ярош, курсант
Д.В. Шатов, курсант
С.Д. Винокуров, к.т.н., старший преподаватель
В.Д. Винокуров, к.т.н., преподаватель

ПОВЫШЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ АЭРОДРОМНЫХ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ К ИОНИЗИРУЮЩЕМУ ИЗЛУЧЕНИЮ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБИД-КРЕМНИЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассмотрено воздействие проникающей радиации на полупроводниковую структуру силовых диодов трансформаторно-выпрямительного блока аэродромных подвижных электроагрегатов, приведен сравнительный анализ стойкости карбид-кремниевых и кремниевых силовых элементов к воздействию ионизирующего излучения.

Для питания воздушных судов на аэродромах государственной авиации электрической энергией применяются аэродромные электроагрегаты. Выпрямление переменного трехфазного тока в них осуществляется в трансформаторно-выпрямительном блоке (БТВ), электрическая схема которого представлена на рисунке 1.

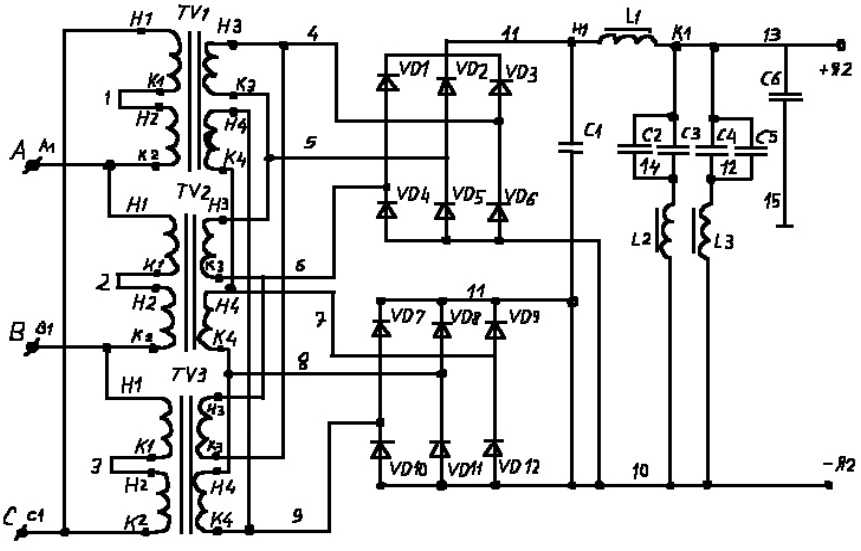


Рисунок 1 – Схема принципиальная БТВ АПА-5Д вариант 1

Из анализа рисунка 1 следует, что БТВ состоит из двух трансформаторно–выпрямительных полублоков. Каждый полублок состоит из трех трансформаторов TV1…TV3 (TV4…TV6), двенадцати выпрямительных диодов VD1…VD12 (VD13…VD24) на радиаторах, дросселей L1(L2), платы с конденсаторами для гашения помех радиоприемным устройствам, возникающих при работе электроагрегата.

Анализ структуры системы электроснабжения [1] показывает, что в БТВ используются кремниевые полупроводниковые приборы. В блоке стабилизации напряжения используются кремниевые транзисторы 2Т825А и стабилитроны Д818Д. В блоке стабилизации частоты – диоды Д232А, Д232Б и германиевый транзистор 1Т403А. В блоке регулирования напряжения БРН-208 используются транзисторы 2Т808А и диоды 2Д103А, 2Д212, 2Д212Р.

Низкая стойкость германиевых и кремниевых структур к ионизирующему излучению повышает вероятность выхода из строя преобразователей электрической энергии в условиях воздействия ионизирующего излучения, которое представляет собой поток мгновенных нейтронов и мгновенных γ-квантов.

Повышение надежности работы и живучести электроагреатов возможно при использовании радиационно-стойкой элементной базы, которая сохраняет параметры полупроводниковых приборов при облучении. Таким материалом для применения в системах постоянного и переменного тока агрегатов может служить карбид кремния, который к тому же способен сохранять свои электрические свойства при действии больших мощностей и высоких температур. [1,2,4,5]

Приведенные в таблице 1 теоретические расчеты пороговой энергии дефектообразования, рассчитанная по формуле (1) показывает значительную стойкость карбид-кремниевых материала к ионизирующему излучению [2].

$$1{,}117E_d = \left(10/a_0\right)^{4{,}363} \qquad (1)$$

где a_0 – постоянная решетки.

Таблица 1 – Расчетные значения пороговой энергии дефектообразования для некоторых полупроводников

Параметр	Si	3C-SiC	4H-SiC, 6H-SiC	алмаз
Постоянная решетки a_0, $\overset{0}{A}$	5,431	4,36	3,08	3,57
Пороговая энергия E_d, эВ	12,8	37	153	80

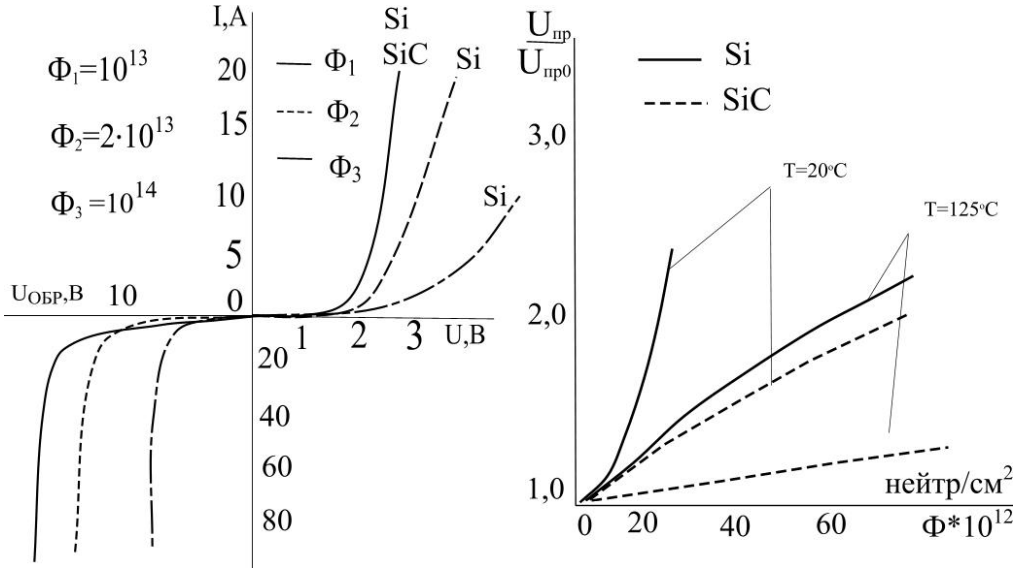
Анализ [1, 3] показывает, что установленные на аэродромном электроагрегате германиевые диоды выдерживают потоки быстрых нейтронов до 10^{11} нейтр/см^2, при этом происходит значительное изменение характеристик. При потоках нейтронов более 10^{13} нейтр/см^2 данные приборы выходят из строя. При воздействии доз γ - облучения мощностью $6*10^4$ Р/ч обратный ток германиевых диодов возрастает на 10%. Только через

несколько дней после облучения их параметры восстанавливаются до первоначального уровня.

Воздействии потока нейтронов на кремниевые диоды в составе электроагрегатов вызывает уменьшение их проводимости в прямом и обратном направлениях при потоках 10^{12} - 10^{13} нейтр/см^2. Выход из строя полупроводниковой структуры приборов происходит при предельном потоке нейтронов 10^{18} нейтр/см^2.

Анализ таблицы 1 и данные испытаний в [3] подтвердили высокую радиационную стойкость карбид-кремниевых приборов: при дозе облучения $5*10^7$ рад не было обнаружено изменений электрических характеристик, тогда как для кремниевых приборов в 100 раз меньшая доза радиации уже является предельной. Это происходит из-за малой генерации носителя в структуре материи при воздействии ионизирующего облучения.

На рисунке 2 представлена вольт-амперная характеристика кремниевых и карбид-кремниевых диодов при воздействии различного потока нейтронов.



а – ВАХ диодов при облучении; б – изменение удвоения напряжения при прямом токе

Рисунок 2 – Изменение характеристик кремниевых и карбид-кремниевых полупроводниковых приборов при действии ионизирующего излучения

Анализ рисунка 2 позволяет судить о лучших выпрямительных свойствах карбид-кремниевых диодов из-за его слабой зависимости от действия радиации. По зависимости двукратного увеличения напряжения пробоя при заданном прямом токе (рисунок 2б) видно, что карбид-кремния более стоек к ионизирующему излучению, особенно при высоких температурах работы

Изменения ВАХ выпрямительного диода, представленные на рисунке 2, качественно могут быть описаны теоретическим выражением (2) [3]:

$$I = I_S \left(e^{(U - I R_б)/kT} - 1 \right) \quad (2)$$

где I – прямой ток через диод; I_s – ток насыщения, который равен обратному току через идеальный диод; U – напряжение, приложенное к *p-n*-переходу; k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура; $R_б$ – сопротивление толщи базы.

Из формулы (2) следует, что ток через диод зависит от сопротивления базы, которое определяется электрофизическими и геометрическими параметрами:

$$R_б \approx \rho \ W / S, \quad (3)$$

где ρ – удельное сопротивление полупроводника; W - толщина базы диода; S – площадь *p-n*-перехода.

Вид зависимости удельного сопротивления полупроводниковой структуры от интегрального потока нейтронов [3]:

$$\rho = \rho_0 \exp\left(K_\rho \Phi\right), \quad (4)$$

где ρ_0 – удельное сопротивление кремния до облучения, K_ρ– коэффициент радиационного изменения удельного сопротивления, определяется значением концентрации носителей тока в полупроводнике до облучения.

Анализ (2)-(4) позволяет сделать вывод, что при облучении удельное сопротивление полупроводниковых материалов возрастает, поэтому растет сопротивление базы, что ведет чрезмерному увеличению прямого падения напряжения и к перегреванию диода. Зависимость прямого тока от напряжения кремниевого диода с увеличением дозы облучения более полога, чем до облучения. Ток карбид-кремниевого диода очень слабо зависит от прикладываемой аналогичной дозы, так как имеет меньшую величину коэффициента радиационного изменения удельного сопротивления и меньшую величину исходного удельного сопротивления ρ_0. Кроме того, величина обратного тока кремниевого диода с увеличением потока растет и пробой прибора наступает при меньших значениях напряжения, что понижает коэффициент выпрямления и эксплуатационные характеристики преобразователя.

Воздействие быстрых нейтронов вызывает нарушение кристаллической решетки материала и ионизацию силовых транзисторов. Вследствие этого изменяются параметры полупроводниковых материалов - время жизни основных носителей, удельная проводимость, скорость поверхностной рекомбинации дырок с электронами. Вследствие изменения вышеуказанных параметров уменьшается коэффициент усиления по току, увеличивается обратный ток коллектора, возрастают шумы транзистора. Изменение коэффициента усиления является необратимым.

Зависимость изменения статического коэффициента передачи тока биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером при облучении имеет вид:

$$h_{21Э} = \left(\frac{1}{h_{21Э0}} + \frac{K_\tau}{2\pi f_{ГР}} \Phi \right)^{-1}, \quad (5)$$

где $f_{ГР}$ – граничная частота усиления по току в схеме с общей базой; $h_{21Э0}$ – коэффициент усиления по току в схеме с общим эмиттером (до начала облучения); $h_{21Э}$ – коэффициент усиления по току в схеме с общим эмиттером (после облучения); K_τ – постоянная, зависящая от типа транзистора (нейтр/см^2).

Для германиевых транзисторов K_τ =(1,8-4,2)*10^7, для кремниевых K_τ =(3,1-4,6)*10^6 , что свидетельствует о наибольшей радиационной стойкости германиевых транзисторов.

Зависимости статического коэффициента хорошо согласуются с выражением (5) и представлены на рисунке 3. Они показывают более высокую стойкость карбид-кремниевых и германиевых транзисторов к ионизирующему излучению, чем кремниевых.

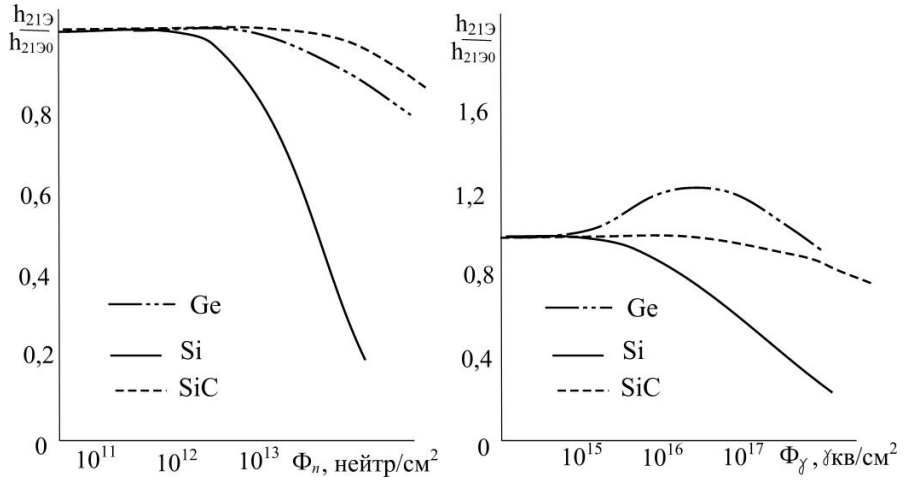


Рисунок 3- Зависимость коэффициента передачи тока кремниевых, германиевых и карбид-кремниевых силовых транзисторов от величины ионизирующего излучения

Карбид-кремниевые приборы обладают большей радиационной стойкостью, что в сочетании с высокими допустимыми рабочими температурами и большими скоростями насыщения носителей делает их перспективными для использования в преобразователях аэродромных электроагрегатах. Применение карбид-кремниевых приборов позволит создавать БТВ и блоки, способные сохранять рабочие характеристики при высоких радиационных нагрузках и в условиях повышенных температур.

Сравнение пороговой энергии дефектообразования, ширины запрещенной зоны позволяют судить о высокой радиационной стойкости карбида кремния приборов, что в сочетании с высокими допустимыми рабочими температурами и большими скоростями насыщения носителей заряда предопределяет перспективы использования карбид-кремниевых

силовых приборов для преобразовательных устройств средств наземного обеспечения энергией.

Список литературы

1. Электроагрегат подвижный авиационный АПА-5Д вариант 1. Руководство по эксплуатации. ЮСЯИ 244.00.00.000 РЭ. 155 с.

2. Ладыгин *Е.А*. Действие проникающей радиации на изделия электронной техники. М.: ЦНИИ Электроника, 1980, - 224с.

3. Лебедев *А.А.,* Козловский В.В., Строкан Н.Б., Давыдов Д.В., Иванов А.М., Стрельчук А.М. Радиационная стойкость широкозонных полупроводников (на примере карбида кремния)// Физика и техника полупроводников, 2002.-т. 36.-вып.11 .- С. 1354-1359

4. Polivaev O.I. Upgrading seat suspension of tractor belarus 1221/ O.I. Polivaev, A.V. Loschenko, R.G. Belyansky, A.N. Kuznetsov // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012051.

5. Polivaev O.I. EFficiency of using porous network material as a filter material in shutter filters / O.I. Polivaev, A.N. Larionov, I.A. Spitsyn, A.V. Bozhko, L.K. Gorban // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Irkutsk National Research Technical University. 2019. С. 012027

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

МОЛОДЕЖНЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ

Материалы 71-й научной студенческой конференции

Часть I

Издается в авторской редакции.

Подписано в печать 12.05.2020 г. Формат 60x84 1/16
Бумага кн.-журн. П.л. 41,94. Гарнитура Таймс.
Тираж 33 экз. Заказ № 20771.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»

Типография ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.
394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1.



ISBN 978-5-7267-1125-6

9 785726 711256

ISBN 978-5-7267-1126-3 (ч. 1)

9 785726 711263