



ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАШИН, ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ВОРОНЕЖ 2019**



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

**ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
МАШИН, ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ВОРОНЕЖ
2019**

УДК 631.3:005.745(06)

ББК 40.72я431

П781

П781 Проблемы совершенствования машин, оборудования и технологий в агропромышленном комплексе: материалы международной научно-технической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2019. – 393с.

С 23 по 24 октября 2019 года в ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ» на базе кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин агроинженерного факультета прошла международная научно-техническая конференция, посвященная актуальным проблемам науки и образования в области разработки технологий, машин и оборудования для создания, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, повышения эффективности и безопасной эксплуатации техники в сельском хозяйстве, экономических, социально-правовых и кадровых проблем развития агропромышленного комплекса. В работе конференции приняли участие студенты, аспиранты, молодые ученые, доценты и профессора.

Редакционная коллегия:

В.И. Оробинский, Е.В. Пухов, В.Г. Козлов

ISBN 978-5-7267-1105-8

© Коллектив авторов, 2019

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

К ЮБИЛЕЮ УЧЕНОГО!!!	11
КАЗАРОВ КИМ РУБЕНОВИЧ – НАШ ВЕДУЩИЙ УЧЁНЫЙ Оробинский В.И., Василенко В.В., Тарасенко А.П., Гиевский А.М., Баскаков И.В., Чернышов А.В.	11
Секция 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ, МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	14
ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА Липовцев А.В., Следченко В.А.	14
СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТОВ Королев А.И., Одиноборцев А.Ю.	17
РАДИАТОР ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ Манойлина С.З., Головин А.Д.	22
СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УБОРОЧНО-МОЕЧНЫХ РАБОТ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ Горбенко А.И., Королев А.И.	26
ПОЛУЧЕНИЕ ОТЛИВОК МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ Маслюков А.С., Тертерашвили Д.Г., Королев А.И.	31
О ЧИСЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ Спирина Н.Г., Гриднев А.С.	34
БЕСПИЛОТНЫЙ ТРАНСПОРТ КАК ОБЪЕКТ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ Манойлина С.З., Посохов Д.Н.	37
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЛОКИРОВАННОГО КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ТРАКТОРА И ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ Гудков В.В., Сокол П.А., Могутов Р.В., Удалых Н.С.	43
ОБЗОР КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ ВАЛОВ ОТБОРА МОЩНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТРАКТОРОВ Ворохобин А.В., Круглов С.А., Золотых Е.В.	47
СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ТРАКТОРА ПРИ РАБОТЕ С МАЛОЭНЕРГОЕМКИМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ МАШИНАМИ Ворохобин А.В., Круглов С.А., Иванов В.П.	51
АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР Бутова С.В., Седова О.С.	53

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ Шередекин В.В., Турищев Д.В., Скрипников Р.П.	58
Секция 2. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (В ТОМ ЧИСЛЕ В ПРОЦЕССАХ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ, СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ).....	63
РАДИАТОР С ПОЛИУРЕТАНОВОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ В БЛОЧНОЙ СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ Дидманидзе О.Н., Хакимов Р.Т., Парлюк Е.П., Большаков Н.А.....	63
СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ТРАНСПОРТНЫХ, НЕФТЕСКЛАДСКИХ И ЗАПРАВОЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ Колесников Н.П., Бакуменко Е.Ю.....	70
КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ ЖЕЛЕЗА С НИКЕЛЕМ Астанин В.К., Стекольников Ю.А., Емцев В.В., Чурилов Д.Г.....	74
АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА Пухов Е.В., Панов В.И.	77
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КОНТАКТНЫХ НАГРУЗОК Пухов Е.В., Астанин В.К., Щеголев И.В.	81
ДЕФЕКТЫ И СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ Чупахин А.В., Малыхин Е.В.....	84
ОБОСНОВАНИЕ ТИПА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ АРМЕЙСКОГО ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ Винокуров С.Д., Заварзин А.Т., Махнев С.А., Бровченко А.Д.....	88
АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК Пухов Е.В., Зотов П.Ю.	92
ПРОБЛЕМА ОБНОВЛЕНИЯ ПАРКА МАШИН АПК В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Астанин В.К., Титова И.В., Казьмин Д.Н.	95
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ Войкина А. В., Овчаренко А.В., Чупахин А. В.....	98
ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ НА ВНУТРЕННИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ Сучков М.С., Астанин В.К.....	102

ТЕХНОЛОГИЯ СОРТИРОВКИ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА И АПК	
Титова И.В., Астанин В.К., Сидоренков В.Л.....	105
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИСАДОК ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ	
Титова И.В., Сидоренков В.Л., Заболотная А.А.....	108
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ МАШИН ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Колесников Н.П., Овчаренко А.В., Войкина А.В.....	110
ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ВЕДУЩЕЙ ЗВЁЗДОЧКИ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА	
Булыгин Н. Н., Слащинин С.С.	113
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ ПОМЕЩЕНИЙ РЕМОНТНЫХ МАСТЕРСКИХ	
Пиляев С.Н., Кузьменко С.В., Гулевский В.А.	117
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА МЕХАНИЗАТОРА ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОСЕВОВ ЯДОХИМИКАТАМИ	
Пономарев В.А., Андрианов Е.А., Андрианов А.А.	120
К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО БЛОКА ВИБРОПУЛЬСАТОРА	
Андрианов Е.А., Андрианов А.А.....	124
АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
Логойда В.С., Болтнев Д.Е., Саблин С.Ю., Мацнев М.В.....	128
АНАЛИЗ СИСТЕМ СБОРА И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН	
Логойда В.С., Болтнев Д.Е., Скрыпников А.А., Мацнев М.В.....	133
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН	
Логойда В.С., Болтнев Д.Е., Саблин С.Ю., Мацнев М.В.....	139
РАЗРАБОТКА СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕГРАДАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН В ЭКСПЛУАТАЦИИ	
Логойда В.С., Болтнев Д.Е., Саблин С.Ю., Букреев В.Ю., Дрыга И.А.....	146
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ О НАДЕЖНОСТИ МАШИН В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА С ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ	
Логойда В.С., Болтнев Д.Е., Скрыпников А.А., Букреев В.Ю., Дрыга И.А.....	152
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЬЕВ ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ	
Логойда В.С., Болтнев Д.Е., Саблин С.Ю., Мацнев М.В.....	161

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ МАШИН	
Логойда В.С., Букреев В.Ю., Дрыга И.А., Саблин С.Ю., Мацнев М.В.	165
СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ УПАКОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА TETRA PAK	
Ефимова Т.В., Ищенко Т.Л., Ашмарова Т.С., Украинская Е.В.	171
ВИДЫ ШУМОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ	
Терехов Д.Ю., Поливаев О.И., Кузнецов А.Н.	174
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ НА КОРОНУ В ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	
Картавец В.В., Извеков Е.А.	178
ОБЗОР ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА СОВРЕМЕННЫХ ТРАКТОРАХ	
Ворохобин А.В., Олейников И.Б.	183
ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВЕСА ТРАКТОРА НА ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	
Ворохобин А.В., Олейников И.Б.	186
ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ ДВИГАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПУТИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ	
Божко А.В., Гурова М.С., Мякишев С.О., Канищев А.С.	190
МЕТОДИКА ФИКСАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ БИОТОПЛИВ В ЗАКРЫТОМ ТИГЛЕ	
Гетманов Д. Г., Панченко М. А., Васильев И. П.	193
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ЗАТРУДНЯЮЩИХ ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ В ОРГАНИЗАЦИИ	
Бонч-Бруевич А.М., Мухамединов А.В., Беляков И.А.	195
ТВЕРДЫЕ СМАЗОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДИСУЛЬФИДОМ МОЛИБДЕНА	
Петровский Д.И., Петровская Е.А.	202
СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОГО КОАГУЛЯТА В КОСМЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ	
Никитин Д.В., Булатов В.С.	205
ОСОБЕННОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БАРАБАНЫХ МАШИН ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА	
Гиевский А.М., Зотов П.Ю.	208
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ И ИХ АНАЛИЗ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	
Кузьмина М.Н., Сиволапов Д.С.	213

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	
Жачкин С.Ю., Пеньков Н.А., Трифонов Г.И.	217
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЯ ПРИМЕНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО КОРРЕКТОРА ТОПЛИВОПОДАЧИ И АНАЛИЗ ЕГО ДИНАМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ	
Тырловой С.И., Мамаев А.А.	222
РАЗРАБОТКА РЕЖИМА ВАКУУМНОГО ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ СОРТА «МАРЫШКА»	
Подольский А.А., Скоморохова А.И., Иванова Э.С., Кравченко М.Ю.	225
ЖИДКОСТНОКОЛЬЦЕВЫЕ ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ В РЕАКТОРАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
Родионов Ю.В., Никитин Д.В., Дьяченко А.В., Скоморохова А.И.	229
ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНОМ	
Неменушая Л.А., Коноваленко Л. Ю., Щеголихина Т. А.	231
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЯВЛЕНИЯ НА ДОРОГАХ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
Конорев Д.В., Васильев А.С., Орбинский В.И.	234
УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДНО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ	
Родионов Ю.В., Данилин С.И., Борисов С.В., Ломовских А.Е., Орбинский В.И.	237
МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ МАШИН	
Подуремья А.В., Щепелев А.Ю., Зубков А.Ф., Тарасенко А.П.	241
СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ	
Заварзин А.Т., Подуремья А.В., Рощупкин И.Ю., Василенко В.В.	244
УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАЗЕМНЫХ АВИАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	
Воронин Д.Д., Тюнин А.Б., Скребов Н.Н., Василенко В.В.	247
ПРОБЛЕМЫ ПУСКА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	
Германович А.С., Андреев И.В., Аносов И.С., Протопопов Д.А., Казаров К.Р.	250
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Глотов М.С., Казаков Е.Б., Чекрызов К.Ю., Давыдов А.О., Гиевский А.М.	255

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВООБРАТЫВАЮЩИХ МАШИН	
Булыгин Н.Н., Чернухин Е.Н.	259
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ПРОЦЕССАМИ В БЛОКЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ И ОСУШКИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОЙ ВРУ	
Матюх А.С., Демчук В.О., Баскаков И.В.	262
ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Гусев Ю.В., Ломовских А.Е., Марков Н.С., Баскаков И.В.	266
ПОРТАТИВНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПРЕСС-СРАВНЕНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАСЕЛ	
Дунаев А.В., Ломовских А.Е., Солод А.Д., Стародубцев Д.А., Волокитин А.А., Чернышов А.В.	269
ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	
Казаков Е.Б., Глотов М.С., Авраменко С.Н., Чернышов А.В.	272
АКТИВАТОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА	
Ломовских А.Е., Свиридов А.А., Волокитин А.А., Жулин А.Д., Скопин И.А.	277
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНИКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Лыхин Н.Е., Белов Н.М., Поливаев О.И.	281
МАЛОГАБАРИТНАЯ ЛЕБЕДКА ДЛЯ САМОВЫТАСКИВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ	
Заварзин А.Т., Подуремья А.В., Галкин К.Д., Карнюшин И.И., Костиков О.М.	284
МЕТОДИКА РАБОТЫ ИНСТРУКТОРА ПО ВОЖДЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА	
Заварзин А.Т., Гальцев Ю.М., Галкин К.Д., Тесленко И.С.	287
МОНТАЖ МОДУЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ВОЖДЕНИЯ	
Заварзин А.Т., Винокуров С.Д., Галкин К.Д., Тесленко И.С.	290
ДИНАМИЧЕСКАЯ АНИМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АВТОТОПЛИВОЗАПРАВЩИКА АТЗ-10-53501	
Павленко И.В., Виноградов Н.П., Костиков О.М.	294
СПИРАЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ, КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ	
Папилин П.И., Кобзев Е.А., Терехин В.О., Ворохобин А.В.	298
АНАЛИЗ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ АДСОРБЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОСУШКИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	
Игнатьев В.Г., Полухин Р.А., Божко А.В.	302

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЕЛЬФЕРА Афоничев Д.Н., Пиляев С.Н., Беляев А.Н.	306
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ БУКСИРОВКИ И ЭВАКУАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ Лазарев С.В., Полежаев А.С., Поливаев О.И.	310
АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ АРМЕЙСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ УРАЛ-4320 И УРАЛ «МОТОВОЗ-М» ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА ФОРУМЕ АРМИЯ-2019 Сиденко В.А., Викулин С.В., Кузнецов А.Н.	315
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВХОДНОГО ПОТОКА ВОЗДУХА ДЛЯ ВОЗДУШНОГО ТРАКТА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ Скрипкин В.В., Бруцкий Е.Ю., Кузнецов А.Н.	319
СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ БЛОКА РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ СТАНЦИЙ Водопьянов Ю.И., Коркищенко А.В., Ведренский О.С.	322
ПОВЫШЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИЗЕЛЕЙ Лиховидов Д.В., Мартыщенко К.В., Божко А.В.	325
СПОСОБЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПАРОЭЖЕКТОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ Маслов В.А., Маслов Д.Д., Лощенко А.В.	329
ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ КОЛЕС С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Пурусов Ю.М., Леонтьев К.Н., Гриценко Д.В., Ведренский О.С.	331
МЕМБРАННАЯ АЭРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ ЗАМКНУТЫХ РЫБОВОДЧЕСКИХ СИСТЕМ Мищенко М. В., Зайцев М.С., Поливаев О.И.	335
СИЛОВЫЕ ПРИВОДЫ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАЗЕМНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ Химич А.В., Тюнин А.Б., Скребов Н.Н., Лощенко А.В.	337
ДИСТАНЦИОННЫЙ ПРИВОД ОТКЛЮЧЕНИЯ ГИДРОМУФТЫ ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА ПРИ ЕЕ РАБОТЕ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ НА АВТОМОБИЛЯХ СЕМЕЙСТВА КАМАЗ Викулин С.В., Кривцов В.А., Янин А.Н., Ворохобин А.В.	341
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЫБОРОЧНОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ (SCR) В СОВРЕМЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ Кузнецов А. Н., Ярошенко Н.Л.	343
СИСТЕМА ПОДОГРЕВА ЭЛЕКТРОЛИТА В АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕЕ АВТОМОБИЛЯ Викулин С.В., Янин А.Н., Завьялов А.А., Лощенко А.В.	347

ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ДЕФОРМИРУЕМЫМ ГРУНТАМ	
Кузнецов А.Н., Кондобарова Е.А., Авдеев А.В.....	349
ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ОЗОНИРОВАНИЯ ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА НА ЗДОРОВЬЕ ПЕРСОНАЛА	
Гончаров А.С., Афонин С.А., Внуков С.К., Подорванов Д.А., Корнев А.С.....	352
СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	
Скрипников Р.П., Турищев Д.В.....	355
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЭРОДРОМНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КРИОГЕННЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ	
Козлов А.В., Васильев Е.И., Заболотная А.А.....	360
НАДЕЖНОСТЬ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ФОРСУНКИ ФД-22 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ	
Бурдыкин В.Д., Спицын И.А.....	363
Секция 3.ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ И КАДРОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	367
ИЗ ИСТОРИИ ВОРОНЕЖСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАМВАЯ	
Филоненко Н.В., Черникова В.В.....	367
В БОЯХ ЗА КОРОТОЯКСКИЙ ПЛАЦДАРМ - ПОДВИГ ГВАРДИИ СЕРЖАНТА ПАНГАНИСА И.В. В АВГУСТЕ 1942 Г.	
Малютина Т.П., Тройных Н.А.	370
ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	
Шалаев А.В., Гафурова Д.Х.....	374
БЕЗРАБОТИЦА КАК ЭЛЕМЕНТ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ТРУДА В АПК СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ	
Одноворцов А.Ю., Федотова О.А.	376
СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ	
Шалаев А.В., Гафурова Д.Х.....	380
ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО УРОВНЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РЕГИОНЕ	
Коробков Е.В., Морозов С.И.....	383
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САДОВОДСТВА И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	
Леонова Н.В., Маркова А.Л.....	387
ПРИЧИНЫ И ПРОЦЕССЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРАРНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ	
Успенская В.В.....	391

К ЮБИЛЕЮ УЧЕНОГО!!!

УДК 63-057.2

КАЗАРОВ КИМ РУБЕНОВИЧ – НАШ ВЕДУЩИЙ УЧЁНЫЙ

Оробинский В.И., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой

Василенко В.В., д.т.н., профессор

Тарасенко А.П., д.т.н., профессор

Гиевский А.М., д.т.н., профессор

Баскаков И.В., к.т.н., доцент

Чернышов А.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Пожалуй, все работники агроинженерного факультета, да и всего агроуниверситета, согласятся с тем, что есть люди, с которыми хочется встречаться каждый день, потому что от них исходит тёплое приветствие, неподдельное внимание и бодрящая улыбка, погашающая твои заботы и печали. Не случайно, что у Кима Рубеновича широчайший круг друзей и знакомых, которые не просто жмут его руку при встрече, а долго тискают в дружеских объятиях.

А начиналось всё в солнечной Грузии, где 12 декабря 1939 года появился на свет будущий профессор, доктор технических наук, член диссертационного совета по присуждению учёных степеней и заботливый наставник молодёжи Ким Рубенович Казаров. Свою профессию он выбрал сразу после окончания 10-го класса, поступив в 1956 году в одно из училищ механизации сельского хозяйства в Тбилиси. Полученные знания и навыки из практических занятий пригодились и в работе колхозным трактористом, и в службе в рядах Советской Армии, где он последовательно занимал должности стрелка, тракториста, шофёра, командира автомобильного отделения, заместителя командира автомобильного взвода. К своим 22 годам Ким Рубенович к отличным школьным знаниям прибавил трудовой опыт механизатора, дисциплину и целеустремлённость солдата, поэтому в 1962 году факультет механизации Воронежского СХИ имени К.Д. Глинки сделал правильный выбор такого абитуриента из восьми претендентов на одно место, зачислив его в число студентов дневного отделения. Если б тогда знал ректорат, что институту повезло стать alma mater маститого учёного!



Нелегка была учёба на первом курсе. Язык преподавания ведь не грузинский. Но Ким Рубенович привык к трудностям и тем ожесточённое «грыз гранит науки», благо, что содержание дисциплин давалось легко. Времени хватало и на студенческие вечера, тем более, что там было всегда обилие девушек из пединститута. Но как можно было не заметить стройную девушку с голубыми глазами с грузинским именем Тамара! Вскоре у них родилась дочь Ирина. Так Ким Рубенович обрёл в России свою семью и вторую родину. Заканчивая учёбу в вузе, Казаров К.Р. уже выбрал дорогу научного работника и подал совместно с преподавателем Василенко В.В. заявку на первое изобретение «Рабочий орган прореживателя всходов сахарной свеклы и других пропашных культур»

[1], ставшее краеугольным камнем двух его диссертаций. В последствие Ким Рубенович и Владимир Васильевич стали лучшими друзьями и коллегами на долгие годы [2, 3]. Но до этого надо было ещё определиться с работой. К счастью, оказалась вакансия инженера по хоздоговорной тематике, а через два года он был принят по конкурсу на должность ассистента кафедры сельскохозяйственных машин, что и определило конкретное направление научной работы на обозримое будущее. Продолжая работу над выбранной ещё в студенчестве темой, Ким Рубенович под руководством Василенко Владимира Васильевича и Полонецкого Соломона Давыдовича в 1973 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Механизированное прореживание всходов сахарной свёклы с повышенной точностью распределения» [4]. Семейная радость возросла с одновременным рождением сына Игоря. Полная семья и частная квартира требовали повышенных расходов, поэтому очень кстати стал перевод на должность старшего преподавателя, а с 1979 года – доцента кафедры сельскохозяйственных машин. Молодому доценту довольно быстро предложили и общественную, и административную работу. В 1985 году его нагрузили обязанностями заместителя декана по заочному образованию, а вскоре последовали выборы на популярные в то время должности секретаря факультетской парторганизации, члена парткома института, председателя комиссии по народному контролю. На этих должностях Ким Рубенович проявил такую принципиальность и требовательность, которая явно способствовала укреплению служебной дисциплины в вузе и на факультете. Но вместе с тем ощущалось неподдельное внимание и забота руководителя к каждому преподавателю или студенту, попадающему в сферу его административного или общественного влияния.

В 70-е годы были очень активные учебные, научные и хозяйственные связи института с учебным хозяйством «Берёзовское». Развитие технологии возделывания сахарной свёклы было в самом разгаре. Как нельзя более кстати пригодились результаты научных исследований Кима Рубеновича, и он буквально пропадал в учхозе в ответственные периоды технологии. В благодарность за это институт и учхоз одному из первых выделили именно Казарову К.Р. долгожданные шесть соток для дачного участка. Так Ким Рубенович с Тамарой Григорьевной стали ещё и старательными дачниками на радость маме Тамаре Иосифовне, переехавшей из Грузии.

Не привыкший останавливаться на достигнутом Ким Рубенович продолжает развивать прикладную часть теории вероятностей применительно к точности высева сахарной свёклы и в 1998 году защищает докторскую диссертацию, опередив на несколько лет своего научного консультанта. В диссертации были применены компьютерные технологии моделирования процессов, поэтому она называлась «Разработка теории и методов выбора технологических параметров механизированного формирования густоты насаждения сахарной свёклы» [5]. В 2001 году автор был утверждён в учёном звании профессора. Возросшее участие уже доктора наук в печати и научных конференциях привлекло внимание других вузов, которые стали приглашать его к сотрудничеству. Воронежский политехнический институт доверил Киму Рубеновичу преподавать студентам дисциплину «Механизация сельского хозяйства», Курская сельскохозяйственная академия уже много лет подряд приглашает его на роль председателя государственной экзаменационной комиссии по выпуску инженеров сельскохозяйственного производства.

К 80-летию юбилею в активе Кима Рубеновича оказалось четыре подготовленных кандидатов наук, разработка документации новой учебной дисциплины «Введение в специальность», 225 научных и учебно-методических публикаций, в том числе пять монографий, 16 учебных пособий, 6 патентов на изобретения, полезные модели и компьютерные программы, а также множество благодарностей и похвальных грамот от вузов, областных администраций и профильных организаций Воронежской и прилегаю-

щих областей. Коллектив кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей поздравляет своего коллегу с наступившим юбилеем, желает ему традиционного кавказского долголетия и выражает уверенность в дальнейшем многолетнем сотрудничестве на благо факультета и вуза.

Библиографический список

1. А.С. №234020 СССР, МПК А01b. Рабочий орган прореживателя всходов сахарной свеклы и других пропашных культур / В.В. Василенко, К.Р. Казаров. – №1192407/30-15; заявлено 16.10.67; опубл. 24.12.68. Бюл. №3. – 2 с.

2. Василенко Владимир Васильевич – наш ведущий учёный [Текст] / В.И. Оробинский [и др.] // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: материалы национальной науч.-практ. конф. Воронежского гос. аграр. ун-та им. императора Петра I (Россия, Воронеж, 26 февраля 2019 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 9-13.

3. История кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского ГАУ / В.И. Оробинский [и др.] // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского гос. аграр. ун-та им. императора Петра I (Воронеж, 25 декабря 2015 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2015. – С. 10-16.

4. Казаров, К.Р. Механизированное прореживание всходов сахарной свеклы с повышенной точностью распределения: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Казаров Ким Рубенович [Место защиты: Воронежский с.-х. ин-т им. К.Д. Глинки]. – Воронеж, 1973. – 205 с.

5. Казаров, К.Р. Разработка теории и методов выбора технологических параметров механизированного формирования густоты насаждения сахарной свеклы: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Казаров Ким Рубенович [Место защиты: Воронежский гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки]. – Воронеж, 1998. – 516 с.

Секция 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ, МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

УДК 631.354

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Липовцев А.В., магистр

Следченко В.А., к.т.н., доцент

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассматриваются проблемы, возникающие при попытках повышения производительности современных зерноуборочных комбайнов при работе с шнековыми зерновыми жатками во время проведения уборочных работ. Описываются недостатки систем копирования рельефа поля. Намечены пути устранения данных недостатков.

Summary: The article considers the problems that arise when trying to increase the productivity of modern combine harvesters when working with screw grain buckets during harvesting works. Disadvantages of field relief copying systems are described. Ways have been identified to address these shortcomings.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, жатка, система копирования рельефа поля, эффект «галопирования», уборка зерновых культур

Keywords: combine harvester, harvester, the system of copying the terrain of the field, the effect of «galloping», harvesting crops

При работах по производству зерна, возникают вопросы механизации уборочных работ. Эти вопросы занимают доминирующее положение по затратам материально-технических и энергетических ресурсов. Из-за этого возникает необходимость постоянного совершенствования технологии уборочных работ, за счет использования современных высокопроизводительных технических средств, которые способны обеспечить повышение производительности и снижение себестоимости производства зерна.

Зерноуборочные комбайны – дорогостоящие полевые машины сельскохозяйственного производства. В них сочетаются элементы трактора и технологической машины. Комбайны аккумулируют в себе производственные возможности почти всего народного хозяйства страны. При их производстве используется продукция металлургической, химической, приборостроительной, моторостроительной и сельхозмашиностроительной промышленности.

Рынок зерноуборочной техники в Российской Федерации считается одним из самых перспективных в мире. Рост спроса на комбайновую технику очень высок, и это привлекает в нашу страну большое количество крупнейших иностранных производителей. На сегодняшний день отечественное производство является основным поставщиком комбайнов для российских сельхозтоваропроизводителей, занимая более 50% рынка.

Успешность аграрного бизнеса зависит не только от современной уборочной техники, но ещё и от специальных приспособлений. Для высокопроизводительных машин требуются и высокопроизводительные адаптеры. Эти адаптеры должны обеспечивать максимальную эффективность работы, что даст хозяйствам качественную уборку культуры в минимальные сроки.

Зерноуборочный комбайн состоит из самоходной машины, включающей двигатель, трансмиссию и движители, а так же нескольких агрегатов и устройств, последовательно выполняющих технологические операции по уборке зерновых культур. Основная комплектация, обеспечивающая непрерывный технологический процесс состоит из жатвенной части, молотильного устройства, транспортных механизмов, зернового бункера и копнителя (либо измельчителя). Жатка комбайна это очень важный агрегат, ответственный за скорость уборки, минимизацию потерь [1].

Жатка – это вид техники, используемый для скашивания убираемых сельскохозяйственных культур с последующим формированием потока полновы и транспортированием ее в зерноуборочный комбайн для обмолота и очистки (прямое комбайнирование), или для скашивания и укладки в валки (уборка раздельным способом) [2]. Агрегируется такое устройство с комбайнами и разделяется на два основных типа:

1. Шнековые. Применяют как для раздельного, так и для прямого способа сбора культур.

2. Платформенные. Применяют только для скашивания культур.

Основными частями жатки являются: каркас, мотовило, шнек, щитки, делители, режущий аппарат, гидрооборудование, опоры и электрооборудование.

Жатки бывают зерновые, зернобобовые, конопляные и др. Режущий аппарат жатки срезает стебли. Подвижный нож жатки состоит из сегментов –треугольных пластин. Срезание происходит за счет возвратно-поступательных движений ножа, при этом острые режущие кромки сегментов перерезают стебли.

С помощью мотовила стебли растений подводятся до режущего аппарата и удерживаются во время резки. Затем мотовило продвигает хлебную массу вглубь платформы.

Шнековая и транспортерная части применяют для перемещения зерновой массы к комбайну.

Автоматическая коррекция высоты среза служит для копирования поверхности поля и поддержки предустановленной высоты среза. Высота среза должна регулироваться на ходу в допустимых пределах [3]. Расчетная рабочая скорость в настоящее время в среднем устанавливается в пределах 3,5-7 км/ч. Продольное копирование (отклонение жатки от горизонтального положения вверх или вниз) не зависит от ее ширины захвата и составляет для всех жаток ± 150 мм. Поперечное копирование (поперечный наклон) жатки зависит от ее ширины.

Копирование рельефа поля (как в продольном, так и в поперечном направлении) в процессе работы обеспечивается за счёт опирающихся на почву башмаков корпуса жатки. Регулировка высоты среза стеблей производится путём перестановки башмаков относительно корпуса жатки. Регулировка силы давления башмаков на почву осуществляется посредством корректировки натяжения уравнивающих пружин [4, 5].

Современные высокопроизводительные зерноуборочные комбайны с молотильным устройством роторного типа имеют возможность повышения рабочей скорости движения при уборке зерновых культур в связи с увеличенной пропускной способностью [6]. Однако при работе на повышенных скоростях усугубилась проблема копирования рельефа поля жаткой из-за запаздывания работы устройства для автоматического копирования рельефа поля. В связи с этим возникает необходимость либо движения уборочного агрегата с низкой скоростью, либо увеличение высоты среза. Увеличение скорости движения комбайна до достижения номинальной пропускной способности может приводить к нарушению нормальной работы жатки, ее поломкам, вследствие чего возрастают простои комбайна по техническим причинам и потери при уборке зерновых культур.

Устройство для автоматического копирования рельефа поля жаткой комбайна включает в себя пружины, укрепленные на наклонной камере жатки, связанные тягой с рычагом, закрепленным на обойме шарового шарнира наклонной камеры [1, 4].

Одним из недостатков устройства, влияющим на качество выполнения уборочных работ, является то, что уравнивающие пружины при работе способствуют возникновению эффекта «галопирования» жатки. Данный эффект способствует ухудшению качества копирования рельефа поля и увеличению высоты среза или захватыванию почвы [3-5]. Он возникает из-за излишнего натяжения уравнивающих пружин жатки, что вызывает ее раскачивание при наезде копирующих башмаков на неровности поля. Вследствие этого срез растительной массы происходит только на гребнях поля, в то время как во впадинах стеблестой, в том числе и полеглый, остается не скошенным. Это приводит к значительному увеличению потерь зерна.

Экспериментальным путем выявлено, что эффект «галопирования» возникает при определенных скоростях движения комбайна. Для решения этой проблемы нужно отрегулировать натяжение уравнивающих пружин. Но если будет слабое натяжение уравнивающих пружин жатки, то перед копирующими башмаками будет скапливаться почва, которая приминает несрезанные стебли до подхода режущего аппарата. Недостатком данной операции является высокая трудоемкость процесса настройки. Вследствие этого возникает необходимость разработки нового устройства, которое позволило бы поддерживать стабильную высоту среза растений и исключить вероятность захвата почвы режущим аппаратом при увеличении скорости движения комбайна. Различного рода подобные устройства в настоящее время авторы предлагают применять при уборке других сельскохозяйственных культур, но не с целью увеличения скорости движения уборочного агрегата, а для улучшения качества проводимых работ [7].

Современные отечественные зерноуборочные комбайны укомплектованы с завода жаткой «Power Stream». Все жатки «Power Stream» стандартно оснащаются простым гидромеханическим устройством копирования Level Glide, которое уже в значительной мере устарело и не справляется с работой. По заказу на заводе изготовителе можно установить зарубежную электрогидравлическую систему Auto Contour [8], которая имеет достаточно высокую стоимость. Данной системой оснащаются с завода в базовой комплектации жатки VARIO, которые агрегируются с комбайнами марки Claas. Это говорит о том, что в нашей стране нет своей эффективной активной системы копирования рельефа почвы. Поэтому весьма актуальной задачей является разработка отечественной системы активного копирования почвы.

Библиографический список

1. Трубилин Е.И. Сельскохозяйственные машины: курс лекций / Е.И. Трубилин, Е.В. Труфляк. - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2007. - 225 с.
2. Труфляк И.С. Жатка зерноуборочного комбайна нового типа / И.С. Труфляк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 101. С. 2298-2310.
3. Канделя М.В. Устройство для автоматического копирования рельефа поля жаткой / М.В. Канделя, П.А. Шилько, Р.Р. Фатхуллин // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2016. № 1 (22). С. 18-24.
4. Выбор рациональных параметров механизмов уравнивания жатки зерноуборочного комбайна КЗС-7, обеспечивающих копирование ею рельефа почвы без галопирования / Шуринов В.А., Красневский Л.Г., Камко А.И., Гоман А.М., Леванцевич

М.А. // Вестник Белорусского национального технического университета. 2006. № 6. С. 21-26.

5. Сызганова И.Ф. Обоснование математического построения динамической модели колебательной системы жатки комбайна / И.Ф. Сызганова // В сборнике: Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве Сборник научных трудов. Благовещенск, 2013. С. 166-171.

6. Гольдяпин В.Я. Современные роторные зерноуборочные комбайны / В.Я. Гольдяпин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. №4. С. 48-53.

7. Копирование рельефа почвы без механического контакта при удалении картофельной ботвы / Н.В. Бышов, М.Н. Горохова, Д.Н. Бышов, О.С. Загородний, А.А. Горохов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 90. С. 333-342.

8. Жатки CLAAS - курс на высокую производительность / Техника и оборудование для села. 2018. № 10. С. 12-13.

9. Моделирование процессов функционирования транспортных и технологических машин на примере уборки зерновых культур//Пухов Е.В., Астанин В.К., Следченко В.А., Мешкова С.С., Волков В.С.//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 3 (62). С. 19-25.

10. Техническое обслуживание сельскохозяйственной техники с использованием технологии дополненной реальности//Пухов Е.В., Золотарев Д.А.//В сборнике: Материалы Национальной научно-практической конференции "Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе", посвященной 40-летию Белгородского ГАУ 2019. С. 9-13.

УДК 621.78:621.914

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТОВ

Королев А.И., к.т.н., доцент

Однодворцев А.Ю., студент-специалист

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассматривается вопрос о подборе современных материалов для изготовления инструментов при выполнении производственных работ.

Annotation: the article discusses the selection of modern materials for the manufacture of tools when production work.

Ключевые слова: Инструменты, покрытие, материал, твёрдость, термическая обработка, керамика, композиты.

Key words: Tools, coating, material, hardness, heat treatment, ceramics, composites.

Современные инструменты анализируют как единую систему, на работу и использование которой оказывают влияние как геометрические свойства рабочего инструмента, так и материал, и покрытие. Все элементы инструмента работают как единое целое, а если неправильно подойти к подбору одной из основополагающих, то это скорее всего очень сильно ухудшит итог проделанного труда. Самым главным в системе служит материал рабочей части.

Увеличению запросов к материалу инструмента, способствуют требования к снижению цикла обработки, повышению количества ресурсов работы. В общем, каждое орудие труда обязано иметь высокую сопротивляемость против изгибов, сжатий, срезов. В следствии, этого стали применяющиеся при изготовлении инструментов

обязаны хорошо обрабатываться, свариваться и шлифоваться, иметь высокую устойчивость к перегреву, обезуглероживанию и окислению, минимальные деформации при термообработке и сопротивляться трещинообразованию. Вместе эти свойства сталей оказывают, воздействуют на долгосрочность, играющую огромную роль на предприятиях с автоматической линии. Они вместе с механическими, зависят от структуры, используемой стали и от химического состава, методов производства, типа использованных способов при создании инструмента и термической обработки.

За главные свойства материалов инструментов принимают следующие: твердость, износостойкость, повышенная надежность при осуществлении качественной работы, стабильность износа.

При изготовлении инструментов используют следующие основополагающие материалы:

- Инструментальные стали (быстрорежущие, легированные, углеродистые, дисперсионно-твердеющие сплавы)

- Твердые слеченные сплавы

- Минералокерамика

- Алмазы (природные и искусственные)

- Сверхтвердые синтетические материалы(композиты)

Требования, предъявляемые к современным материалам для инструментов:

- Увеличение производительности

- Уменьшение затрат и совершенствовании эксплуатационных свойств

Направления совершенствования материалов:

- Разработка мелкозернистых твердых сплавов с целью улучшения чистовой и высокоскоростной обработки при наименьшем скруглении режущей кромки;

- Разработка высокотвёрдых сплавов для ударных работ при прерывистом резании;

- Повышение качества способов порошковой металлургии в производстве быстрорежущих сталей, применяющихся при фасонной обработки.

Чтобы повысить однородность и улучшить физические свойства этих сталей используют метод очищения переплавкой: электродуговой вакуумной, электроннолучевой и электрошлаковой. Главным в усовершенствование сталей содержит в себе сохранение изначальных свойств материала наряду с усовершенствованием способности поддаваться обработке и эксплуатации свойств [1].

К примеру использование материалов не из металла с целью скоростного обрабатывания материалов или замена обработки шлифованием, на обработку лезвийным инструментом [1-3].

Весь этот прогресс связан с совершенствованием современных инструментов и оснастки. Если рассматривать за рубежом основные производственные течения можно выделить использование нитрида бора и поликристаллических алмазов в качестве материала для орудия труда. Но также не стоит забывать о приоритете инструментальных систем для твёрдых сплавов. Так как со временем появляются всё новые и разнообразные технологии спекания, нанесения различных покрытий, но также и совершенствуется и структурная геометрия материала, всё это приводит к положительному воздействию на обрабатывание и стоимость. С явлением значительного разнообразия высококачественных сталей и развитием термообработки в вакуумных печах, обусловило расширение способов обработки разных твёрдых и прочных материалов лезвийным способом обработки. Также удешевить и частично исключить процесс шлифования при обработке твёрдых сплавов помогло использование кристаллического нитрата бора в инструментах.

Немалую значимость представляет введение новой разработки деталей с профилем, так что деталь при обработке будет близка по строению к профилю готовой детали. Понижение количества стружки при работе, необходимость в материале и численности проходов приводит к удешевлению всей обработки. Также главным аспектом в работе стало упрощение координирования технологической наследственности заготовок.

Достаточно перспективным в экологической и финансовой области является обработка без смазочно-охлаждающей жидкости, а также частичное её сокращении. К примеру, каждый год в германии расходуются примерно 750 тысяч тонн смазочно-охлаждающей жидкости, ведь её цена применения, обезвреживание довольно затратная и обходится около в 1 млрд евро [1,3].

Также выделяется тенденция использования высокоскоростной обработки используемой небольшими производствами. При работе она подбирается исходя характеристик обрабатываемого материала конструкций и инструментов, приводя к повышению качества полученной поверхности.

Термин «скоростное резание» появилось в середине прошлого века в связи созданием новых, к тому времени, материалов для инструментов на основе карбидов вольфрама – твердых сплавов, которые изготавливались в виде многогранных пластин, технологией порошковой металлургии. Основой этих материалов были карбиды вольфрама WC, в совокупности с небольшими долями карбидов титана TiC и тантала TaC, внедренные в кобальтовую связку. Пластины имели одну режущую кромку, выпускались разных форм: прямоугольные, треугольные, квадратные, круглые и другие, крепясь на металлическую державку методом пайки. Инструменты с твердосплавными пластинами позволили увеличить скорости резания при обработке заготовки из стали, чугуна, цветных сплавов, в 3...4 раза, и соответственно увеличить в столько же раз объем снимаемой стружки в единицу времени. К примеру, обработка стали 45 точением с средней величиной среза стружки со скоростью 120...140 м/мин., что в 3...4 раза выше, чем точение, так называемыми «Быстрорежущими сталями» класса HSS марок P18; P9; P6 M5 и другие, которые использовались в промышленности при металлообработке. [1,3]

Термин «Скоростное резание» утвердился у нас и за рубежом, поскольку быстрорежущие стали все еще широко используются в приборостроительных отраслях промышленности и имеют свою нишу применения машинно-приборостроении.

Параллельно, с выше указанными достижениями, велись интенсивные работы по изысканию еще более производительных материалов и конструкций для инструментов, обеспечивавшие дальнейшее существенное возрастание режимов резания, минутного съема металла (при помощи сверхскоростного и силового резания). Тогда и появился термин «Сверхскоростное резание», но оба эти понятия относительны и их реализация зависит от многих факторов, в частности от обрабатываемого материала. При точении никелевых сплавов скорость резания 150...200 метров в минуту является значительным достижением, а обработку чугунов СЧ-20 при наличии качественного инструмента из нитрида кремния (Si₃N₄) можно производить на скоростях 1200...1800 метров в минуту. Некоторые алюминиевые сплавы и бронзу можно обрабатывать на достаточно высоких скоростях резания до 3000 метров в минуту, а чистый алюминий до 5000 мин⁻¹ [1,3].

Если рассматривать высокоскоростную обработку резанием, то она будет обладать очень высокими скоростями резания если сравнивать с традиционной от 1200 до 6000 м * мин при обработке металла. Достижению подобных результатов поспособствовало использование прогрессивных материалов (керметы, кубический нитрида бора, поликристаллические алмазы, мелкозернистые сплавы).

В современное время керамики имеют превосходство в сравнении с быстрорежущими сталями и твердыми сплавы. Наиболее лучшие характеристики материалов из керамики поднимаю быстроту обработки стали и чугуна (табл. 1).

Режущие сменные пластины из сверхтвердых композитов регламентирует ГОСТ 28762 - 86. Одним из основных минусов керамических материалов является небольшой запас прочности при работе на изгиб (около 0.3...0.5 ГПа), а также высока хрупкость и невысокая теплопроводимость. В наше время иностранная промышленность предоставляет различные образцы керамики, которые существенно лучше по качеству в сравнении с современными отечественными.

Таблица 1 – Характеристики конструкционных материалов.

Материал	Твердость HB (HRC)	Скорость резания керамикой	Скорость резания твердым сплавом
Углеродистая сталь	100-250	250 - 300	100 - 200
Легированная сталь	(46 56)	100-160	25-65
Серый чугун	120-240	300-400	100 - 200
Высокопрочный чугун	160-300	200	50-100

Например, фирма из Германии CeramTec производит гибридную керамику с регулируемой мелкозернистой субмикроструктурой, которая используется при работах на точение, растачивание и фрезерования высокопрочных сплавов, без применения смазочно-охлаждающей жидкости. К примеру керамика, SH2 подойдёт при тонком точения закаленных сталей, целиком заменяющее шлифовку. Ее субмикроструктура способствует достижению высокой прочности режущих кромок при изготовке инструментов повышая их надёжность примерно в полтора раза [2].

А произведённая японской фирмой Sumitomo Electric керамика NC260 без покрытий, очень подходит при скоростной обработки чугуна как с СОЖ, так и без неё. Увеличению быстроты резания при точении с 250 м * мин до 600 поспособствовала повышенная ударная вязкость, а также надёжность инструмента из этого вида керамики позволили повысить скорость работы на фрезерование - с 150 до 400 м * мин. [2].

Для достижения наиболее высококачественных инструментов, произведённых из керамики NC260, применяется покрытия из оксида алюминия и нитрида титана нанесённое на неё. Производимые фирмой Walter неперетачиваемые пластины из керамики Si₃N₄, имеющие повышенную термостойкостью и надёжность, применяются в черновом фрезерование серого чугуна на скоростных режимах до 1000 м * мин. Для чистовой обработки закаленных металлов и чугуна фирма произвела пластины из КТБ.

А новая керамика KY4300 с армированными нитевидными карбидными кристаллами, фирмы Kennametal Hertel использующаяся в обработке на высоких скоростях жаропрочных сплавов, как Waspelloy. Hastelloy или Inconel. К примеру, при работе со сплавом Inconel 718 она достигает скорости 100...250 м/мин в отличии от обработки твердосплавными инструментами с 50 м * мин. Максимальная достигаемая быстрота точения этой керамикой 400 м * мин, а фрезерования - 950 м * мин. [2].

Со временем быстрорежущие стали заменяются новыми режущими материалами. Но всё же на данное время небольшое количество компаний производят инструменты из быстрорежущей стали к ним относятся Weldon Tool Company, изготавливающая торцевые фрезы с покрытием из TiC и без них. Эти фрезы диаметром 6...25 мм используются в черновой обработке сплавов средней твердости врезным и обычным фрезерованием. За счёт стружколомы особой формы обеспечивается высокая стойкость фрез из этой стали. Быстрорежущие стали все ещё применяются для комбинированно-

го, специального и фасонного инструмента, но при изготовлении стандартного инструмента уже используются твердые сплавы и другие альтернативные материалы.

С эволюцией современной техники, стали также появляться и высокие требования к зажимным приспособлениям, быстрой смены штампа, форм пресса, связано это всё с необходимостью высокого качества поверхностей и надёжности для сопротивления к биению и нарушению баланса.

За недавнее время произошло изменение спроса технологически развитых стран на различные типы инструментальных материалов для лезвийного инструмента, используемых в металлообрабатывающем производстве. Почти прекратилось применение углеродистых и легированных сталей в производстве лезвийного инструмента, а также значительно сократилось потребление быстрорежущих сталей с 70% до 35%, в отличии количества твёрдых сплавов с 30 до 55% и режущей керамики с 1% до 10% [1, 4].

Значительно повысилась доля применения экономически выгодных керметов, в основном они не уступают и даже частично обгоняют по эксплуатационным свойствам стандартные твердые сплавы с вольфрамом.

Если рассматривать различные режущие керамики, можно выделить отдельные являющиеся перспективными виды керамики, которые упрочняются нитевидными кристаллами Si_3N_4 (нитрид кремния) и SiAlON (оксинитрида алюминия-кремния). Из сверхтвердых материалов можно выделить возникновение поликристаллических алмазных лезвийных инструментов современного образца, производящихся способом парофазного осаждения (CVD-diamond).

Прогрессивные, высокопрочные инструменты в ходе эволюции промышленности стали одним из главенствующих факторов развития производительности работы и повлияли на изменение и усовершенствование станочного оснащения. С повышением уровня автоматизации в условиях постоянного совершенствования производства, роль качества инструмента, надёжность, режущая способность всё сильнее и сильнее возрастает и теперь инструменты способствуют повышению скорости выполнения машинных работ, но и влияют на безопасность оборудования при работе, повышая стабильность качества и удобство обслуживания.

Библиографический список

1. Современные инструменты и материалы: [Сайт]. – URL: <https://mirprom.ru/public/sovremennyye-materialy-i-instrumenty.html>
2. Повышение эффективности производства высокогерметичных муфт для обсадных труб из хладостойкой стали: [Сайт]. – URL: https://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00621340_0.html
3. Королев А.И. Твердые растворы в металлических сплавах // Королев А.И., Нудной М.М. Наука, образование и инновации в современном мире (НОИ-2019) материалы Национальной научной конференции Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. 2019. С. 146-148.
4. 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.
5. Анализ направлений по совершенствованию технологий, оборудования и организации технического обслуживания транспортных и технологических машин в АПК//Пухов Е.В., Тимошинов М.Г.// В сборнике: НАУКА ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА материалы научно-практической конференции. 2016. С. 250-254.

РАДИАТОР ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Манойлина С.З., к.т.н., доцент

Головин А.Д., студент

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Предложено устройство, радиатор ребристого типа, для охлаждения элементов радиоэлектронной аппаратуры, имеющее точечное выделение теплоты, увлажняемое пористое покрытие ребер и турбулизаторы-прижимы ленточно-шнекового типа, обладающее повышенной эффективностью теплосъема. Эффект достигается реализацией фазового перехода I рода (испарения) в результате объемно-поверхностного переноса жидкости в поток воздуха. Радиатор позволяет отводить тепловые потоки плотностью до 20 Вт/см^2 . В качестве увлажняющей жидкости могут использоваться вода, спирты и др.

Abstract: A device, a finned radiator, for cooling the elements of electronic equipment, having a point heat release, a moistened porous coating of the ribs and turbulators-clamps of the belt-screw type, which has an increased efficiency of heat removal, is proposed. The effect is achieved by the realization of the phase transition of the I kind (evaporation) as a result of the volume-surface transfer of the liquid into the air flow. The radiator allows you to remove heat flows with a density of up to 20 W/cm^2 . As a moisturizing liquid can be used water, alcohols, etc.

Ключевые слова: Охлаждение, радиоэлектронная аппаратура, устройство, пористое покрытие ребер.

Keywords: Cooling, electronic equipment, device, porous coating of ribs.

На заключительном в 2016 г. заседании Госсовета в Кремле президент РФ Владимир Путин заявил, что откладывать решение экологических проблем больше нельзя, иначе к 2050 г. следующим поколениям останется не пригодная для жизни среда обитания

Президент напомнил о задаче поэтапного перехода России к модели экологически устойчивого развития. Речь идет о развитии экономики с упором на решение экологических проблем, повсеместное применение экологически чистых технологий. «Экологически чистые технологии в конечном итоге приводят к серьезному экономическому выигрышу, это мощный ресурс повышения конкурентоспособности на мировом рынке» – подчеркнул президент [3].

Одним из примеров применения экологически чистой технологии является устройство, радиатор ребристого типа для охлаждения элементов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), запатентованный авторами статьи [2]. В основе работы заложен принцип водоиспарительного охлаждения.

Водоиспарительное охлаждение обеспечивает не только температуру, но и необходимые влажность и скорость движения воздуха, а также диффузионные и другие процессы смешивания различных газов и паров [1].

подавляющее большинство маломощных радиотехнических устройств лишь небольшую долю потребляемой от источников питания энергии выдают в виде полезной энергии сигналов, остальная часть преобразуется в тепловую энергию и передается в окружающую среду. Общий температурный фон устройства будет определяться удельной мощностью тепловыделения и плотностью теплового потока, проходящего сквозь кожух (корпус) устройства.

Широкое использование микросхем и микросборок позволило значительно увеличить плотность компоновки и сократить объем РЭА. Это привело к повышению удельной мощности рассеяния и к повышению температуры внутри РЭА по сравнению с аппаратурой, построенной на дискретных радиоэлементах. Чтобы снизить температуру внутри блока, конструктор вынужден принимать дополнительные меры к охлаждению РЭА.

Предложенный авторами радиатор [2] относится к средствам охлаждения локальных источников теплоты, возникающих в элементах радиоэлектронной аппаратуры, в частности в разнообразных блоках питания, например, выпрямителях, потенциометрах средней и большой мощности, силовых элементах включения и др., а также в разнообразных электротехнических устройствах, типа балластных реостатов и др. Полезная модель может быть использована с целью повышения эффективности охлаждения, где допускаются повышенные концентрации водяных паров и паров других жидкостей. В основе работы устройства положен принцип использования большой теплоты фазового перехода I рода не только воды, но и др. жидкостей – эфиров, спиртов, жидкостных композитов и др.

Целью исследования является изыскание средств для охлаждения элементов радиоэлектронной аппаратуры, повышение эффективности охлаждения за счет увеличения теплоотдачи при реализации теплоты фазового перехода жидкости.

Основная задача предложенной статьи заключается в повышении теплоотдачи за счет реализации теплоты фазового перехода жидкости и турбулизации потока воздуха в межреберных каналах.

Предлагаемая автором конструкция радиатора представлена на рис. 1 имеет основание радиатора 2 и выполненные заодно с ним, например, отлитые параллельно друг другу, ребра радиатора 3.

В качестве охлаждаемого теплового источника 1 рассматривается деталь блока РА, например диод, тиристор или устройства с очень высокой термической напряженностью, при ограничении габаритов, либо для условий предельно узких диапазонов стабилизированных температур и др. Внутренняя поверхность ребер покрыта пористыми пластинами-накладками 4, рекомендуемой толщиной $0,1 \dots 0,15$ от величины толщины межреберного канала. Один из концов, которых опущен в резервуар с жидкостью 1, (рис. 2). В качестве жидкости могут быть использованы вода, эфиры, спирты, композитные растворы увлажняющей жидкости для обеспечения ступенчатого диапазона температур.

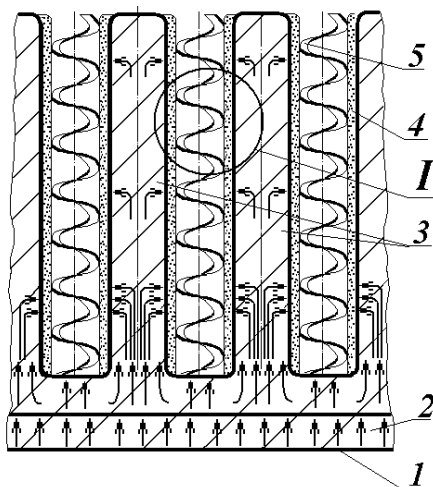


Рисунок 1 – Оребренная поверхность с жидкопористым охлаждением:
1 – тепловой источник; 2 – основание радиатора; 3 – ребра радиатора;
4 – пористые пластины; 5 – турбулизаторы-прижимы

В особых случаях могут применяться жидкости с повышенной испаряемостью, например, сжиженные газы, нейтральные по агрессивности к материалам ребер, легкокипящие жидкости, температура кипения которых ниже температуры кипения воды, либо жидкости из нескольких компонентов для ступенчатого диапазона температур, например, водные растворы спиртов, альдегидов, кетонов и других.

Пористые накладки прижимаются к плоской поверхности ребер турбулизаторами-прижимами 5 (рис. 1), обеспечивающими гарантированный тепловой контакт с поверхностью ребер, специализированность которых, заключается в том, что они обладают упругими свойствами. Пористые накладки увлажняются капиллярно-фитильными свойствами этих накладок. Охлаждающий поток воздуха направляется со стороны торца ребер через турбулизаторы-прижимы, которые обладают упругими свойствами.

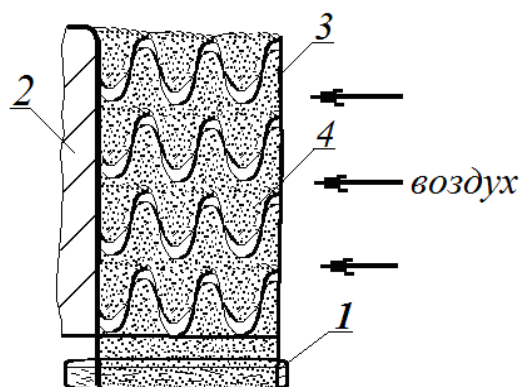


Рисунок 2 – Схема увлажнения пористых пластин:

1 – резервуар с жидкостью; 2 – основание радиатора; 3 – ребра радиатора;
4 – пористые пластины

Турбулизаторы-прижимы выполнены в виде ленточных шнековых навивок, (рис. 3) с переменным шагом, линейно с угловым коэффициентом наклона 0,4...0,5, уменьшающимся по направлению к основанию радиатора.

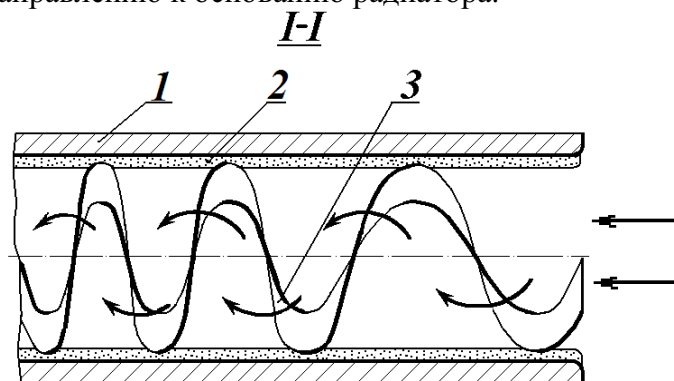


Рисунок 3 – Однозаходный турбулизатор-прижим с переменным шагом

1 – ребра радиатора; 2 – пористые пластины; 3 – турбулизаторы-прижимы

В отдельных вариантах для организации концентрических струй охлаждающего потока воздуха возможно выполнение шнековой навивки турбулизаторов-прижимов в виде многозаходной конструкции, например, по типу многозаходной резьбы с числом заходов от 2 до 4, (рис. 4).

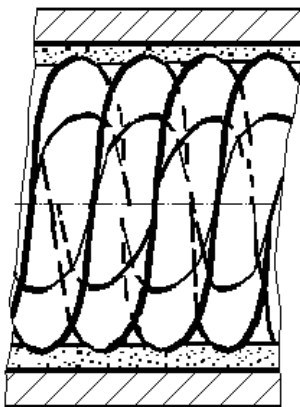


Рисунок – 4 Многозаходный турбулизатор

Радиатор работает следующим образом. Вентилятор (не показан) обеспечивает охлаждающий поток воздуха, который направляется в осевые и межленточные каналы турбулизаторов-прижимов, приобретая два основных движения: первое – по центру с целью достижения сухим потоком воздуха основания ребра; второе – по межленточным каналам, приобретая винтовое движение с увеличивающейся по ходу угловой скоростью вращения. Многозаходная конструкция турбулизатора-прижима, как вариант, обеспечивает существенно более равномерную подачу воздуха с повышенным потенциалом влагосъема. Эффект интенсификации влагосъема с пористой накладкой достигается послойным винтовым разделением поглощающего влагу воздуха при контакте его с мокрой поверхностью по глубине межреберного канала. Переменный в сторону уменьшения шаг закрутки шнековой наливки обеспечивает компенсацию уменьшения влагосъема по мере насыщения воздуха за счет возрастания скорости вращения.

Турбулизированный закрученный многослойный поток воздуха после каждой наливки снимает определенное количество влаги с увлажненной пористой поверхности, проникая за счет интенсивной турбулентности через толщину пористой пластины к поверхности самого ребра. Учитывая, что теплота испарения воды (R) представляет более чем, существенную величину,

$$R=2500-2,37t_n,$$

где t_n – температура насыщения, $^{\circ}\text{C}$, достигается довольно высокий эффект охлаждения. Во избежание увеличения термического сопротивления за счет внепористого основания пористой накладки ее толщина подбирается таким образом, чтобы был обеспечен объемный процесс испарения. В этом случае сравнительно низкий коэффициент теплопроводности жидкости (например, для воды $\lambda=0,7$ Вт/м·К) не окажет заметного увеличения термического сопротивления теплопередаче. По этой причине толщина пористой накладки, если она делается из органического основания, должна составлять не более 0,1...0,15 ширины межреберного канала. Применение композитных растворов увлажняющей жидкости целесообразно для обеспечения ступенчатого диапазона температур. Термодинамические свойства различных жидкостей (эфир, спирты и т. д.) по уровню их испарительных способностей (температуры насыщения, теплоты испарения и др.) применяются в зависимости от особенностей источников теплоты. Применение на практике устройств данного типа позволяет отводить тепловые потоки плотностью до 20 Вт/см².

Выводы

1. Предложено устройство (радиатор ребристого типа) для охлаждения элементов радиоэлектронной аппаратуры, имеющих точечное выделение теплоты, увлажняемое пористое покрытие ребер и турбулизаторы-прижимы ленточно-шнекового типа, обладающее повышенной эффективностью теплосъема. Эффект достигается реализа-

цией фазового перехода I рода (испарения) в результате объемно-поверхностного переноса жидкости в поток воздуха.

2. Радиатор для охлаждения радиоэлектронной аппаратуры системы испарительного охлаждения позволяет отводить тепловые потоки плотностью до 20 Вт/см². В качестве увлажняющей жидкости могут использоваться вода, спирты и др.

Таким образом, повышается экономическая и экологическая эффективность функционирования РЭА.

Библиографический список

1. Журавец И.Б. Экологичные системы микроклимата в кабинах мобильных энергетических средств: монография / И.Б. Журавец, М.А. Журавец, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 271 с.

2. Пат.166810 RU, МПК G12B 15/06, H05K 7/20. Радиатор для охлаждения местного источника теплоты / И.Б. Журавец, М.А. Журавец, С.З. Манойлина, Е.Д. Золотых (Россия). – № 2015153967 – заявл. 15.12.2015; опубл. 10.12.2016, Бюл. №34. – 8 с.

3. Протокол заседания Госсовета в Кремле [Электронный ресурс]. <https://rg.ru/2016/12/27/prezident-prizval-ne-toptatsia-na-meste-pri-reshenii-ekologicheskikh-problem.html> (дата обращения: 12.05.2019).

УДК 621.43.038

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УБОРОЧНО-МОЕЧНЫХ РАБОТ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Горбенко А.И., студент

Королев А.И., к.т.н., доцент

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассмотрены современные виды оборудования для уборочно-моечных работ на АТП, определены основные направления развития изучаемого оборудования.

Abstract: The article discusses modern types of equipment for cleaning and washing at ATP, defines the main directions of development of the equipment under study.

Ключевые слова: пылесос, моечная установка, АТП, уборочно-моечные работы.

Keywords: vacuum cleaner, washing installation, ATP, cleaning and washing operations.

В настоящее время активно развивается торговля в сфере автомобильного транспорта, поэтому количество таких необходимых средств, для перевозки пассажиров и грузов в городах России неуклонно растет. Для их обслуживания нужны автотранспортные предприятия (АТП). Основная деятельность таких организаций связана с перевозками грузов или пассажиров, хранением транспортных средств (ТС), их обслуживанием и при необходимости текущим или капитальным ремонтом.

Техническое обслуживание ТС производится с целью диагностики их состояния, выявления и устранения возможных неисправностей, что увеличивает надежность и безопасность при эксплуатации. Одним из неотъемлемых процессов при техническом обслуживании являются уборочно-моечные работы.

Основное назначение данных работ:

- очистка кузова, салона, узлов и агрегатов транспортного средства перед проведением ремонта или других работ ТО;
- поддержание требуемого санитарного состояния внутри кузова и салона ТС;
- защита лакокрасочного покрытия от агрессивного воздействия окружающей среды;
- обеспечение эстетического внешнего вида транспорта.

Уборочно-моечные работы могут проводиться как с применением ручного труда, так и при помощи специализированного оборудования.

Уборка автотранспорта изнутри чаще всего производится пылесосами, которые могут быть переносными или стационарными и осуществлять как сухую, так и влажную уборку [1-3,7,9]. Переносные пылесосы по внутреннему устройству очень схожи с бытовыми и имеют мощность от 0,3 до 1,5 кВт. Стационарные уборочные средства для выполнения данных работ отличаются от переносных большей мощностью (до 7 кВт), увеличенным размером пылесборника и отсутствием возможности перемещения. Устройства для уборки автомобилей отличаются наличие специальных фильтров, которые задерживают не только сухую, но и влажную грязь, металлические частицы. Для самостоятельной очистки этих фильтров предусмотрены специальные системы. Современные пылесосные устройства снабжены турбинами до 3 ступеней и могут выполнять не только уборку, а так же химчистку салона.

Одной из новейших моделей считается сепараторный пылесос. Он может быть использован как бытовая или профессиональная техника. Данная машина работает с водой и не требует применения фильтров и гасителей пены. Помимо уборки может осуществлять выведение тяжёлых загрязнений, полировку поверхностей, глубокое очищение мягких тканей, очистку воздуха и ароматизацию салона [4-6].

Снаружи автомобили подвержены загрязнению сильнее, чем внутри салона. Атмосферные осадки, пыль от дорог, грязь осаживаются непрерывно, травмируют лакокрасочное покрытие и портят внешний вид транспортных средств. Для их очистки в большинстве случаев используется вода и специальные моющие средства. Сущность мойки состоит в преобразовании загрязнений в растворы и дисперсии и удалении их с поверхностей автомобилей и деталей вместе с моющим раствором. Первые автомобильные мойки появились в 1914 году в США, там не было автоматизированных систем, и весь процесс внешней очистки производился практически вручную. В 20-х годах Chicago Auto Bowl создала автоматизированную систему передвижения автомобилей на мойке (ленточный конвейерный пол) и сверху установили разбрызгиватель моющего средства. В 1930-1960 гг. в мире появились автоматические и полуавтоматические туннельные мойки, которые стали применяться на предприятиях автотранспорта и в качестве моющего средства использовали мыльные растворы, а в качестве рабочего органа щетки и системы для сушки автомобилей [1,2].

В настоящее время процесс очистки автотранспорта от загрязнений происходит при помощи моечных установок. Их классификация представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация моечных установок

Мойки могут быть, как и пылесосы, стационарными и передвижными и применяться для легковых, грузовых автомобилей и автобусов.

Мойки высокого давления оснащены насосом, электродвигателем, автоматическим выключателем, датчиком давления и шлангом с пистолетом (Рис. 2). Принцип действия основан на создании давления воды из источника при помощи насоса и подачи ее под определенным напором через шланг. Очистление происходит без применения механического воздействия. Такие мойки наиболее эффективны для очистки днища перед проведением антикоррозионных работ на автотранспортном предприятии.

Мойка низкого давления отличается отсутствием насоса. Очистление загрязнений происходит механически. Механизированные моечные установки могут быть двух основных видов это струйные и щеточные [7,8].

Струйные представляют собой механизмы, состоящие из двух рамок. Сначала автомобиль предварительно смачивается, затем передвигается в струе воды и моющего раствора, которые очищают загрязнения, и ополаскивается (Рис. 3). Основным недостатком таких моек является очень большой расход, как воды, так и моющего средства.

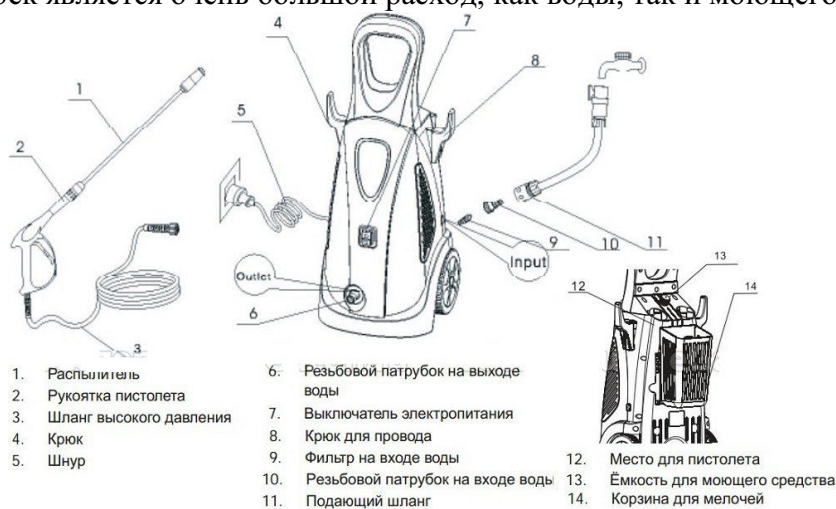


Рисунок 2 - Устройство мойки высокого давления

Рассмотренный вид применяемых моечных установок может быть дополнительно укомплектован установкой для очистки днища (ротационной мойкой), изображенной на рисунке 4.



Рисунок 3 – Устройство струйной портальной мойки.
1 – П-образная рамка; 2 – направляющие портала.

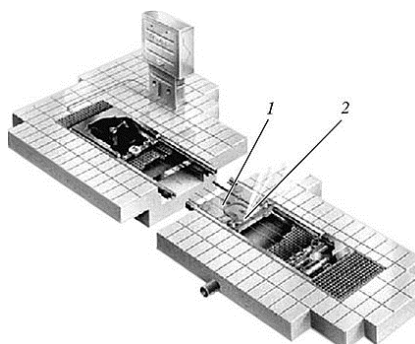


Рисунок 4 – Устройство ротационной мойки.
1 – платформа; 2 – форсунки.

Щеточные мойки чаще всего в литературных источниках носят название контактных и по конструктивным особенностям бывают порталными и туннельными. Эти конструкции отличаются состоянием нахождения транспортного средства при мойке. Портальная автоматическая щеточная мойка предполагает неподвижное положение очищаемого объекта. П-образная рамка со щетками передвигается сама и очищает от загрязнений транспортное средство. При применении моек туннельного типа транспортное средство перемещается по конвейеру внутри моечного оборудования. Основными рабочими элементами автоматических контактных моек являются щетинные валики, которые вращательными движениями протирают кузов. Моющие шампуни подаются в специальные распределители. Такие мойки не очень распространены в России из-за высокой стоимости создания и расходных материалов (щеток).

Струйно-щеточные мойки целесообразно устанавливать на предприятиях, автомобильный парк которых сочетает разные типы машин. Так, например, на одной мойке можно производить струйную мойку грузовых автомобилей и щеточную - автофургонов и автобусов. Такие автомоечные комплексы занимают не очень большую производственную площадь, позволяют снизить эксплуатационные расходы.

После окончания моечных работ необходимо высушить транспортное средство. Для этого применяется система вентиляторов, чаще всего трех, которые обдувают автомобиль сверху и с боков струей воздуха через специальную фигурную насадку. Каждый вентилятор приводится в действие индивидуальным электродвигателем. Устройства для сушки могут быть с возможностью и без возможности изменения направления струи воздуха. Первые обеспечивают лучшую сушку.

Современные мойки могут быть укомплектованы системой электронных датчиков, которые позволяют обнаруживать транспортное средство в боксе. Электронный модуль контролирует все процессы мойки: запуск или отключение насосов, подача моечной химии, воды, осмоса, нагрев воды, состояние всех элементов оборудования. В случае неисправности того или иного элемента моечной установки система сообщает об этом диспетчеру. Чаще всего электронные датчики применяются на мойках самообслуживания, которые очень популярны в России, благодаря низкой стоимости услуг.

Таким образом, качественная очистка от загрязнений напрямую влияет на качество ремонтных работ, технического обслуживания и на комфортное использование транспортных средств. Автотранспортные предприятия стараются оптимизировать и улучшить уборочно-моечные работы. Основные пути улучшения связаны с экономным расходом воды, улучшением качества мойки и уборки, повышением производительности таких машин [2,9].

Библиографический список

1. Автомойка//свободная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомойка>
2. Оборудование для уборочно-моечных работ : методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине "Типаж и эксплуатация технологического оборудования" студентами агроинженерного факультета (направление 190600 - "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", профиль подготовки бакалавра 190601.62 " Автомобили и автомобильное хозяйство") / Воронеж. гос. аграр. ун-т ; [сост. Ю.Н. Баранов].— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2013 . — 14 с.
3. Сидоренков В.Л. Новые материалы автомобильных кузовов [Текст] / Сидоренков В.Л., Коноплин А.Н., Королев А.И. // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции – ч. II - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016. – С. 94-100.
4. Терехов Д.Ю. Оборудование для очистки воздуха из помещений автосервиса [Текст] / Д.Ю. Терехов., Королев А.И , Коноплин А.Н.// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. - Ч. III. - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. –307- 309с.
5. Любин А.Н. Способы очистки воздуха в помещении автосервиса [Текст] / А.Н. Любин, А.И. Королев, Е.В. Пухов // Современные научно-практические решения XXI века: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 21-22 декабря). – Ч.1. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 240 -243.
6. Разинский Д.И. Очистка воздуха на автосервисных предприятиях // Разинский Д.И., Королев А.И. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Ефима Мироновича(Россия, Воронеж, 6 апреля 2017 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 372 с. С. 229-231.
7. Киселев И.С. Разработка технологии и мойки колес автомобилей при транспортировке сельскохозяйственной продукции // Киселев И.С., Пухов Е.В., Королев А.И. Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 15-16 ноября 2017г.). –Ч. I – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 372 с. С. 172 - 176
8. Киселев И.С. Экспериментальные исследования по совершенствованию очистных работ колес сельскохозяйственной техники, тракторов и автомобилей // Киселев И.С., Королев А.И., Пухов Е.В. Наука, образование и инновации в современном мире: материалы национальной научно-практической конференции. - Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2018. – С. 390-393.
9. Деревянченко С.О. Современные фильтрующие элементы автомобиля // Деревянченко С.О., Ливенцев Д.Н., Королев А.И. Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы международной научно - практической конференции. –Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 266 - 272.

ПОЛУЧЕНИЕ ОТЛИВОК МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Маслюков А. С., студент

Тертерашвили Д.Г., студент

Королев А.И., к.т.н., доцент

Кафедра эксплуатации транспортных технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в данной научной публикации описывается способ получения отливок методом литья под давлением. Рассматриваются преимущества и недостатки такого метода, а также применение и его виды.

Abstract: this scientific publication describes a method for producing castings by injection molding. The advantages and disadvantages of this method are considered, as well as the application and its types.

Ключевые слова: литье, метод, отливки, сплав.

Key words: casting, method, castings, alloy.

Еще издавна человек отливал из полученных из земли металлов необходимые ему орудия труда. Сам того не подозревая, он положил начало литейному делу, которое со временем превратилось в отдельную отрасль. Литье развивается всю историю человечества. Отливки находят широкое применение в различных отраслях промышленности. При изготовлении многих отливок используют различные металлы, но предпочтение отдают сплавам, которые обладают высокой жидкой текучестью. Данный параметр, который зависит от химического состава, характеризует то, как сплав, который находится в жидком состоянии, может заполнить все полости литейной формы. Еще одной важной характеристикой является его температура плавления. Металл, находящийся при более низкой температуре, легче поддается промышленному литью. В настоящее время существует множество способов получения отливок. В этой статье мы рассмотрим один из основных методов, который применяется в промышленности – это литье под давлением.

Литье металлов под давлением – это метод производства отливок, при котором сплав подается в пресс-форму под высоким давлением, которое варьируется от 6 до 720 МПа. При таком методе сплав быстро заполняет отливку, и в основном используются сплавы цветных металлов на основе Zn, Al, Cu, Mg, Sn-Pb и некоторых видов сталей, вследствие их низкой температуры плавления [3].

Описанный выше способ находит широкий круг применения в металлургической промышленности, а также нашел он себя в массовом производстве отливок, которые имеют тонкие стенки и относительно простой формы в мелкосерийном производстве. Таким методом производят: алюминиевые блоки и головки блока цилиндров автомобильных двигателей, детали бытовых приборов, кораблей, самолетов, энергетической промышленности и т.д.

Оборудование, которое используется для литья под давлением, имеют холодную или горячую камеры прессования.

Рассмотрим машины с горячей камерой прессования, представленную на рисунке 1.

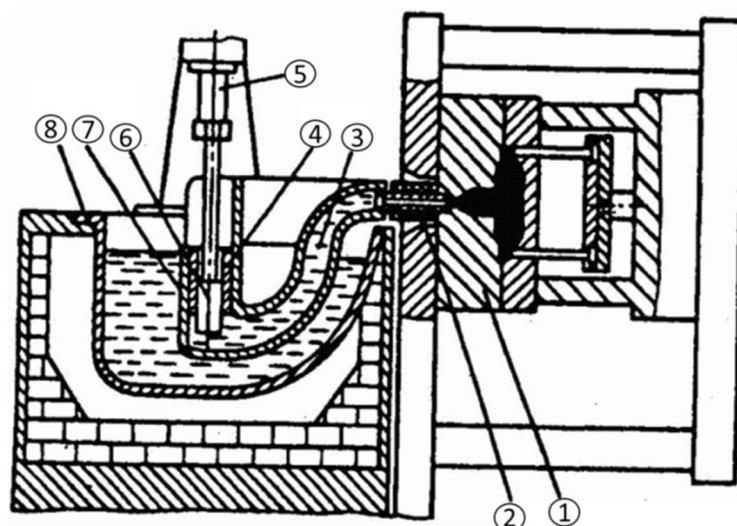


Рисунок 1 - Литье под давлением в машине с горячей камерой
1 — пресс-форма; 2 — мундштук; 3 — металлопровод; 4 — цилиндр; 5 — отверстие, через которое расплав поступает в прессовый стакан; 6 — поршень; 7 — прессовый стакан; 8 — тигель

Камера прессования 7 находится в тигле 8 с расплавом. Тигель, в свою очередь, подогревается. При верхнем положении поршня 6 металл через отверстие 5 заполняет камеру прессования. Когда поршень движется вниз, отверстие перекрывается и сплав, находясь под давлением от 10 до 30 МПа и заполняет свободное пространство внутри пресс-формы 1. После того, как отливка принимает твёрдое агрегатное состояние, поршень возвращается в исходное положение, а излишки расплава сливаются в пресс-камеру; отливка удаляется из пресс-формы мундштуком 2. Таким способом получают изделия массами до 30 килограмм [1,2].

Машина, имеющая холодную камеру, имеют несколько другой метод, которая изображен на рисунке 2.

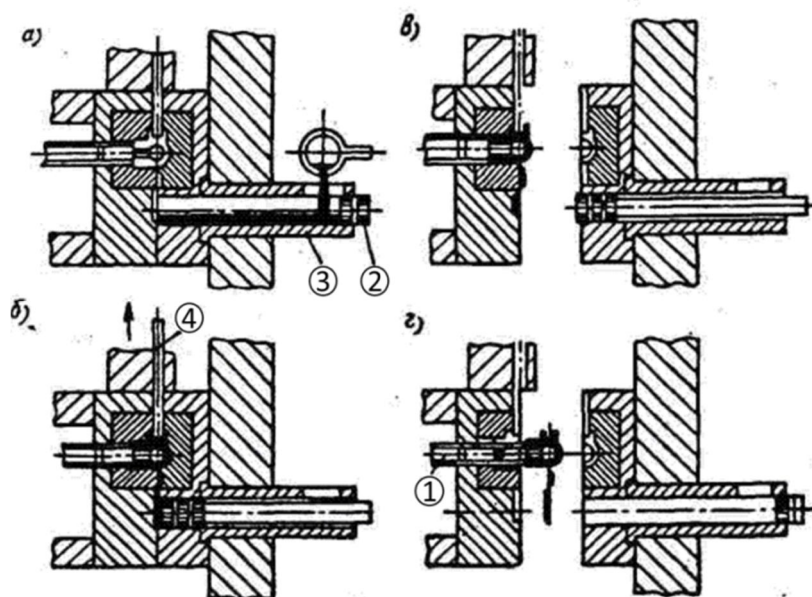


Рисунок 2 - Литье под давлением в машине с холодной камерой
а—заливка металла; б — удаление стержня; в — разъем пресс-формы;
г — выталкивание отливки; 1 — толкатель; 2 — поршень; 3 — камера прессования;
4 — металлический стержень

Она может развивать более высокое давление на расплав, при этом камеру выплавки заполняют вручную. Жидкий металл подается в камеру прессования, далее под действием поршня, который перемещается в этой камере, через литниковые каналы быстро заполняет свободное пространство формы. Принятие расплава твердой формы происходит под высоким давлением. После затвердевания, первыми извлекаются строжки 4, потом форму раскрывают, толкатель 1 удаляет отливку из формы прессования. Скорость, при которой расплав подается в пресс-форму, имеет величину равную примерно 0,5 м/с, а конечное давление на металл – 40...100 МПа. Заполнение формы происходит за время, равное десятым долям секунды. Если отливки тонкостенные, то еще быстрее – за сотые доли. Такой метод эффективен для производства изделий из сплавов, в состав которых входят медь, алюминий, магний, цинк. Масса отливок может достигать при таком методе до 50 кг.

К основному числу преимуществ литья под давлением можно отнести: возможность регулировать скорость потока заполнения формы, что необходимо для того, чтобы улучшить качество тонкостенных массивных изделий.

Однако, такой метод получения отливок имеет ряд недостатков, таких как: высокая стоимость пресс форм, затруднения при получении литых деталей, имеющих сложные поверхности, а также высока опасность появления микротрещин на отливках и возникновение газовой пористости, вызванной воздухом [1,2].

При производстве методом литья под давлением существует большая вероятность брака. Он может иметь различный характер. Далее нами будут описаны основные виды и причины, способствующие появлению негодных для эксплуатации деталей.

1. Недолив. Это явление происходит, либо из-за низкой температуры формы или расплава, что влечет за собой низкую текучесть, либо из-за засорения литникового и разводящего каналов.

2. Перелив. При этом виде брака наблюдается образование грата на месте смыкания формы. Причина такого дефекта возможна при нарушенной работе дозирующего устройства, чрезмерно высокой температуры расплава и формы.

3. Появление стыковочных швов. Признаком служит кривая линия спая отдельных потоков. При этом механическая прочность в месте спая сильно снижена. Причинами такого брака могут служить: низкая температура расплава или литейной формы, конструктивно неудачная форма, из-за чего сплав охлаждается слишком быстро, недостаточное давление расплава.

4. Усадочные раковины. Явным признаком такого дефекта являются заметные углубления на поверхности отливки. Происходят это по причине того, что масса перегрета, либо снижено удельное давление расплава. Реже встречаются удельные раковины при неравномерном распределении температуры в форме и при дефектах в ее вентиляции.

5. Коробление. Оно встречается уже на готовых отливках и основной причиной является чрезмерные напряжения внутри изделия. Они возникают из-за большой разницы температур в отдельных местах формы, либо при неправильной выдержке отливки в пресс-форме.

6. Трещины. Образование такого брака обусловлено большими остаточными напряжениями в отливке, либо такое возможно при прилипанию изделия к стенкам формы.

Рассмотренный материал в данной статье позволяет сделать вывод, что метод литья под давлением является актуальным и востребованным на данный период времени и широко применяется на различных предприятиях, где происходит обслуживание и ремонт техники и транспортных средств.

Библиографический список

1. Королев А.И. Твердые растворы в металлических сплавах // Королев А.И., Нудной М.М. Наука, образование и инновации в современном мире (НОИ-2019) материалы Национальной научной конференции Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. 2019. С. 146-148.
2. Королев А.И. Влияние триботехнических составов на ресурс двигателя внутреннего сгорания // Потапов Р.С., Паршин Д.А., Турищев Д.В., Королев А.И. Молодежный вектор развития аграрной науки. Материалы 70-й научной студенческой конференции. Воронежский государственный аграрный университет. 2019. С. 210-213.
3. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебник для студентов вузов, обучающихся по агроинженер. специальностям. Кн. 2 / В. Ф. Карпенков [и др.] .—М. : КолосС, 2006 .—311 с.
4. Технология конструкционных материалов. Учебная практика / В.К. Астаин, 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.

УДК 534.01

О ЧИСЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Спирина Н.Г., старший преподаватель

Гриднев А.С., студент

Кафедра математики и физики

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассматриваются вопросы механических колебаний точки, не имеющие аналитического решения. Численная реализация изучаемых задач осуществляется в математическом пакете «Maple».

Summary: The questions of mechanical oscillations of a point without analytical solution are considered. Numerical implementation of the problems under study is carried out in the mathematical package "Maple".

Ключевые слова: Механические колебаний точки, численная реализация.

Keywords: Mechanical oscillations of a point, numerical realization.

В ряде задач создания и исследования работы машин и оборудования для создания, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции встречаются задачи определения характера прямолинейных колебаний точки. К этим задачам в учебных курсах относятся свободные и вынужденные колебания, описываемые линейными обыкновенными дифференциальными уравнениями, решение которых имеют аналитический вид. Достаточно часто, в силу специфики рассматриваемого процесса, получение аналитического решения невозможно. В этих случаях используются численные решения задач колебаний.

Рассмотрим достаточно простую задачу определения характера свободных горизонтальных прямолинейных колебаний точки с учетом трения. Уравнение таких колебаний записывается в виде:

$$m\ddot{x} = -cx \pm fmg \quad (1)$$

Здесь m —масса точки, кг; c —коэффициент жесткости пружины, н/м; f —коэффициент трения; g —ускорение свободного падения, м/с²; $\ddot{x}$ —вторая производная от координаты по времени. Начальные условия для уравнения (1) имеют вид: $x(0) = x_0$, $\dot{x}(0) = v_0$.

Знак перед силой трения зависит от направления скорости движения точки, которая определяется в ходе решения, поэтому реализация этой задачи посредством встроенных процедур не представляется возможным.

Воспользуемся пошаговым решением конечно-разностного аналога предложен-

ной задачи. Представляя вторую производную в виде $\ddot{x} \approx \frac{x(t_{i+2}) - 2x(t_{i+1}) + x(t_i)}{h^2}$, где $h = t_{i+1} - t_i$ — шаг по времени, уравнение (1) примет вид:

$$\frac{x(t_{i+2}) - 2x(t_{i+1}) + x(t_i)}{h^2} = -kx(t_i) \pm fg$$

где $k = c/m$. Начальные условия примут вид: $x(t_0) = x_0$, $x(t_1) = v_0 h + x_0$.

Составляется цикл по времени, последовательно определяющий значения координат точки. На каждом шаге условный оператор проверяет знак скорости точки, выбирая направление силы трения.

Ниже приведена программа этого вычислительного процесса с выводом графика решения (Рис. 1). Команды программы с комментариями приводятся курсивом. Комментарии в программе предваряются символом #.

```
> restart;
h:=.001:t[0]:=0:x[0]:=4:v:=5:x[1]:=x[0]+h*v:S:=0:
# Создание массива из 10000 значений времени и координаты
for i from 0 to 10000
# Проверка знака скорости
if v>=0 then f:=.2 else f:=-.2 fi:
x[i+2]:=2*x[i+1]-x[i]-
h^2*(50*x[i]+f*9.81):
t[i+1]:=t[i]+h:v:=(x[i+1]-x[i])/h
od:
# Создание массива из 200 значений
времени и координаты для графика
for i from 0 to 10000 by 50 do
x1[S]:=t[i]:y1[S]:=x[i]:S:=S+1
od:
x2:=[seq(x1[k],k=0..200)]:y2:=[seq
(y1[k],k=0..200)]:
pp:=(x2,y2)-
>[x2,y2]:a:=zip(pp,x2,y2,2):
plot(a,t=0..10,labels=['Время,
с','Амплитуда колебаний, м'],labeldirec-
tions=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=
[COURIER,14],axes=box,
style=line, linestyle=1,thickness=2,numpoints=100,color=black);
```

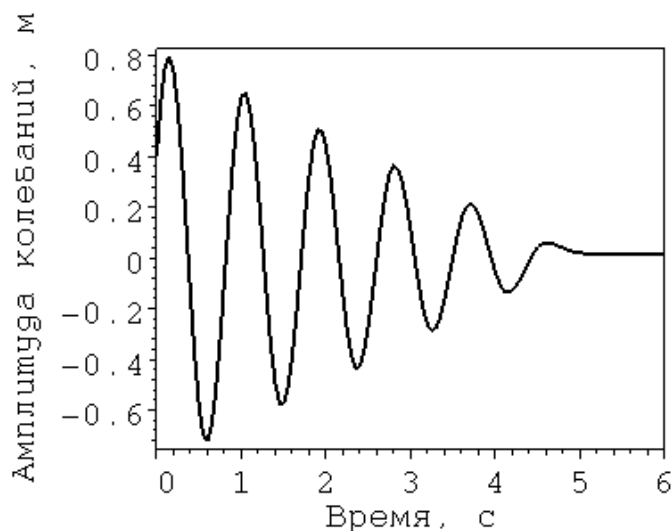


Рисунок 1- График затухающих колебаний

Рассмотрим теперь маятниковые колебания точки, подвешенной на невесомой нерастяжимой нити в вертикальной плоскости (Рис. 2)

Теорема об изменении момента количества движения точки относительно центра О записывается следующим образом:

$$\frac{d}{dt}(mvL) = -mgL \sin \varphi$$

Учитывая, что $v = \omega L$, получаем $\frac{d}{dt}(\omega L) = -g \sin \varphi$, или

$$\ddot{\varphi} = -\frac{g}{L} \sin \varphi \quad (2)$$

Начальные условия для уравнения (2) имеют вид: $\varphi(0) = \varphi_0, \dot{\varphi}(0) = 0$.

В курсе теоретической механики рассматриваются малые колебания для получения аналитического решения данной задачи [1]. В этом случае принимается, что $\sin \varphi \approx \varphi$, и уравнение (2) принимает вид:

$$\ddot{\varphi} = -\frac{g}{L} \varphi \quad (3)$$

решение которого при принятых начальных условиях является функция [2]:

$$\varphi = \varphi_0 \cos\left(\sqrt{\frac{g}{L}} t\right), \quad \text{период которой равен}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}. \quad \text{При длине нити, равной 1 м, } T = 2 \text{ с.}$$

Это решение неприменимо в случае, когда колебания не являются малыми, то есть когда равенство $\sin \varphi \approx \varphi$ некорректно, и уравнение (2) не имеет аналитического решения. Численная реализация задачи Коши для него осуществляется простой программой в «Maple» с привлечением встроенной функции решения дифференциальных уравнений [3], листинг которой приведен ниже.

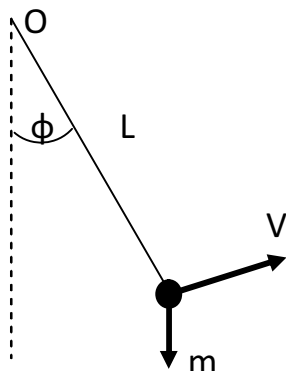


Рисунок 2 - К выводу уравнения

```
> restart;
g:=9.81: L:=1:
nu:=f(0)=Pi/2,D(f)(0)=0:
u:=diff(f(t),t$2)+g/L*f(t);
dsolve({u,nu},f(t)):
ff:=unapply(rhs(%),t):
sk:=D(ff):
ur:=diff(f(t),t$2)+g/L*sin(f(t));
kkk:=dsolve({ur,nu},f(t),type=numeric,output=listprocedure):
fff:=subs(kkk,f(t)):
sk1:=subs(kkk,diff(f(t),t)):
T1:=fsolve(sk1(t),t=0.2..1.5):
T2:=fsolve(sk1(t),t=3..4):
T3:=fsolve(sk1(t),t=5..6):
T4:=fsolve(sk1(t),t=8..9):
per1:=T2-T1; per2:=T3-T2; per3:=T4-T3;
```

```
plot([ff(t),fff(t)],t=0..10,labels=['Время, с','Угол колебаний, рад'],
labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=[COURIER,14],axes=boxed,style=
line,linestyle=[1,4],thickness=2,numpoints=100,color=black);
```

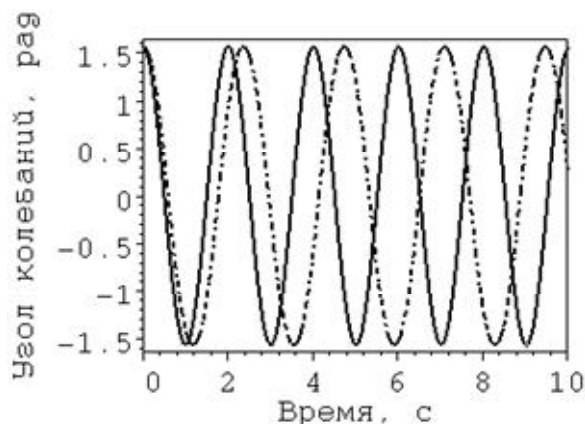


Рисунок 3 - Сравнение колебаний по формулам (2) и (3)

----- (2)

$$u := \left(\frac{d^2}{dt^2} f(t) \right) + 9.81 f(t)$$

$$ur := \left(\frac{d^2}{dt^2} f(t) \right) + 9.81 \sin(f(t))$$

$$perl := 2.367842423$$

На рис. 3 показано сравнение зависимости угла колебаний при $\varphi(0) = \pi/2$, определенных по формулам (2) и (3). Амплитуда колебаний не меняется, но период колебаний по уравнению (2) увеличивается и равен 2.36 с.

Таким образом, определение периода колебаний в реальных ситуациях необходимо производить с помощью решения уравнения (2).

Библиографический список

1. Гулевский В.А. Краткий курс теоретической механики: учебное пособие [Текст]/ В.А. Гулевский, В.П. Шацкий// Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. 178 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.
3. Дьяконов В. П. Maple 9 в математике, физике и образовании/ В.П. Дьяконов//М.: СОЛОН-прес.-2004.-688 с.
4. 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.

УДК 623.746-519:63

БЕСПИЛОТНЫЙ ТРАНСПОРТ КАК ОБЪЕКТ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

Манойлина С.З., к.т.н., доцент

Посохов Д.Н., студент

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Показана динамика внедрения робототехники на сельскохозяйственных предприятиях РФ. Затронута актуальная проблема использования беспилотного транспорта и общественная безопасность. Выделены главные причины: ненадежность программного обеспечения, незащищенность от взломов и слежки, потеря конфиденциальности данных, доступность информации, увольнение и массовая безрабо-

тица, отсутствие опыта вождения в критической ситуации. Проанализированы причины дорожно-транспортных происшествий с участием беспилотников.

Abstract: Dynamics of introduction of robotics at agricultural enterprises of the Russian Federation is shown. The actual problem of the use of unmanned vehicles and public safety was touched upon. The main reasons are identified: unreliability of software, vulnerability to hacking and surveillance, loss of data privacy, availability of information, dismissal and mass unemployment, lack of driving experience in a critical situation. The causes of road accidents involving drones are analyzed.

Ключевые слова: беспилотный транспорт, проблема безопасности, динамика внедрения, причины опасности.

Keywords: unmanned transport, safety problem, dynamics of implementation, causes of danger.

Современный уровень развития агропромышленной технологии на дальнюю перспективу направлен на почти безлюдной осуществление возделывания почв и уходом за растениями. Необходимым средством для этого является достаточно развитая мощная робототехническая база. Несколько десятков фирм в мире, включая РФ, занимаются развитием такой техники, позволяющей на основе систем электронного обеспечения отслеживать всю необходимую характеристику поля и обеспечивать практически все необходимые приемы обработки информации. На текущий момент робототехника способна не только готовить почву, но и высаживать рассаду, осуществлять мониторинг сельскохозяйственных угодий, проводить операции по уходу при возделывании растений и даже собирать урожай, используя 3D сканирование.

Возможности фирм производителей позволяют к 2020 г. поставить коммерческие образцы такой техники. Однако стоимость ближайших перспективных образцов пока еще не оговаривается и, безусловно, она весьма высока и финансово явно несоизмерима с оплатой труда оператора-человека. Хотя по самым оптимистическим прогнозам, выходящим из анализа перспективного роста капиталов, объемы вложений в роботизированную сельскохозяйственную технику, приведенные в работе [2] возрастают по зависимости близкой к гиперболической (рис. 1).

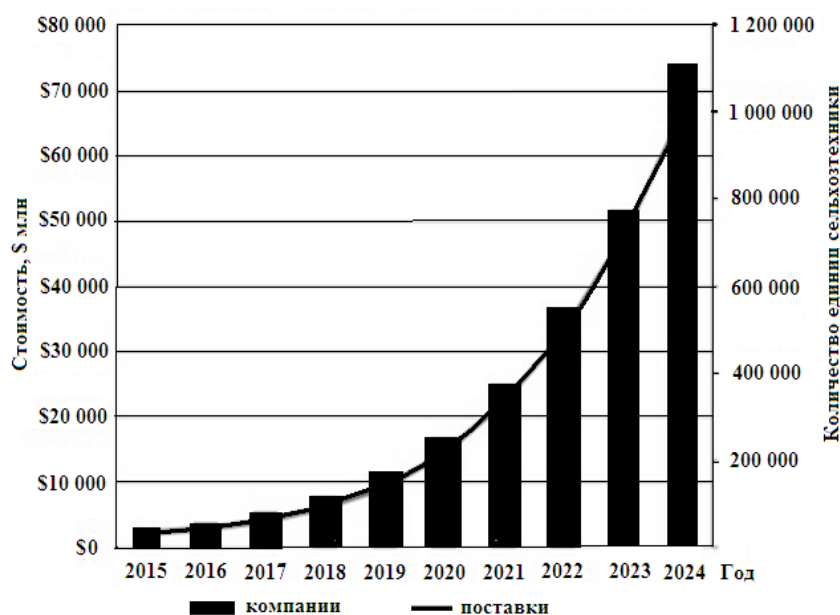


Рисунок 1 – Производство роботизированной техники в количественном и стоимостном измерении на 2015-2024 гг.

В Global Industry Analysts Inc прогнозируют, что мировой рынок сельскохозяйственных роботов достигнет отметки в 15 млрд. \$ к 2020 г. [5].

В сельском хозяйстве в мировом масштабе, по оценкам экспертов, через несколько десятилетий около 320 млн. человек будет заменено роботами, это чуть менее половины рабочих мест. Такое сокращение может произойти и раньше. Например, по оценкам исследовательской компании Tractica, поставки сельскохозяйственных роботов вырастут в 18 раз в ближайшие восемь лет – с 32 тыс. единиц в 2016 г. до 594 тыс. к 2024 г. [1].

Социальное развитие любого государства требует постоянного и объективного анализа занятости трудоспособного населения, которая, безусловно, существенно изменяется при широком внедрении агропромышленной роботизации. Проследим динамику внедрения робототехники на сельскохозяйственных предприятиях РФ (рис. 2). На апрель 2017 г. робототехника используется в 28 регионах страны, в 103 организациях сельского хозяйства, в основном молочно-продуктового направления [2].

В связи с этим крайне полезен объективный анализ экономической целесообразности внедрения дорогостоящей робототехники на фоне социального спроса и занятости трудоспособного населения. Беспристрастный объективный анализ при таких сопоставлениях, безусловно, может определить рациональное соотношение объемов сельскохозяйственных работ выполняемых в совокупности и оператором-человеком и роботом-манипулятором агропромышленного назначения.

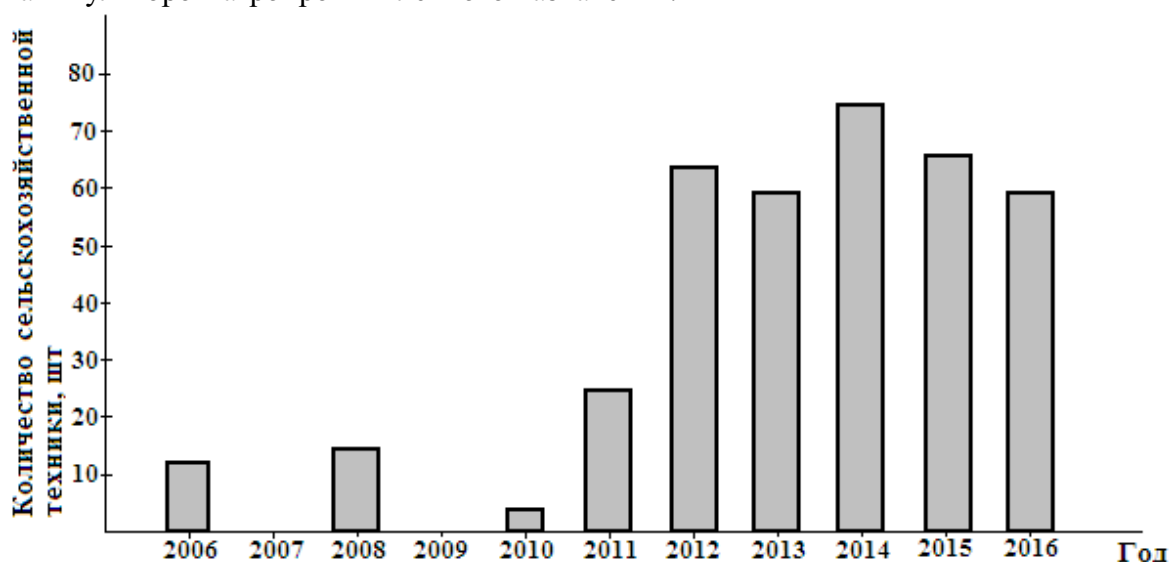


Рисунок 2 – Динамика внедрения робототехники на сельскохозяйственных предприятиях РФ

По данным [3] на 2017 г. для сельского хозяйства потенциал автоматизации и роботизации составляет – 64%, количество рабочих мест при этом сократится на 3,3 млн. человек. При освобождении рабочих мест необходимо искать оптимальные решения.

Но роботы не способны полностью заменить человека. В частности, они не имеют способности разумно реагировать на непредвиденную обстановку и изменения рабочей среды, не способны самостоятельно обучаться на основе собственного опыта, не имеют способности к использованию тонкой координации системы «рука – глаз».

Существенное оснащение сельского хозяйства с преобладанием робототехнических устройств управления ожидается не ранее, чем через 20 лет.

В настоящий момент производство тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин, например, уборочных, не проявляет тенденции к сокращению. Мобильные

энергетические средства (МЭС) оснащаются кабинами для их управления, в которых манипулирующие функции выполняет тракторист-машинист широкого профиля или оператор МЭС. Необходимо отметить, что сравнение функциональных способностей человека и электронного управляющего устройства пока еще не отдает абсолютному предпочтению последнему, не говоря уже о тривиальных ситуациях в полевых условиях. Такие ситуации достаточно часто возникают при нетипичных препятствиях (ямы, бугры, пригорки, кусты и т.д.), где мобильное управляющее электронное устройство просто останавливается и ждет от специального наблюдающего за ним оператора программной подсказки и дальнейшего импульса к работе. Достаточно отметить, что в результате успехов наиболее выдающихся в этом плане фирм, наибольшая дистанция для преодоления препятствий такого типа не превышает 12 м [3].

В настоящее время для выполнения технологических процессов, связанных с необходимостью управлять потоком объектов, погрузкой, выгрузкой и транспортировкой сельскохозяйственной продукции существующие модели робототехники не могут быть применены, необходима экспериментальная проверка специальных захватных устройств, исполнительных устройства в пыле- и влагозащитном варианте, разработка алгоритмов их управления и регулирования.

Микропроцессорные системы, разработанных в промышленности, нашли свое применение для оснащения отдельных узлов исполнительных устройств сельскохозяйственных автоматических манипуляторов агроботов. Однако особенность технологических процессов в сельском хозяйстве заключается в необходимости учитывать взаимодействие техники с объектами растительными и животными происхождения. Это приводит к обязательному изменению структуры существующих микропроцессорных систем управления, разработки и использования специальных сенсорных устройств.

Необходимо отметить, что в настоящее время ни один из разработанных прототипов сельскохозяйственных роботов, созданных в различных странах, еще не функционирует на полях и фермах. Все модели пока являются опытными образцами или в лучшем случае мелкосерийными.

Главное требование к сельскохозяйственной робототехнике – это надежность отдельных компонентов и конструкции в целом. Нарботка на отказ агроботов в нашей стране составляет от 2 до 100 ч., для зарубежных аналогов – в среднем до 400 ч. Повышенное внимание к надежности обусловлено с трудностью организации технического обслуживания, сервиса и ремонта, не укомплектованностью техническими средствами и отсутствием квалифицированных специалистов.

При изменении требуемых функциональных характеристик, отражающих состояние кинематических и динамических показателей сельскохозяйственных роботов, характеристик точности, производительности, превышающих допустимые пределы, система переходит в неработоспособное состояние. Проблема контроля и диагностики состояния роботов на сегодня еще не решена. Для ее решения необходимы глубокие научные исследования и многочисленные практические эксперименты, позволяющие определить наиболее «слабые» элементы конструкции и прогнозировать наступление отказов параметров.

Можно выделить негативные стороны применения робототехники в сельском хозяйстве – большие затраты на производство систем контроля и диагностирования роботов, отставание в элементной базе устройств управления, приводах, программном обеспечении, в системах обучения, и как следствие недоступность для предприятий, проектирующих и выпускающих сельскохозяйственную робототехнику.

Обнаружение и распознавание препятствий при движении является одной из проблем, приводящей к повышенной опасности беспилотной сельскохозяйственной технике. Это происходит за счет технического зрения и машинного обучения. Оператор

мобильной технике выполняет данную функцию на основе высших функций мозга, позволяющих принимать, отбирать, накапливать, перерабатывать, создавать и восстанавливать информацию об окружающей обстановке.

Техническое зрение основано на комплексном применении оптических камер, радаров, лидаров, основанных на технологии получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах, а также искусственного интеллекта для обработки полученных данных. При машинном обучении происходит не прямое решение конкретной задачи, а обучение в процессе применения к решению множества сходных задач. В настоящее время человеческие способности по распознаванию препятствий превосходят технологии технического зрения.

Другой технической проблемой при внедрении технологии беспилотного управления в автомобильном транспорте является необходимость разработки технического зрения, способного видеть объекты на большом расстоянии из-за значительной величины тормозного пути мобильного энергетического средства. Характеристики существующих радаров, лидаров, камер массового производства позволяют устойчиво обнаруживать человека на расстоянии не более 50 – 80 м, автомобиль – на расстоянии не более 100 – 150 м, что не вполне достаточно для автомобильного транспорта.

К основным проблемам относятся ложные срабатывания при незапрограммированных препятствиях от таких нетипичных объектов, как, например, ямы, бугры, пригорки, кусты, различный бытовой мусор и т.д., которые приводят к остановкам и отказе беспилотных образцов.

Беспилотный транспорт, по мнению специалистов, является объектом повышенной опасности по следующим главным причинам:

- ненадежность программного обеспечения, незащищенность от взломов и слежки, а в связи с этим потеря конфиденциальности данных, доступность не только владельцу или ограниченной группе пользователей;
- увольнение и массовая безработица;
- отсутствие опыта вождения в критической ситуации;
- минирование беспилотных автомобилей.

Сельскохозяйственный транспорт и мобильные энергетические средства с беспилотным управлением имеют устройства подключения к Интернету. Взломщики системы управления способны взломать сеть, остановить передачу данных, выключить тормоза, изменить направление движения, перепрограммировать и т.д. Специалисты по компьютерной безопасности Центра передовых технологий Uber обнаружили уязвимость в программном обеспечении автомобиля Jeep, благодаря которой смогли осуществить удаленный доступ к системе кондиционирования, стеклоочистителям, аудиосистеме и тормозам [4]. Перепрограммирование систем управления, атаки хакеров, киберинциденты на прямую связаны с вопросами общественной безопасности. Чем больше роботизирована транспортная техника, тем больше вероятность угрозы защищенности личности, общества и государства. Представители компания Argus [4], специализирующейся на разработках средств киберзащиты для автомобилей, считают, что какой-то единый способ не может подойти для этих целей: для разных частей беспилотного транспортного средства необходимы различные решения, которые должны интегрироваться между собой, чтобы таким образом обеспечить полную защиту последнего.

Доказательством того, что беспилотный транспорт, является объектом повышенной опасности, является тот факт, что на сегодняшний день уже зафиксированы многочисленные случаи дорожно-транспортных происшествий с участием беспилотников. Причинами ДТП являются: сбой в системе автоматике, под управлением которой находилось транспортное средство, она не успела распознать опасность, не обнаружила

препятствий на дороге; сбой в бортовом оборудовании, при этом невидимым препятствием стал сигнал сети Wi-Fi [4]. В алгоритм управления транспортного средства закладываются типовые стандартные ситуации. Проблема возникает, если компьютер не может распознать нестандартную обстановку. Кроме того, практически все беспилотные автотранспортные средства работают только в хорошую погоду. Для перекодировки изображения они используют лидар или видеокамеру, которые в снег, дождь, грозу, туман практически не работают, что, ведет к полному отсутствию видимости, обзора на дороге. Одной из причин неисправностей и ДТП является то, что транспортные средства, использующие спутниковую навигацию и электронные блоки для обработки GPS-сигнала, подвержены воздействию магнитных бурь. Во многих случаях не было выявлено каких-либо дефектов в технике, которые могли бы спровоцировать аварийную ситуацию [4]. Не решается вопрос об уголовной ответственности за причиненный вред и в первую очередь из-за недоработки в уголовном законодательстве.

Из-за разнообразного набора транспортных средств, специфики дорожного движения, видов его участников, различных погодных условий и т.д. беспилотные транспортные средства, функционирование которых напрямую зависит от сложнейших электронных систем, вынуждены принимать решения, последствия которых заранее предсказать либо вообще нельзя, либо очень сложно. На каждую непредвиденную ситуацию не запрограммировано единственно правильное решение, многорешенность приводит к отказу системы управления транспортного средства.

С 2010 г. в России активно развиваются технологии и производства по созданию беспилотного транспорта и агроботов. Так, Горьковский автомобильный завод (ГАЗ) начал участвовать в программе "Робототехника", а с 2018 г. компания приступила к тестированию в условиях городского движения автобуса "Газель NEXT"[4]. Российская компания КамАЗ в рамках программы "Автонет"[4] подготовила прототип модели беспилотного автомобиля и в октябре 2015 г. успешно прошла испытания.

В июне 2018 г. беспилотный автомобиль "Яндекса" совершил поездку из Москвы в Казань, преодолев 780 км, автомобиль в пути находился 11 ч. в дневное и ночное время, при этом 99% времени двигался в автоматическом режиме, соблюдая все скоростные ограничения [4].

В России подготовлен проект законов о беспилотных автомобилях, в 2021 г. такие автомобили станут серийными.

В заключении, несомненным является то, что хотя автотранспортное средство и может работать автономно, оно не должно оставаться без человека-оператора. Покупателям беспилотного транспорта необходима проверенная информация, как работают автономные системы, производители должны исследовать надежность приборов для безопасности, включая камеры, лазеры и радиолокаторы. Производители и исследователи должны определить промежуток времени между тестами систем управления, чтобы поддерживать уровень знаний по мере изменения когнитивных способностей и развития технологии; необходимо создавать системы контроля для автономных транспортных средств.

Выводы

1. При оценке перспективы использования беспилотного транспорта в сельском хозяйстве, не следует ожидать экономически оправданного применения их в ближайшие годы. Научные исследования в этой области должны продолжаться, так как нет альтернативы в применении роботов для высвобождения человека от монотонного, физически тяжелого труда.

2. Основными причинами считать беспилотный транспорт объектом повышенной опасности являются: ненадежность программного обеспечения, незащищенность

от взломов, перепрограммирования систем управления; отсутствие опыта вождения в нестандартных критических ситуациях.

Библиографический список

1. Анчёков, М.И. Решение проблем автоматизации процесса сбора плодово-овощной продукции / М.И. Анчёков, А.Л. Кильчукова, С.Х. Шалова // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – Ростов-на-Дону, 2016. – № 4, С. 87-97.
2. Журавец, И.Б. Солнцезащита кабин мобильных энергетических средств: монография / И.Б. Журавец, С.З. Манойлина – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 231 с.
3. Переход сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям / Е.А. Скворцов, Е.Г. Скворцова, И.С. Санду, Г.А. Иовлев // Экономика региона. – 2018. – т. 14, вып. 3. – С. 1014-1028.
4. Коробеев А.И. Беспилотные транспортные средства: новые вызовы общественной безопасности / А.И. Коробеев, А.И. Чучаев [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://urfac.ru/?p=1853> (дата обращения 12.10.2019).
5. AgTech Investing Report Year in Review 2015 February [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.research.agfunder.com/2016/AgFunder-Agtech-Investing-Report-Midyear-2016.pdf (дата обращения 23.10.2018).

УДК 631.372

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЛОКИРОВАННОГО КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ТРАКТОРА И ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Гудков В.В., к.т.н., доцент

Сокол П.А., к.т.н.

Могутнов Р.В., к.т.н.

Удалых Н.С.

Кафедра автомобильной подготовки ФГБКОУ ВО "Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил" "Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина", г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассмотрена математическая модель взаимодействия блокированного колесного движителя трактора с опорной поверхностью, проведен анализ распределения мощности и крутящего момента по ведущим колесам под действием внешних сил и реакций

Summary: in this article consider the mathematic model of blocked tractor mover's wheel with support surface interaction, hold the analysis of the power and torque distribution by the leading wheels under outward strength and reactions

Ключевые слова: колесо, модель, взаимодействие, конструкция, трансмиссия

Key words: wheel, model, interaction, construction, transmission

В настоящее время условия эксплуатации колесной техники с блокированным приводом предъявляют повышенные требования к техническим характеристикам, влияющим на показатель эффективности применения. Поэтому на стадии проектирования необходимо провести анализ взаимодействия блокированного колесного движителя и опорной поверхности (ОП), с целью определения его рациональных параметров, в целях повышения производительности при выполнении технологических операций в целях увеличения технико-экономического эффекта.

Для описания процесса взаимодействия заблокированного колесного движителя и ОП, был произведен анализ частного случая, когда трактор прямолинейно движется по горизонтальной ОП, с постоянной скоростью, а тяговое усилие направлено параллельно плоскости ОП (рисунок 1).

Несущая система трактора в вертикальной плоскости является жесткой конструкцией, но, способной складываться в горизонтальной плоскости. Следовательно, в вертикальной плоскости ее можно представить, как жесткую раму с заблокированным приводом и двумя ведущими осями, с поворотом вокруг центра тяжести (рисунок 2).

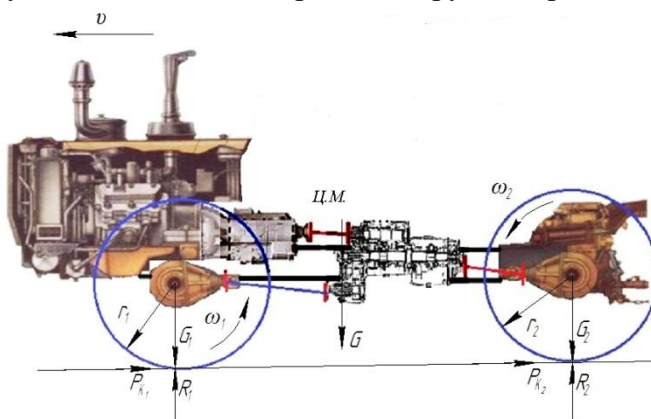
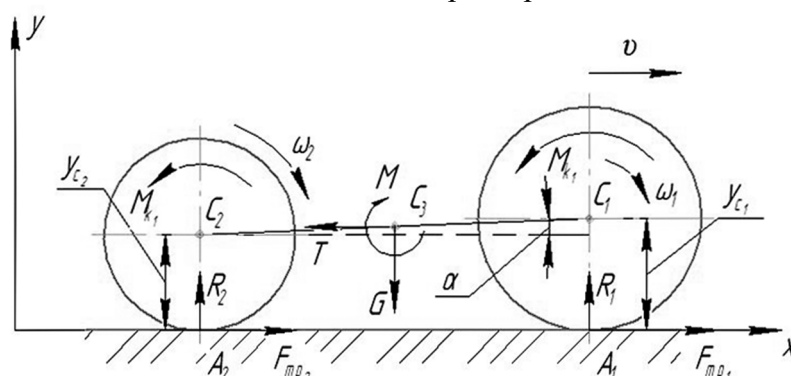


Рисунок 1 - Схема сил и внешних реакций, действующих на заблокированный колесный движитель трактора



$$\alpha = \frac{Pl - \beta_1 E(a_1 - a_2) + M_\delta}{\frac{E_\delta L^2}{2} - Gl}; \quad \beta_1 = -\frac{G}{2E_\delta} + \frac{E - E_\delta}{E_\delta} \cdot y_{c0}; \quad \mu_\delta = \frac{L(E - E_\delta)}{E_\delta} \cdot \left(-\frac{G}{2} + Ey_{c0}\right). \quad (2)$$

Удельная сила тяги по колесам может быть определена из условия их равенств, или при рассмотрении зависимости сцепления в зависимости от буксования по каждому колесу [4].

$$\psi_{m1} = \frac{A_1 + \delta_1 - \sqrt{(A_1 + \delta_1)^2 - 4B_1 C_1 \delta_1}}{2B_1}; \quad \psi_{m2} = \frac{A_2 + \delta_2 - \sqrt{(A_2 + \delta_2)^2 - 4B_2 C_2 \delta_2}}{2B_2}. \quad (3)$$

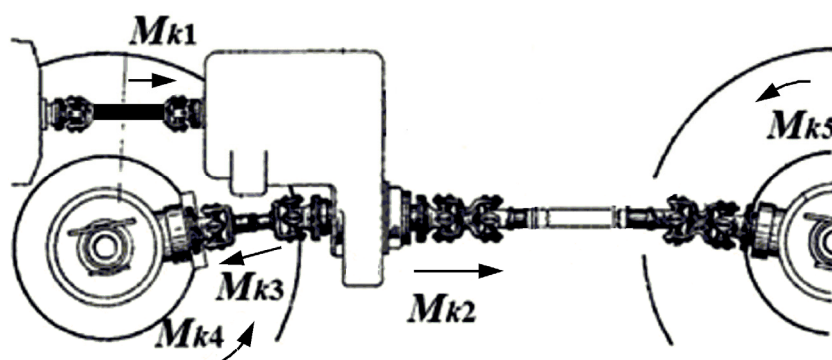


Рисунок 3 – Схема распределения крутящих моментов

M_{k1} – момент, подведенный к трансмиссии от двигателя; M_{k2} – момент, подведенный от коробки передач к заднему мосту; M_{k3} – момент, подведенный к переднему мосту; M_{k4} – момент, развиваемый передними ведущими колесами; M_{k5} – момент, развиваемый задними ведущими колесами

На основе определенных величин вертикальных реакций ОП ($F_1 = \psi_1 R_1$, $F_2 = \psi_2 R_2$) могут быть определены величины геометрических (кинематических) радиусов по формулам:

$$y_{c1} = -\frac{G}{2E_\delta} + \frac{E}{E_\delta} \cdot y_{c0} + \frac{1}{2}L \cdot \sin \alpha, \quad y_{c2} = -\frac{G}{2E_\delta} + \frac{E}{E_\delta} \cdot y_{c0} - \frac{1}{2}L \cdot \sin \alpha, \quad (4)$$

Рассматривая распределение крутящих моментов по ведущим осям трактора при обратном движении и несимметричной кинематической схеме трансмиссии, можно показать, что при блокированном приводе в трансмиссии возникает некоторая циркуляция мощности, величина которой определяется КПД трансмиссии, моментом (силой

тяги) на ведущем колесе M_{2y} , его радиусом r_2^6 , силой сопротивления качению и скоростью движения V_a и радиусом r_2^6 в ведомом режиме [3]:

$$N_r = \left(\frac{M_{2\delta}}{r_2^6} - P_{f02} \right) V_a. \quad (5)$$

Учитывая, что величина силового геометрического радиуса меняется в зависимости от вертикальной нагрузки и подводимого момента, то необходимо учитывать тангенциальную деформацию колеса в зависимости от подводимого момента. Таким образом, в общем случае движения, величины силовых радиусов ведущих колес определяются по формуле:

$$y_i = r_{ci} = r_o - \lambda_i M_i - \frac{G_i}{2E_0}. \quad (6)$$

В общем случае движения величины модуля упругости колес E_0 , коэффициента тангенциальной деформации теоретически равны. Условием бесциркуляционной работы является одинаковая величина поступательной скорости центров колес и равенство их силовых радиусов [2]:

$$V_1 = V_2 = \omega r_i, \quad \text{т.к.} \quad \omega_1 = \omega_2 = \omega. \quad (7)$$

Данная зависимость позволяет определить связь между подводимым моментом и величиной нагрузки, однако применение допущения и упрощения, снижает точность расчетов, а также не учитывает динамические процессы в расчетах силовой статической составляющей (диссипативные силы), которые надо вводить при использовании уравнений движения по формулам Лагранжа.

Тяговые усилия, развиваемые ведущими мостами трактора, вычисляются по следующим формулам:

$$F_{m1} = \psi_{m1} Z_1; \quad F_{m2} = \psi_{m2} Z_2.$$

На рисунке 4 показана зависимость всех указанных параметров (Z_1 , Z_2 , k_r , δ_1 , δ_2 , ψ_{m1} , ψ_{m2} , F_{m1} , F_{m2}) от тягового усилия [4, 5].

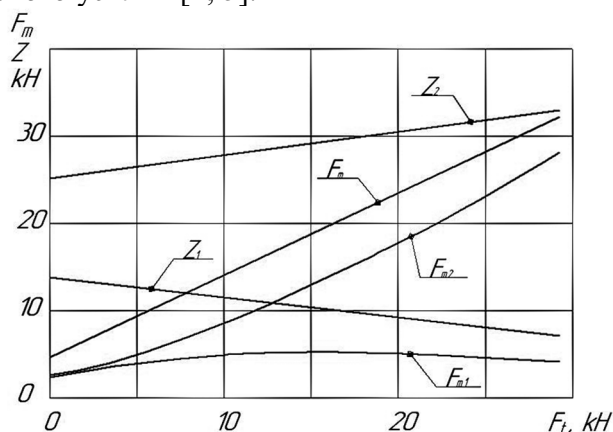


Рисунок 4 – Зависимость касательных сил тяги и вертикальных реакций опорной поверхности на ведущие колеса от тягового усилия

Как видно из графиков (рис. 4), при увеличении сил тяги меняются нормальные реакции по осям z_1 , z_2 и соответствующие радиусы колес. При этом происходит перераспределение развиваемых сил тяги F_{m1} и F_{m2} в пользу заднего колеса.

Теоретические исследования качения колесного движителя, как правило, проводятся при движении по ровной горизонтальной ОП, при прямолинейном или криволинейном движении. При этом могут быть учтены динамические параметры движения или рассматриваться установившееся равномерное движение. Однако, в реальности, к условиям движения добавляется неровный профиль дороги, особенно это характерно для движения по бездорожью, и, поэтому данное направление теоретических исследований требует дальнейшего развития и продолжения.

Библиографический список

1. Дорняк О.Р. Гудков В.В. Сокол П.А. Уравнения движения заблокированного движителя по опорной поверхности / Проблемы и перспективы развития экспериментальной науки. Сборник статей международной научно-практической конференции. Тюмень. – 2018 – С. 86-88.
2. Ечеистов Ю.А. Распределение крутящего момента по ведущим осям автомобиля с заблокированным приводом. – Автомобильная промышленность. № 2. 1964. С.15-17.
3. Бочаров Н.Ф., Гусев В.И., Макаров С.Г. Распределение крутящих моментов по ведущим осям автомобиля с заблокированным типом привода с учетом к.п.д. отдельных механизмов трансмиссии. – М.: Известия вузов. № 4. 1965. С. 86-89.
- 4.<http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/Motrol5/Nastasioiu.pdf>
5. 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.
6. Кондрашова Е.В. Вопросы эксплуатационной надёжности автомобилей / Е.В. Кондрашова [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. - 2015. - № 2-3. - С. 409-410.

УДК 631.373:629.013

ОБЗОР КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ ВАЛОВ ОТБОРА МОЩНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТРАКТОРОВ

Ворохобин А.В., к.т.н., доцент

Круглов С.А., магистр

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Золотых Е.В., к.в.н., ст. преподаватель

Кафедра эксплуатации и ремонта САТОП
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация: Одной из важнейших характеристик машинно-тракторного агрегата является топливная экономичность. В последнее время острота и актуальность топливно-энергетической проблемы значительно возросли, так как энергетические ресурсы в мире не безграничны. Немалую долю времени в современном сельскохозяйственном производстве тракторы заняты с машинами, требующими привод от вала отбора мощности. В работе проанализированы конструкции кинематических схем валов отбора мощности современных сельскохозяйственных тракторов и рассмотрены тенденции их развития на предмет повышения топливной экономичности тягово-приводных агрегатов.

Abstract: One of the most important characteristics of the machine-tractor unit is fuel efficiency. Recently, the severity and relevance of the fuel and energy problem has increased significantly, since energy resources in the world are not unlimited. A considerable proportion of the time in modern agricultural production tractors are employed with machines requiring a drive from the PTO shaft. The paper analyzes the design of kinematic schemes of power take-off shafts of modern agricultural tractors and considers the trends of their development in order to improve the fuel efficiency of traction units.

Ключевые слова: трактор, вал отбора мощности, топливная экономичность, тягово-приводной агрегат, энергонасыщенность.

Key words: tractor, power take-off shaft, fuel efficiency, traction and drive unit, energy saturation.

Повышение производительности труда за счет роста энергонасыщенности тракторов и других энергетических средств, скорости движения и пропускной способности сельскохозяйственных агрегатов при выполнении различных операций выдвинули на первый план задачу не количественного наращивания, а качественного совершенствования сельскохозяйственной техники. Все большее распространение находят тягово-приводные агрегаты с приводом от вала отбора мощности (ВОМ) [1].

ВОМ трактора используется для привода машин с активными рабочими органами и является одним из наиболее эффективных узлов, реализующих мощность тракторного двигателя. По мере роста энергонасыщенности трактора значимость систем отбора мощности у тракторов будет возрастать т.к. с одной стороны, уменьшается доля мощности, которая может быть реализована на тягу по сцеплению движителей с почвой, а с другой – увеличивается число машин с активными рабочими органами [2, 3].

В конструкциях современных тракторов можно встретить различные варианты кинематических схем ВОМ: механические, гидравлические, электрические, со ступенчатым и бесступенчатым регулированием частоты и др. [4, 5]

Наиболее широкое распространение получил механический привод ВОМ. Это связано с простой конструкцией механического привода ВОМ, с его относительно небольшой стоимостью и меньшей металлоемкостью, а также с более высоким КПД (до 98%). Применение механического привода ВОМ связано также с тем, что основная доля выпускаемой в тракторостроении техники, имеет механическую трансмиссию, и применение механического привода ВОМ наиболее рациональна [4].

Основные кинематические схемы ВОМ современных тракторов представлены на рисунке 1.

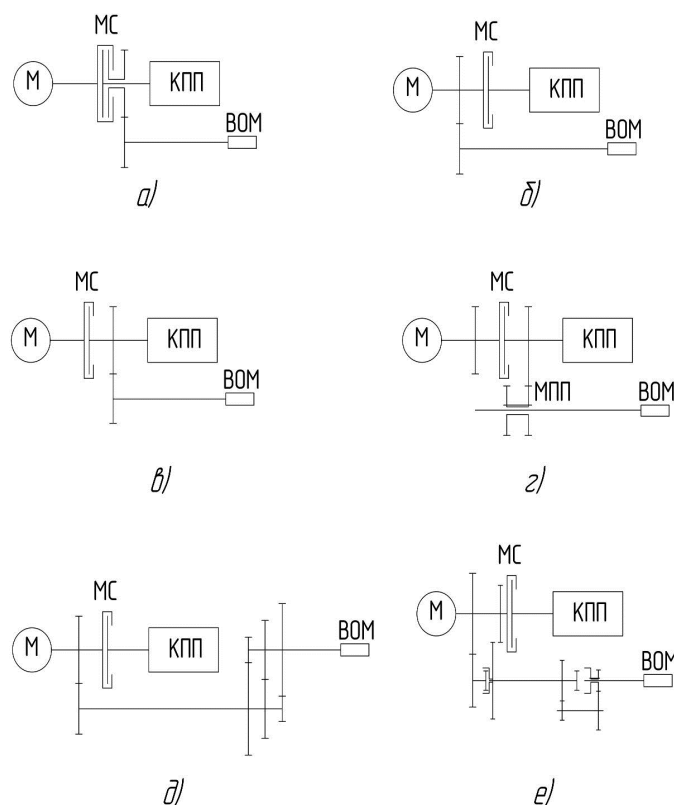


Рисунок 1 – Кинематические схемы ВОМ современных тракторов.

Самым простым вариантом является односкоростной зависимый ВОМ (рис. 1а), который использовался в основном для привода стационарных сельскохозяйственных машин. Это простейшая схема оказалась малоприспособленной для привода мобильных сельскохозяйственных агрегатов, т.к. кинематическая связь хвостовика ВОМ с первичным валом коробки передач или валом муфты сцепления предполагала включение и выключение ВОМ одновременно с началом движения или остановкой всего агрегата, что крайне нежелательно для большинства передвижных приводных машинно-тракторных агрегатов.

Необходимость раздельного управления трансмиссией трактора и ВОМ привела к созданию независимого и частичного независимого привода ВОМ (рисунок 1 б, в).

Полностью независимый ВОМ приводится во вращение непосредственно от коленчатого вала двигателя и управляется автономными фрикционными элементами. В связи с этим режимы их работы, включая пуск и остановку, не зависят от режима работы трансмиссии. При наличии такого ВОМ разгон рабочих органов сельхозмашин и агрегата можно осуществить последовательно, можно также изменять скорость агрегата или полностью его останавливать без изменения режима работы ВОМ, что позволяет регулировать, например, подачу перерабатываемой массы на рабочие органы уборочных машин при неравномерном стеблестое по длине гона и исключить их забивание [5].

Частично независимый привод ВОМ осуществляется, как правило, от двухдискового сцепления. Особенностью его является то, что один диск сцепления передает момент коробке передач, а второй - приводу ВОМ. Управление таким сцеплением осуществляется общим механизмом, при этом в начале хода педали выключается сцепление, а затем при дальнейшем ходе педали - привод ВОМ. Частично независимый ВОМ обеспечивает выполнение почти всех тех операций, что и независимый ВОМ. Однако остановка рабочих органов машин без остановки трактора в этом случае невозможна. Несмотря на недостатки частично независимого ВОМ, он все же нередко находит применение благодаря простоте конструкции [4, 5].

Двухскоростной независимый и синхронный приводы ВОМ образовали классическую схему привода, единую, в основном, для всего мирового тракторостроения. На современных зарубежных тракторах, как правило, применяется двухскоростной независимый ВОМ. Однако особую значимость в настоящее время приобретает проблема повышения топливной экономичности приводных агрегатов. Эта проблема обострилась в последнее время, что явилось результатом внедрения интенсивных технологий возделывания сельхозкультур и повышения уровня механизации производственных процессов в сельском хозяйстве. Значительно выросла занятость тракторов на работах с использованием ВОМ.

В последнее время активные попытки решения проблемы повышения топливной экономичности тягово-приводных агрегатов предприняты зарубежными тракторостроительными фирмами. Одним из путей решения этой проблемы является снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя до уровня $80...90\% n_{дв.ном}$ для получения стандартизированных частот вращения хвостовика ВОМ. 85% обследованных моделей тракторов имеют такой привод и лишь у 15% моделей стандартизированная ВОМ достигается при $n_{дв.ном}$. Это позволило улучшить топливную экономичность МТА на 2,4...3,9% в зависимости от класса трактора [6, 7, 8].

Современные зарубежные тракторы активно применяют так называемый «экономичный» ВОМ. Сущность его заключается в том, что наряду со стандартными частотами вращения хвостовика ВОМ 540 и 1000 мин⁻¹, появляется дополнительная частота 750 мин⁻¹. Кинематическая схема такого ВОМ показана на рисунке 1 д. Это схема привода ВОМ тракторов Fendt.

Дополнительная ступень привода ВОМ обеспечивает на малоэнергоёмких операциях снижение частоты вращения двигателя на $540/750 \text{ мин}^{-1}$, т.е. $0,72 n_{\text{дв.ном}}$, при этом частота вращения хвостовика имеет стандартное значение 540 мин^{-1} , а двигатель работает на частичном режиме в благоприятном по расходу топлива зоне. Аналогичный привод заднего ВОМ имеет трактор Deutz-Fahr, кроме того, он комплектуется и передним ВОМ с частотой вращения хвостовика 1000 мин^{-1} .

Рассмотренные варианты привода ВОМ обеспечивают экономию топлива при эксплуатации МТА с машинами, рассчитанными на частоту вращения хвостовика ВОМ 540 мин^{-1} . Развитием этой схемы является четырехскоростной привод ВОМ, устанавливаемый на тракторе Steyr 8075as (рисунок 1 е). Такой привод имеет более широкие возможности, поскольку удвоитель скорости ВОМ позволяет иметь «экономичные» ступени для обеих нормированных частот вращения.

Таким образом, как показывает обзор схем приводов ВОМ, применяемых на тракторах ведущих зарубежных фирм, одним из основных направлений их развития в настоящее время является увеличение ступеней привода ВОМ. Дополнительные ступени в приводе позволяют на малоэнергоёмких работах использовать частичные скоростные режимы двигателя и, следовательно, повысить топливную экономичность МТА. При комплектовании трактора информационной системой загрузки двигателя «экономичный» ВОМ является простым и эффективным способом реализации резервов снижения расхода топлива приводных и тягово-приводных агрегатов. Однако наиболее полное использование резервов топливной экономичности возможно при наличии автоматизированной системы согласования режимов работы двигателя и привода ВОМ.

Библиографический список

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. Поливаев О.И. Теория трактора и автомобиля: учебник/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 232 с.
3. 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.
4. Конструкция тракторов и автомобилей: 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.
5. Довнар О.К. Перспективы развития приводов ВОМ универсально-пропашных тракторов / О.К. Довнар, В.С. Давыдов, О.Н. Протасеня // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1989. - №6. – С.43-44.
6. Поливаев О.И. Эффективность использования тракторов John Deere серии 8520 в сравнении с тракторами New Holland T8040/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин// Техника в сельском хозяйстве. - 2009. - №5.- С. 30-31.
7. Поливаев О.И. Сравнительные испытания МТА с тягово-приводными машинами/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский// Тракторы и сельхозмашины. - 2009. -№1.- С. 51-52.
8. 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.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ТРАКТОРА ПРИ РАБОТЕ С МАЛОЭНЕРГОЕМКИМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ МАШИНАМИ

Ворохобин А.В., к.т.н., доцент

Круглов С.А., магистр

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Иванов В.П., к.т.н., доцент

Кафедра общевоенных дисциплин
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация: Из большого многообразия тягово-приводных машин выделяется группа малоэнергоемких, которые не обеспечивают загрузку двигателя энергонасыщенного трактора по мощности. Это приводит к увеличению расхода топлива и снижению технико-экономических показателей машинно-тракторного агрегата. В работе предлагается способ повышения топливной экономичности тягово-приводного агрегата, в состав которого входит трактор и малоэнергоемкая сельскохозяйственная машина, за счет перевода работы вала отбора мощности трактора в «экономичный» режим.

Abstract: From the large variety of traction-driven machines, a group of low-energy machines is allocated, which do not provide loading of the engine of an energy-saturated tractor in power. This leads to an increase in fuel consumption and a decrease in technical and economic indicators of the machine and tractor unit. The paper proposes a way to improve the fuel efficiency of the traction drive unit, which includes a tractor and a low-energy agricultural machine, by transferring the work of the tractor power take-off shaft to the "economical" mode.

Ключевые слова: трактор, вал отбора мощности, топливная экономичность, тягово-приводной агрегат, энергонасыщенность.

Key words: tractor, power take-off shaft, fuel efficiency, traction and drive unit, energy saturation.

Современное направление в тракторостроении характеризуется непрерывным ростом мощности двигателя при одновременном снижении металлоемкости машины. Однако, рост энергонасыщенности, особенно колесных тракторов, привел к значительному недоиспользованию мощности установленных на них двигателей. Статистические исследования показателей использования тракторов в сельском хозяйстве свидетельствуют о том, что загрузка по мощности двигателей универсально-пропашных тракторов составляет около 50...65% [1, 2].

Добиться полной загрузки и экономичной работы трактора только методом формирования агрегатов в практике не всегда возможно. Нередки случаи, когда тракторы работают с недостаточной загрузкой и перерасходом топлива. Это часто наблюдается при работе трактора в условиях, когда максимальная рабочая скорость и ширина захвата ограничены требованиями агротехники. Такое достаточно часто встречается при работе тягово-приводных агрегатов.

Все тягово-приводные сельскохозяйственные машины по виду используемого вала отбора мощности (ВОМ) можно разделить на машины, работающие с независимым и с синхронным приводом ВОМ [3, 4]. В свою очередь группа машин, приводимых от независимого ВОМ, делится на машины, требующие регламентированной ча-

стоты вращения (разбрасыватели минеральных удобрений, уборочные машины и др.) и не требующие таковой (например, опрыскиватели). В первом случае снижение частоты вращения ВОМ будет ухудшать качество выполняемого технологического процесса, а во втором случае влияние будет незначительное.

По данным ряда источников [5, 6, 7] энергетические потребности тягово-приводных машин находятся в широком диапазоне. Наиболее энергоемкими, т.е. требующие наибольшей отдачи мощности двигателя на работу тягово-приводных агрегатов является: комбайн свеклоуборочный (КСН-6); комбайн кормоуборочный, навесной (Полесье-1400); культиватор фрезерный (КФУ-1,5) и др. Однако немало машин являются малоэнергоемкими, например, жатка зернотравяная (ЖЗТ-4); жатка специальная (ЖСК-4В); опрыскиватель тракторный (Мекосан-2000-18); косилка прицепная (DISKO 3000 TS) и др.

Одним из способов снижения удельного расхода топлива и увеличения загрузки двигателя является перевод его на пониженные скоростные режимы при одновременном включении более высокой передачи трансмиссии, т.е. использование двигателя на различных скоростных режимах. При этом нагрузка двигателя по моменту возрастает и он работает в зоне уменьшенного удельного расхода топлива, что снижает погектарный расход топлива.

Проблема повышения топливной экономичности машинно-тракторных агрегатов за счет использования всережимного регулирования тракторных дизелей применительно к тягово-приводным агрегатам имеет свои особенности и не получила должного решения. Это связано с тем, что для выполнения агротехнических требований на качество работы тягово-приводных машин необходимо сохранить постоянной с определенным допуском частоту вращения ВОМ ($n_{\text{ВОМ}}$), равной для большинства сельскохозяйственных машин 540 мин^{-1} с отклонением до $\pm 10\%$. Если при переходе на пониженный скоростной режим двигателя скорость агрегата можно сохранить на требуемом уровне за счет маневрирования передачами, то такое маневрирование передаточным числом привода ВОМ не предусмотрено, а использование второй ступени скоростного режима ВОМ (1000 мин^{-1}), имеющейся на многих универсально-пропашных тракторах, для получения 540 мин^{-1} при переходе на пониженные скоростные режимы двигателя нецелесообразно, так как двигатель в данном случае выходит на неустойчивый режим работы под нагрузкой.

Решение данной проблемы может достигаться, во-первых, путем уменьшения передаточного отношения зубчатых передач привода ВОМ на стандартизированных ступенях, что позволяет понизить скоростной режим двигателя и улучшить топливную экономичность МТА в среднем на 3%. Во-вторых, введением в привод ВОМ дополнительных «экономичных» ступеней, позволяющих использовать частичные скоростные режимы двигателя и улучшать топливную экономичность тягово-приводных машинно-тракторных агрегатов на малоэнергоемких работах до 25%. Дальнейшее совершенствование приводов ВОМ возможно за счет применения систем согласования режимов работы двигателя и привода ВОМ, в том числе бортовых компьютеров.

Библиографический список

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. Конструкция тракторов и автомобилей: 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.

4. Поливаев О.И. Сравнительные испытания МТА с тягово-приводными машинами/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский// Тракторы и сельхозмашины. - 2009. -№1.- С. 51-52.

5. Поливаев О.И. Теория трактора и автомобиля: учебник/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 232 с.

6. Поливаев О.И. Эффективность использования тракторов John Deere серии 8520 в сравнении с тракторами New Holland T8040/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин// Техника в сельском хозяйстве. - 2009. - №5.- С. 30-31.

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.

УДК 664.3:633.85

АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Бутова С.В., к.с.-х.н., доцент

Седова О.С., магистр

Кафедра технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В этой статье рассмотрены показатели, характеризующие теплофизические свойства масличных семян. Все эти свойства необходимы при расчетах тепловых процессов нагрева, сушки, охлаждения и имеют особенно большое значение при разработке технологии сушки и хранения семян масличных культур. Знания природы этих свойств, значений величин приводят к пониманию и осмыслению тех сложных процессов, которые протекают в семенах при послеуборочной обработке и в процессе хранения.

Summary: This article discusses indicators characterizing the thermophysical properties of oilseeds. All these properties are necessary when calculating the thermal processes of heating, drying, cooling, and are especially important in the development of technology for drying and storing oilseeds. Knowledge of the nature of these properties, the values of quantities lead to the understanding and comprehension of those complex processes that occur in seeds during post-harvest processing and during storage.

Ключевые слова: масличные семена, теплофизические свойства, сушка, хранение

Keywords: oilseeds, thermophysical properties, drying, storage

Знание теплофизических свойств масличных семян имеет большое значение для решения практических задач, связанных с технологиями хранения и сушки масличных культур. В связи с механизацией и автоматизацией процессов обработки семян, внедрением новых способов сушки, применением пневматического транспорта и хранением больших партий в современных хранилищах учет теплофизических характеристик семенной массы приобретает особое значение.

Свойства семян, связанные с их анатомией, морфологией, химическим составом, являются характерными для каждой масличной культуры. Семена растений одного вида и даже единичного растения в силу их неодновременного формирования и созревания в большей степени способны различаться по морфологическим признакам, химическому составу и физиологическим свойствам. Поэтому из-за большой степени изменчивости этих семян, их разнокачественности даже в рамках одного растения приходится говорить о средних значениях величин, характеризующих состав и свойства семенных масс.

Среди свойств семян, определяющих их технологическое качество, важное место занимают физико-химические свойства: теплофизические, сорбционные, гигроскопические и др. Особенностью теплофизических характеристик семян является их зависимость от влажности, температуры, культуры, от размера зерен, от плотности зернового слоя. Говоря о теплофизических свойствах семенной массы наибольшее значение имеют теплоемкость, температуропроводность, теплопроводность и термовлагопроводность.

Теплоемкость характеризует затраты теплоты на нагрев семенного материала. При расчетах используют величину удельной теплоемкости, которая равна количеству теплоты, затраченной на нагревание 1 кг семян на 1 °С [4].

Теплоемкость семян зависит от химического состава и соотношения их составных частей. Основными компонентами масличных семян являются липиды и белки, а семенная оболочка в значительной мере содержит целлюлозу (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав масличных семян (масс. % от массы абсолютно сухого вещества)

Культура	Липиды	Белки	Клетчатка
Подсолнечник			
- в семенах	33-57	13-23	13-16
- в лузге	1,5-3,5	3-5	40-41
Лен масличный			
- в семенах	30-48	21,4-25,6	4,5-6,0
- в оболочке	8,2	1,2	17,93
Рапс			
- в семенах	33-46	23-33	8-11
Рыжик			
- в семенах	25,6-46,0	27,4	7,9
Клещевина			
- в семенах	40-58	17-29	18,6-20,5
- в оболочке	1,6	6,9	67,4
Конопля			
- в семенах	33-41	19,3-25,1	13,8-26,9
Соя			
- в семенах	13-21,1	40-52,6	6-14
- в оболочке	0,6	7,0	21,0
Горчица			
- в семенах	25-47	20-30	8-11
Хлопчатник			
- в семенах	16,0-25,2	19,3-29,4	12,4-19
- в шелухе	0,34-0,60	3,4-4,6	39,4-51,4

Теплоемкость зависит от химического соотношения составных частей семян. Известно, что теплоемкость жира составляет 2,05 кДж/кг·К, что значительно превышает теплоемкость белков, углеводов и клетчатки (белков и углеводов – 1,41 кДж/кг·К, клетчатки – 1,33 кДж/кг·К) [1]. Т.к. содержание жира в семенах различных культур ко-

леблется в больших пределах в зависимости от сорта, района и условий произрастания, степени зрелости и других факторов, при которых семена одной и той же культуры могут содержать большее или меньшее количество жира, то и показатель теплоемкости будет изменяться в широкой амплитуде. Значительно ниже показатель теплоемкости будет у зерновых, т.к. содержание в них жира в среднем колеблется от 2 до 6 % в зависимости от культуры (рис. 1) [7].

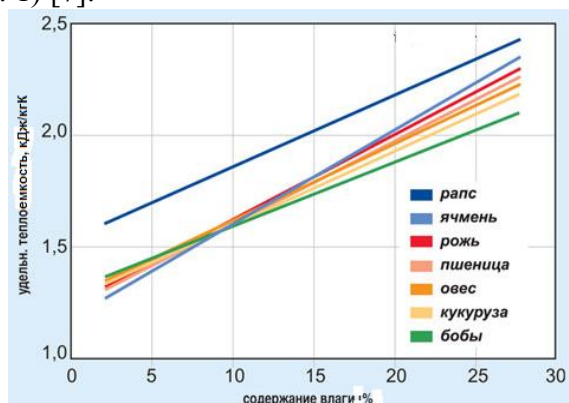


Рисунок 1 – Зависимость удельной теплоемкости семян различных культур от содержания влаги

Теплоемкость зависит от содержания влаги в семенах и температуры хранения. Высокую теплоемкость будут иметь семена повышенной влажности, т.к. теплоемкость воды – 4,19 кДж/кг·К. На рис. 1 наблюдается заметное увеличение теплоемкости семян различных культур с повышением их влажности. Это надо обязательно учитывать при тепловой сушке семян, так как расход топлива будет зависеть от их исходной влажности.

Теплоемкость семян увеличивается на 0,0017 кДж/кг·К при повышении температуры на 1 °С. С увеличением же скважистости и доли воздушной прослойки между оболочками семян теплоемкость уменьшается. Данная зависимость прослеживается на примере нескольких масличных культур, учитывая ориентировочные показатели (табл. 2).

Таблица 2 – Зависимость теплоемкости от скважистости масличных семян

Культура	Удельная теплоемкость, кДж/кг·°С	Скважистость, %
Подсолнечник	1,51	60-80
Конопля	1,54	32-50
Соя	1,56	38-46
Рапс	1,62	37-46
Лен масличный	1,65	36-45
Клещевина	1,85	31-44

Семенная масса кроме семян основной культуры содержит семена других культурных и сорных растений, примеси, микроорганизмы, воздух межсеменных пространств.

Наличие органических и прочих примесей в семенной массе оказывает существенное влияние на ее теплофизические свойства. Так, вследствие интенсивного дыхания семян основной культуры, а также семян, входящих в состав примесей, активного развития микроорганизмов накапливается тепло в семенной массе, происходит самосогревание. Это приводит к необходимости сокращения до минимума процессов дыха-

ния, что достигается уменьшением влажности семенного материала ниже критической и снижением температуры хранения. На рис. 2 показана зависимость допустимого срока хранения семян от температуры и влажности. Своевременное охлаждение семян до температуры 10°C значительно продлевает допустимый срок хранения и уменьшает период покоя при прорастании [7].

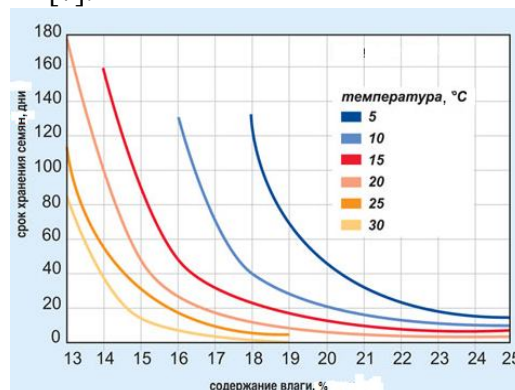


Рисунок 2 – Зависимость срока хранения семян от температуры и влажности

К тому же следует учитывать масличность культуры: чем выше содержание масла в семенах, тем до более низких значений должна быть снижена влажность. Так, семена рапса с содержанием масла 35 % можно безопасно хранить при 8,5 % влажности и температуре около 25 °C, в то время как для рапса с содержанием масла около 50 % влажность семян должна быть ниже 6,5 %, температура – 25 °C.

Из-за высокого содержания масла в семенах подсолнечника, хлопка, рапса, арахисе, соевых бобах и т. д. выделение тепла усиливается вследствие процесса окисления. Это приводит к значительному снижению качества сырья. Кроме того, из-за увеличения доли свободных жирных кислот происходят потери сухой массы. Консервация охлаждением позволяет поддерживать влажность на 1-3% выше по сравнению с традиционным хранением [7].

Поскольку, чем выше влажность семян, тем больше их теплоемкость, то при сушке необходимо учитывать тот факт, что для нагревания семян с повышенной влажностью необходимо больше тепла, чем для того, чтобы нагреть менее влажные семена. Поэтому, чем больше теплоемкость влажных семян, тем они дольше будут держать температуру, при которой приобрели эту влажность, в отличие от сухих семян. Например, если при уборке семена имели высокую влажность и высокую температуру, то при хранении они будут дольше держать эту температуру, хотя у окружающего воздуха она может и понизиться, а все это способствует увеличению дыхания и самосогревания.

Поэтому перед закладкой на хранение после любого теплового воздействия семена необходимо охладить до низкой температуры, тогда в семенах она будет долго поддерживаться, что благоприятно сказывается на сохранении жизнеспособности семян.

Под теплопроводностью понимают способность семян проводить тепло от более нагретых мест к менее нагретым при непосредственном соприкосновении их друг с другом и за счет конвекции тепла воздушным потоком. Характеризуется теплопроводность количеством тепла, переходящего в единицу времени через единицу их поверхности. Для выражения теплопроводности употребляют коэффициент, который и характеризует это свойство в цифровом выражении. Коэффициент теплопроводности – это количество теплоты, проходящее через единицу площади материала при градиенте температур, равном единице [4].

В основном передача тепла идет посредством конвекции, то есть с помощью воздуха во время его перемещения. В связи с этим свойство теплопроводности семян в

значительной мере зависит от их скважистости и будет тем ниже, чем больше воздуха содержится в семенной массе. Так, коэффициент теплопроводности семян подсолнечника ниже ($0,089 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$), чем семян сои ($0,110 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$), при этом скважистость подсолнечника может достигать до 80 %, тогда как у сои этот показатель не превышает 46 % [2].

В целом, теплопроводность семян масличных культур низкая, что объясняется большим содержанием в семенной массе воздуха, являющегося плохим проводником тепла. Несколько большим коэффициентом теплопроводности обладают сами семена, но на него сильно влияет их влажность. Чем выше влажность семян, тем выше их теплопроводность. Следовательно, при повышенной влажности семенная масса станет существенно быстрее принимать температуру окружающего воздуха, подвергаясь более резким температурным колебаниям, что неизбежно ухудшит условия хранения и снизит посевные качества семян.

Температуропроводность характеризует теплоинерционные свойства материала. Семенная масса обладает большой тепловой инерцией, т.е. низким коэффициентом температуропроводности. Участки семенной массы, удаленные от ее верхнего слоя, стен и пола хранилища, в течение нескольких месяцев удерживают температуру, при которой они были заложены на хранение. Это имеет положительное значение, когда речь идет о сохранности семян. Так, низкая температура в момент закладки на хранение способствует длительному устойчивому хранению семян. С другой стороны, если температура семян при закладке повышена (например, из-за неудовлетворительного охлаждения после тепловой сушки) или в семенной массе появился участок с повышенной температурой, начнется самосогревание [3].

Для масличных семян коэффициент температуропроводности находится в пределах $(6,15 - 6,85) \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$, в то время как у хороших проводников тепла он равен $3700 - 4000 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{ч}$.

Термовлагопроводность непосредственно связана с теплоемкостью, теплопроводностью и температуропроводностью семенной массы. В процессе хранения семенная масса постоянно подвержена перепаду температуры – движущей силы термовлагопереноса, который определяют по величине термовлагопроводности. Влага перемещается в наиболее холодные участки по градиенту теплоты, несмотря на низкую влажность семян. Влага перемещается не только по причине термовлагопроводности, но и переносится в виде пара конвективными потоками воздуха. Эти процессы особенно усиливаются при большой разнице температуры в семенной массе и окружающей среде, а также при подводе теплоты в семенную массу при активном вентилировании. Перемещение влаги по направлению потока теплоты может сопровождаться накоплением в поверхностных слоях семенной массы влаги при конденсации водяных паров. При высокой влажности присутствующие в семенах ферменты активизируются, повышается интенсивность дыхания и возникает самосогревание семенной массы. Также возможно набухание и прорастание семян [6].

Таким образом, сохранность масличных семян в значительной степени определяется теплофизическими свойствами. Они регулируют интенсивность физиологических, биохимических и микробиологических процессов, протекающих в семенах при их послеуборочной обработке и хранении. Хранение семян с учетом их теплофизических свойств позволяет значительно сократить потери и сохранить их качество.

Библиографический список

1. Акаева, Т.К. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Часть 1: Технология получения растительных масел: учебное пособие / Т.К. Акаева, С.Н. Петрова. – Иваново: ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. – 124 с.

2. Курдюмов, В.И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа: монография / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин. – Ульяновск: УГСХА имени П.А. Столыпина, 2013. – 290 с.

3. Медведева З.М. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / З.М. Медведева, Н.Н. Шипилин, С.А. Бабарыкина; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015. – 340 с.

4. Тепло- и хладотехника: учебное пособие / С.В. Бутова [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 247.

5. Теплофизические характеристики пищевых продуктов и материалов: справоч. пособ./ Под ред. проф. А.С. Гинзбурга. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 224 с.

6. <https://znaytovar.ru/s/Osnovnye-vidy-maslichnogo-syrya.html>

7. <http://hipzmag.com/tehnologii/hranenie/hranenie-zerna-v-ohlazhdennom-sostoyanii/>

УДК 621.01

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Шередекин В.В., к.т.н., доцент

Турищев Д.В., студент

Скрипников Р.П., студент

Кафедра прикладной механики

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассмотрено понятие «надежность» и изучены факторы, влияющие на надежность сельскохозяйственной техники.

Abstract: the article discusses the concept of "reliability" and studied the factors affecting the reliability of agricultural machinery.

Ключевые слова: надежность, сельскохозяйственная техника, конструктивные, производственные, эксплуатационные факторы.

Keywords: reliability, agricultural machinery, design, production, operational factors.

В настоящее время отрасль сельского хозяйства активно развивается и поддерживается государством. Производимая сельскохозяйственная техника модернизируется, с целью повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке. Одним из значимых факторов конкурентоспособности сельскохозяйственных машин является их надежность.

Надежность - это свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования [2]. Понятие надежности включает в себя такие свойства объекта как ремонтпригодность, безотказность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность. На надежность влияют различные факторы (рисунок 1).

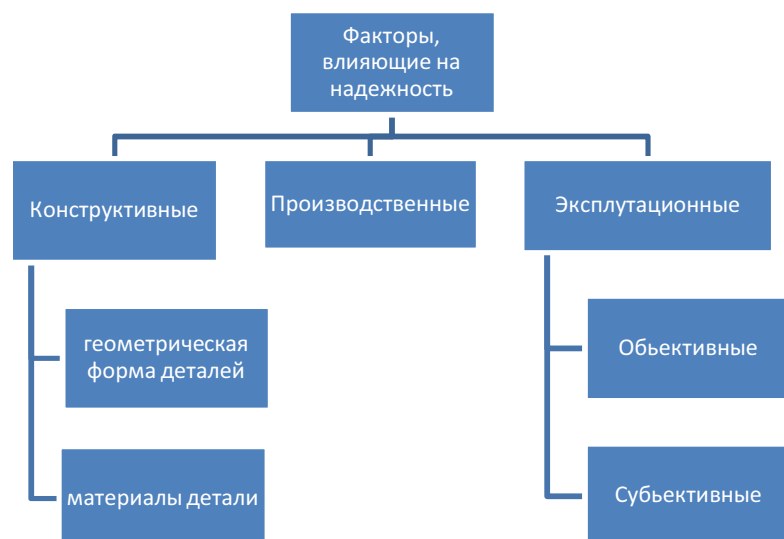


Рисунок 1 - Классификация факторов, влияющих на надежность с.-х. техники

Конструктивные факторы связаны с конструкцией машины на этапе проектирования. К ним можно отнести оптимизацию структурной схемы машины и состава ее основных частей. Их компоновка осуществляется таким образом, чтобы при минимальных затратах такие показатели как долговечность и безотказность были высокими. К конструктивным факторам можно отнести выбор материалов деталей, а так же их геометрических форм. Особенное внимание уделяется рабочим органам, которые подвержены наибольшему изнашиванию. Так, например, лапы культиватора производятся из стали с различными добавками для улучшения свойств. Форма лезвия в большинстве случаев заостренная, что позволяет качественно выполнять процесс обработки почвы. Все параметры конструкции определяются расчетным путем.

Для высокой надежности сельскохозяйственной техники важно обеспечить оптимальные тепловые режимы работы сопряжений, узлов и агрегатов техники. Так, для регулирования температуры деталей двигателя грузовиков применяется отключение вентилятора зимой; электроподогрев двигателя; радиатор для охлаждения редуктора главной передачи; водомасленный теплообменник, регулирующий температуру масла. Конструкция продумывается таким образом, чтобы сельскохозяйственную технику можно было отремонтировать, важным свойством является простота разборочно-сборочных работ при необходимости замены предусмотренных конструкцией элементов, подверженных интенсивному изнашиванию. Надежность любой технической системы, состоящей из некоторого количества элементов, зависит от надежности каждого из них и их крепления. Иногда помимо основных элементов используются дополнительные средства или элементы, которые называют резервными.

Уровень надежности сельскохозяйственной техники, который закладывается на стадии проектирования необходимо перенести на готовую технику. Важными составляющими, влияющими на надежность и качество готового изделия, являются используемые материалы, поэтому для изготовления деталей сельскохозяйственной техники необходимо применять только качественное сырье. Другим фактором, является технологическая надежность оборудования для производства деталей. Она характеризуется способностью оборудования сохранять в заданных пределах и во времени свои начальные характеристики. Для увеличения надежности готовой сельскохозяйственной техники необходимо производить детали согласно конструктивным расчетам. Высокая точность изготовления позволяет уменьшить начальные зазоры в подвижных сопряжениях, улучшаются условия их смазки. Качественно изготовленные детали, работающие

в условиях переменных нагрузок, имеют большую коррозионную, химическую стойкость, высокую сопротивляемость динамическим нагрузкам [1].

Одним из очень важных факторов, влияющих на надежность машин, является контроль качества [4, 5, 7]. Он должен осуществляться не только при приемке материалов и сырья, но и на всех этапах производства сельскохозяйственной техники. Начиная от деталей, заканчивая готовым изделием. Во время контроля качества исследуемый образец сравнивается с характеристиками в технических документах. Основным методом контроля для сельскохозяйственной техники – выборочный. При этом отбирается партия определенного объема и оценивается ее качество. В заключении дается экспертная оценка, распространяющаяся на всю партию изделий. Испытания сельскохозяйственной техники проводятся в соответствии с ГОСТ Р 54783-2011 и другими документами. После окончания производства сельскохозяйственную технику отправляют в эксплуатацию.

На фактические показатели надежности техники влияют ее условия и методы эксплуатации. По характеру воздействия на объект эксплуатационные факторы можно классифицировать следующим образом: объективные и субъективные.

К объективным факторам относится воздействие на технику внешней среды. В свою очередь эти факторы делятся на внешние и внутренние. К внешним, можно отнести климатические воздействия (рисунок 2).

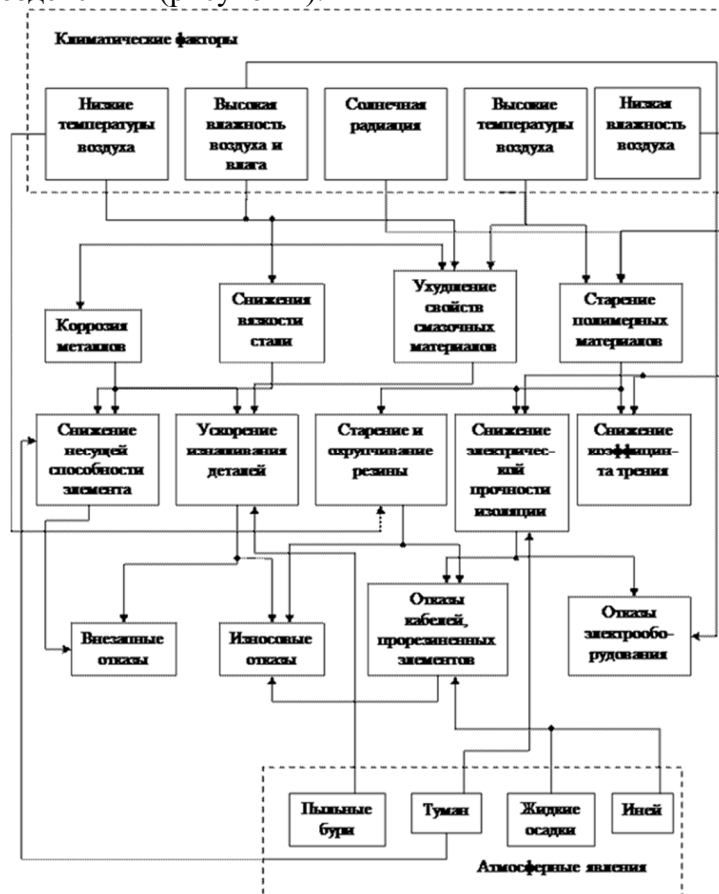


Рисунок 2 - Схема комплексного влияния основных климатических факторов и атмосферных явлений на надежность объектов

Постоянные воздействия со стороны окружающей среды на сельскохозяйственные машины, работающие в большинстве случаев на открытой местности, в совокупности снижают их надежность и являются причиной появления внутренних факторов из-за старения, износа и коррозии.

Субъективные эксплуатационные факторы связаны с влиянием человека. Надежность техники напрямую зависит от квалификации обслуживающего персонала, от качества и частоты проведения технического обслуживания. Техническое обслуживание (ТО) представляет собой комплекс мер, направленных на поддержание объекта в работоспособном состоянии в процессе его эксплуатации и обеспечение его надежной работы. Основной целью ТО является предупреждение отказов техники, благодаря периодическому контролю ее основных агрегатов. На рисунке 3 представлена модель возникновения отказов и неисправностей в процессе эксплуатации техники [2].

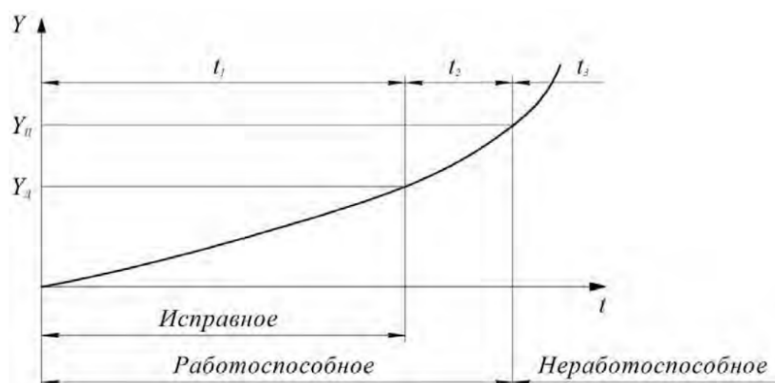


Рисунок 3 - Схема развития постепенного отказа: t_1 – наработка до возникновения неисправности t_2 – наработка, в течение которой неисправность перерастает в отказ; t_3 – наработка, в течение которой отказ приводит к наступлению предельного состояния

Исходя из данных рисунка 3, можно сделать следующий вывод: когда неисправность еще не появилась (состояние t_1), ТО проводить преждевременно. При состоянии t_2 техническое обслуживание наиболее эффективно и позволяет предотвратить выход из строя техники. А вот на стадии t_3 производить ТО уже нецелесообразно, так как машине требуется ремонт [3, 4, 6].

Проведенный анализ факторов, влияющих на надежность сельскохозяйственной техники, позволяет сделать вывод о том, что первичным звеном в указанном перечне является конструктивные факторы: такие как оптимизация состава основных частей, выбор материала деталей и их геометрических форм.

Это говорит о том, что именно на первичном этапе создания конструкции следует проводить наиболее расширенный анализ и проверку на технологичность и проводить экономическое обоснование конструкции.

Библиографический список

1. Артемьев, Ю.Н. Качество ремонта и надежность машин в сельском хозяйстве / Ю.Н. Артемьев. – М. : Колос, 1981. – 239 с.
3. ГОСТ 27.002 – 2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136419> Дата обращения 11.10.2019
3. Детали машин. Автоматизированное проектирование: учебное пособие/ А.Н. Беляев [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 254 с.
4. 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.

5. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения [Текст] / 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. 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.

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.

**Секция 2. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (В ТОМ ЧИСЛЕ В
ПРОЦЕССАХ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ
РАБОТ, СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И
УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ)**

УДК 631

**РАДИАТОР С ПОЛИУРЕТАНОВОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ В БЛОЧНОЙ
СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ**

Дидманидзе О.Н., чл.-корр. РАН д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Хакимов Р.Т., д.т.н., доцент
ФГБОУ ВО СПбГАУ

Парлюк Е.П., к.э.н., доцент

Большаков Н.А., аспирант
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Аннотация: Согласно государственной программы Российской Федерации «Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по автомобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения» на период до 2020 г. предусматривает приоритетное развитие и внедрение в отечественную отрасль автомобильного транспорта новых высокоэффективных, экологически чистых технологий сжигания газового топлива (природного газа). В целях реализации государственной программы развития газомоторной автотракторной техники, для улучшения теплового баланса газового двигателя был разработан новый перспективный радиатор системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания для тракторов семейства МТЗ-80. В основе нового радиатора заложена облегченная сердцевина с полиуретановыми пластинами с двенадцатью сквозными капиллярами для циркуляции охлаждающей жидкости в процессе теплообмена.

Abstract: According to the state program of the Russian Federation- "Introduction of gas engine technology with the division into separate subprograms by road, rail, sea, river, aviation-transport and special purpose equipment " for the period up to 2020 provides for priority development and implementation in the domestic industry road transport new high-efficiency, environmentally friendly technologies of combustion of gas fuel (natural gas). In order to implement the state program of development of gas-engine motor-tractor equipment, to improve the thermal balance of the gas engine, a new perspective radiator of cooling system of internal combustion engine for tractors of MTZ-80 family. The basis of the new radiator is the following-reinforced core with polyurethane plates with twelve through capillaries for circulation of cooling fluid in the heat exchange process.

Ключевые слова: Радиатор, полиуретановая сердцевина, система охлаждения, газовый двигатель, автотракторная техника.

Keywords: Radiator, polyurethane core, cooling system- railway, gas engine, automotive equipment.

При повышении энергонасыщенности автомобилей и тракторов существенно возрастают тепловые нагрузки многих функциональных агрегатов (ФА). Это требует организации отвода в окружающую среду излишков теплоты, так как нарушение надлежащего теплового режима в отдельном ФА препятствует реализации потенциальных эксплуатационных свойств всей машины, вплоть до отказа [1, 2, 6]. В то же время,

многообразие условий эксплуатации автомобилей и тракторов обуславливая изменение в широком диапазоне факторов рабочей среды, особенно дорожных и природно-климатических, создает сложную, как в практическом, так и в теоретическом отношении проблему обеспечения требуемого теплового режима ФА.

В связи с этим, необходимо последовательное развитие теории температурно-динамических свойств (ТДС) ФА на основе принципов построения эксплуатационных свойств тракторов и автомобилей. Рассмотрение этой проблемы определяет: дальнейший поиск и научное обоснование измерителей и показателей оценки эффективности систем охлаждения; разработку методов, средств и оборудования для расчета и исследования этих систем; совершенствование рабочего процесса и конструкций теплообменных устройств, снижение их металлоемкости и массы, за счет применения новых экологически чистых безотходных технологий производства [3, 4, 7].

Целью исследований является улучшение эксплуатационных показателей опытного образца тракторного радиатора МТЗ-80 с полиуретановой сердцевиной путем совершенствования температурно-динамических характеристик.

Анализ существующих производителей автотракторных радиаторов показал, что на рынке существуют достаточно большое количество компаний, которые предлагают теплообменники отличающиеся своими конструктивными и рабочими характеристиками. Основными производителями радиаторов которые завоевали Российский рынок можно выделить [5]:

1. Hella (Хелла) Европейский бренд, объединившийся с концерном VEH. Поставщик для Volkswagen, Audi, Mercedes. Производство в Китае.
2. Termal (Ниссенс) Тайвань. Радиаторы премиум класса привлекательны за счет соотношения цена/качество
3. Denso (Дензо) Япония. Поставщик для Toyota, Subaru, Honda. Производится в Китае.
4. Sakura (Сакура) Японский бренд для японских автомобилей. Производится в Индонезии.
5. Blue Print (Блю принт) Корея. Поставщик для корейских автомобилей.
6. Parts Mall (РМС) Корейский аналог для корейских автомобилей.
7. SAT (Сат) Китай
8. AVA Европейский бренд. Произведено в КНР.

Не всегда зарубежные аналоги могут удовлетворять требования рабочих характеристик теплообмена отечественных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в том числе при использовании их на газовых двигателях (ГД), последнее связано с тем, что тепловой баланс меняется из-за совершенствования отдельных систем ГД.

Наряду с зарубежными производителями, немаловажное значения в современном рыночном отношении играют отечественные производители автотракторных радиаторов, способные конкурировать не только на территории России, но и за ее пределами. Среди отечественных производителей автотракторных радиаторов можно отнести следующие компании [5]:

1. ООО «LUZAR» – г. Санкт-Петербург. Производитель автотракторных радиаторов, отличающиеся высоким качеством и доступной ценой. Компания поставляет продукцию для сборочных цехов АвтоВАЗ GM-АвтоВАЗ, ГАЗ, Volkswagen Audi Group, КАМАЗ, Урал и т.д.
2. ООО «Оренбургский радиатор» – г. Оренбург. Один из основных производителей радиаторов в России и стран СНГ.
3. АО «Димитровградский автоагрегатный завод» г. Димитровград. Производитель комплектующих изделий в том числе и радиаторов для автоконцернов ВАЗ, ИЖ, АЗЛК, ГАЗ, УАЗ, ЗИЛ, ПАЗ, ЛИАЗ, УРАЛ, КамАЗ, МАЗ и т.д.

4. АО «РЕКАР» – г. Санкт-Петербург. Продукция РЕКАР производится в России, удовлетворяя потребности рынков автомобилестроения и запчастей. для отечественных транспортных средств производства ВАЗ, ИЖ, АЗЛК, ГАЗ, УАЗ, УРАЛ, КамАЗ и МАЗ.

5. ПО «ПОАР» – г. Санкт-Петербург. ПО «Авто-Радиатор» производит автомобильные изделия для ПАО «АВТОВАЗ» (г. Тольятти) и ЗАО «Джи Эм-АВТОВАЗ».

6. ООО «ПРАМОТРОНИК» – г. Москва. Компания производит изделия для автомобилей «УралАЗ», «КамАЗ», «ГАЗ» и автобусов «НефАЗ».

7. АО «Шадринский автоагрегатный завод» – г. Шадринск. Выпускаемая на предприятии продукция поставляется на конвейеры автомобильных заводов таких, как ПАО «КАМАЗ», ОАО «МАЗ», ОАО «МЗКТ», ОАО «НЕФАЗ», ПАО «Арзамасский машиностроительный завод», ООО «Ивеко-АМТ», ОАО «Мытищинский машиностроительный завод», ОАО «Туймазинский завод автобетоновозов», АО «Петербургский тракторный завод», ОАО «Комбинат автомобильных фургонов», ОАО «Шумерлинский завод специализированных автомобилей», ПАО «Мотовилихинские заводы», ОАО «Ковровский электромеханический завод», Generac Power Systems Inc; Группа компаний «Соллерс»: ООО «УАЗ»; Группа компаний «ГАЗ»: АО «АЗ УРАЛ», ООО «АЗ ГАЗ», ООО «ПАЗ», ООО «ЛиАЗ», ООО «КАВЗ»; Концерн «Тракторные заводы»: ОАО «ПРОМТРАКТОР», ОАО «Курганмашзавод»; НПК «Уралвагонзавод»: ООО «ЧТЗ-Инженерные машины», АО «НПК Уралвагонзавод», АО НПО «Электромашина»; Компания «РМ-Терекс»: ЗАО «Брянский арсенал», ЗАО «ЧСДМ», ЗАО «Заволжский завод гусеничных тягачей» и др., а также рынок запасных частей.

8. АО «Бугурусланский завод Радиатор» – г. Самара. Продукция компании поставляется в крупнейшие автомобильные предприятия страны: ОАО "КАМАЗ", ОАО "Иж-АВТО", ОАО "УАЗ", ОАО "АЗ - УРАЛ".

9. ООО «Термокам» - республика Татарстан, пгт. Камские Поляны. В числе крупных заказчиков: ООО "Челябинский компрессорный завод", АО "Стройдормаш" (Алапаевск), ООО "Арсенал Машиностроение", АО "ПО"ЕлАЗ".

10. ОАО «Лихославльский Радиаторный Завод» – г. Лихославль. Производство изделий компании ОАО «ЛРЗ» поставляется на предприятия крупных автогигантов страны «УралАЗ», «КамАЗ», «ГАЗ» и автобусов «НефАЗ».

11. ООО «АвтоРад» – г. Н. Новгород. Компания производит в основном масляные радиаторы системы смазки ДВС и отопители салонов таких транспортных средств как КамАЗ, МАЗ, Урал, НефАЗ и т.д.

12. Холдинг «Композит групп» – г. Екатеринбург. «Композит Групп» официальный поставщик теплообменников для систем охлаждения на конвейеры ведущих производителей автомобильной, сельскохозяйственной и специальной техники: «МАЗ», «БЕЛАЗ», «УРАЛ», «ЛиАЗ», «МТЗ», «Петербургский тракторный завод – ПТЗ», «Ростсельмаш», «Гомсельмаш», «Брянсксельмаш», «ЧТЗ-Уралтрак», «Челябинские строительно-дорожные машины – ЧСДМ», «Машиностроительный завод им. Калинина – МзиК», «Промтрактор – ЧЕТРА», «Тверской экскаваторный завод – ТВЭКС», «Ярославский моторный завод «Автодизель», Производственное объединение «Амкор» и ряда других крупных предприятий России и СНГ.

Анализ существующих отечественных и зарубежных производителей теплообменных аппаратов показал, что в основном все производители используют технологию сборки составных элементов радиаторов – «Nokolok» и «CuproBraze». Основным материалом оребренных пластин всех типов автотракторных радиаторов это алюминиевый и медный сплавы, хотя ведутся исследования альтернативных конструкционных материалов для охлаждающей сердцевины радиаторов, таких как композитные, полимерные и порошковые (пористые) [8].

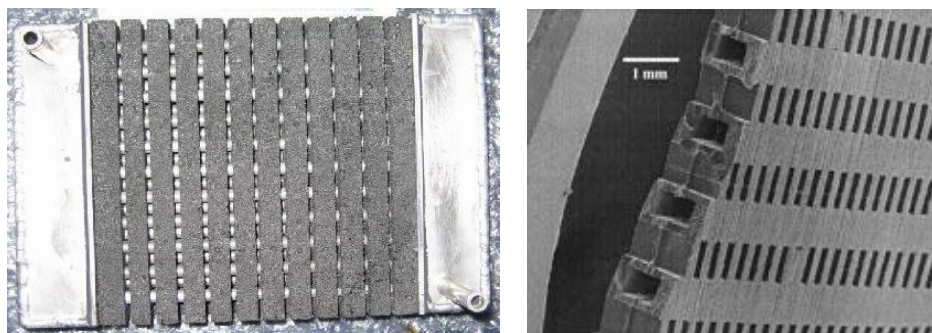


Рисунок 1 - Альтернативный автомобильный радиатор из пористого диоксида титана TiO_2 (США).

В 1987 году в Ленинградском сельскохозяйственном институте (ЛСХИ) в отраслевой научно-исследовательской лаборатории алюминиевых радиаторов (ОНИЛАР) профессором В.В. Бурковым была разработана и отработана технология изготовления пластин с многожильными капиллярами в ряд, в качестве основного конструкционного материала пластин использовался полиуретан [9].

В 2007 году на основе полиуретановых пластин в ФГБОУ ВО СПбГАУ в лаборатории ОНИЛТА им. В.В. Буркова был изготовлен первый в России опытный образец полимерного тракторного радиатора системы охлаждения ДВС, который представлен на рисунке 2.



Материал основных элементов радиатора:

ПОЛИУРЕТАН

Рисунок 2 - Тракторный радиатор МТЗ-80 системы охлаждения двигателя с полиуретановой сердцевиной.

В 2019 году в ООО «Научно-производственное объединение «ТАЛИС» совместно с ФГБОУ ВО СПбГАУ, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и ТД «LUZAR» были произведены ряд испытаний трех радиаторов МТЗ-80, в том числе и опытного образца радиатора «ОНИЛТА им. В.В. Буркова» на основе полиуретановой сердцевины.

Исследования предлагаемого радиатора выявили ряд преимуществ:

- низкая стоимость;
- малый вес;
- ударная прочность;
- устойчивость к агрессивным средам;
- ремонтопригодность;

- продолжительность срока службы.
- При этом существует ряд недостатков:
- не высокая теплоотдача (на 7-10% ниже в сравнении с аналоговыми радиаторами);
 - относительно высокое гидродинамическое сопротивление (выше на 15-17 % в сравнении с аналоговыми радиаторами).

Стендовые испытания опытного образца радиатора МТЗ-80 с полиуретановой сердцевинной проводились в ООО «Научно-производственное объединение «ТАЛИС» (см. рис. 3) в соответствии с ГОСТ Р 53832-2010 [10, 11].



Рисунок 3 - Стендовые испытания опытного образца радиатора МТЗ-80 с полиуретановой сердцевинной.

Основных технические характеристики опытного образца полиуретанового радиатора МТЗ-80 представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики объекта исследования

Модель радиатора № 28/3-19	Радиатор МТЗ-80 на основе полиуретановой сердцевинной
Завод-изготовитель	ОНИЛТА им. В. В. Буркова ФГБОУ ВО СПбГАУ
Применение радиатора	Система охлаждения
Тип контакта между трубкой и пластиной	-
Количество ходов жидкости	Одноходовой
Длина сердцевинной радиатора, мм	430
Ширина сердцевинной радиатора, мм	545
Глубина сердцевинной радиатора, мм	87
Расположение трубок	Коридорное
Сечение трубок	Плоскоовальное
Количество трубок, шт.	58×19
Диаметр трубки, мм	-
Количество пластин, шт	-
Толщина пластины, мм	-
Шаг расположения пластин, мм	-
Турбулизатор	-
Вес радиатора, кг	-

По результатам экспериментальных исследований опытного образца радиатора были получены зависимости основных показателей (приведенная теплоотдача, аэроди-

намическое и гидравлическое сопротивления) работы теплообменника приближенные к условиям эксплуатации транспортных средств см. рис. 4-6.

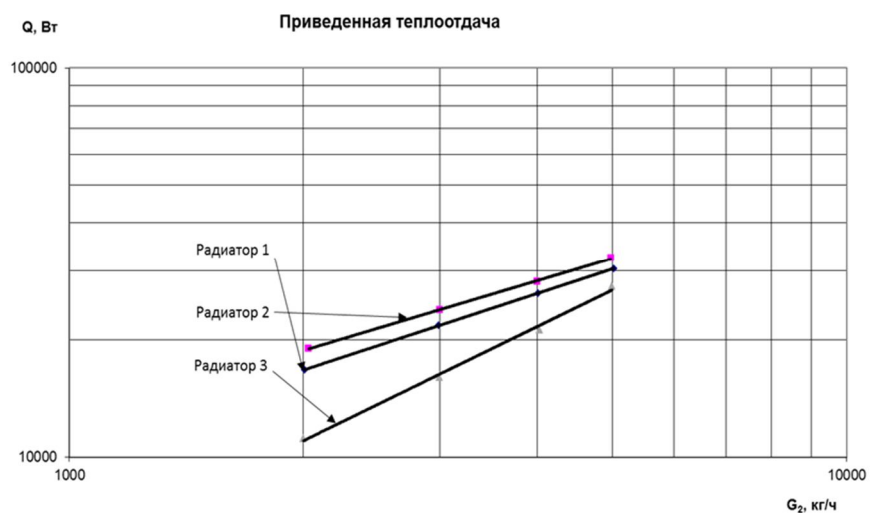


Рисунок 4 - Приведенная теплоотдача

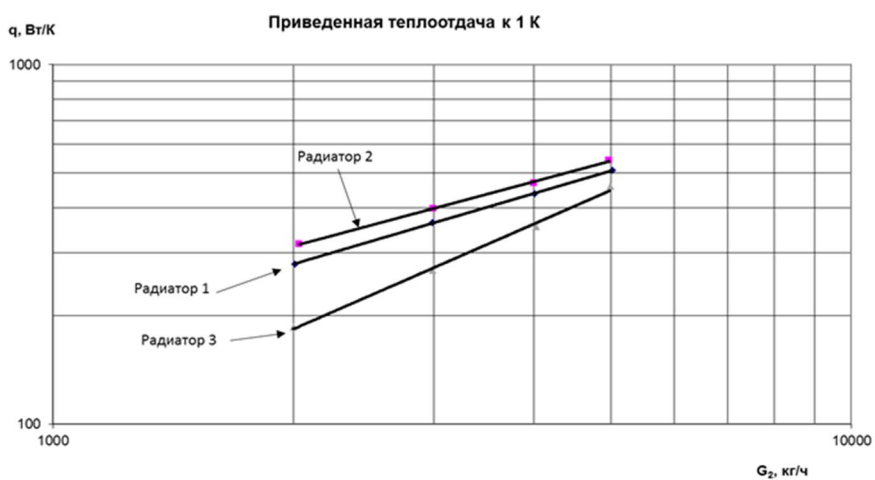


Рисунок 5 - Приведенная теплоотдача к 1 К

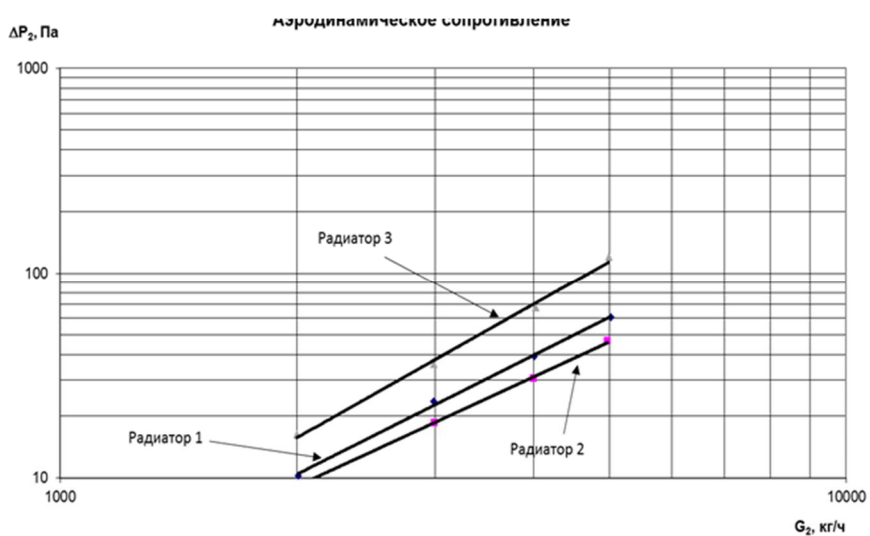


Рисунок 6 - Аэродинамическое сопротивление.

Сравнительные характеристики испытуемого радиатора с аналоговыми представлены в сводной таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительные характеристики исследуемых радиаторов

Данные о радиаторах		Используемые материалы		Результаты испытаний			
Маркировка производителя	Масса, кг	Пластина	трубка	Объемный расход воды, м ³ /ч	Гидравлическое сопротивление, Па	Массовый расход воздуха, кг/ч	Приведенная теплоотдача, Вт/К
ОНИЛТА им. В.В. Буркова ФГБОУ ВО СПбГАУ	8.45	Полиуретан	Полиуретан	5.5	38982	5000	458
LUZAR LRC 0680	12.15	Алюминий	Алюминий	5.5	37104	5000	541
Медно-латунный радиатор 70У.1301.0 10	15.44	Медь	Латунь	5.5	34057	5000	508

В результате проведенных исследований опытного образца радиатора в сравнении с аналоговыми образцами известных производителей можно сделать следующее заключение:

1. Опытный образец радиатора МТЗ-80 с полиуретановой сердцевинкой имеет большие перспективы, в качестве альтернативного радиатора будущего;
2. Повышение теплоотдачи радиатора на 10-15% возможно при помощи комплексного подхода использования алюминиевого оребрения на поверхности полиуретановой пластины;
3. Снижение гидродинамического сопротивления на 15-20% возможно за счет увеличения диаметра пропускной способности капилляров в полиуретановой пластине и количества самих пластин в соте радиатора.

Библиографический список

1. Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т., Печурин А.А. Методика испытания кабин автотранспортной техники в лабораторных условиях. В сборнике: Транспорт России: проблемы и перспективы - 2018 Материалы международной-научно-практической конференции. 2018. С. 99-105.
2. Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т., Печурин А.А. Температурно-динамические испытания систем кондиционирования кабин автотранспортной техники. В сборнике: Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение комплексной безопасности жизнедеятельности населения материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России. 2017. С. 266-271.

3. Дзюба Е.Ю., Хакимов Р.Т. Анализ средств оценки конструкции и работ по алюминиевым радиаторам, проводимых в лаборатории "ОНИЛТА". Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 25-1. С. 99-101.
4. Дидманидзе О.Н., Хакимов Р.Т., Парлюк Е.П., Большаков Н.А. Пути совершенствования охлаждающих систем при использовании метана в газомоторных двигателях. В сборнике: Доклады ТСХА 2019. С. 7-10.
5. Дидманидзе О.Н., Большаков Н.А., Хакимов Р.Т. Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей путем совершенствования охлаждающих систем. В сборнике: АВТОТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА XXI ВЕКА сборник статей III Международной научно-практической конференции. Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зимина, Д.В. Виноградова. 2018. С. 29-45.
6. Ерохин М.Н., Дидманидзе О.Н., Парлюк Е.П., Хакимов Р.Т. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя. В сборнике: Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) Сборник статей семинара. Под редакцией М.Н. Ерохина. 2019. С. 19-28.
7. Хакимов Р.Т. Модель корреляции выбросов вредных веществ автомобиля с использованием динамометрического тестирования. Техничко-технологические проблемы сервиса. 2012. № 2 (20). С. 15-19.
8. Хакимов Р.Т. Экологическое состояние транспорта в России. В сборнике: Транспорт России проблемы и перспективы - 2010 Всероссийская научно-практическая конференция: Труды конференции. 2010. С. 221-222.
9. Erokhin M.N., Didmanidze O.N., Aldoshin N.V., Khakimov R.T. The combustion process and heat release in the gas engine. В сборнике: Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019 (PAE 2019) 2019. С. 607-611.
10. Khakimov R., Shirokov S., Zykin A., Vetrova E. Strategic assessment aspect of vehicles' technical condition influence upon the ecosystem in regions. В сборнике: Transportation Research Procedia 2017. С. 295-300.
11. Khakimov R.T., Didmanidze O.N. Improving the supply system gas engine to improve energy efficiency. Transportation Research Procedia (см. в книгах). 2017. С. 183.
12. Work improvement of air-and-screen cleaner of combine harvester / Aldoshin N., Didmanidze O., Lylin N., Mosyakov M. // В сборнике: Engineering for Rural Development Proceedings. 2019. С. 100-104.
13. Дидманидзе О.Н., Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей // Записки Горного института. 2018. Т. 229. С. 50-55.
14. Варнаков Д.В., Дидманидзе О.Н. Теоретические основы концепции технического сервиса машин по фактическому состоянию на основе оценки их параметрической надежности // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 2 (57). С. 67-71.

УДК 621.64:662.75

СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ТРАНСПОРТНЫХ, НЕФТЕСКЛАДСКИХ И ЗАПРАВОЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

Колесников Н.П., к.т.н., доцент

Бакуменко Е.Ю., студент

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматриваются процессы, происходящие в нефтепродуктах и ухудшающие их качество при взаимодействии с окружающей средой во время

транспортных, нефтескладских и заправочных операций. Предложены решения, позволяющие поддерживать качество нефтепродукта на высоком уровне.

Summary: The article deals with the processes occurring in petroleum products and deteriorating their quality in interaction with the environment during transport, oil storage and refueling operations. The solutions allowing maintaining quality of oil product at a high level are offered

Ключевые слова: нефтепродукты, качество нефтепродуктов, загрязнение, очистка, фильтрование.

Keywords: petroleum product, pollution, cleaning, porous damper

Агропромышленный комплекс является одним из лидеров по потреблению топлива и смазочных материалов, качество которых, очень важно для данной отрасли.

При контакте нефтепродуктов с окружающей средой в них возникают процессы, которые приводят к ухудшению эксплуатационных свойств. К ним относятся: испарение, загрязнение, обводнение и смешивание, развитие микроорганизмов. (рис 1).

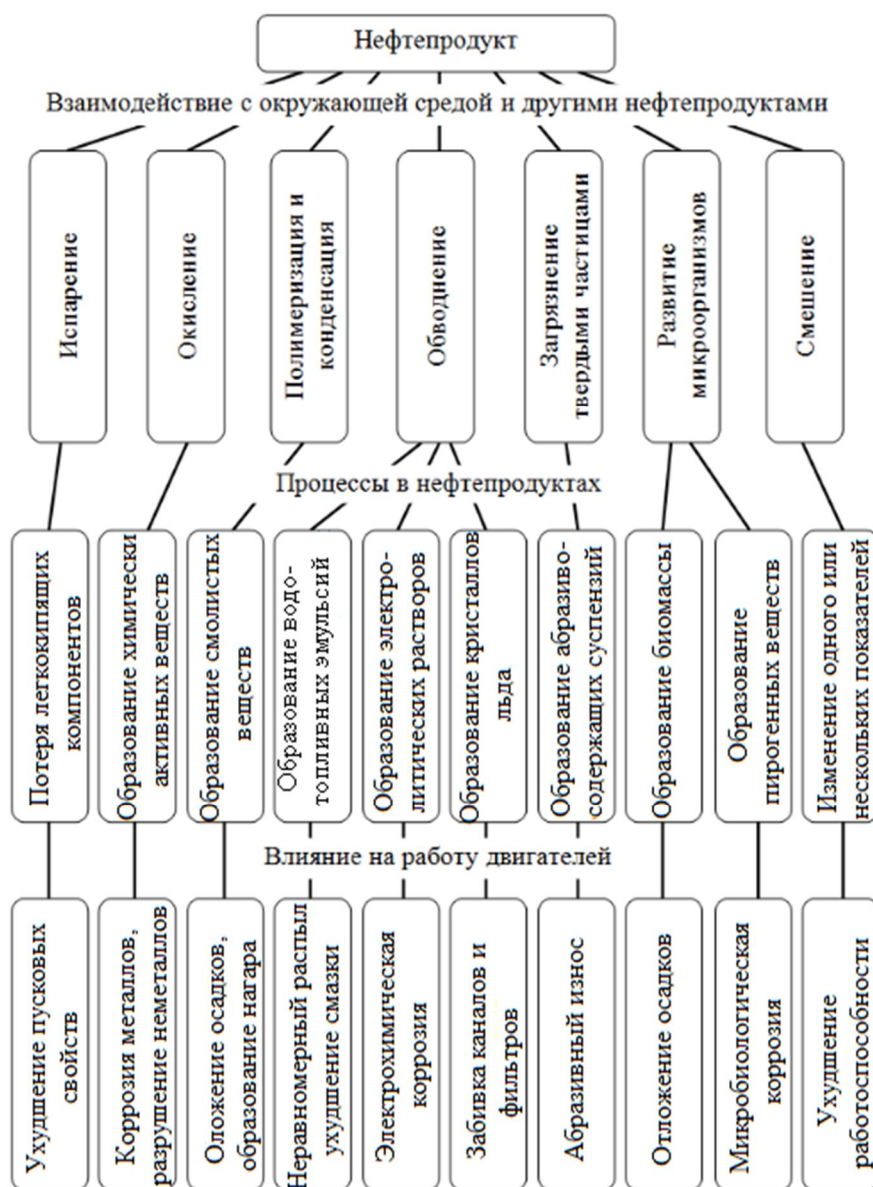


Рисунок 1 – Причины изменения качества нефтепродуктов при их хранении, транспортировании и заправке техники

Существует два основных направления обеспечения необходимого качества нефтепродуктов: предупредительные и защитные операции которые позволяют восстановить качество продукта (очистка, добавление специальных присадок, смешение с нефтепродуктами с заведомо хорошего качества) [1].

Наиболее эффективным и экономически выгодным является комплексное решение.

Предупредительные меры:

- Уменьшение контакта нефтепродуктов с воздухом. Из за контакта нефтепродукта с атмосферным воздухом происходят окислительные реакции, более интенсивное испарение, что приводит к увеличению смолообразования, так как испаряются легкие фракции нефтепродукта. Так же топливо происходит попадание пыли и влаги из атмосферы.

- Необходимо поддерживать постоянную температуру так при увеличении температуры усиливается испарение, при одностороннем нагреве резервуара возникаю конвективные токи которые отрицательно влияю на процесс отстоя топлива, а при перепадах влага конденсируется и попадает в нефтепродукт.

- Нефтекладские и транспортные ёмкости для перевозки и хранения нефтепродуктов должны иметь антикоррозийные покрытия которые защищают их от коррозии предотвращения загрязнения продуктами коррозии нефтепродуктов [2].

На сельскохозяйственных предприятиях для восстановления качества нефтепродуктов преимущественно применяют очистку от твердых механических загрязнений и воды при помощи фильтрования и отстаивания. Иногда используют метод смешения нефтепродукта некондиционного качества с продуктом, имеющим запас качества [3].

Способ очистки топлива выбирают в зависимости от требуемого качества и места, где будет проводиться очистка

Отстаивание – наиболее простой метод очистки. Для реализации данного метода обычно используют ёмкости, оборудованные устройством для слива отстоя. Он основан на том, что твердые загрязнения и влага осаживается в низу цистерны, затем отстой просто сливают. Этот способ самый дешёвый, но для его реализации требуется много времени. Так же к минусам можно отнести что, в незаглубленных резервуарах могут возникать конвекционные токи. В заглубленных резервуарах конвекционные токи значительно меньше, так как они практически не подвержены перепадам температур (рис 2).

Фильтрование - это отделение твёрдых частиц, взвешенных в нефтепродукте, при его прохождении через пористую поверхность.

Для данного метода используют системы для фильтрации топлива. Они производят очистку от механических загрязнений и воды. Так же эти системы позволяют вести учет топлива и контроль качества. Данные системы применяются от -50°C до +50°C

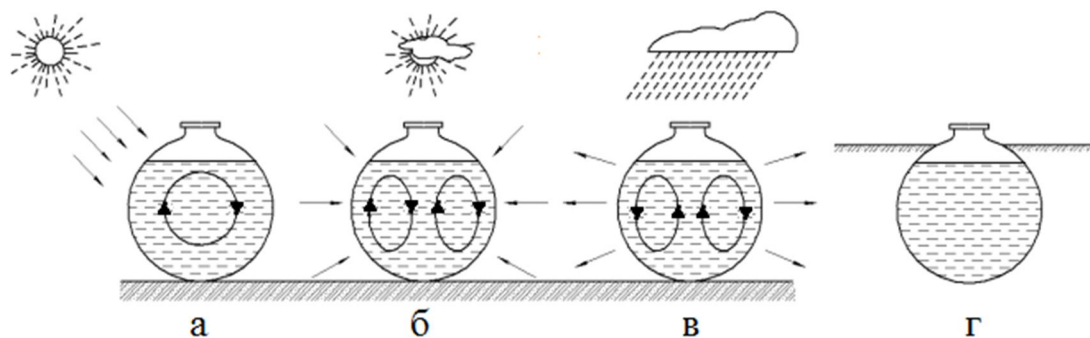


Рисунок 2 - Конвекционные токи в резервуарах, препятствующие отстаиванию нефтепродукта: а - односторонний нагрев, б - равномерный нагрев, в - равномерное охлаждение, г - нагрев и охлаждение отсутствуют

В качестве фильтрующего элемента выступает пористая перегородка. Она создает сопротивление потоку нефтепродукта, что позволяет задерживать до 97% механических загрязнений. По мере осаждения частиц загрязнений на пористой перегородке давление на ней возрастает (рис 3). При максимальном перепаде давления фильтрующий элемент необходимо заменить, так как его избыточное давление на пористой перегородке приведет к её разрушению. Степень загрязнения фильтрующего элемента определяется как разница давления до и после фильтрующего элемента.

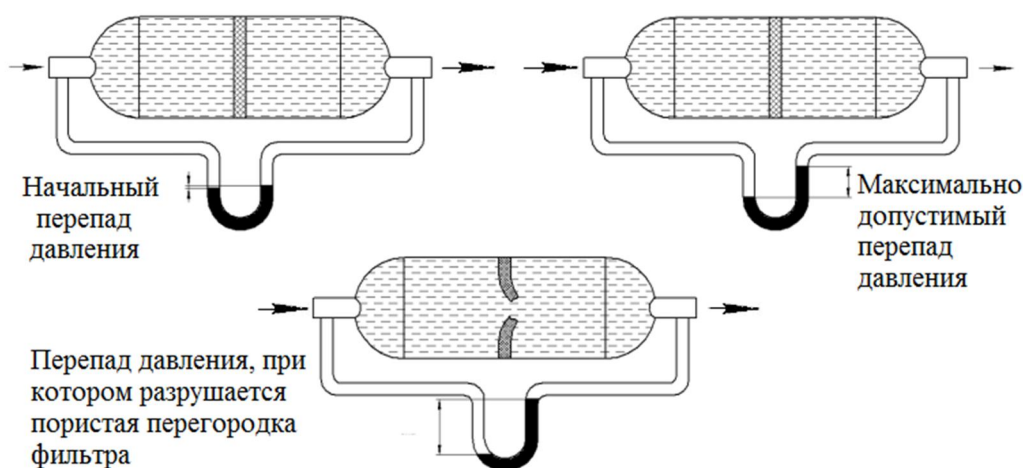


Рисунок 3-Изменение перепада давления на фильтре при очистке нефтепродукта

Для удаления влаги из топлива системы очистки оснащены сепараторами которые задерживают свободную воду и эмульсированную. Обезвоживание топлива с помощью сепараторов заключается в прохождении топлива через специальный волокнистый материал который задерживает влагу путем укрупнения капель, которые в дальнейшем попадают в отстойник под действие силы тяжести. (рис 4).



Рисунок 4-Схема работы коагулирующей перегородки фильтра-сепаратора

Качество очистки от влаги оценивается содержанием воды до и после перегонки через сепаратор. Та влага, которая не задержалась при помощи сепаратора, задерживается пористой перегородкой, которая имеет специальную водоотталкивающую пропитку, она задерживает и механические загрязнения, и крупные капли влаги.

Использование различных методов очистки нефтепродуктов совместно с методами восстановления качества нефтепродукта, позволит, свести к минимуму выход из строя сельскохозяйственной техники из-за плохого качества топлива и смазок что, несомненно, отразится на экономических показателях предприятия.

Библиографический список

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. Коротких Ю. С. Применение транспортно-технологических средств для нефтепродуктов в АПК // Наука без границ. - 2016. - № 2. - С. 23-25.
4. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости//Остриков В.В., Петрашев А.И., Сазонов С.Н., Оробинский В.И., Афоничев Д.Н., Поливаев О.И., Пухов Е.В.// Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Воронеж, 2017.
5. Анализ направлений по совершенствованию технологий, оборудования и организации технического обслуживания транспортных и технологических машин в АПК//Пухов Е.В., Тимошинов М.Г.// В сборнике: НАУКА ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА материалы научно-практической конференции. 2016. С. 250-254.

УДК 621.279

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ СПЛАВОВ ЖЕЛЕЗА С НИКЕЛЕМ

Астанин В.К., д.т.н., профессор

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Стекольников Ю.А.

Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

Емцев В.В.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Россия

Чурилов Д.Г.

Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева

Аннотация: Введение частиц окиси алюминия в структуру сплава Fe-Ni позволяет повысить микротвердость до 10ГПа, коррозионную стойкость в 3,7 раза, уменьшить износ в 3 раза за счет образования наноструктур пирамидальной формы в матрице покрытия, что позволяет придать поверхностным слоям высокую механическую стойкость к абразивному истиранию. Такими покрытиями можно восстанавливать из-

ношенные поверхности лемехов почвообрабатывающих и уборочных машин, упрочнять при изготовлении новой техники.

Abstract: the introduction of aluminum oxide particles into the structure of Fe-Ni alloy allows can increase microhardness up to 10gpa, corrosion resistance 3.7 times, wear 3 times due to the formation of pyramidal nanostructures in the matrix TSE coating, which allows to give the surface layers a high mechanical the resistance to abrasion. Such coatings can be restored from worn surfaces of ploughshares of tillage and harvesting machines, simplified nyat in the manufacture of new equipment.

Ключевые слова: износ, сплавы железо-никель, наночастицы окиси алюминия.

Key words: wear, iron-Nickel alloys, aluminum oxide nanoparticles.

Использование твердых износостойких композиционных покрытий, полученных гальваническим способом, позволит расширить номенклатуру восстановления изношенных деталей сельскохозяйственных машин, в том числе при железнении. Введение неметаллических добавок улучшает физикомеханические свойства, коррозионную стойкость при образовании композитов на основе железа. Применение композиционных материалов позволит придать «особые» свойства покрытиям железом из за включения дисперсных частиц в матрицу кристаллической решетки железа, позволяя изменить микроструктуру, а вместе с тем износостойкость, микротвердость, жаростойкость [1-8]. Получение покрытий с высоким уровнем прочности поверхностных слоев позволит восстанавливать детали с высоким уровнем износа возникающим из за длительного воздействия знакопеременных нагрузок, термического нагрева, агрессивных окислительных сред и т.п. В настоящее время в этом направлении ведутся разработки электролитов суспензий с сульфидами, нитридами, карбидами, оксидами, карбонитридами, нанопорошками металлов и режимов осаждения. Механизм упрочнения композиционных электролитических покрытий, исходя из теории дислокаций и препятствий, обусловлен включением твердых наноразмерных частиц, имеющих твердость, которая в разы превышает твердость наносимого покрытия. Их внедрение по точечным дефектам и дислокациям осаждаемой кристаллической структуры приводит к повышению твердости из за деформационного упрочнения и уменьшения размеров зерна (кристаллитов) композиционного покрытия.

Цель работы состояла в определении оптимальных режимов нанесения Fe-Ni покрытий с ультрадисперсными порошками окиси алюминия. Параметр оптимизации- микротвердость покрытий, факторы- концентрация солей никеля, наноразмерных частиц.

Методика исследования.

Покрытия наносили из электролита состава приведенного в [6] с добавками порошков окиси алюминия 6 г/л. Перед покрытием плоские или цилиндрические образцы обезжиривали спиртом, промывали в холодной, горячей водой, анодно травили в 30% серной кислоте в течении 20-30 секунд. Микротвердость электролитических покрытий определялась по величине диагонали отпечатка вдавливаемой алмазной пирамиды согласно ГОСТ 9450-76 на приборе ПМТ-3. Химический элементный анализ проводили на растровом электронном микроскопе JSM 6380 LV (JEOL Япония) с системой микроанализа JNCA 250 (Oxfordinstrument, Великобритания). Анализ кристаллических фаз выполнен при помощи рентгеновской дифрактометрии в никелевом излучении на ARL XTRA (Termoscientific, Швейцария). Износостойкость покрытий определялась на лабораторной установке на базе станка 1K62 по ГОСТ 17367 после приработки образцов до постоянной температуры и момента трения. Коррозионная стойкость композиционных покрытий с добавками наночастиц изучалась в камере климата КХТВ-64

по потере массы образцов после удаления продуктов коррозии в 10% растворе гидроксида натрия по ГОСТ 95064-2012.

Результаты и обсуждение.

Анализ химического состава Fe-Ni покрытий с ультрадисперсными порошками окиси алюминия полученных при 20 А/дм² показал, что сплав Fe-Ni содержит 74,25% железа, 16,37 % никеля; введение окиси алюминия приводит к уменьшению содержания железа до 60,25 %, содержание никеля не изменяется, алюминия в составе 8,46%, кислорода -17,64%, иные примеси отсутствуют. Анализ спектров рентгеновской дифракции показал, что в композиционном сплаве присутствуют две фазы Fe-Ni и окись алюминия, которые выявлены из параметров сравнения дифракционных линий покрытий со стандартами, отдельных линий никеля не обнаружено. Структура электроосажденной матрицы Fe-Ni состоит из внедренных и равномерно распределенных полигональных частиц окиси алюминия. Нано кристаллы пирамидальной формы имеют размеры порядка 400-500 микрон с гранями роста (111) на растущих плоскостях. Введение окиси алюминия в состав сплава приводит к уменьшению интенсивности линии (111), возрастанию Линии (211), что можно объяснить возникновением дефектов в этих плоскостях вакансионного типа, возникающих при электроосаждении и приводящих к упрочнению поверхностного слоя.

Заключение.

Эксплуатационные испытания композиционных покрытий толщиной 30 мкм, нанесенных на активные поверхности рабочих органов почвообрабатывающих машин показали, что износ лемехов плугов уменьшился в 2,5-2,7 раза в сравнении с рабочими поверхностями из сормайта при одинаковой площади обработки почвы, коррозионная стойкость выше в 3,2-3,5 раза, микротвердость составила 9,5-10 ГПа, что позволяет рекомендовать их как для восстановления изношенных, так и упрочнения новых лемехов или режущего аппарата комбайнов.

Библиографический список

1. Гальванические покрытия для восстановления деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / Астанин В.К., Пухов Е.В., Емцев В.В., // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 132. С. 196-200.
2. Емцев В.В. Восстановление изношенных деталей сельскохозяйственной техники гальваническими покрытиями [Текст] / Н.Ю. Стекольников, 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.
3. Стекольников Ю.А. Эффективность хромирования при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники [Текст] / Астанин В.К., Стекольников Н.Ю. // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 123. С. 159-163.
4. Стекольников Ю.А. Железнение металлов и чугунов на асимметричном переменном токе [Текст] / Глянцев Н.И., Стекольников Н.М., Котов В.В., // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2005 г. - Т. 6, № 6. - С. 834-837
5. Стекольников Ю.А. Осаждение покрытий железом на переменном токе [Текст] / Стекольников Н.Ю., Мамонтова Ю.Е. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2013. Т. 19. № 3. С. 659-661.
6. Астанин В.К., Стекольников Ю.А., Стекольников Н.Ю., Кондрашова Е.В. [Текст] / Ремонт деталей сельскохозяйственной техники осаждением покрытий желе-

зом на переменном токе. // Вестник Воронежского Аграрного Университета, 2016 т. 47 №2, 141-145.

7. Стекольников Н.Ю. Восстановление изношенных деталей сельскохозяйственной техники гальваническими покрытиями. [Текст] / Н.Ю. Стекольников, Ю.А. Стекольников, В.К. Астанин, В.В. Емцев, Э.М. Санников. // Научный журнал КубГАУ, 2017 №133(09) С. 173-185. Электронный ресурс : <http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf>

8. Стекольников Ю.А. Обоснование процессов электроосаждения сплавов Fe Ni - Р. [Текст] / Н.Ю. Стекольников, Санников Э.М., // Вестник Тамбовского технологического университета, 2019, т. 25, №2.-С.289-295.

9. Направления совершенствования системы утилизации отработавших компонентов технических средств апк//Пухов Е.В., Астанин В.К., Труфанов В.В., Воронков И.С.//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (33). С. 144-147.

10. Анализ технологии восстановления деталей термическими методами/Пухов Е.В., Загоруйко К.В.//В сборнике: ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ, СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, В. И. Оробинского. 2017. С. 355-361.

11. Утилизация полимерных и растительных отходов агропромышленного комплекса путем создания растительно- полимерных композиционных материалов//Астанин В.К., Измайлов А.А., Ворохобин А.В., Пухов Е.В.// Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (33). С. 154-156.

УДК 631

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Пухов Е.В., д.т.н., заведующий кафедрой

Панов В.И., магистр

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: анализ и классификация антикоррозионных покрытий.

Summary: analysis and classification of anticorrosive coatings.

Ключевые слова: антикоррозионные покрытия, технический сервис.

Keywords: anticorrosive coating, technical service.

Анализ и классификация антикоррозионных покрытий Методы антикоррозийной защиты

Антикоррозионное покрытие металла защищает от воздействия негативной атмосферы. Методы нанесения таких покрытий тоже различаются как по составу, так и по способу их нанесения.

Самым распространенным способом защиты является покраска антикоррозионными средствами. Жидкое антикоррозионное вещество наносится на поверхность, которую необходимо защитить, с помощью кисти, валика или распыляется. А после того, как краска высохнет, образуется пленка, которая плотно прилегает к изделию и защищает его от коррозии. В использовании такого метода есть некоторые минусы. Напри-

мер, краска способна пропускать влагу или кислород, которые вызывают коррозию. Поэтому перед тем, как провести покраску, поверхность прежде всего грунтуют.

Итак, вторым методом является грунтовка. Она также наносится на материал, как и краска. Но защищает его гораздо сильнее, так как содержит в себе мелкодисперсный порошок цинка, в который добавлен оксид цинка. Вступая во взаимодействие с железом, такое вещество защищает его от коррозии.

Другим распространенным методом защиты от ржавления металлических конструкций является нанесение металлических антикоррозийных покрытий. Такой способ представляет собой гальванизацию, плазменное напыление или сверхзвуковое, электроискровые способы покрытия. Такая защита более надежна. Она не вызывает тяжелых негативных последствий при повреждении конструкции.

Однако при использовании данного метода необходимо еще и учитывать совместимость элементов, из которых изготовлена продукция.

Еще одним способом для защиты металлических изделий от влаги и кислорода является керамическое покрытие. Но этот метод применяется только при изготовлении высокотемпературных конструкций. Потому что он требует сильного нагрева для создания высокого уровня адгезии керамики к изделию.

Виды покрытий и правила их выбора

Металлоконструкции следует надежно защищать от механических и химических повреждений. С помощью антикоррозийной защиты можно сохранить изначальный вид материала. Также можно продлить срок эксплуатации конструкции до 60 лет. Защитный слой наносится равномерно и устойчивым к высоким температурным воздействиям и сколам.

Тот или иной вид антикоррозийной защиты нужно выбирать, в зависимости от особенностей самой конструкции:

- цинкование — подходящий вариант для мелких элементов и изделий, но для ремонтных работ оно не подойдет;
- азотирование — преимущественно используется с целью защиты цилиндров. Нитритный слой хорошо противостоит воды, маслу или бензину, но способен разрушиться вследствие воздействия кислот или солей.
- Кроме таких антикоррозийных покрытий на отечественном рынке популярностью пользуются следующие:
 - алитирование (используется сплав железа и алюминия) — используется для покрытия литейного оборудования, труб или листового металла;
 - хромирование (состоит из 60 процентов феррохрома) — защищает детали промышленного оборудования, трубы в теплообменных сетях и автозапчасти;
 - диффузионное цинкование (сплав алюминия и цинка) — в этом случае защитный слой наносят в специальных роторных печах, потом он пассивируется и становится более устойчивым к коррозии.

Металлические изделия можно обрабатывать посредством пластмасс, в частности, нейлона либо фторпласта.

Однако какой бы вы ни выбрали метод защиты, важно обрабатываемую поверхность правильно подготовить, очистить или обезжирить. Это и есть залогом того, что покрытие будет нанесено равномерно, а срок службы значительно увеличится.

Особенности нанесения защитных составов

Как уже говорилось, антикоррозийное защитное покрытие делается на основе разных металлических сплавов и самих металлов (цинка, кадмия, алюминия, никеля и других).

Способов нанесения защитного слоя существует несколько:

- гальванизация — металлы осаждаются на поверхности конструкций посредством электролитического воздействия;
- горячий способ — металл сплавляется с защитным слоем при температуре до 450 градусов;
- диффузионный метод — конструкция погружается порошкообразную металлическую смесь при температуре от 380 до 1000 градусов;
- металлизация — расплавленные металлы распыляются посредством специального оборудования.

Тот или иной метод нанесения антикоррозийного покрытия подбираются под определенные виды металлоконструкций. В частности, если речь идет об обработке крупных объектов вроде цистерн, баков, мостов или судов, то выбирается металлизация. Для обработки средних предметов из стали используется гальванизация, диффузным способом защита наносится на детали разной техники, а для стальных и чугунных конструкций — горячая методика.

Защита материала должна проводиться очень внимательно, также требуется провести некоторые профилактические мероприятия, которые не допускают появления коррозии. Если же на металле уже появилась ржавчина, то действовать нужно следующим образом:

первым делом используйте дефектоскопию. Этот метод предусматривает подробное изучение поверхности, чтобы выявить степень коррозии в металле. На этом этапе выполняется диагностика, и определяются самые подходящие способы борьбы со ржавчиной и последствиями. Иногда нужно выполнить качественную и полноценную отделку помещения или промышленного отдела;

далее идут подготовительные работы, во время которых поверхность подготавливают к следующим работам, и они направлены на чистку металла от ржавчины, а также к отделке. В некоторых случаях перед покраской нужно будет выполнить грунтовку или удалить царапины, сквозь которые жидкость попадает в структуру металла и изнутри его разрушает. Не забывайте о том, что пыль вредна, и ее очень важно удалить на этапе подготовке поверхности. Именно в пыли могут присутствовать химические составляющие и соединения, которые провоцируют разрушение металла;

последний и наиболее важный этап — нанесение на металлическую поверхность того или иного лакокрасочного покрытия. Торопиться здесь нельзя, поскольку от качества действий зависит и то, насколько эффективным будет защитный слой покрытия. После каждого следующего слоя нужно дожидаться его высыхания и затвердевания. Затем проверяется качество выполненной работы.

Основные типы коррозии

Говоря о механизме коррозионного процесса, можно заметить 2 главных типа коррозии: химическую и электрохимическую.

Химическая — это явственный итог прохождения реакций, во время которых, после уничтожения металлической связи, части металла и все атомы, которые входят в окислители, создают собой крепкую связь. Электроток между различными частями поверхности металл не может возникнуть. Данная разновидность коррозии может быть присуща химическим средам, которые не в состоянии передавать электроток. Сюда относятся газы и неэлектролиты.

Важно помнить, что на скорость коррозии влияют также причины коррозии. Электрохимическая коррозия представляет процесс деградации металлов. Этот процесс идет вместе с возникновением в системе электричества.

Классификация коррозии по значению протекания самого процесса

Коррозионные процессы могут быть разделены:

по типу взаимного влияния металлов с окружающей атмосферой;

по типу коррозионной атмосферы и условиям самого процесса;

по характеристике дегенерационного воздействия;

на «скорость коррозии» очень сильно влияет тип окружающей атмосферы.

Типы коррозии и описание процесса

Химическая — это такой тип взаимного влияния металла с окружающей средой, в процессе действия которого окисление и дальнейшее восстановление части среды проходят в едином акте. Продукты взаимного влияния не имеют разделения в пространстве.

Электрохимическая — это такой тип взаимного влияния металла с коррозионным пространством, в котором реакция ионизации коррозионной среды проходит в нескольких актах.

Газовая — это коррозия металлических поверхностей при слабом содержании воды (обычно влаги находится не больше 0,2 %) либо при максимальных рабочих температурах. В современной химической и газовой промышленности подобный тип коррозии может встречаться чаще остальных.

Атмосферная — это тип коррозии в воздушной атмосфере либо в среде влажного газа.

Биокоррозия — это биологический тип коррозии металла, который протекает под воздействием жизнедеятельности микробов и разных микроорганизмов.

Контактная — это такой тип коррозии, который провоцируется контактом нескольких типов металлов с различными стационарными потенциалами.

Радиационная — это такой тип коррозии металла, который обусловлен влиянием радиоактивного облучения. Также существует коррозия внешним или блуждающим электрическим током.

Еще один тип коррозии — это коррозия под напряжением, которая спровоцирована одномоментным влиянием коррозионной среды и протеканием механического напряжения. Важно учитывать, что данный тип коррозии является очень вредным, в особенности для систем, испытывающих сильные физические нагрузки.

Вывод

Антикоррозийная защита для металла невероятно важна, правильно подобранный состав позволит надежно защитить ваши металлоконструкции от негативных внешних воздействий и продлит срок их эксплуатации.

Библиографический список

1. Методы борьбы с коррозией металлов / Козлов В.Г., Титова И.В., Коноплин Ф.Н., Булыгин Н.Н., - Фундаментальные исследования 2017. №6. С. 53-57.
2. <https://tokar.guru/metally/vidy-antikorroziynyh-pokrytiy-dlya-izdeliy-iz-metalla.html>
3. <https://stankiexpert.ru/tehnologii/antikorroziynoe-pokrytie.html>
4. <https://accorel.ru/tsvetnaya-zhizn/klassifikatsiya-vidov-korrozii-i-sposoby-zashhity-ot-nee>

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КОНТАКТНЫХ НАГРУЗОК

Пухов Е.В., д.т.н., заведующий кафедрой

Астанин В.К., д.т.н., профессор

Щеголев И.В., аспирант

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических
машин ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматриваются способы восстановления деталей, работающих в условиях контактных нагрузок. На основании данных, полученных при проведении экспериментов, был выбран перспективный способ восстановления.

Abstract: The article discusses ways to restore parts working under contact loads. Based on the data obtained during the study, a promising method of restore was chosen.

Ключевые слова: распределительный вал, плакирование, твердость, механический износ, кулачок, наплавка.

Keywords: camshaft, cladding, hardness, mechanical wear, cam, surfacing.

В процессе работы двигателя внутреннего сгорания все его детали подвергаются механическому износу. Как только размер изношенных деталей достигает предельного, необходимо заменить изношенные детали на новые с номинальным размером, либо на ремонтные. Деталь с номинальным размером можно получить при первоначальном ее изготовлении, а также можно получить при восстановлении изношенной детали до номинальных размеров, путем наплавки или плакирования.

В транспортных машинах присутствуют следующие виды нагрузок: контактные и распределенные. Контактная нагрузка возникает в месте соприкосновения двух тел, в том случае когда размеры площади касания малы в сравнении с площадью вала. Если нагрузка в месте касания превышает допустимую, то происходит преждевременный износ поверхностей с дальнейшим разрушением.

Контактное нагружение испытывают зубья шестерен, кулачки распределительного вала.

На рисунке 1 представлены: шестерня коробки передач с дефектными зубьями и ведущие звезды гусеничного трактора.



Рисунок 1 – Детали машин работающие в условиях контактных нагрузок

Распределительный вал имеет следующие характерные дефекты: износ опорных

шечек, износ кулачков [2]. При этом износ кулачков происходит не по всей поверхности кулачка, а со стороны набегания толкателя и по вершине (рис. 2).

На левой части рисунка представлен рабочий кулачек, а на правой – изношенный. Вершина кулачка смещается от начального положения, уменьшается высота открытия клапана, нарушается фаза газораспределения двигателя. Задачей ремонта распределительного вала является восстановление указанных параметров.

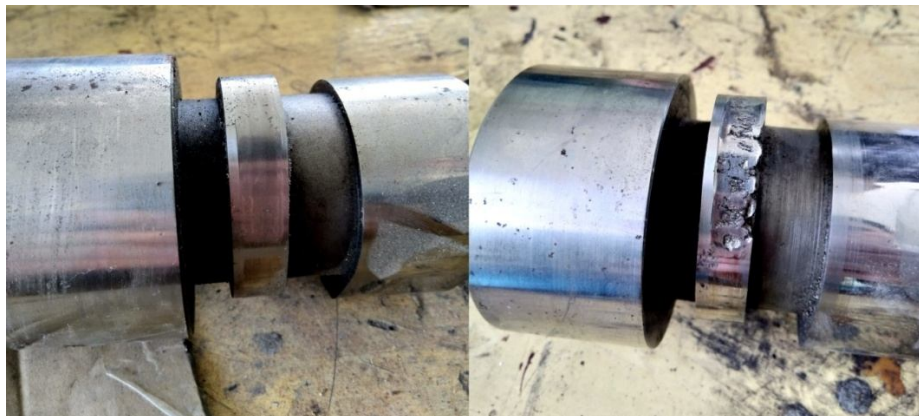


Рисунок 2 – Образец рабочего и изношенного кулачка распределительного вала

Восстановление распределительного вала выполняется в следующей последовательности.

После извлечения распределительного вала из двигателя внутреннего сгорания, его необходимо отмыть от масла и нагара. Следующим шагом является дефектация. В нее входит обнаружение микротрещин и деформаций, измерение контрольных размеров распределительного вала. На основании полученных данных выбираем вид восстановления до ремонтного, либо до номинального размера. Перешлифовку опорных шеек и кулачков распределительного вала производят на станке с ЧПУ или на шлифовально-копировальном станке с учетом ремонтных размеров и диаграммы фаз газораспределения двигателя.

Если износ поверхностей превышает допустимую величину для перешлифовки их под ремонтные размеры, распределительный вал направляют на восстановление до номинальных размеров.

Перед восстановлением распределительного вала до номинального размера производят занижение размеров его кулачков и опорных шеек с целью удаления дефектного слоя (рис. 3).



Рис. 3 – Кулачок с удаленным дефектным слоем

На рисунке 3 представлен кулачок, предварительно обработанный под наращивание. Далее выбирается способ восстановления распределительного вала.

Основными способами восстановления являются:

- наплавка порошковой проволокой,
- электродуговая наплавка,
- газотермическое плакирование.

Преимуществом наплавки является получение твердой рабочей поверхности [1]. Основным недостатком указанных видов наплавки является, получение граничного слоя между наплавленным материалом и основным металлом. Касаемо распределительного вала, то при его восстановлении невозможно применить способ наплавки, потому что при наплавке порошковой проволокой и электродуговой наплавке происходит критический нагрев [4], что приведет к высокому отпуску и деформации вала. К тому же при восстановлении распределительного вала наплавкой мы не сможем обеспечить равномерного нанесения восстанавливающего слоя, так как кулачок имеет не симметричную форму.

В настоящее время развито производство металлических порошков с различными составами, которые позволяют получить износостойкую восстановленную поверхность с твердостью около 60 HRC. В связи с этим появляется необходимость обоснования технологий восстановления деталей на примере сельскохозяйственной техники.

При газотермическом плакировании не происходит глубокого прогрева детали, что исключает образование граничного слоя между основным и восстанавливающим металлом, сохраняется химический состав исходного материала при минимальном припуске на обработку, твердость плакированной поверхности достигает 55 HRC.

Таким образом, для восстановления кулачков и опорных шеек распределительного вала из представленных способов более подходящим является газотермическое плакирование.

Библиографический список

1. Ли, Р. И. Л 55 Технологии восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники [Текст] : учеб. пособие / Р.И. Ли. - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2014.–379 с.
2. Тюрева, А.А. Восстановление типовых поверхностей и деталей с.-х. техники/ А.А. Тюрева., И.В. Козарез – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2013. – 151 с.
3. Организация и технология восстановления деталей машин [В АПК]. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г..-МОСКВА: ФГБНУ " Росинформагротех ", 2016.-564 с.: ил.-Библиогр.: с. 448 (15 назв.).- ISBN 978-5-7367-1138-3. Шифр 16-8685
4. Нанесение износостойких покрытий комбинированным способом [Восстановление и упрочнение деталей]. Горохова М.Н., Бышов Д.Н., Горохов А.А.//Сел. механизатор.-2013.-№ 5.-С. 32-33.-Библиогр.: с.33. Шифр П1847.
5. Контроль качества термически восстановленных деталей в условиях сельского хозяйства//Пухов Е.В., Загоруйко К.В., Щеголев И.В.//В сборнике: АВТОТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА XXI ВЕКА сборник статей III Международной научно-практической конференции. Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зимина, Д.В. Виноградова. 2018. С. 111-117.

ДЕФЕКТЫ И СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Чупахин А.В., к.т.н., доцент

Малыхин Е.В., магистр

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассмотрены наиболее часто встречающиеся дефекты шлицевых соединений. Произведен анализ основных способов восстановления шлицевых соединений и обоснован наиболее рациональный.

Summary: The most common defects of splined joints are considered. The analysis of the main methods for the restoration of splined joints and the most rational justified.

Ключевые слова: Шлицевое соединение, износ шлицов, смятие, наплавка шлицов.

Keywords: Splined connection, wear of splines, crushing, surfacing of splines.

Шлицевые соединения часто применяются в технике для передачи больших крутящих моментов. Это объясняется тем, что вал меньше ослаблен шлицевым соединением, чем, например, шпоночным. Также шлицевое соединение обеспечивает хорошее центрирование деталей на валу. Но у шлицевых соединений также есть характерные дефекты [1].

К наиболее часто встречающимся видам дефектов шлицевых соединений относятся:

- Износ и смятие шлицов на валах;
- Забоины, заусенцы, острые края;
- Износ шлицов во втулках.

Зачастую наблюдается несколько видов дефектов одновременно. На рисунке 1 наблюдается износ шлицов, а также их смятие.

Существуют различные способы восстановления шлицевых валов. При наличии забоин, заусенцев, острых краев на поверхности шлицев необходимо запилить шлицы, а на торцах вала и втулки снять фаски [2].

При значительном износе или смятии шлицев производят дуговую наплавку (электродами ЦН-250 или ЦН-300) с последующей механической обработкой шлицев. На сегодняшний день разработаны современные материалы с высокой прочностью при достаточной пластичности, высокой сопротивляемостью к ударным нагрузкам и повышенной коррозионной стойкостью [3].



Рисунок 1 – Шлицевой вал, требующий восстановления

При износе по ширине паза до 0,5-1 мм производят раздачу шлицев (вдоль по наружной поверхности) отожженного вала зубилом с последующей заваркой образующейся при этом канавки и механической обработки шлицев. Возможно производить раздачу с помощью прессы специальными инструментами – зубилами или чеканами [4].

Также раздачу можно производить с помощью токарных или строгальных станков. Для этого оправку с вращающимся коническим роликом закрепляют в резцедержателе станка, а вал или устанавливают в центрах токарного станка, или закрепляют на столе строгального. Суппортом станка подводят ролик, вдавливают в тело зуба и осуществляют несколько рабочих ходов по одной канавке. После раздачи канавки на шлицах заваривают. Для этого используют электросварку. Затем вал дополнительно отжигают, рихтуют, шлицы обрабатывают под номинальный размер и термообработывают [5].

При незначительном износе (0,1-0,2 мм) шлицы восстанавливают электроискровым наращиванием с последующим шлифованием.

Внешний вид шлицевого соединения после наплавки и последующей механической обработки представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Шлицевой вал после восстановления

Операция наплавки шлицевых валов является экономически целесообразной и позволяет сэкономить как денежные средства, так и время. Также эта технология незаменима для восстановления редких и уже не производимых деталей.

Современное оборудование и материалы для наплавки обеспечивают высокое качество наплавляемой поверхности.

В настоящее время большое распространение при восстановлении незначительно изношенных, но дорогих деталей получил способ лазерного плакирования. Это одно из перспективных направлений технической реализации плакирования с принципами газовой сварки.

В качестве термического источника применяется лазерный луч, обеспечивающий состояние расплава заготовки и активного материала. Сырьем для лазерного плакирования обычно выступает порошок, который можно сравнить с флюсом, применяемым в газовой сварке. Это основа расплава, образующая в результате лазерного воздействия тонкий функциональный слой. Что касается газовых смесей, то их подача играет вспомогательную роль для защиты рабочей зоны от негативного воздействия кислорода.

Поверхности шлицов первичного вала можно восстанавливать следующими способами металлизации: плазменной, электродуговой, высокочастотной и лазерным плакированием.

Целесообразность применения того или иного способа восстановления основывается на технико-экономическом критерии. Его можно найти исходя из следующего соотношения:

$$C_B = K_D \cdot C_H, \quad (1)$$

где C_B – стоимость восстановления детали, р.;

C_H – стоимость новой детали, р.;

K_D – коэффициент долговечности.

Стоимость восстановления каждым способом определим по формуле [2]:

$$C_B = S \cdot C_{уд}, \quad (2)$$

где S – площадь восстанавливаемой поверхности, м²;

$C_{уд}$ – удельная стоимость восстановления вала каждым из возможных способов, р./м².

Найдем площадь восстанавливаемой поверхности детали по формуле [3]:

$$S = 2\pi Rh \quad (3)$$

где R – радиус восстанавливаемой поверхности, мм;

h – ширина восстанавливаемой поверхности, мм.

$$S = 3.14 \cdot 0.02 \cdot 0.02 = 0.002 \text{ м}^2$$

Рассчитаем стоимость восстановления первичного вала каждым из вышеперечисленных способов восстановления:

— лазерное плакирование:

$$C = 0,002 \cdot 1500 = 3 \text{ р.}$$

— электродуговая металлизация:

$$C = 0,002 \cdot 2800 = 5,6 \text{ р.}$$

— высокочастотная металлизация:

$$C = 0,002 \cdot 3500 = 7 \text{ р.}$$

— плазменная металлизация:

$$C = 0,002 \cdot 3000 = 6 \text{ р.}$$

Коэффициенты долговечности для каждого из вышеперечисленного способа металлизации представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Коэффициенты долговечности

Способ восстановления	K_D
Лазерное плакирование	0,8-0,9
Электродуговая металлизация	0,75-0,85
Высокочастотная металлизация	0,85-1,0
Плазменная металлизация	0,9-1,0

Целесообразность применения того или иного способа восстановления определим из условия [4]:

$$\frac{C_B}{K_D} \rightarrow \min \quad (4)$$

При лазерном плакировании:

$$3 \div 0,85 = 3,5р.$$

При электродуговой металлизации:

$$5,6 \div 0,8 = 7р.$$

При высокочастотной металлизации:

$$7 \div 0,8 = 7,8р.$$

При плазменной металлизации:

$$6 \div 0,95 = 6,3р.$$

На основании выше произведенных расчетов, можно сделать вывод, что наиболее рациональным с экономической точки зрения является использование способа восстановления шлицов первичного вала с помощью лазерного плакирования. Так как данный способ наиболее эффективен по физико-механическим свойствам и выгоден в отношении количества используемых ресурсов.

Библиографический список

1. Сравнительный анализ стандов для обкатки коробки передач трактора Т-150К, Малыхин Е.В., Чупахин А.В., В сборнике: Молодежный вектор развития аграрной науки материалы 69-й студенческой научной конференции. 2018. С. 188-190.
2. Выбор оптимального способа восстановления распределительного вала, Малыхин Е.В., Чупахин А.В., Филонов С.А., В сборнике: Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения, Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 214-218.
3. The choice of optimal method of recovery of the camshaft, Malyuhin E.V., Chupakhin A.V., В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования Материалы V международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (на иностранных языках). 2019. С. 127-129.
4. Обоснование технологии восстановления трансмиссионных валов Малыхин Е.В., Чупахин А.В., В сборнике: Молодежный вектор развития аграрной науки Материалы 70-й научной студенческой конференции. Воронежский государственный аграрный университет. 2019. С. 632-636.
5. Ремонт и восстановление шпоночных и шлицевых соединений / Главный инженер.ру / URL - <https://chiefengineer.ru/stanki/remont-oborudovaniya/remont-i-vosstanovlenie-shlicevyh-i-shponochnyh-soedineniy/> (дата обращения: 19.10.2019).
6. Анализ образования потоков вторичных ресурсов на протяжении жизненного цикла автомобиля//Тоцкий А.Л., Астанин В.К., Измайлов А.А., Пухов Е.В.// Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 4 (31). С. 59-63.
7. Основы формирования оперативного учета и управления отходами на предприятиях технического сервиса//Пухов Е.В.// Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 2 (37). С. 143-148.
8. Использование геометрических показателей качества для оценки восстановленных деталей сельскохозяйственной техники//Пухов Е.В., Загоруйко К.В., Роднищев А.С.//В сборнике: Материалы Национальной научно-практической конференции "Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе", посвященной 40-летию Белгородского ГАУ 2019. С. 235-239.
9. Контроль качества термически восстановленных деталей в условиях сельского хозяйства//Пухов Е.В., Загоруйко К.В., Щеголев И.В.//В сборнике: Автотранспортная

техника ххi века сборник статей III Международной научно-практической конференции. Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зиминой, Д.В. Виноградова. 2018. С. 111-117.

10. Analysis of technology of restoration of parts by thermal methods//Загоруйко К.В., Пухов Е.В.//В сборнике: Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования Материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (на иностранных языках). 2018. С. 80-85.

УДК 623.437.4:629.331

ОБОСНОВАНИЕ ТИПА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ АРМЕЙСКОГО ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Винокуров С.Д., к.т.н., преподаватель

Заварзин А.Т., к.т.н., доцент

Махнев С.А., курсант

ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, Россия

Бровченко А.Д., к.т.н., доцент

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье проводится сравнительный анализ различных типов электродвигателей с целью выбора наиболее рационального для использования на армейском электромобиле.

Summary: In article the comparative analysis of various types of electric motors for the purpose of the choice of the most rational for use on the army electric vehicle is carried out.

Ключевые слова: Армейские автомобили, электромобиль, электродвигатель.

Keywords: Army cars, electric vehicle, electric motor.

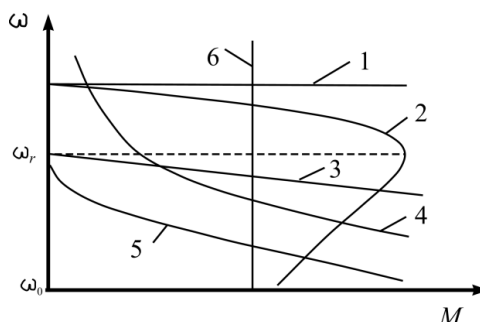
На электромобилях полученная в аккумуляторных батареях электроэнергия преобразовывается в электродвигателях (ЭД) в механическую с требуемым крутящим моментом, который подводится на ведущие колеса. В качестве электродвигателя для военного электромобиля возможно применить несколько типов ЭД: коллекторные двигатели постоянного тока, асинхронные двигатели переменного тока, синхронные двигатели переменного тока или современные типы двигателей переменного тока с вентильным управлением.

С целью достижения оптимальных тяговых показателей электромобиля необходимо, чтобы ЭД мог развивать максимальный вращающий момент во всем диапазоне скоростей от пуска (трогания с места) до выхода на полную допустимую мощность. При этом максимальный вращающий момент по величине должен соответствовать максимальной силе тяги, которую электромобиль может реализовать по условию сцепления колес с дорогой. В процессе движения электромобиля тяговый ЭД должен иметь способность развивать необходимую величину вращающего момента от нуля до максимального уровня в зависимости от текущей потребности.

ЭД постоянного тока (ЭДПТ) имеет высокий КПД преобразования энергии (до 90 %), точно регулирует обороты, позволяет простыми средствами реализовать режим рекуперации энергии при торможении. Рекуперацию при использовании ЭДПТ последовательного возбуждения реализуют с помощью дополнительных генераторов подсоединенных к трансмиссии. К тому же они не требуют использования инверторов для преобразования в переменный ток. Однако при эксплуатации требуют замены щеток и

коллектора. Щеточно-коллекторный узел увеличивает массу и объем ЭДПТ при неизменном значении мощности.

Анализ электромеханических характеристик ЭДПТ показал [1], что вращающий момент меняется (снижается) при увеличении частоты вращения. В начальный момент при пуске ЭДПТ требуется наибольший момент, затем с увеличением скорости он снижается линейно для ЭД с параллельным возбуждением либо по гиперболическому закону для ЭД с последовательным возбуждением.



- 1 – синхронные; 2 – асинхронные; 3 – ЭДПТ независимого и параллельного возбуждения; 4 – ЭДПТ последовательного возбуждения;
5 – ЭДПТ смешанного возбуждения; 6 – ЭДПТ независимого возбуждения при питании обмотки якоря от источника тока

Рисунок – Электромеханические характеристики электродвигателей

Эффективность ЭДПТ можно увеличить при замене обмотки возбуждения на постоянные магниты. В настоящее время распространение получили ЭД с неодимовыми магнитами [2, 3], которые располагаются на роторе, а статор снабжается 3-4 секциями обмотки. Применение постоянных магнитов в ЭДПТ позволяет устранить самый главный недостаток – щеточно-коллекторный узел. Данный тип ЭДПТ создают высокой крутящий момент даже при небольших габаритах благодаря высокой плотности магнитного потока.

Синхронный ЭД переменного тока теоретически можно применить на военных электромобилях. Из анализа электромеханических характеристик следует, что синхронный ЭД поддерживает постоянную частоту вращения независимо от нагрузки, что не удовлетворяет требованиям для использования на электромобилях. К тому же для них характерно жесткость пусковых (стартовых) электромеханических характеристик.

В настоящее время на серийных гибридных автомобилях и электромобилях довольно часто применяются асинхронные ЭД переменного тока [4,6,7,8]. В асинхронном двигателе в обмотку ротора электрический ток поступает из внешних цепей бесконтактным трансформаторным способом. Отсутствие скользящего электрического контакта между щетками и коллектором в цепях статора и ротора у асинхронных двигателей и является основной причиной их широкой популярности. Отсутствие коллектора позволяет упростить конструкцию ЭД, повысить его надежность, ресурс работы, мощность при тех же габаритах, снять жесткие ограничения по рабочему напряжению.

Важным преимуществом асинхронных двигателей применительно к использованию на электромобилях является простота в регулировании скорости ЭД: скорость вращения вала ЭД зависит от частоты переменного тока, подаваемого на статорные обмотки. Изменение частоты тока может происходить в блоке управления, принцип работы которого основан на статическом преобразовании электроэнергии постоянного тока, полученного от аккумуляторной батареи.

К преимуществам асинхронных двигателей также можно отнести большую мощность и невысокую стоимость, компактность и долговечность, простоту использо-

вания и высокую производительность, возможность работы в генераторном режиме при рекуперации энергии.

Из анализа механических характеристик асинхронных двигателей при питании обмоток статора напряжением неизменным значением величины и частоты, представленных на рисунке, следует, что при неподвижном роторе, т. е. при $\omega_0=0$, ЭД развивает пусковой вращающий момент. Затем, по мере роста частоты вращения ротора, вращающий момент на валу ЭД увеличивается и при скорости вращения ω_r достигает максимального значения. После этого с дальнейшим ростом скорости вращения ротора вращающий момент на валу двигателя резко снижается до нуля. Номинальная рабочая точка выбирается вблизи ω_r , т. е. при питании асинхронного двигателя с фиксированными значениями напряжения и частоты в режиме пуска вращающий момент машины ниже номинальной величины, что накладывает определенные ограничения на применение такого электропривода: если момент нагрузки на валу будет больше пускового момента двигателя, асинхронный двигатель не сможет «сдвинуть с места» такую нагрузку. Для тягового электропривода электромобиля электромеханическая характеристика, показанная на рисунке, не подходит.

Устранить данный недостаток асинхронный двигатель может при питании обмотки статора трехфазным переменным током с регулируемым напряжением и частотой. Такой принцип управления асинхронным двигателем получил название частотного управления, суть которого сводится к решению двух задач [5,9,10,11]:

- в области частот вращения ротора от нуля до номинальной величину фазного напряжения питания обмотки статора увеличивают пропорционально частоте, а в области частот вращения от номинальной до максимальной поддерживают постоянной. Этим получают стабильный номинальный магнитный поток двигателя в области частот вращения ротора от нуля до номинальной и естественное плавное ослабление магнитного потока обратно пропорционально росту частоты в области от номинальной до максимальной;

- во всем диапазоне частот вращения ротора частоту фазного напряжения питания обмотки статора поддерживают близкой к величине синхронной частоты. Причем, если частота тока обмотки статора равна синхронной частоте, вращающий момент двигателя всегда будет равен нулю; если частота тока обмотки статора немного больше синхронной частоты, двигатель будет развивать тяговый момент на валу; если частота тока обмотки статора немного меньше синхронной частоты, двигатель будет развивать тормозной момент на валу.

При этом регулирование модуля разницы частот тока обмотки статора и синхронной частоты позволяет плавно изменять величину вращающего момента на валу асинхронного двигателя от нуля до максимального уровня как в режиме тяги, так и в режиме электрического торможения.

В последнее время разрабатываются ЭД с вентильным управлением, подразумевающих использование мощного электронного устройства управления на основе микропроцессорных систем [3]. Они характеризуются компактностью и высокой удельной мощностью на единицу веса, поэтому перспективны для применения в электромобилях, но их применение сдерживает высокая стоимость.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что при проектировании силовой установки для армейского электромобиля целесообразно в качестве электродвигателя использовать асинхронный двигатель переменного тока со статическими преобразователями. Частотное управление с описанными выше принципами регулирования величины и частоты напряжения питания обмотки статора асинхронного двигателя позволяет устойчиво работать в любой точке области, ограниченной предельными электромеханическими характеристиками двигателя для режимов

тяги и электрического торможения. Такие регулировочные возможности электропривода являются оптимальными для тяги, и реализовать их можно при питании асинхронных двигателей от статического преобразователя, способного формировать на выходе трехфазное напряжение регулируемой величины и частоты.

Библиографический список

1. Дементьев Ю.Н. Электрический привод: учебное пособие / Ю.Н. Дементьев, А.Ю. Чернышев, И.А. Чернышев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 232 с.
2. Люtareвич А.Г. Моделирование электродвигателя с постоянными магнитами для беспилотного летательного аппарата / А.Г. Люtareвич, С.Ю. Долингер, Е.А. Вяткина, В.В. Тевс // Динамика систем, механизмов и машин. – 2017. – Том 5. – № 3. – С. 63–68.
3. Сапсaлев А.В. Схема управления вентильным электроприводом / А.В. Сапсaлев, О.Б. Давыденко, Н.П. Савин // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2014. – № 12. – С. 16–21.
4. Селифонов В.В. Гибридные автомобили – решение экологической проблемы автомобильного транспорта / В.В. Селифонов, К.Е. Карпухин, А.И. Филонов, Е.Е. Баулина, Е.В. Авруцкий // Известия МГТУ «МАМИ». – 2007. – № 2(4). – С. 30–44.
5. Система управления и диагностики электровоза ЭП10 / Под ред. С.В. Покровского. – М.: Интекст, 2009. – 356 с.
6. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебник [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин // Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Воронеж, 2014- 319с.
7. Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Механизация переработки сельскохозяйственной продукции": учебное пособие для студентов обучающихся по направлениям агрономического образования [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко. - М.: КНОРУС, - 2010. - 256 с.
8. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.
9. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.
10. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.
11. 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. С19-22
12. Швачкина О.Г. Совершенствование системы защиты электродвигателей на станках токарной группы / О.Г. Швачкина [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. 2017. -С. 427-432.

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК

Пухов Е.В., д.т.н., заведующий кафедрой

Зотов П.Ю., магистр

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье представлена информация об оборудовании для переработки автомобильных покрышек механическим способом.

Abstract: the article presents information about the equipment for mechanical processing of the tyres.

Ключевые слова: переработка, автомобильные покрышки, оборудование.

Keywords: recycling, automobile tires, equipment.

С увеличения числа автомобилей в мире, растет число пришедших в негодность автомобильных шин. Переработка автомобильных покрышек необходима, так как сегодня перерабатывается всего 20% вышедших из эксплуатации шин. Становится очень актуально необходимость вторичного использования этого ресурса. В одной тонне автомобильных покрышек около 700 килограмм резины, которая в дальнейшем может использоваться в производстве топлива, изготовления резиновых изделий и строительных материалов. В больших городах муниципальные власти готовы платить за утилизацию автомобильных покрышек. Продукт, который получается в процессе переработки в настоящее время очень востребован[1]. При переработке покрышек происходит выделение масляной жидкости, около 30-40% от массы сырья, это пиролизное масло, по химическому составу подобно мазуту, его используют в котельных, тепло-генераторах. После переработки пиролизного масла можно получить высококачественный мазут, дизельное топливо или бензин.

Резиновая крошка является одним из продуктов переработки вторичного резинового сырья. В России переработка используемых материалов не очень развита, но с учетом того, что экологическая проблема набирает обороты, за год в негодность приходит более миллиона тон покрышек, это бытовые отходы имеющие свой класс опасности. Спрос на продукцию переработки шин с каждым годом увеличивается на 7- 10% появляются новые предприятия, этому в том числе способствуют нормативы на утилизацию шин[2].

Рассмотрим классическую технологию измельчения покрышек.

При наличии необходимого оборудования эта технология позволяет получать резиновую крошку любых фракций вплоть до пылевидной субстанции

Весь процесс переработки шин можно разбить на несколько этапов, на каждом из которых будет использоваться определенный тип станков и механизмов[5].

Основными технологическими этапами дробления покрышек являются:

1. На первой стадии переработки происходит сортировка шин по типоразмеру, что необходимо для настройки оборудования под определенные габариты покрышек. Само дробление начинается с вырезки бортовых колец на специальном вырубном станке. Если его не удалить, то это приведёт к дальнейшему износу дорогостоящего оборудования при дальнейшей переработке. Для этого используют установку ATR-500 (рис.1).



Рисунок 1 - Установка ATR-500

2. Второй этап измельчения шин осуществляется при помощи гидравлических ножниц, механических резаков или гильотин, с помощью которых происходит резка на сегменты средних размеров (рис.2). Этот процесс очень энергоёмкий и занимает продолжительное количество времени.



Рисунок 2 - Гидравлические ножницы для резки шин ГН-500.

3. По транспортёрной ленте сегменты автомобильных шин поступают в специальную машину первичного дробления шредерной установки. Она из себя представляет устройство состоящее из двух валов, на котором находятся подвижные ножи и по краям не подвижные ножи[4]. Мощные ножи из качественной стали разрывают эти сегменты на небольшие кусочки размером от 2 до 10 кв. см, которые поступают на следующую технологическую операцию (рис.3).



Рисунок 3 - Шредер.

4. На этом этапе происходит окончательное измельчение сырья до необходимых фракций. Используются роторные мельницы с четырехгранными ножами или другое оборудование, способное выдерживать огромные механические нагрузки (рис.4).



Рисунок 4 - Роторная мельница РМ 250

5. После полного измельчения отработанных шин полученную резиновую крошку следует отделить от побочных продуктов: рубленного металлического корта и текстильных отходов. Для этого применяются магнитные и воздушные сепараторы (рис.5).



Рисунок 5 - Магнитный сепаратор

6. На заключительном этапе полученная резиновая крошка пропускается через специальное вибросито, где происходит разделение по фракциям. Полученный материал фасуется и отправляется на дальнейшую переработку.

Такова классическая схема технологического процесса дробления шин в крошку при нормальной температуре с примерным перечнем станков и механизмов[3].

Таким образом нами был рассмотрен метод механической переработки резиновых покрышек. Мы используем его из-за того, что это самый экологически чистый способ утилизации резины. В настоящее время очень важна проблема экологии, а автомобильные покрышки вышедшие из эксплуатации наносят большой вред окружающей среде и поэтому очень важно, что бы они попадали не на свалки, а на предприятия, которые занимаются переработкой.

Библиографический список

1. Анисимов Р.А. Переработка автотранспортных покрышек в полезные виды сырья и экономическая выгода данного метода / Р.А. Анисимов – Москва, 2017. – С.147-148.

2. Комаров С.А. Переработка изношенных покрышек / С.А. Комаров, Н.С. Кокин // Твердые бытовые отходы – Москва, 2008. – №3 (21). – С. 34-35.
3. Макаров М.М. Разработка концепции новой энергосберегающей технологии переработки автомобильных покрышек / М.М. Макаров, С. В. Кокунова, П.А. Кураков, Е.В. Новиков // Международный технико-экономический журнал – Москва, 2009. – №5 – С. 49-52.
4. Плотников Р.С. Проблема переработки покрышек и устройства для разрезания покрышек на части / Р.С. Плотников // Химическая промышленность сегодня – Москва, 2009. – №5 – С. 37-40.
5. Титова И.В. Автомобильные шины как продукт вторичной переработки/И.В.Титова, Е.П.Рубанов. - Молодежный вектор развития молодежной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. Ч. III. –Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.-С.244-248
6. Совершенствование организации контроля за эксплуатацией транспортных и технологических машин//Пухов Е.В., Овсянников Д.В., Горбунов Е.А., Тимошин М.Г.// В сборнике: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Ефима Мироновича. Редколлегия: Н. И. Бухтояров, В. А. Гулевский, В. И. Оробинский; под общей редакцией: О. И. Поливаева, О. М. Костикова, А. В. Божко. 2017. С. 353-361.
7. Анализ образования потоков вторичных ресурсов на протяжении жизненного цикла автомобиля//Тоцкий А.Л., Астанин В.К., Измайлов А.А., Пухов Е.В.// Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 4 (31). С. 59-63.

УДК 656.13

ПРОБЛЕМА ОБНОВЛЕНИЯ ПАРКА МАШИН АПК В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Астанин В.К., д.т.н., профессор

Титова И.В., к.т.н., доцент

Казьмин Д.Н., магистр

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассмотрена проблема старения парка техники, а также причины и последствия. Определена необходимость мер государственной поддержки для обновления парка сельскохозяйственной техники.

Summary: The problem of aging the fleet of equipment, as well as the causes and consequences, are considered. The necessity of state support measures for updating the fleet of agricultural machinery is determined.

Ключевые слова: утилизация техники, обновление, техника, АПК.

Keywords: Utilization of equipment, updating, equipment, agribusiness.

На сегодняшний день сельское хозяйство Российской Федерации выходит на качественно новый уровень. Происходит это благодаря повышению квалификации кадров, новым сортам растений, породам животных, созданию современных транспортных и технологических машин.

Отечественные заводы работают над созданием новых машин и модернизацией уже выпускаемых. Улучшаются показатели экологии, топливной экономичности, эргономики, технологические характеристики, удобство сервисного обслуживания.

Но за последние годы количество продаваемых в Российской Федерации машин АПК сократилось в несколько раз. Это является следствием следующих причин [1]:

- Более высокая энергонасыщенность современных машин;
- Большой срок эксплуатации и увеличение межсервисных интервалов;
- Повышение надежности и безотказности машин;
- Универсальность техники (одна машина может выполнять большое число различных операций);
- Возможность создания комбинированных агрегатов (выполнение одновременно нескольких операций одним агрегатом).

Крупные агрохолдинги активно покупают новую отечественную и зарубежную технику. Но для мелких и средних фермерских хозяйств обновление технического парка становится порой непосильной задачей.

Все это, а также моральное и физическое старение техники (рисунок 1), приводит к увеличению числа машин, подлежащих списанию. Ведь затраты на эксплуатацию одного современного трактора меньше, чем нескольких устаревших.

Также остро стоит экологический вопрос. Морально устаревшая техника опасна для окружающей среды по следующим причинам [2]:

- Несоответствие экологическим нормам;
- Зачастую опасное для эксплуатации состояние (достигнуты предельные значения износа);
- При неисправном состоянии выбросы в атмосферу вредных веществ увеличиваются в два и более раза;



Рисунок 1 – Складиrowание морально и физически устаревшей техники

- Подтекание и подкапывание жидкостей из узлов и агрегатов (как во время эксплуатации, так и во время хранения);
- Опасность возникновения дорожно-транспортных происшествий вследствие неисправностей и износа в тормозной системе, рулевом управлении и т. д.

Одним из путей решения данных проблем является помощь государства. За последние годы уже несколько раз предпринималась попытки создания программ помощи сельхозтоваропроизводителям.

В первый раз в Российской Федерации над проблемой утилизации с/х техники задумались еще в 2008 г. (в это время отечественный рынок техники сельскохозяйственного назначения претерпевал трудности). С целью улучшения ситуации Правительством РФ были предприняты определенные меры, но которые не стали систематичными [3].

2010 год заставил вновь обратиться к проблеме низкого спроса на тракторы российского производства. Тогда было выдвинуто предложение по разработке программы, которая подразумевала выплату 500 тыс. руб. владельцам сельхозтехники за каждую модель трактора, сданную для утилизации, на покупку нового образца.

В 2011 г. президент Российской Ассоциации производителей сельскохозяйственной техники обратился к Правительству страны с проектом, согласно которому собственник старого трактора (комбайна, прицепного устройства) мог бы сдать его на переработку и получить за это скидку 50% на приобретение нового. Однако каких-либо конкретных масштабных действий со стороны государства не последовало.

В 2016 г. премьер-министр России Дмитрий Медведев выразил заинтересованность в создании и внедрении программы утилизации сельхозтехники. Он дал поручение разработать проект, подобный тому, что используется для утилизации легковых автомобилей [4].

Несмотря на одобрение властями, на сегодняшний день точных сведений о реализации всероссийской программы утилизации техники сельскохозяйственного назначения пока нет. Хотя в некоторых регионах нашей страны всё же действуют подобные пилотные проекты.

Одним из путей улучшения ситуации можно предложить проведение программы утилизации с/х машин заводам-производителям. В качестве мер заинтересованности государство могло бы предложить льготные кредиты для заводов.

В общем виде целями данных программы являются:

- Модернизация парка машин АПК;
- Поддержка отечественных производителей сельскохозяйственной техники;
- Поддержка фермерских хозяйств;
- Улучшение экологической обстановки путем утилизации опасных и устаревших технических средств.

Данная идея имеет примеры реализации. В 2011 году дилер Минского тракторного завода ООО «ТехноЦентр» в Тюменской области предоставлял скидку в размере 10% на некоторые модели тракторов „Беларус” в обмен на трактор любого производителя в любом техническом состоянии. Данная программа была признана успешной, все описанные выше цели были выполнены.

Зарубежный опыт подтверждает необходимость развития этого направления. В США и в европейских странах процесс утилизации техники развит очень хорошо. При этом на утилизацию поступает техника, не до конца выработавшая свой ресурс, а также исправная техника, не соответствующая экологическим нормативам. Помимо утилизации деталей производится продажа деталей, не исчерпавших свой ресурс, в качестве запасных частей. Благодаря этому создаются практически безотходные производства с высоким процентом вторичной переработки машин.

Библиографический список

1. Научно-практические аспекты ресурсосберегающих технологий производства продукции и переработки отходов АПК : материалы международной научно-практической конференции / Воронежский государственный аграрный университет, Департамент аграрной политики Воронежской области, Департамент природных ресур-

сов и экологии Воронежской области, Экспоцентр ВГАУ "Агробизнес Черноземья" ; [науч. ред.: В. И. Оробинский, Н. М. Дерканосова, В. К. Астанин, Е. В. Пухов] .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2014 .— 291 с. : ил. — Библиогр. в конце ст.— ISBN 978-5-7267-0773-0.— <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/books/b101830.pdf>>.

2. Кулдошина, В. В. Совершенствование технологических процессов и организации утилизации техники в системе технического сервиса АПК : автореф. дис. . канд. техн. наук : 05.20.03 / В. В. Кулдошина ; Московский гос. агроинженер. ун-т; науч. рук. Н. В. Алдошин .— М., 2008 .— 16 с. : ил. — Библиогр.: с. 15-16 .— На правах рукописи.

3. Петров Р. Л. Системы утилизации легковых автомобилей : журнал «Автомобильная промышленность» / Петров Р. Л.; URL - <http://www.avtomash.ru/guravto/2007/20070703.htm> (дата обращения: 25.10.2018).

4. Сидоренков В.Л., Титова И.В. Утилизация как заключительный этап жизни автомобиля / Сидоренков В.Л., Титова И.В. // В сборнике: Молодежный вектор развития аграрной науки материалы 69-й студенческой научной конференции. 2018. С. 19-22.

5. Совершенствование системы утилизации отходов предприятий технического сервиса транспортных и технологических машин апк Пухов Е.В. диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Воронежская государственная лесотехническая академия. Воронеж, 2013.

6. Совершенствование организации контроля за эксплуатацией транспортных и технологических машин Пухов Е.В., Овсянников Д.В., Горбунов Е.А., Тимошинов М.Г. В сборнике: Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Ефима Мироновича. Редколлегия: Н. И. Бухтояров, В. А. Гулевский, В. И. Оробинский; под общей редакцией: О. И. Поливаева, О. М. Костинова, А. В. Божко. 2017. С. 353-361.

7. Обоснование параметров технологического оборудования для утилизации полимерных отходов технического сервиса//Астанин В.К., Василенко В.В., Титова И.В., Пухов Е.В., Тоцкий А.Л./ Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (33). С. 148-150.

УДК 621.791.927

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Войкина А. В., магистр

Овчаренко А.В., магистр

Чупахин А. В., к.т.н. доцент

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В данной статье представлен анализ основных способов восстановления коленчатых валов, рассмотрены их преимущества и недостатки, приведено необходимое оборудование и приспособления.

Summary: This article provides an analysis of the main methods for rebuilding crankshafts, considers their advantages and disadvantages, provides the necessary equipment and devices.

Ключевые слова: коленчатый вал, способ восстановления, автотракторные двигатели.

Keywords: crankshaft, recovery method, automotive and tractor engines.

В настоящее время в сельском хозяйстве задействовано огромное количество самой разнообразной техники. В отличие от других отраслей, в сельском хозяйстве перед машинами одновременно ставится целый комплекс задач, точное выполнение которых гарантирует стабильный и высокий урожай. Также одним из отличий являются агрессивные условия работы машин, от которых зависит долговечность работы узлов и деталей.

Коленчатый вал – одна из самых дорогих частей двигателя, в значительной степени определяющей его ресурс. Есть два фактора, определяющие ресурс коленчатого вала: износостойкость и сопротивление усталостным нагрузкам.

В процессе эксплуатации автотранспортного средства, используемые части вала становятся изношенными, а в наиболее опасных зонах накапливаются усталостные повреждения, в результате чего происходит снижение его прочности и, в частности, сопротивления усталостным нагрузкам.

Выбор способа восстановления зависит от конструктивных и технологических особенностей и условий труда, износа, пригодности ремонта детали, от стоимости ремонта.

Основными критериями выбора метода восстановления являются: применимость долговечность, технико-экономическая обоснованность.

Правка изогнутых коленчатых валов нужна для того, чтобы уменьшить припуск на обработку и чаще всего производится холодным способом. Зачастую холодная правка вызывает внутренние напряжения в металле, что неблагоприятно сказывается на дальнейшем ремонте и эксплуатации детали. Также холодная правка может приводить к снижению усталостной прочности коленчатых валов до 15%, а иногда и больше. Для того, чтобы избежать таких последствий необходимо после холодной правки нагревать валы до температуры порядка 420-450°C [1] и выдерживать их около часа. Эта операция снимает внутренние напряжения и стабилизирует деталь. При холодной правке давлением используются гидравлический, винтовой или рычажный пресс, но перед этим вал нужно установить на призмы (рис.1)

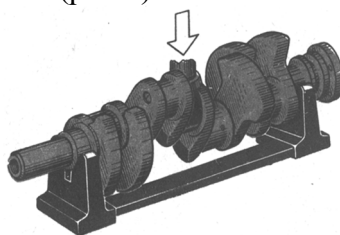


Рисунок 1 - Правка коленчатого вала на призмах под прессом

Шлифование под размер ремонта является одним из самых распространенных методов восстановления работоспособности коленчатых валов. Шлифование под ремонтный размер выполняют в одну операцию.

Ремонтные размеры определяются размерами вкладышей, выпускаемых промышленностью. Одноименные шейки (шатунные или коренные) шлифуют на один размер. Приступить к шлифованию необходимо после устранения всех дефектов. Сна-

чала шлифуют коренные шейки и другие поверхности, находящиеся на одной с ними оси, а затем шатунные шейки.

Для перешлифовки шеек коленчатых валов часто используется круглошлифовальный станок 3А423 (рис.2). Станок предназначается для перешлифовки коренных и шатунных шеек коленчатых валов длиной до 1600 мм и весом до 130 кг. Балансировка коленчатого вала осуществляется за счет подвижных грузов на патронах. После шлифования шейки коленчатого вала должны подвергаться полированию шлифовальными шкурками с зернистостью 100-140 или притирочной пастой, которую наносят на кожаные или фетровые вкладки.



Рисунок 2- Круглошлифовальный станок 3А423

Отполированные шейки восстановленного вала не должны иметь заметных рисок, огранки и забоин. Овальность и конусность должны быть не более 0,02 мм.

Метод абразивного электрохимического шлифования шеек коленчатых валов был предложен советскими инженерами В. Н. Гусевым, и И. И. Рожковым. Отличительной особенностью данного метода является наличие в зазоре интенсивного движения электролита при высоких плотностях тока. Электрохимическая обработка является перспективным методом изготовления деталей из труднообрабатываемых материалов.

При съеме материала происходит изменение конфигурации межэлектродного зазора, что вызывает перераспределение плотности электрического тока [2]. Интенсивное движение электролита обеспечивает стабильный и высокопроизводительный процесс анодного растворения, вынос продуктов растворения из рабочего зазора и отвод теплоты, возникающий во время обработки. Электрохимическую обработку осуществляют на специальной установке, состоящей из приспособления, источника питания постоянного тока, гидросистемы, обеспечивающей подачу электролита в рабочий зазор и контрольных приборов. Для получения достаточных больших значений плотности тока, необходимы агрегаты, дающие напряжение 6...12 В. В качестве такого источника питания можно использовать ВАКГ – 12/6 – 630 У4. К гидрооборудованию относятся системы для подачи электролита и для прокачки охлаждающей жидкости, а также очистные устройства.

Электролит должен образовывать с металлом в процессе электрохимической обработки хорошо растворимые в воде соединения. Он включает в себя соли натрия и воду. Электрод может быть изготовлен из бронзы или медно-графитового сплава. В предлагаемом приспособлении применяется медно-графитовый сплав. В зависимости от диаметра шеек коленчатого вала применяют электроды соответствующих размеров.

Восстановление шеек электродуговой металлизацией – преимуществом способа электродуговой металлизацией является малое термическое воздействие (60...80 °С) на деталь, однако коленчатые валы, восстановленные таким методом, плохо противостоят циклическим нагрузкам.

Наплавка под слоем флюса – предельно изношенные шейки коленчатых валов восстанавливают проволокой Нп-30ХГСА диаметром 1,6 мм под слоем легирующего флюса АН-348А (2,5 части графита, 2 части феррохрома № 6 и 0,25 частей жидкого стекла), наплавляя только цилиндрическую часть шеек, галтели.

Перед наплавкой необходимо подогреть шейки до 200...250 °С, а при наплавке легированными проволоками под флюсом необходимо применять термообработку. Так как коленчатые валы правят по коренным шейкам, сначала наплавляют шатунные шейки [3]. При наплавке шеек вала отверстия масляных каналов для предохранения их от заправки замазывают специальной пастой, содержащей графит (85 %) и жидкое стекло.

Наплавка под слоем легирующего флюса получила наибольшее распространение в ремонтной практике. Износостойкость коленчатых валов, восстановленных этим методом, не уступает износостойкости шеек новых деталей.

Однако способ электродуговой наплавки под слоем флюса снижает усталостную прочность восстановленных коленчатых валов на 30...50 %.

Довольно часто при восстановлении коленчатых валов наплавкой под слоем флюса применяется наплавочная установка УД-209 (рис.3). Она предназначена для наплавки наружных цилиндрических поверхностей диаметром от 25 до 360 мм, длиной от 100 до 800 мм и массой до 200 кг.



Рисунок 3 - Наплавочная установка УД-209

Плазменная наплавка – сущность этого способа заключается в нанесении металлопокрытий с использованием плазменной струи в качестве источника тепловой энергии.

Наплавку порошковыми металлическими материалами осуществляют плазмоторонами, в которых предусмотрены три отдельных газовых потока: плазмообразующие, транспортирующие и защитный (рабочий газ – аргон). В качестве наплавочного материала для плазменной наплавки рекомендуется порошковый сплав ПГСР3 или ПГСР4 грануляцией 200...600 мкм и проволока Св-08Г2С или 15ГСТЮЦА (для чугунных валов) [4].

Просеянный на виброситах порошок должен быть предварительно просушен в течение часа при температуре 200 °С в сушильном шкафу [5].

При плазменной наплавке основной металл коленчатого вала при восстановлении шеек испытывает меньшие термические воздействия, сам вал не деформируется и обладает достаточной износостойкостью и усталостной прочностью.

Лазерное плакирование – это одно из перспективных направлений технической реализации плакирования с принципами газовой сварки. В качестве термического источника применяется лазерный луч, обеспечивающий состояние расплава заготовки и активного материала. Сырьем для лазерного плакирования обычно выступает порошок, который можно сравнить с флюсом, применяемым в газовой сварке. Это основа расплава, образующая в результате лазерного воздействия тонкий функциональный слой. Что касается газовых смесей, то их подача играет вспомогательную роль для защиты рабочей зоны от негативного воздействия кислорода.

Библиографический список

1. Практикум по технологии ремонта машин (часть 2)/ А.И. Чечин, А.В. Чупахин, И.М. Петрищев, Н.Н. Булыгин, А.В. Дикарев. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. – 296 с.
2. Фролов Н. В. Обзор основных способов восстановления коленчатых валов двигателей / Фролов Н. В., Чупахин А. В., Жачкин С. Ю. // Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 15-16 ноября 2017 г.). – Ч. I – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – с. 281-286.
3. Чупахин А. В. Совершенствование процесса наплавки под слоем флюса / Чупахин А. В., Пухов Е. В., Фролов Н. В. // Молодежный вектор развития молодежной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Ч. III. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. с. 239-244.
4. Мельников М. М. Плазменное напыление и наплавка покрытий / Мельников М. М., Чупахин А. В. // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. Ч. III. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. с. 361-367.
5. Сушков С. И., Исследование процесса плазменного напыления покрытий с применением охлаждения подложки / Сушков С. И., Иванников В. А., Чупахин А. В. Дикарев А. В. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1-2 (40-41) – с. 115 – 120.
6. Разработка информационной системы управления техническим обслуживанием и ремонтом транспортных и технологических машин//Пухов Е.В., Комаров Ян.В.// Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2016. № 5 (75). С. 35-39.

УДК 621.793.71

ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ НА ВНУТРЕННИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Сушков М.С., магистр

Астанин В.К., д.т.н., профессор

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В данной статье рассмотрены: газотермическое напыление, его сущность и преимущества, целесообразность использования порошковых смесей, виды порошков и методы их приготовления.

Abstract: this article discusses: thermal spraying, its essence and advantages, the feasibility of using powder mixtures, types of powders and methods of their preparation.

Ключевые слова: Порошки, восстановление, напыление, преимущества.

Газотермическое напыление - это процесс нагревания и переноса частиц распыляемого материала газовым или плазменным потоком для формирования на детали поверхностного слоя с нужными физико-механическими свойствами. По применению газотермическое напыление является способом наращивания изношенных поверхностей деталей с механическим или микрометаллургическим характером связи нанесенного покрытия с основой. Если цель сварки - соединять две детали вместе, то цель газотер-

мического напыления — предотвращать и защищать от коррозии и повышать износостойкость детали. Как правило, такое напыление применяют для создания на поверхностях деталей покрытий — износостойких, коррозионно-стойких, антифрикционных, антизадирных, жаростойких. Материалами для напыления служат порошки и проволоки из металлов. Некоторые из методов газотермического напыления являются схожим методам гальваники, плакирования. Неотъемлемой целью этого напыления является ремонт и восстановление деталей. С помощью напыления восстанавливают от десятков микрон до миллиметров металла. Особенности технологии являются:

- Нанесение покрытий из различных материалов, в том числе многослойное нанесение;
- Отсутствие перемешивания материала детали с материалом покрытия;
- Отсутствие вреда экологии и здоровью человека;
- Деталь остается холодной (около 150 °С).

Высокоскоростное газопламенное напыление широко применяется для образования плотных металлических покрытий.

Детонационное напыление — характер напыления и малая производительность подходит для напыления покрытий для защиты и восстановления небольших износов.

Плазменное напыление применяется для создания керамических покрытий из тугоплавких материалов.

Газопламенное напыление – дешёвый способ, широко используется в эксплуатации при восстановлении геометрии деталей и защите от коррозии крупных объектов.

Напыление с оплавлением — обеспечивает металлургическую связь покрытия с основой детали. Применяется, если высокий нагрев детали при оплавлении не ведёт к риску термических деформаций детали, либо такой риск считается оправданным.

Создал этот метод нанесения покрытий Макс Ульрих Шооп. Распыляя свинец с помощью стационарной тигельной установки, он получал покрытия на разных материалах. Стоит отметить, что в отличие от современных методов, где для переноса используются в основном газы, первая установка Шоопа переносила жидкий свинец с помощью водяного пара. На основе его технологии в Цюрихе в 1909 году был открыт завод по металлизации. В 1913 году Ульрих Шооп усовершенствовал и запатентовал конструкцию газопламенного распылителя, где материал для распыления подавался в пламя газовой горелки в виде проволоки. В 1918 году он с сотрудниками разработал электродуговой распылитель, позволяющий эффективно наносить покрытия из металла. Благодаря значимому вкладу в начальное развитие технологий, методы нанесения газотермических покрытий путём распыления стали называть шоопированием по имени изобретателя технологии. В 1921 году Ульрих Шооп запатентовал технологию металлопорошкового газопламенного напыления.

Следующий толчок к дальнейшему распространению методов дало принятие директивы RoHS, существенно ограничившей применение гальванического хромирования из-за выделения при его применении канцерогенного шестивалентного хрома.

В настоящее время газотермическое напыление предполагает формирование капель малого размера расплавленного металла в жидкой фазе и перенос их на обрабатываемую поверхность, где они удерживаются, формируя тем самым непрерывное покрытие. Металлический порошковый или проволоочный материал подается в пламя газовой горелки, расплавляется и переносится сжатым воздухом на напыляемую поверхность, где остывает и формирует покрытие.

Преимущества:

Создаются свойства материалов, которые не смогут воссоздаться традиционными способами.

Создаются покрытия, сопротивляющиеся износу и коррозии.

- Хорошо наносятся материалы с низкой пластичностью, имеется возможность соединения разнородных материалов.

- Возможность напыления на детали с трудной геометрией.

Формируется микропористая структура, удерживающая смазку. Приведенные возможности обеспечивают преимущества технологии газотермического напыления, как по экономической эффективности, так и по стоимостным показателям.

Рассмотрим некоторые свойства напыляемых порошков при напылении газотермическим способом. Порошки являются основным напыляемым материалом. Размер частиц порошка колеблется от 5 до 800 мкм. Различают порошки общего и специального назначения. Для общего назначения применяют порошки с крупностью частиц не более 200 мкм. Специальные порошки имеют три класса:

1. ОМ - особо мелкие с размером частиц 40-100 мкм;
2. М - мелкие с размером частиц 100-280 мкм;
3. С - средние с размером частиц 280-630 мкм.

Перед началом использования порошков их необходимо просушить. После просушки сыпучесть порошка увеличивается, уменьшается липкость частиц. Сушат порошки при температуре 150°C, а при повышении температуры наблюдается окисление порошка. Оксидные порошки прокаливают при температуре 600-700 °C. Для сушки и прокаливания используют металлические противни с толщиной засыпки порошка 5-10 мм. Время обработки выбирают в пределах 2-5 ч. Сушку и прокалку порошков осуществляют в печах или шкафах.

Приготавливая порошок к использованию необходимо проверить его сыпучесть. Применяют специальные методики для проверки. При использовании нестандартных порошков возникает необходимость просеивания через сито. Для некоторых порошков целесообразно обезжиривание.

По химическому составу частиц применяют порошки двух типов: однокомпонентные и многокомпонентные, которые называют композиционными порошками.

Однокомпонентные порошки содержат частицы, полученные из одного металла (алюминия, титана, молибдена и др.) или сплава (Fe-C; Ni-Al; W-C; Ni-Cr; Ni-Cr-B-Si и др.). Структура частиц может быть как гомогенной, так и гетерогенной. Обычно однокомпонентные порошки получают:

- механическим измельчением, которое предпочтительно для хрупких материалов (Si, Cr, Mn, ферросплавов);

- распылением (диспергированием) расплавов, которое может осуществляться водой, газовыми средами или механическим способом (например, центробежным распылением) и применяется для широкого перечня металлов и сплавов;

- восстановлением, которое приводит к изменению химического состава порошка за счет протекания в его объеме восстановительных реакций.

Основное достоинство однокомпонентных порошков состоит в получении покрытий с однородным химическим составом и структурой. При использовании специальных порошков, вырастает стоимость восстановления.

При восстановлении внутренних поверхностей деталей напылением усадочные напряжения в напыленном слое снижают силу сцепления покрытия с основой, при обработке сила резания может превысить силу сцепления, что приведет к отслаиванию покрытия. Следовательно, способ не является универсальным. Целесообразно для этих целей применение плакирования, которое обеспечивает металлургический характер связи за счет термодиффузии и надежность сцепления нанесенного слоя с основой.

Библиографический список

1. Хасуй А. Техника напыления. Перевод с японского Масленникова С. Л.. М. Изд-во Машиностроение. 1975 г. 288с. С ил.
2. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий. Москва, Машиностроение, 1981 г. В. В. Кудинов В. М. Иванов
3. Определение свойств газотермических покрытий. Методическое руководство./ Захаров Б. М., Новиков В. Н., 1993.
4. «Теоретические основы технологии плазменного напыления» учеб. пособие, 2003 Пузряков А. Ф.
5. «Газотермическое напыление», учеб. пособие/кол. авторов; под общей ред. Л. Х. Балдаева
6. «Реновация и упрочнение деталей машин методами газотермического напыления», учеб. пособие Л.Х. Балдаева
7. Повышение долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин//Пухов Е.В., Булыгин Н.Н., Загоруйко К.В., Бондарев Н.С., Ожерельев В.Н.//В сборнике: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе //Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, В. И. Оробинского. 2017. С. 212-220.

УДК 67.02; 631.95

ТЕХНОЛОГИЯ СОРТИРОВКИ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА И АПК

Титова И.В., к.т.н., доцент
Астанин В.К., д.т.н., профессор
Сидоренков В.Л., магистр

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Разработан технологический процесс для вторичной переработки отходов предприятий технического сервиса и АПК. Предложена схема автоматической установки для сортировки отходов, произведен подбор ее компонентов.

Summary: A technological process has been developed for the secondary processing of waste from technical service enterprises and agribusiness. A scheme of an automatic installation for waste sorting is proposed, and its components are selected.

Ключевые слова: полимерные отходы, технический сервис, переработка, утилизация, сортировка, полимеры.

Keywords: polymer waste, technical service, processing, recycling, sorting, polymers.

В последние годы происходит активный рост всех отраслей сельского хозяйства. Происходит это благодаря повышению производительности труда.

Производительность труда растет за счет создания высокопроизводительных и энергоемких сельскохозяйственных агрегатов и техники. В том числе и отечественные предприятия разрабатывают новые модели машин и модернизируют существующие. Их технологические, экологические, эргономические показатели соответствуют современным требованиям. Все большую долю в современной технике составляют полимерные материалы [1].

Помимо техники, доля полимерных материалов уверенно растет во всех сферах производства. Полимеры получили широкое распространение как материал для по-

стройки сельскохозяйственных объектов. При этом расход традиционных материалов (бетон, дерево, сталь, камень) снижается в несколько раз, а также повышается долговечность строений и устойчивость их к внешним воздействиям [2].

Поэтому все более актуальной является проблема правильной утилизации и переработки полимерных отходов. Но не все виды пластмасс пригодны вторичной переработке. А также в отходах могут присутствовать примеси металла и стекла. Все это усложняет процесс переработки.

Поэтому для отходов технического сервиса и агропромышленного комплекса мы предлагаем следующий технологический процесс сортировки отходов (рис. 1).

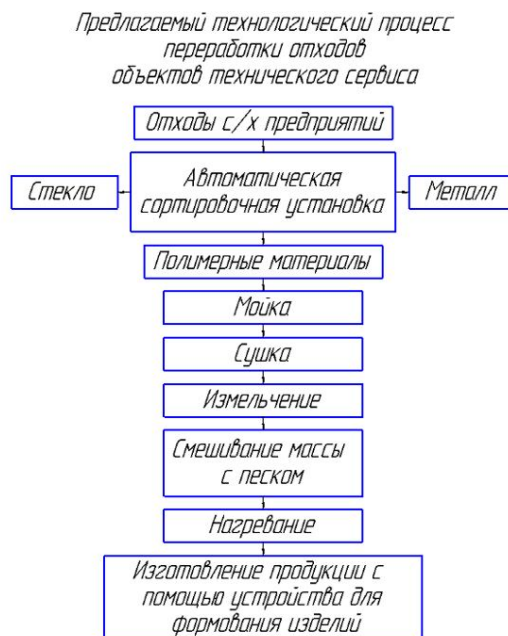


Рисунок 1 – Предлагаемый технологический процесс

Главным элементом данного технологического процесса является автоматическая сортировочная установка (рисунок 2). Данная установка позволяет комплексно решить задачу сортировки металла, стекла и пластика.

Установка работает следующим образом. В приемный бункер загружаются отходы. Установка находится в режиме ожидания и экономит электроэнергию. В бункере установлен инфракрасный датчик, который реагирует на поступление отходов и запускает дробильный элемент. Целью дробильного элемента является измельчение с целью получения однородного размера частиц.

Затем датчик обнаружения металла выявляет черные и цветные металлы, которые удаляются в специальный отсек. Металл доставляется на специализированные предприятия для переработки.

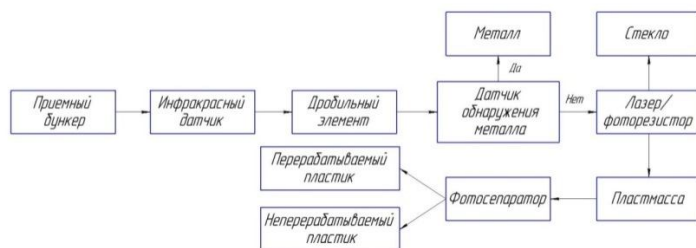


Рисунок 2 - Последовательная логическая блок-схема автоматической установки для интеллектуальной сортировки отходов

Затем измельченная масса проходит через лазер с фоторезистором. По степени прозрачности материала и преломлению лучей лазера датчик определяет, стекло это или пластик [4]. Стекло также собирается в отдельный отсек для последующей утилизации.

Оставшаяся масса проходит через фотосепаратор [3], целью которого является разделить перерабатываемые и неперерабатываемые виды пластмасс. Они складировуются в различные отсеки отдельно друг от друга.

К достоинствам данной установки можно отнести модульность. Возможно как исключение некоторых видов материалов, так и добавление других.

Процесс распознавания датчиками материалов довольно сложен, но современные системы имеют низкий процент ошибочного распознавания. Повысить качество сортировки можно дополнительной калибровкой датчиков на виды отходов (запасные части машин, канистры, бочки и т.д.), которые часто утилизируются на предприятии.

Библиографический список

1. Научно-практические аспекты ресурсосберегающих технологий производства продукции и переработки отходов АПК : материалы международной научно-практической конференции / Воронежский государственный аграрный университет, Департамент аграрной политики Воронежской области, Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области, Экспоцентр ВГАУ "Агробизнес Черноземья" ; [науч. ред.: В. И. Оробинский, Н. М. Дерканосова, В. К. Астанин, Е. В. Пухов] .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2014 .— 291 с. : ил. — Библиогр. в конце ст.— ISBN 978-5-7267-0773-0.— <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/books/b101830.pdf>>.
2. Перспективы использования вторичных полимерных ресурсов агропромышленного комплекса Воронежской области : монография / [И. В. Титова [и др.] ; Воронеж. гос. аграр. ун-т .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2013 .— 115 с .— Библиогр.: с. 91 - 104 .— ISBN 978-5-7267-0638-2 .— <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/books/b87886.pdf>>.
3. Оптический датчик для обнаружения прозрачных объектов // Тесо-com.ru — 2018. — [Электронный ресурс]. URL: http://www.mirasu.ru/upload/OMRON/RU_E3S_DB_KPP.pdf (дата обращения: 18.10.2019).
4. Бесконтактные датчики / Практическая электроника / URL - <https://www.ruselectronic.com/beskontaktnye-datchiki/> (дата обращения: 18.10.2019).
5. Направления совершенствования системы утилизации отработавших компонентов технических средств апк//Пухов Е.В., Астанин В.К., Труфанов В.В., Воронков И.С.//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (33). С. 144-147.
6. Информационная система учета отходов производства на предприятиях АПК//Астанин В.К., Пухов Е.В., Воронков И.С. Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 4. С. 31-32.
7. Комплексная система сбора и переработки отходов транспортных и технологических машин//Астанин В.К., Пухов Е.В./ Международный научный журнал. 2011. № 3. С. 95-99.
8. Анализ нормативно-правового обеспечения процесса утилизации транспортных и технологических машин Пухов Е.В.// Международный научный журнал. 2011. № 5. С. 111-114.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИСАДОК ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Титова И.В., к.т.н., доцент

Сидоренков В.Л., магистр

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин

Заболотная А.А., старший преподаватель

Кафедра прикладной механики

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассмотрены причины снижения ресурса некоторых современных двигателей. Изучены характеристики составов, предназначенных для улучшения технических характеристик двигателей. На основании информации об испытаниях данных составов сделаны выводы о целесообразности применения данных составов.

Summary: The reasons for reducing the resource of some modern engines are considered. The characteristics of compositions designed to improve the technical characteristics of engines are studied. Based on the information about the tests of these formulations, conclusions are drawn on the appropriateness of using these formulations.

Ключевые слова: присадки, двигатель, мотор, ресурс

Keywords: additives, engine, motor, resource.

На сегодняшний день все более явной становится проблема снижения ресурса транспортных и технологических машин. Эта тенденция действительно существует. Рассмотрим причины, почему снижается ресурс техники.

1. Ужесточающиеся требования экологии и снижения расхода топлива требуют внедрения непосредственного впрыска топлива, турбонаддува, компрессоров, изменяемых фаз ГРМ, электронных систем управления и многоклапанных конструкций.

2. Снижение потерь на трение. По сути, достигается путем уменьшения размеров подшипников скольжения, размеров шеек коленвалов, поршневых пальцев и многих других деталей.

Металлурги создали новые сплавы для повышения прочности, но они используются не всегда и не везде.

3. Повышение рабочей температуры и внедрение управляемых термостатов привело к ускорению износа масла, старению пластиковых и резиновых деталей. Также увеличились рекомендуемые интервалы замены масла, а прорыва в технологиях его производства не произошло.

4. Использование электронных систем управления и контроля позволяет значительно сократить «запас надежности». Но при выходе этих сложных систем из строя происходит разрушение деталей двигателя.

5. Меньшее время испытаний и тестирования. Раньше модернизация двигателей была постепенной, теперь же появляются полностью новые агрегаты, разработка и тестирование которых проводится на компьютерах. Это приводит к появлению «сырых» агрегатов с «хроническими болезнями», которые должен решать уже владелец.

6. Увеличение средней нагрузки на двигатель благодаря использованию современных автоматических трансмиссий. Для уменьшения расхода топлива управляющие устройства трансмиссий заставляют мотор с максимальной нагрузкой. Следствием является снижение ресурса.

Каждая из этих проблем в отдельности несущественно влияет на долговечность, а в сумме они оказывают существенное влияние. Поэтому стратегия производителей

«гарантийный срок и еще немного» действительно существует. Это касается не только двигателей, но и всех узлов транспортных средств [3].

В таких условиях приходится работать организациям технического сервиса. Но есть компании, которые разрабатывают средства для увеличения ресурса агрегатов транспортных средств.

Одними из таких материалов являются присадки в двигатели и узлы трансмиссии.

Производители обещают увеличение ресурса узлов, увеличение компрессии, снижение расхода топлива и т.д. Но прирост этих параметров в среднем составляет от 1 до 4% на определенных режимах работы узлов. При высокой стоимости составов и необходимости в повторных обработках (у некоторых) экономическая целесообразность весьма сомнительна[1].

Доказать эффективность данных составов можно только в лабораторных условиях с помощью специальных тестов на моторных стендах. Только после этого можно давать однозначную оценку. В остальных случаях необходимо делать поправку на огромное количество условий эксплуатации и индивидуальных факторов.

Что касается явного вреда для мотора, известны некоторые жалобы от владельцев после использования присадок в масло. Зачастую отмечено, что внутренности двигателя покрываются вязким слоем, забиваются масляные каналы, после чего агрегат нужно разбирать и тщательно промывать.

С учетом сложившейся ситуации вокруг присадок, несколько автомобильных клубов, автоизданий, а также отдельные энтузиасты не раз проводили различные практические тесты и опыты.

Вполне очевидно, что наиболее достоверными можно считать результаты, которые были получены при одновременной проверке сразу нескольких автомобилей, причем на специальных стендах.

Дело в том, что такой подход позволяет исключить влияние наружных температур, стиля вождения, режимов езды и т.д. Именно такой тест в разное время провели эксперты журнала «За рулем», немецкий автоклуб ADAC и другие [2].

В первом источнике отдельно отмечено только положительное влияние присадок на мотор (увеличение компрессии, снижение износа и т.д.). Единственное, в сравнительном тесте составов практически везде в тройке лидеров фигурирует хорошо известный на отечественном рынке «Супротек» (не реклама).

С учетом того, что данный бренд на территории СНГ постоянно ведет активную рекламную кампанию, привлекает к сотрудничеству известных автоблоггеров, обозревателей, специалистов и экспертов, можно несколько усомниться в результатах теста и полной достоверности приведенной информации.

Также стоит отметить мнение отдельных экспертов, что улучшение работы мотора после использования добавок во многих случаях можно сравнить с эффектом плацебо. Другими словами, водители начинают использовать присадку, при этом также чаще меняют масло и фильтры.

Итак, с учетом приведенной выше информации становится понятно следующее:

- польза от присадок возможна, однако она минимальна. Более того, с учетом стоимости продуктов, такое улучшение можно считать нецелесообразным.
- восстановить работоспособность изношенного двигателя на долгое время присадками невозможно. Другими словами, если положительный эффект и проявится, все равно это всего лишь кратковременная отсрочка до капремонта.
- что касается новых двигателей, сами автопроизводители не рекомендуют использовать подобные присадки. Еще нужно учесть, если будет установлен и доказан факт их использования, производитель откажет в ремонте машины по гарантии.

Библиографический список

1. Присадки для двигателя: стоит ли их заливать в мотор /Krutimotor.ru, 2019 г. / URL - <http://krutimotor.ru/prisadki-dlya-dvigatelya-zalivat-ili-net/> (дата обращения: 02.10.19).
2. Как отсрочить смерть двигателя: тест пяти присадок к моторным маслам /ZR.ru, 2016 г. / URL - <https://www.zr.ru/content/articles/840783-lechim-motory-prisadkami-k-motornym-maslam/> (дата обращения: 02.10.19).
3. Почему современные моторы ломаются чаще старых и проверенных / Drive2.ru, 2019 г. / <https://www.drive2.ru/b/1703551/> (дата обращения: 01.10.19).
4. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости Остриков В.В., Петрашев А.И., Сазонов С.Н., Оробинский В.И., Афоничев Д.Н., Поливаев О.И., Пухов Е.В. Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Воронеж, 2017.

УДК 631.12

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ МАШИН ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Колесников Н.П., к.т.н., доцент

Овчаренко А.В., магистр

Войкина А.В., магистр

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассматриваются особенности технологии и организации хранения машин в сельском хозяйстве. Описаны виды и способы хранения машин, а так же оборудование, используемое при этом.

Summary: The features of technology and organization of storage of machines in agriculture are considered. The types and methods of storage of machines, as well as the equipment used in this case are described.

Ключевые слова: Хранение машин, организация и технологии хранения сельскохозяйственных машин, оборудование для хранения машин.

Keywords: Storage of machinery, organization and technology of storage of agricultural machinery, equipment for storage of machinery.

Учитывая ранее накопленный опыт, можно сделать вывод, что сельскохозяйственная техника большую часть времени года не используется, а находится на хранении. Из этого следует, что необходимо уделять особое внимание организации правильного хранения техники в нерабочий период.

Согласно ГОСТ 7751-2009 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения» определены три вида хранения: межсменное, кратковременное и длительное[1].

На межсменное хранение машины устанавливают при перерывах в работе до 10 дней. При подготовке к данному виду хранения технику очищают от растительных остатков, технологических загрязнений и, при необходимости, моют. Отсоединяют прицепные (навесные устройства), отключают аккумулятор, рычаги управления, подкладывают упоры под колёса, тем самым, исключая самопроизвольное скатывание машины. Чаще всего во время данного хранения сельскохозяйственные машины устанавливают на специализированных стоянках работающей техники бригад и отделений [2].

На кратковременное хранение сельскохозяйственные машины устанавливают при перерывах в работе от 10 дней до двух месяцев, при этом машины готовят к хране-

нию сразу же после окончания их использования. При подготовке к хранению машины очищают от пыли, грязи и технологических остатков, масляных потеков, пестицидов, удобрений, ржавчины и отслоившейся краски. В случае обнаружения данной проблемы, металл зачищают, обрабатывают грунтовкой и по истечению 12 часов красят. Так же особое внимание уделяют герметизации отверстий и полостей, через которые могут попасть атмосферные осадки. При хранении на открытых площадках больше месяца транспортные ленты снимают, скручивают в рулоны и сдают на склад. Аккумуляторные батареи отключают, проверяют плотность и уровень электролита и если необходимо, то доливают дистиллированную воду и подзаряжают. При хранении свыше месяца или при низкой температуре аккумуляторные батареи сдают на склад.

На длительное хранение машины устанавливают, если срок их неиспользования свыше двух месяцев. При этом предусматривается выполнение целого комплекса работ по консервации и противокоррозионной защите сельскохозяйственных машин. В данном случае машины необходимо правильно распределить в местах хранения по группам, видам и маркам с соблюдением необходимого расстояния для осмотра и обслуживания.

В соответствии с государственным стандартом хранение машин может осуществляться в закрытых помещениях, под навесами или на открытых оборудованных площадках.

Наибольшую сохранность техники обеспечивают закрытые помещения, они предотвращают попадание атмосферных осадков и неблагоприятных климатических факторов. В первую очередь в закрытые помещения устанавливают дорогостоящую, сложную технику такую как: опрыскиватели, тракторы, зерноуборочные, самоходные кормоуборочные и другие комбайны. При этом значительно снижаются трудозатраты и затраты на расходные материалы. С сельскохозяйственной машины не снимаются детали, узлы и агрегаты, а лишь ослабляют натяжение ремней и транспортных лент и с них удаляют масляные пятна. Втулочно-роликовые цепи проваривают в автотракторном или дизельном масле и устанавливают на место без натяжения. Рабочие органы, звёздочки, винтовые и резьбовые поверхности регулирующих механизмов покрывают защитной консервационной смазкой [2].

Хранение машин под навесом практически не отличается от хранения в закрытом помещении. В данном случае лишь проводят консервацию двигателей. Металлические части защищают от снега и дождя консервационными составами.

На открытых площадках для хранения размещают относительно не дорогие и простые машины и агрегаты: культиваторы, бороны, катки, плуги и т.д. При хранении сложной техники на открытых площадках с них снимают подверженные старению и коррозии узлы и сдают на склад, предварительно очистив их от загрязнений. У сельскохозяйственных машин герметизируют все полости и защищают консервационной смазкой все поверхности с разрушенным лакокрасочным покрытием, рабочие органы и резьбовые соединения. Укрывают двигатели комбайнов, тракторов и других самоходных машин специальными чехлами. Закрывают и пломбируют капоты, дверцы. Во избежание перекосов и прогибов рам, а так же для разгрузки колес машину устанавливают на опоры и подставки, обеспечивая устойчивое горизонтальное положение. Используемые при этом опоры и подставки могут иметь разный вид (Рис. 1) [3].

Для облегчения консервации техники можно использовать машины типа ОЗ-9995-ГОСНИТИ (Рис. 2), предназначенные для очистки от ржавчины металлических поверхностей, приготовления рабочей консервативной жидкости, обдувки деталей сжатым воздухом, нанесения антикоррозионных покрытий, нагрева и подачи горячей воды. [4].

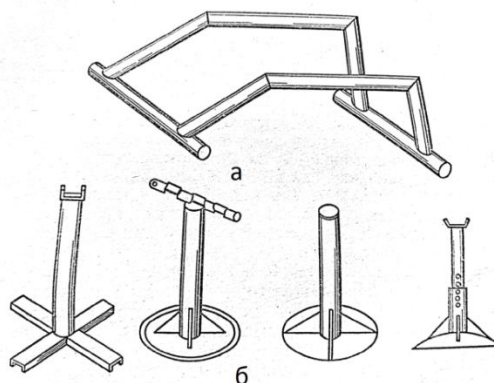


Рисунок 1 – Подставки, применяемые в сельском хозяйстве:
а – эстакада для установки прицепов и разбрасывателей минеральных удобрений; б – подставки для комбайнов и других самоходных машин.

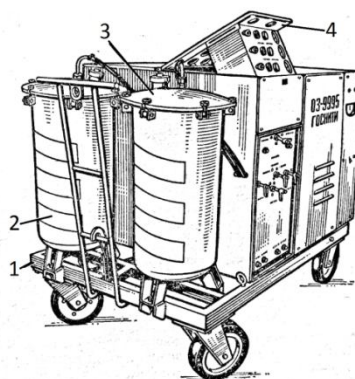


Рисунок 2 - Установка ОЗ-9995 для подготовки техники хранению:
1 – рамка; 2 – бак для консервационных материалов; 3 – бак для лакокрасочных материалов; 4 – электрический пульт управления

Во время постановки машин на хранение не стоит забывать о мерах безопасности на машинном дворе. К работе допускаются лишь лица прошедшие инструктаж по безопасному выполнению всех видов работ, имеющие право управления тракторами и самоходными машинами, и владеющие знаниями по обращению с ядовитыми и легковоспламеняющимися жидкостями.

При очистке машин на площадке необходимо надеть брезентовые рукавицы, а при мойке машины – фартук, резиновые сапоги, перчатки, защитные очки. При мойке из шланга не стоит забывать о том, чтобы струя не достигала открытых токонесущих проводников и оборудования, а давление в пистолете не должно превышать 1,2...1,6 МПа. Увеличивать давление не стоит, так как шланг может вырваться из рук и нанести травму. Во время работы с пароводоструйным очистителем также требуется соблюдать осторожность во избежание ожогов горячей водой и паром [5].

После мойки машина обрабатывается сжатым воздухом, при этом следует внимательно следить, чтобы отлетающие в стороны куски грязи и краски не попали в лицо. Отдельные детали моют в специальной ванне. Погружают, делают аккуратно во избежание разбрызгивания раствора, уровень которого не должен доходить до края ванны на 100...200 мм. Чтобы не допустить высокой концентрации паров моющих средств, ванны оборудуют крышками, которые открывают только во время мойки деталей [6].

Таким образом, можно сделать вывод, что постановка техники на хранение является довольно важным и ответственным технологическим процессом который необходимо тщательно планировать и регулярно выполнять при эксплуатации сельскохо-

зяйственной техники. Но для его осуществления необходимо готовить кадры квалифицированных специалистов и создавать соответствующую ремонтно-обслуживающую базу, оснащённую необходимым оборудованием и материалами. Это позволит обеспечить сохранность и работоспособность машинно-тракторного парка.

Библиографический список

1. ГОСТ 7751-2009 Библиографическая запись. Общие требования и правила составления. - Москва: - Стандартинформ, 2011-19с. - <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808868.pdf> (дата обращения 20.10.2019). – Текст : электронный.
2. Добрин В.И. Справочник заведующего машинным двором / Добрин В.И. – Москва: Росагропромиздат, 1988. – 254 с.
3. Черепанова С.С. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве (часть 1) / Черепанова С.С. – Москва: ГОСНИТИ, 1995. – 143 с.
4. Спектор А.Г. Справочник для инженерно-технических работников колхозов и совхозов / Спектор А.Г., Простоквашин В.Г. – Москва: Россельхозиздат, 1978. – 303 с.
5. Иофинов С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / Иофинов С.А., Бабенко Э.П., Зуев Ю.А. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
6. Северный А.Э. Справочник по хранению сельскохозяйственной техники / Северный А.Э., Пацкалев А.Ф. Новиков А.А. – Москва: Колос, 1984. – 223с.
7. Анализ образования потоков вторичных ресурсов на протяжении жизненного цикла автомобиля//Тоцкий А.Л., Астанин В.К., Измайлов А.А., Пухов Е.В. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 4 (31). С. 59-63.
8. Моделирование транспортных процессов в многоуровневой системе утилизации отработанных материалов технического сервиса транспортно-технологических машин//Пухов Е. В. Международный научный журнал. 2013. № 2. С. 118-123.
9. Совершенствование системы утилизации отходов предприятий технического сервиса транспортных и технологических машин АПК//Пухов Е.В.// диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Воронежская государственная лесотехническая академия. Воронеж, 2013.

УДК-629.114.2

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ВЕДУЩЕЙ ЗВЁЗДОЧКИ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА

Булыгин Н. Н., к.т.н., доцент

Слащинин С.С., магистрант

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассматриваются существующие на сегодняшний день способы повышения ведущих звездочек гусеничного трактора а также разрабатывается новый, наиболее эффективный способ.

Annotation: the article considers the existing methods of increasing the leading sprockets of a caterpillar tractor and develops a new, most effective method.

Ключевые слова: ведущая звездочка, способы восстановления, наплавка, индукционно-металлургический способ, шихта, флюс, сплав, износ зубьев.

Keywords: leading sprocket, recovery methods, surfacing, induction-metallurgical method, metallographic studies, charge, flux, alloy, tooth wear.

На сегодняшний день гусеничная ходовая часть активно применяется в конструкциях тракторной, дорожно-строительной и рисозерноуборочной техники. Однако, увеличивая проходимость машины, гусеничная ходовая часть при работе в условиях знакопеременных нагрузок подвергается абразивному, коррозионному и окислительному изнашиванию. Одной из деталей, наиболее подверженной износу, является ведущая звездочка. Ее задача – передача крутящего момента трансмиссии на гусеничную цепь. В ходе работы у ведущей звёздочки изнашиваются рабочие поверхности зубьев, что приводит к изменению кинематики и КПД всего гусеничного обвода. Поэтому исследование интенсивности изнашивания зубьев ведущей звездочки с целью прогнозирования полного и остаточного ресурса детали и разработка способов повышения ее долговечности в настоящее время является актуальной задачей.

В первую очередь изнашиваются кулаки звездочки, передающие тяговое усилие на траки гусеничной ленты. вследствие чего шаг ведущего колеса не совпадает с гребнями траков. Когда кулачок ведущего колеса наезжает на гребень трака, то при не совпадении шага кулачок срывается с гребня трака и происходит удар.

Также, помимо интенсивного изнашивания зубьев и впадин возникают трещины на спицах и ободе, излом бурта, износ резьбовых отверстий под болты крепления, уплотнения и крышки.

В случае одностороннего износа зубьев ведущие колеса переставляются с одной стороны трактора на другую. Сильно изношенные зубья наплавляют по шаблону электродуговой наплавкой. Изношенные отверстия ведущих колес ремонтируют рассверливанием и развертыванием под ремонтный размер или же завариванием с последующим рассверливанием до нормального размера. При возможности отверстия восстанавливают установкой привариваемых к телу звездочки втулок.

По многочисленным исследованиям установлено, что зуб получает односторонний износ, так как при движении машины вперед лишь одна его поверхность входит в соприкосновение с втулками гусеничной цепи, а доля движения задним ходом в общей структуре работ незначительна.

В настоящее время для повышения износа ведущих звездочек гусеничных тракторов применяются следующие способы наплавки:

Ручная электродуговая наплавка твердосплавными электродами – характеризуется низкой производительностью, но не имеет ограничений по сложности формы поверхности восстанавливаемой детали. Выполняется преимущественно электродами с толстым покрытием, когда применение механизированных способов невозможно или нецелесообразно. Наплавку выполняют электродами диаметром 2...6 мм на постоянном токе 80...300 А обратной полярности с производительностью 0,8...3,0 кг/ч.

Автоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса – характеризуется высокой производительностью, равномерностью механических свойств по толщине наплавленного слоя. Данный способ представляет собой процесс, в ходе которого сварочная дуга между сварочным электродом и деталью защищается с помощью слоя предварительно расплавленного флюса – толщина слоя при этом может колебаться от 20 до 40 миллиметров.

Электрошлаковая наплавка – сущность способа заключается в выделении тепла при прохождении электрического тока через расплавленный электропроводный шлак. При электрошлаковой наплавке практически не ограничена толщина наплавленного слоя. Способ требует применения специальной технологической оснастки и может быть реализован только в стационарных условиях.

Индукционно-металлургическая наплавка твердосплавных порошковых сплавов – применяется том случае, если материал подложки остается твердым. Сущность способа заключается в том, что в электропроводящих телах, помещенных в переменное

электромагнитное поле, образуются индуктирующие электродвижущие силы, вызывающие нагрев самого тела. На изношенную поверхность детали наносится слой порошковой шихты. Под воздействием электромагнитного поля индуктора образуется электродвижущая сила, которая приводит к нагреву основного металла. При сплавлении гранул шихты электропроводность образовавшегося при этом жидкого слоя металла возрастает скачком.

Еще одним способом восстановления зубчатого колеса является заливка жидким металлом. В ходе восстановления колесо устанавливается в кокиль, заливается металлом через литниковую чашу и центрируется в кокиле центрирующей осью. Для повышения сцепления заливаемого металла с поверхностью детали колесо и кокиль предварительно нагреваются. Схема кокилей для заливки представлена на рис. 1.

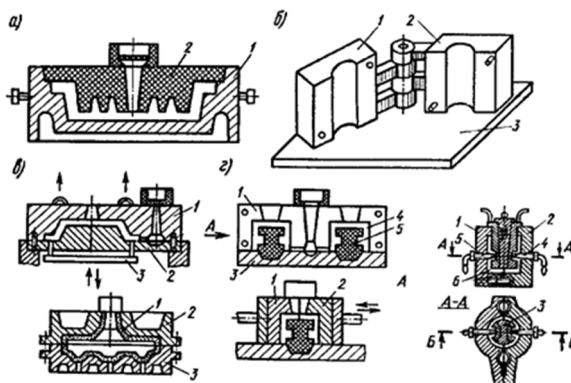


Рисунок 1 - Схема кокиля для восстановления ведущей щвездочки заливкой жидким металлом

а) неразъемные: 1– кокиль, 2 – песчаный стержень; б) разъемные: 1, 2 – матрицы, 3 – плита; в) с горизонтальной плоскостью разъема: 1, 2 – матрицы, 3 – плита толкателей; г) с вертикальной плоскостью разъема: 1, 2 - матрицы, 3 – плита, 4 – полость формы, 5 – песчаный стержень

Также поврежденные зубья звездочки восстанавливают приваркой секторов. Сутьность способа заключается в отрезании зубьев колеса по копиру с помощью машины АСШ-70. После обрезания зубьев колесо помещается в шаблон и на место удаленных зубьев автоматической сваркой под слоем флюса АН-348А привариваются секторы. Секторы изготавливают штамповкой или литьем в соответствии с формой зуба. Схема восстановления представлена на рис. 2.

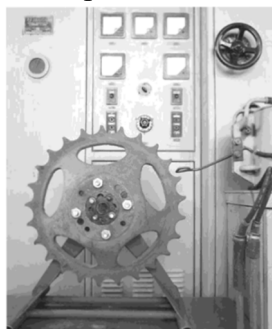


Рисунок 2 - Схемы восстановления ведущего колеса приваркой секторов

1) колесо после обрезки зубьев; 2) секторы новых зубьев; 3) обрезанный зубчатый венец; 4) колесо после восстановления.

Для восстановления и увеличения прочности рабочих поверхностей зуба ведущего колеса применяется технологический комплекс ИМСН [3,4], в состав которого

входят высокочастотный генератор, выносной контур и специальное устройство, предназначенное для позиционирования в пространстве колеса с возможностью его проворачивания и возвратно-поступательного перемещения. Устройство комплекса показано на рис. 3.

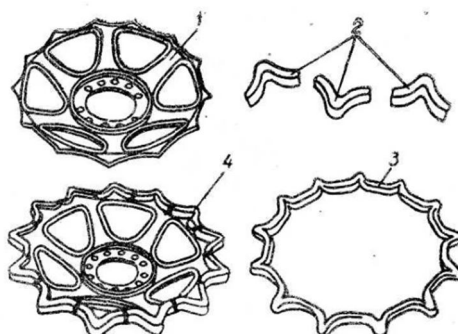


Рисунок 3 - Общий вид технологического комплекса для восстановления зубьев ведущего колеса ИМСН.

Технологический процесс наплавки происходит следующим образом: звездочка устанавливается на вращающийся узел специального манипулятора в горизонтальном положении. После нагрева поверхности зуба до температуры 700...800°C на нее наносится слой разработанной шихты, которая в ходе нанесения формируется в соответствии с конфигурацией изделия трамбовочным скребком, после чего производится разогрев и наплавка. Для этого поверхность подводится под индуктор, питаемый от высокочастотного генератора мощностью 60 кВт и в течение 80...120 сек. поверхность зуба обрабатывается. Шихта расплавляется и зуб звездочки после кристаллизации сплава выводится из-под индуктора, колесо поворачивается до установки следующей упрочняемой поверхности в горизонтальное положение. Окончательный рабочий профиль звездочки обеспечивается зачисткой мелких неровностей шлифованием.

Повышение долговечности деталей ходовой части гусеничных тракторов является важной производственной и научной задачей. Основным недостатком существующих технологий является сложность оборудования и малая применимость таких способов в мастерских сельскохозяйственных предприятий. Нами предлагается для восстановления ведущих звездочек ходовой части использовать газотермическое плакирование, позволяющее в условиях мастерских проводить такие работы на простом оборудовании. Целью дальнейших исследований является разработка такой технологии, подбор материалов, режимов, исследование свойств нанесенных покрытий.

Библиографический список

1. Иншаков, С.В. Современные тенденции повышения надежности гусеничного движителя / С.В. Иншаков, С.А. Ищенко // Состояние и перспективы агроинженерного образования на Дальнем Востоке: сб. науч. трудов / Прим. гос. с.-х. акад. — Уссурийск, 2001. — С. 59–63.
2. Ищенко, С.А. Повышение долговечности деталей гусеничного движителя рисозерноуборочных комбайнов / С.А. Ищенко, В.И. Балабанов, С.В. Иншаков // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2008. — Вып. 4 (29). — С. 84–88.
3. Ищенко, С.А. Прогрессивные технологии технического сервиса автотракторной техники / С.А. Ищенко. — М.: УМЦ «Триада», 2005.
4. Петрик, А.А. Проектирование открытых цепных передач: монография / А.А. Петрик, С.А. Метильков, А.В. Пунтус, С.Б. Бережной; М-во образования Рос. Федерации. Кубан. гос. технол. ун-т. — Краснодар: ТУ КубГТ.

5. Поливаев, О.И. Снижение динамической нагруженности мобильных энергетических средств от внешних воздействий и повышение их тягово-динамических показателей [Текст] / О.И. Поливаев, В.И. Астанин, Н.В. Бабанин // Лесотехнический журнал. – 2013 – № 3 (11). – С.

6. Энергоэффективность машинно-тракторного агрегата на переходных режимах [Текст] / С.Д. Фомин, В.И. Аврамов, Д.С. Гапич, Е.С. Воронцова // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2017 – № 1 (31). – С. 2-7.

7. Эвиев, В.А. Влияние стохастического характера внешней нагрузки на производительность МТА [Текст] / В.А. Эвиев, Н.Г. Очиров, Б.В. Муджигов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2014 – № 1 – С. 11-12.

8. Использование стационарных и нестационарных режимов осаждения электролитических покрытий для восстановления автотракторной техники // Астанин В.К., Пухов Е.В., Емцев В.В. // В сборнике: АВТОТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА XXI ВЕКА сборник статей III Международной научно-практической конференции. Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зиминой, Д.В. Виноградова. 2018. С. 105-111.

9. Повышение долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин // Пухов Е.В., Булыгин Н.Н., Загоруйко К.В., Бондарев Н.С., Ожерельев В.Н. // В сборнике: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, В. И. Оробинского. 2017. С. 212-220.

10. Совершенствование способов упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин и устройства для наплавки лап культиваторов // Пухов Е.В., Булыгин Н.Н., Загоруйко К.В., Бондарев Н.С., Шварц А.А. // В сборнике: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, В. И. Оробинского. 2017. С. 220-225.

11. Анализ технологии восстановления деталей термическими методами // Пухов Е.В., Загоруйко К.В. // В сборнике: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, В. И. Оробинского. 2017. С. 355-361.

УДК 65.011.56

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ ПОМЕЩЕНИЙ РЕМОНТНЫХ МАСТЕРСКИХ

Пиляев С.Н., к.т.н., доцент

Кузьменко С.В., к.т.н., доцент

Кафедра прикладной механики

Гулевский В.А., д.т.н., профессор

Кафедра математики и физики

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: предложен новый алгоритм функционирования системы автоматического управления вентиляцией в производственном отделении ремонтной мастерской, позволяющий улучшить параметры его микроклимата и снизить затраты электрической энергии.

Summary: a new algorithm for the functioning of the automatic ventilation control system in the production department of the repair shop is proposed, which allows to improve its microclimate parameters and reduce the cost of electric energy.

Ключевые слова: воздушная среда, микроклимат, покрасочные работы.

Keywords: air, microclimate, paint work.

Воздушная среда закрытого помещения должна удовлетворять ряду требований, которые предъявляются, во-первых, людьми, находящимися в данном помещении, и, во-вторых, размещенным в помещении оборудованием или хранящимся имуществом. Микроклимат производственных помещений определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. По этой причине указанные характеристики приняты в качестве нормируемых параметров микроклимата. Помимо климатических условий в помещениях регламентируется чистота воздуха в зоне пребывания людей. В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005–88, должны отсутствовать местные вредные и неприятные потоки воздуха и застойные места, при этом содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК)[1].

Ремонтные процессы часто сопряжены с покрасочными работами, обезжириванием деталей, сваркой и так далее, в результате которых выделяется значительное количество вредных паров краски, эфиров и пылевидных частиц.

Типовыми проектами для ремонтных мастерских обычно предусматривается установка приточно-вытяжной вентиляции, размещенной в специальной вентиляционной камере[1]. Типовое оборудование имеет два режима работы вентиляции: ручное включение и отключение двигателя вентилятора либо дистанционно, с кнопочного поста в помещении мастерской, либо с аналогичного кнопочного поста в вентиляционной камере возле самого вентилятора. Вторым режимом работы приточно-вытяжной вентиляции является автоматическое управление вентиляторами в зависимости от температуры в производственном отделении с помощью биметаллических датчиков температуры типа ДТКБ с релейным выходом[1,2]. Основным недостатком подобной схемы является низкое качество регулирования из-за выбранного закона релейного двухпозиционного закона регулирования, и, самое главное, отсутствие взаимосвязи системы управления вентиляторами со степенью загрязненности воздуха парами краски и других химикатов технологического процесса. Кроме этого, частое включение вентиляции повышает расход электроэнергии[2].

Как было показано выше, основным вредным фактором в ремонтных помещениях является выделение большого количества горючих газов, паров отравляющих веществ и минеральной пыли в процессе работы оборудования. Поэтому, независимо от соотношения температуры внутри и снаружи помещения приходится вручную включать вентиляцию, прежде всего, для уменьшения количества вредных примесей в воздухе. Исходя из этого, в настоящей работе предложен новый алгоритм функционирования системы автоматического управления вентиляцией в производственном отделении ремонтной мастерской, позволяющий улучшить параметры его микроклимата и снизить затраты электрической энергии.

Для решения поставленных задач можно сформулировать следующие требования к системе управления вентиляторами:

- система управления должна позволять включать любой вентилятор в ручном режиме как с помощью местного управления (вблизи вентилятора в вентиляционной камере), так и дистанционно (из помещения участка);
- в автоматическом режиме работы в первую очередь решается задача регулирования количества вредных примесей в воздухе производственного участка;

- во вторую очередь, после уменьшения количества примесей, решается задача регулирования температуры в помещении размольного участка;
- регулирование температуры осуществляется ступенчато – вначале используется один двигатель, включенный в систему автоматического регулирования образованную преобразователем частоты и датчиком температуры;
- если одного вентилятора недостаточно для снижения температуры (выходная частота преобразователя больше или равна заданной), то включается на параллельную работу от этого преобразователя второй двигатель.

На рис. 1 представлена функциональная схема одной из возможных реализаций предлагаемой системы автоматического управления вентиляцией производственного помещения ремонтной мастерской. Регулирование производительности вентиляторов осуществляется путём изменения частоты вращения ротора приводного асинхронного двигателя с помощью преобразователя частоты.

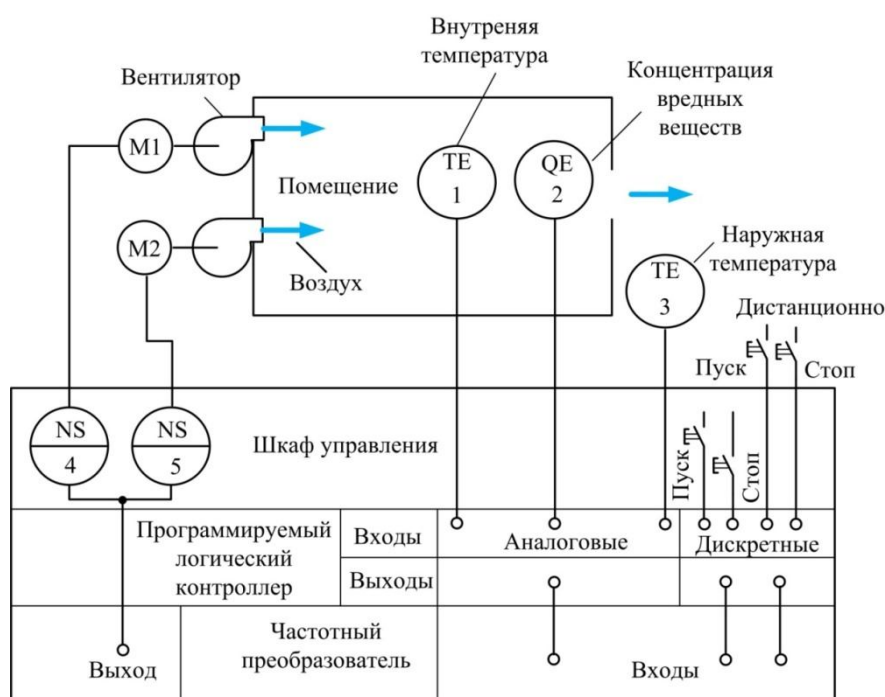


Рисунок 1 - Функциональная схема системы автоматического управления

Управление частотным преобразователем и осуществляется с помощью программируемого логического контроллера (ПЛК). Для регулирования температуры внутри помещения используются два датчика температуры с аналоговым выходом, один внутри помещения (1), другой – снаружи (2). Измерение разницы температур позволяет плавно регулировать производительность вентиляторов: при низкой температуре снаружи её уменьшать, а при высокой – увеличивать.

Для определения загрязнения воздуха внутри помещения используется соответствующий датчик (3). Для различных типов помещений используются различные датчики загрязнения: для помещений с присутствием минеральной пыли это датчики запылённости воздуха, а для помещений с присутствием паров газов – это соответствующие датчики паров вредных газов.

В режиме автоматического управления реализуется такой алгоритм управления вентиляцией, где приоритет отдаётся очистке воздуха от вредных примесей и, с определённой степенью компромисса, регулируется температура внутри помещения. Это позволит повысить качество микроклимата в помещении и приведёт к экономии элек-

троэнергии. Данный алгоритм может быть решён с помощью применения системы автоматического управления на основе нечёткой логики [3, 4].

В случае ручного управления вентиляторы включаются на питающую сеть напрямую, минуя преобразователь частоты. Для этого используются соответствующие кнопки, подключённые к контроллеру.

Библиографический список

1. Маслова В.М. Безопасность жизнедеятельности / В.М. Маслова, И.В. Кохова, В.Г. Ляшко. – М.: Изд-во «Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М», 2014. – 240 с.
2. Основы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами [Текст]: учебное пособие / С.Н. Пиляев, П.О. Гуков, Д.Н. Афоничев, Р.М. Панов. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – 177 с.
3. Афоничев Д.Н. Энергосберегающая система автоматического управления вентиляцией мельничного пункта / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер. междунар. зочн. научно-практич. конф. – 2014. – № 3. – Ч. 4. Междунар. научно-техн. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве» / Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2014. – С. 393–397.
4. Пиляев С.Н. Система автоматического управления воздушной завесой хлебопекарной печи на базе нечеткой логики / С.Н. Пиляев, Д.Н. Афоничев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 9. – С. 35–38.

УДК 621.321

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА МЕХАНИЗАТОРА ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОСЕВОВ ЯДОХИМИКАТАМИ

Пономарев В.А., магистрант
Андрианов Е.А., д.с-х. н., профессор
Андрианов А.А., к.с-х. н., доцент
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Проведен анализ конструкций опрыскивателей. Для улучшения условий и повышения безопасности труда механизатора предлагается разработать механизм опускания миксера опрыскивателя «Гварта-5», позволяющего опускать бак на расстояние в интервале 70-90 см.

Annotation: An analysis of the design of the sprayers. To improve the conditions and increase the safety of the machine operator, it is proposed to develop a mechanism for lowering the mixer of the sprayer "Guart-5", which allows lowering the tank to a distance in the range of 70-90 cm.

Ключевые слова: опрыскиватель, механизм опускания миксера, ядохимикат, обработка посевов.

Key words: sprayer, mixer lowering mechanism, pesticide, crop treatment.

При работах по опрыскиванию посевов полей в хозяйстве используют опрыскиватели [3].

По назначению опрыскиватели сельскохозяйственного назначения подразделяют на специальные и универсальные (рис. 1). Специальные применяются для обработки только определенных видов культур (хлопчатник, виноградники, хмельники и т. п.).

Универсальные при переоборудовании применяются для обработки разных сельхоз культур, различающихся высотой, облиственностью, схемой посева и посадки [3].

По способу установки машины подразделяют на навесные, прицепные и самоходные (рис. 1).

По технологическому процессу распыла и способу нанесения рабочей жидкости на обрабатываемую поверхность опрыскиватели разделяют на вентиляторные, штанговые, электростатические, аэрозольные и гидравлические (рис. 1).

Преимуществами отечественных опрыскивателей Гварта 2 и Гварта 3 являются низкая ценовая политика, простота эксплуатации и обслуживания, недорогой ремонт, невысокая требовательность к тяговому классу трактора [1. 2].

Главные недостатки – низкая производительность, небольшой объем резервуара, низкая высота рамы, фиксированный на одной высоте миксер предварительного смешивания ядохимикатов.

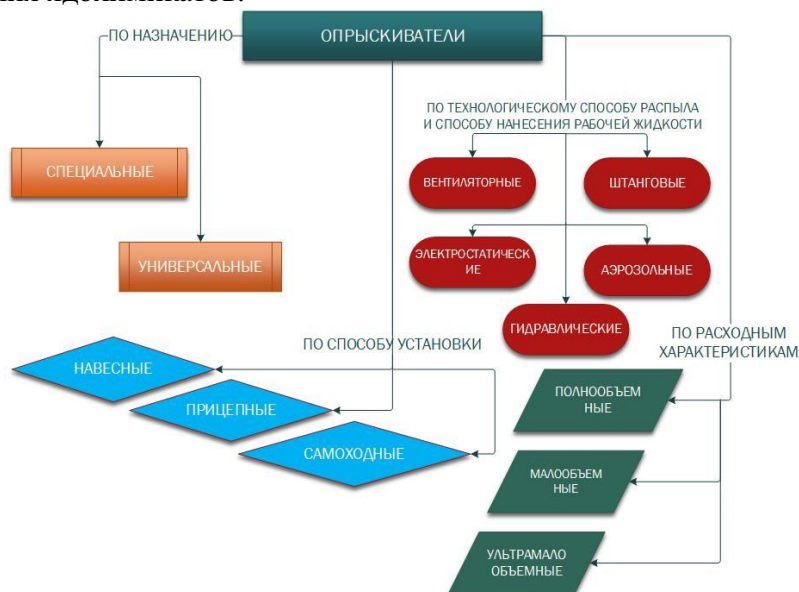


Рисунок 1 – Классификация опрыскивателей.

При работах по опрыскиванию посевов полей в хозяйстве используют опрыскиватели «Гварта-5» (рис. 2).

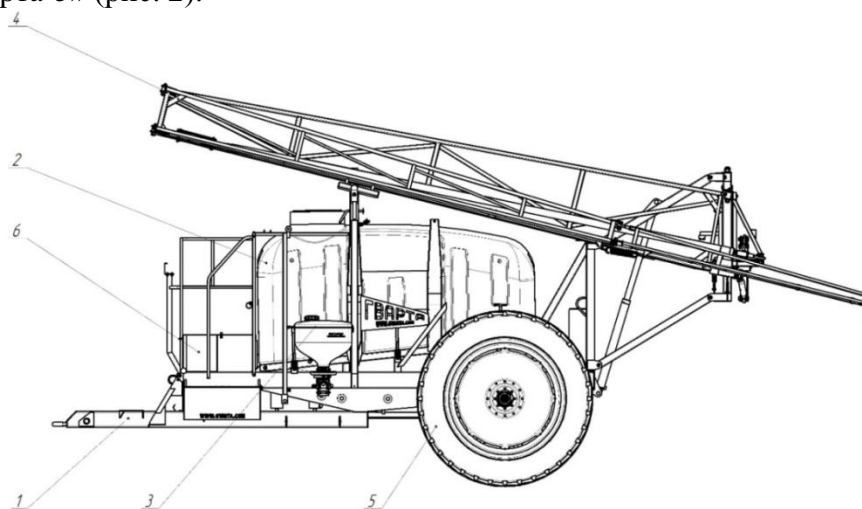


Рисунок 2 – Опрыскиватель «Гварта-5»

Он состоит из следующих сборочных единиц: рама 1, основной бак для рабочей жидкости 2, миксер предварительного смешивания рабочей смеси 3, раскладные штанги 4, колеса 5, дополнительный бак непитьевой воды 6 для промывки, а также различного обвесного оборудования.

Высота установки миксера предварительного смешивания по уровню крышки составляет 1,2 м. В связи с увеличением количества выполняемых работ по обработке полей, увеличивается количество заправок опрыскивателя. Наполнение исходными ядохимикатами производится вручную рабочим или механизатором. Часто канистры с ними имеют большой объем и массу, и поэтому данный процесс немалых физических усилий. В связи с этим повышается травмоопасность рабочего персонала [4, 5]. Возникает необходимость опускать миксер по высоте для повышения комфортности и удобства работ. При этом уменьшаются физические нагрузки и вредное влияние химикатов на организм.

Поэтому в нами был разработан и установлен новый сборный механизм опускания миксера предварительного смешивания (рис. 3). Он монтируется на раму 1 вместо крепления миксера болтовыми соединениями, что не потребует изменения крепежных отверстий.

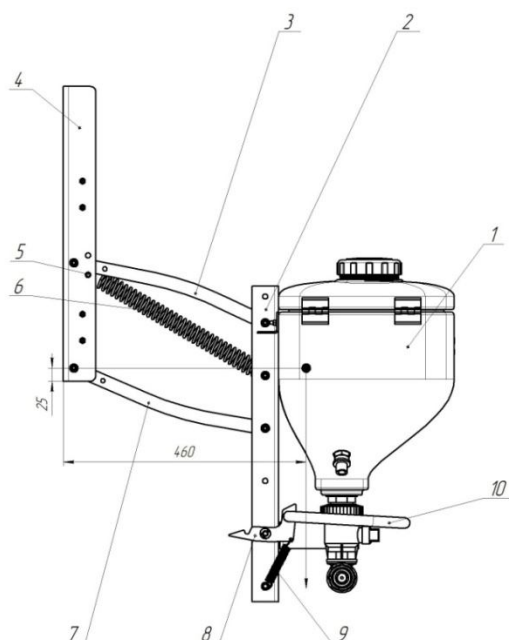


Рисунок 3 – Механизм опускания миксера.

Новая конструкция состоит из пластикового бака 1 для рабочей смеси с швеллером 2, верхних тяг 3, основного крепежного швеллера 4, упорного пальца 5, основной пружины 6, нижних тяг 7, фиксатора 8, пружины фиксатора 9, ручки фиксатора 10.

Бак 1 миксера монтируется на подвижный швеллер механизма 2 с помощью болтовых соединений. Основной крепежный швеллер 4 болтами крепится на раму опрыскивателя. Перемещение бака осуществляется с помощью системы тяг или сабель 3 и 7. Плавное опускание, а также снижение усилия на поднятие обеспечивает пружина 6. Крайнее положение в откинутом состоянии ограничивается упорным пальцем 5, в который упирается сабля 3. Палец 5 также является крепежным пальцем пружины 6 во внутренней части швеллера 4. При поднятии миксера в транспортное положение, он фиксируется с помощью фиксатора 8 и пружины 9. Открывание фиксатора производится ручкой 10.

Теперь механизатору для наполнения бака миксера ядохимикатом для удобства работы необходимо потянуть вверх ручку фиксатора, а затем на себя и плавно опустить

миксер в крайнее нижнее положение. Далее произвести все действия связанные со смешиванием раствора, а после потянуть вверх за ручку фиксатора и зафиксировать бак в верхнем транспортном положении.

Основные преимущества установленного механизма опускания:

- повышение комфортности (эргономики) работы механизатора;
- уменьшение травмирования растений за счет большой высоты фиксации в рабочем положении;
- отсутствие изменений вносимых в основную конструкцию рамы для монтажа миксера, следовательно, имеется возможность для легкого дооборудования опрыскивателя, у которого отсутствует такой механизм;
- прочность и долговечность;
- простота конструкции.

Хозяйственные испытания проводились в ООО НПКФ «Агротех-Гарант Березовский» на посевной площади подсолнечника размером в 3000 га. Для обработки посевов ядохимикатами использовались 2 опрыскивателя «Гварта-5» с установленными на них механизмами опускания миксера предварительного смешивания. Анализ травмирования посевов подсолнечника после обработки ядохимикатами осуществлялся визуально. Количество безвозвратных потерь подсолнечника при обработке опрыскивателем принимали равной 10% от одного поврежденного рядка.

Выводы. В результате проведенных сравнительных производственных испытаний установлено, что:

- использование механизма опускания миксера позволяет значительно снизить затраты и повысить безопасность труда персонала;
- при обработке посевов подсолнечника модернизированной конструкцией опрыскивателя за один проход повреждается на 30% посевов меньше, чем при использовании базовой конструкции опрыскивателя;
- внедрение разработанного механизма в расчете на 300 га обеспечит годовой экономический эффект 648300 руб. Срок окупаемости разработанных мероприятий 0,3 года.

Библиографический список

1. Опрыскиватель «Гварта 2» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gvarta.com/katalog/pritsepnye-shtangovye/gvarta-2/> (дата обращения: 29.05.2019)
2. Опрыскиватель «Гварта 3» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gvarta.com/katalog/pritsepnye-shtangovye/gvarta-3/> (дата обращения: 29.05.2019)
3. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства : учеб. пособие для студентов вузов по агроп. специальностям / Тарасенко [и др.] ; под ред. А. П. Тарасенко .— М. : КолосС, 2006 .— 551 с.
4. Андрианов, А. А. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для практ. занятий. / А. А. Андрианов, Е. А. Андрианов, В. И. Писарев ; Воронеж. гос. аграр. ун-т .— Воронеж : ВГАУ, 2004 .— 159 с.
5. Практикум по оказанию доврачебной помощи и профилактическим мерам: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / В.И. Писарев, А.А. Андрианов, Е.А. Андрианов; Воронеж. гос. аграр. ун-т. - Воронеж: ВГАУ, 2012. - 248 с.
- Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / Полуэктов А.В., Андрианов Е.А., Андрианов А.А.; Под общ. ред. Е.А. Андрианова. -Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2006. -336с.

**К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ
ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО БЛОКА
ВИБРОПУЛЬСАТОРА**

Андрианов Е.А., д.с-х. н., профессор

Андрианов А.А., к.с-х. н., доцент
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Разработан многофункциональный доильный аппарат для малых хозяйственных образований и личных подсобных хозяйств. Предложена методика определения времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора.

Annotation: A multifunctional milking machine has been developed for small businesses and private households. The proposed method for determining the off time of the high-frequency vibropulsator unit.

Ключевые слова: вакуумный режим, вибропульсатор, молокоотдача, атмосферное давление, камеры доильных стаканов.

Keywords: vacuum mode, vibratory pulsator, milk flow, atmospheric pressure, chambers of teat cups.

Разработка доильного аппарата для малых хозяйственных формирований, позволяющего осуществлять физиологичное доение коров на всех этапах их физиологического развития (приучение, раздой, доение основного стада), является актуальной задачей [1, 4, 5, 8, 9, 10, 0].

Разработан многофункциональный доильный аппарат для малых хозяйственных образований и личных подсобных хозяйств (Пат. №172455), отличительной особенностью которого является новая конструкция вибропульсатора с возможностью отключения высокочастотного блока, позволяющая поддерживать либо щадящий вакуумный режим с одновременной стимуляцией в период низкой молокоотдачи, либо обычный высокопроизводительный двухтактный режим во время интенсивного выведения молока. [6, 7].

В такте сосания в подсосковой камере доильных стаканов постоянно распространяется вакуумметрическое давление, а в межстенных камерах – либо вакуум, либо импульсы переменного давления (вакуум-атмосфера), в результате чего в последнем случае стенки сосковой резины находятся в полусжатом состоянии и колеблются с определенной амплитудой и частотой, осуществляя микромассаж сосков, тем самым обеспечивая в начале доения стимуляцию молокоотдачи, а в конце доения с учетом низкого вакуума – минимальное наполнение стаканов на соски вымени. [3, 6, 7]

В связи с тем, что новый принцип работы аппарата требует проведения дополнительных исследований, изготовлен опытный образец аппарата, представленный на рис. 1.

Конструктивные размеры устройства переключения режима доения были определены путем моделирования, исходя из конструктивных соображений.



Рисунок 1 - Общий вид доильного аппарата:

1 - ведро; 2 - стаканы; 3 - коллектор; 4 - вибропульсатор; 5 – устройство переключения режима доения; 6 - блок регулирования уровня вакуумметрического давления; 7 – переключающее устройство магнитного клапана;
8 - приемник; 9 - шланги

С учетом разной продуктивности и характера нарастания молокоотдачи, свойственных различным породам коров, были установлены различные массы грузового элемента молоколовушки. Вес грузового элемента молоколовушки, определяли экспериментально по схеме, представленной на рис. 2.

Для этого при опрокидывании молоколовушки фиксировали с помощью мерной колбы объем выведенной жидкости, массу которой устанавливали с помощью лабораторных весов. Путем аппроксимации графической зависимости, построенной в результате опытов, определяли массу груза и соответствующий ему уровень жидкости в молоколовушке.

Согласно проведенным исследованиям, физиологически обоснованное согласно зоотехническим требованиям время, необходимое на стимуляцию рефлекса молокоотдачи, обеспечивающее работоспособность аппарата, представляет собой продолжительность работы высокочастотного блока вибропульсатора, которая была принята за параметр оптимизации [3, 9]. Теоретические исследования показали, что наиболее значимыми факторами, влияющими на продолжительность работы высокочастотного блока вибропульсатора, являются интенсивность выведения жидкости, диаметр отверстия жиклера в молоко-ловушке и масса грузового элемента [2, 11].

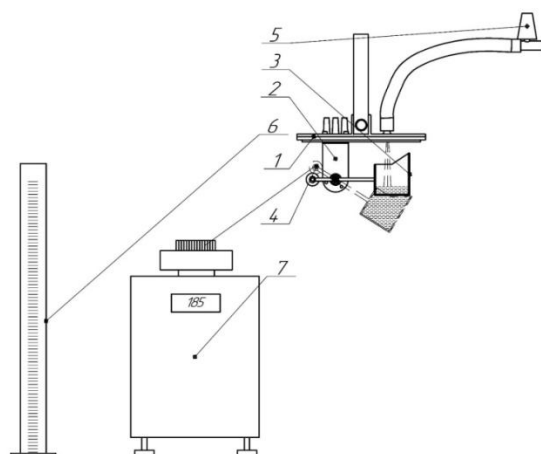


Рисунок 2 - Схема установки для определения массы груза переключающего устройства:

1 – крышка; 2 - устройство переключения режима доения; 3 - молоколовушка;
4 - грузовой элемент; 5 – кран; 6 - мерная колба; 7 - весы

Для определения времени работы высокочастотного блока пульсатора был проведен трехфакторный эксперимент по рабочей матрице, представленной в табл. 1.

Таблица 1 - Рабочая матрица планирования

№	Факторы эксперимента			Критерий оптимизации
	Диаметр жиклера дж, м	Интенсивность выведения жидкости Q, л/мин	Масса грузового элемента Мгр, кг	Время работы высокочастотного блока tc, с
	X ₁	X ₂	X ₃	Y
1	0,007	1	0,562	30
2	0,005	0,5	0,562	33
3	0,007	0,5	0,562	54
4	0,005	1	0,562	20
5	0,007	0,75	0,595	49
6	0,005	0,75	0,523	23
7	0,007	0,75	0,523	36
8	0,005	0,75	0,595	30
9	0,006	1	0,595	28
10	0,006	0,5	0,523	41
11	0,006	1	0,523	22
12	0,006	0,5	0,595	50
13	0,006	0,75	0,562	32
14	0,006	0,75	0,562	33
15	0,006	0,75	0,562	31

Продолжительность совместной работы низкочастотного и высокочастотного блоков вибропульсатора, лимитируемое опрокидыванием молоколовушки при перехо-

де аппарата на высокопроизводительный двухтактный режим работы, определяли секундомером.

Варьирование различной интенсивности выведения жидкости осуществляли тарировкой крана на входе в искусственное вымя, имитаторы сосков которого имели насадку диаметром 2 мм [3].

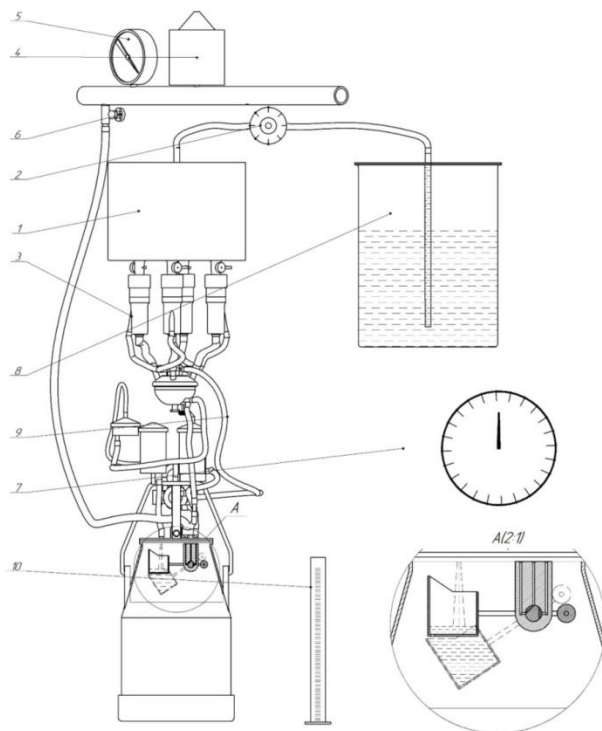


Рисунок 3 - Схема установки для определения продолжительности работы высокочастотного блока:

- 1 – «Искусственное вымя»; 2 – кран; 3 – доильный аппарат; 4 – регулятор вакуумметрического давления; 5 – прибор контроля уровня вакуума;
6 – вакуумный кран, 7 – секундомер, 8 – резервуар; 9 – шланги

Вывод: вышеизложенная методика позволяет с достоверно определить продолжительность работы высокочастотного блока вибропульсатора в зависимости от отсасывающей способности и конструктивных параметров устройства переключения режима доения.

Библиографический список

1. Андрианов А.М. Совершенствование устройств для массажа вымени нетелей в период подготовки их к лактации/А.М. Андрианов, Е.А. Андрианов // Совершенствование процессов механизации в растениеводстве и животноводстве: сб. науч. тр. – Воронеж: ВГАУ, 2000. – С. 115.
2. Аппроксимация кривой молокоотдачи / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов // Сельский механизатор. – 2017. – № 11– С. 24-25.
3. Бородин С.А. Обоснование конструктивно-технологических параметров блока управления режимом доения многофункционального доильного аппарата / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов // Сельский механизатор. – 2018. – № 9– С. 30.

4. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок / В.В. Кирсанов, К.С. Щукин, В.Н. Легеза // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 65-67.
5. Краснов И.Н. Новые принципы доения коров / И.Н. Краснов, Г.М. Марченко, В.Н. Скворцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2000, №5. – С. 40-42.
6. Обоснование режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата [Текст] / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Т.Н. Тертычная // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 4. – С.18-23.
7. Пат. 172455 РФ; А01J 5/00 (2006.01). Доильный аппарат/Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.А. Бородин. -№ 2016147854; заявлено 06.12.2016; опубл. 11.07.2017, Бюл. №
8. Ужик В.Ф. Мобильный агрегат для доения коров / В.Ф. Ужик, С.И. Некипелов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2018. – № 3 (31). – С. 11-14.
9. Ульянов, В. М. Совершенствование технологии машинного доения коров путем разработки стимулирующе-адаптированных доильных аппаратов и манипуляторов: дисс. ... д-ра техн. наук/ В.М.Ульянов. – Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Костычева. – Рязань, 2008. – 300 с.
10. Brand S. Ma S. Stimulation by the milking machine // Proceeding Symposium on machine milking, Reading. – England, 1998. – P.119-130.
11. Modelling of lactation (Andrianov E.A., Shatsky V.P., Andrianov A.A. and Borodin S.A.) -Asian journal of microbiology, biotechnology and environmental sciences (VOL. 19, NO. 3, 2017, 594-597).
12. Schuiling H.J. (1992) Teat cleaning and stimulation, in: A.H. Ipema et al (editors) Pro-ceedings of the international symposium on prospects for automatic milking, EAAP publication 65, pp 164-168, Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.

УДК 630.383

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Логойда В.С., к.т.н., преподаватель

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Болтнев Д.Е., экстерн

Саблин С.Ю., экстерн

Мацнев М.В., экстерн

Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г.Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены изменения параметров технического состояния элементов машин при эксплуатации, а также выявление зависимости математического ожидания этих процессов от наработки.

Abstract: The article deals with changes in the parameters of the technical condition of machine elements during operation, as well as the identification of the dependence of the mathematical expectation of these processes on the operating time.

Ключевые слова: техническое состояние, наработка, изнашивание, эксплуатация, детали.

Keywords: technical condition, operating time, wear, operation, details.

Изменение параметров технического состояния лесотранспортных машин происходит в результате протекания в материалах деталей случайных процессов разрушения: износа, усталости, текучести, коррозии и др. В работе [1] рассматриваются идеализированные модели процессов изменения величин рабочих параметров, охватывающие различные ситуации, возникающие в реальных объектах. Все модели независимо от их физической природы называются моделями изнашивания, а износ понимается в широком смысле как необратимый процесс изменения параметра $\eta(t)$.

Простейшее предположение относительно изменения $\eta(t)$ состоит в том, что для каждого экземпляра оно носит неслучайный, линейный характер (рисунок 1). Случайность в изменении $\eta(t)$ состоит в том, что коэффициент α в уравнении:

$$\eta(t) = \alpha t + \beta \quad (1)$$

является случайной величиной, определяемой начальным состоянием каждого экземпляра. Очевидно, что α есть скорость изменения:

$$\alpha = \frac{d\eta(t)}{dt} = \varphi(t) \quad (2)$$

Если отказ возникает при $\eta(t) \geq M$, то время безотказной работы τ определяется по формуле:

$$\tau = \frac{M - \beta}{\alpha} \quad (3)$$

Другое предположение относительно изменения $\eta(t)$ состоит в том, что скорость износа отдельно взятого экземпляра меняется, причем эти изменения носят случайный характер. Следовательно, кривую износа отдельного экземпляра нельзя детерминированно экстраполировать на будущее по результатам прошлых наблюдений. Можно лишь высказать вероятностное суждение о дальнейшем характере кривой износа. Характерными для кривых износа в данном случае является то, что они переплетаются (рисунок 2).

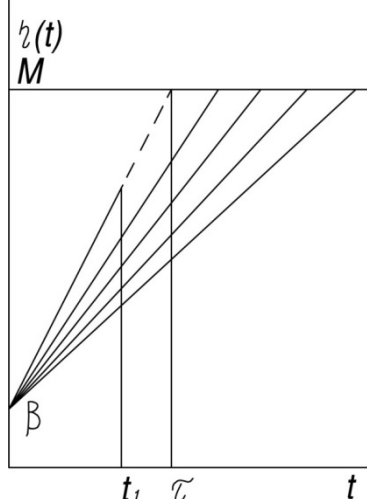


Рисунок 1 - Линейные реализации износа от времени.

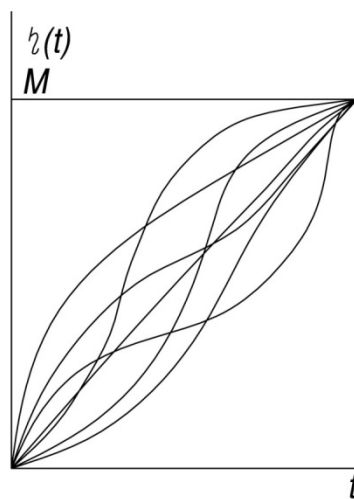


Рисунок 2 - Реализация износа как случайная функция эксплуатации.

Рассмотренные ситуации являются как бы противоположными. Если будущее поведение реализации $\eta(t)$ на рисунке 1 полностью определяется ее прошлым, то будущее поведение реализации $\eta(t)$ на рисунке 2 почти не зависит от прошлого. В явном виде описанные ситуации встречаются довольно редко. В большинстве случаев имеет место износ обоих типов.

Зависимость нарастания износа от длительности работы для наиболее общего случая обычно выражают кривой, предложенной Лоренцом В.Ф. Эта кривая имеет три участка, соответствующие трем периодам течения процесса: приработке, периоду нормального или установившегося изнашивания и периоду усиленного, аварийного изнашивания. При этом считается, что скорость изнашивания на протяжении второго периода остается приблизительно постоянной и что катастрофическое изнашивание происходит после достижения некоторой критической точки. Такой характер зависимости величины износа от времени оказался справедливым для большого числа различных узлов трения, что и послужило основанием для широкого признания «кривой Лоренца».

Позднее было выявлено, что в ряде случаев протекание процесса изнашивания отличается от «кривой Лоренца». В частности, зал ряд возможных вариантов связи между величиной износа (скоростью изнашивания) и длительностью работы трущейся пары (рисунок 3).

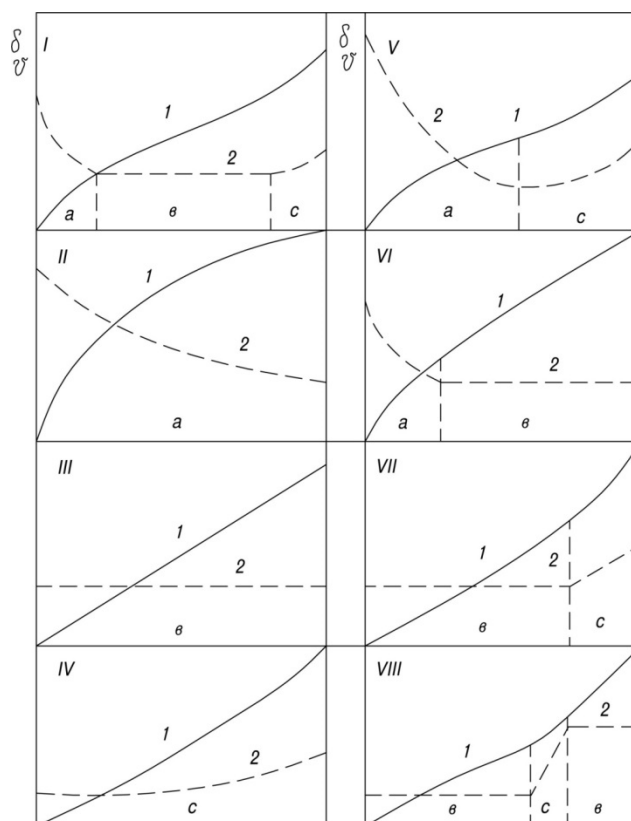


Рисунок 3 - Схемы возможных зависимостей величины износа и скорости изнашивания от длительности работы пары трения: 1-износ; 2- скорость изнашивания; а, в, с, - периоды процесса.

Изменение скорости изнашивания в период после окончания приработки объясняется рядом причин. Эти причины могут быть неслучайными, например, закономерное изменение площади контакта деталей, физических свойств материала деталей, динамических нагрузок и условий смазки и т.д. К случайным причинам относятся нестационарный режим работы машины, колебания свойств материалов, деталей и смазочного масла, температуры, влажности и запыленности среды, квалификация обслуживающего персонала и множество других факторов не подлежащих учету. Поэтому процесс накопления износа деталей машин обладает большим рассеиванием и должен рассматриваться как случайный.

В настоящее время наука о трении и износе не дает достаточных оснований для выбора вида корреляционной зависимости между износом и наработкой. Поэтому вид корреляционного уравнения выбирается, как правило, в зависимости от характера расположения экспериментальных точек. Для установления корреляционной зависимости между износом и наработкой производится статистическая обработка результатов изменений износа деталей после различных периодов эксплуатации.

При этом, задавшись видом корреляционного уравнения, методом наименьших квадратов находят его параметры. В некоторых случаях в качестве корреляционного уравнения принимают уравнение прямой [4, 9-13], в других пользуются нелинейными уравнениями. В качестве корреляционного уравнения предложено уравнение параболы

$$Y(t) = K\sqrt{t} \quad (4)$$

где $Y(t)$ – износ; K – постоянная; t – наработка.

Для выражения зависимости износа детали от наработки в условиях нормального изнашивания Тартаковским И.Б. [2] предложено эмпирическое уравнение:

$$t = A \lg \frac{h+\delta}{h+\delta_0}, \quad (5)$$

где t – продолжительность работы детали в часах; A – коэффициент долговечности; h – смещение кривой износа, равное расстоянию от асимптоты кривой износа до линии номинала, с обратным знаком; δ и δ_0 – текущее и исходное отклонение размера детали от номинала.

Приведенное уравнение, пригодно не только для описания процесса нормального изнашивания, но и для процесса приработки. Положительное значение коэффициента A соответствует режиму нормального изнашивания (рисунок 4а), отрицательное – режиму приработки (рисунок 4б).

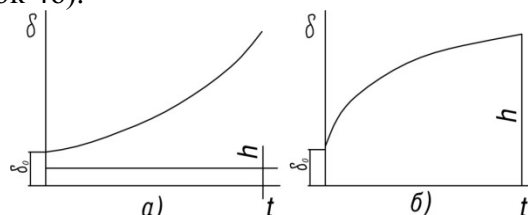


Рисунок 4 - Зависимость износа детали от времени работы.

В работе [3] сформулировано следующее правило выбора аппроксимирующей функции динамики параметра технического состояния: для описания исследуемого процесса разрушения, например изнашивания, необходимо отобрать две-четыре предпочтительные функции, вычислить для каждой из них коэффициенты вариации ресурса и по минимальному значению коэффициента вариации выбрать функцию наилучшим образом описывающую изучаемый процесс.

Как известно, в эксплуатации коэффициенты вариации ресурсов различных элементов машин могут принимать значения от 0,3 до 1. Поэтому выбор аппроксимирующей функции по минимальному значению коэффициента вариации представляется недостаточно обоснованным.

При статистическом подходе к исследованию процессов изнашивания деталей большое значение имеют сведения о видах распределения износов.

Тартаковский И.Б. [6] полагает, что если исходные отклонения размеров распределены по полю допуска нормально и износ подчиняется нормальному закону, то распределение отклонений размеров деталей после эксплуатации будет нормальным.

Анализ выполненных работ показал, что основная часть статистических исследований процессов изменения параметров технического состояния элементов машин в эксплуатации направлена на выявление зависимости математического ожидания этих процессов от наработки. Стохастические свойства процессов разрушения элементов

машин в эксплуатации применяются формально, т.к. при этом недостаточно используются положения теории прочности и износа для анализа получаемых зависимостей.

Библиографический список

1. Chernyshova, E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points / E.V.Chernyshova and other// Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 726. С. 654-667.
2. Chernyshova, E.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / E.V. Chernyshova and other // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Т. 12. № 2. С. 511-515.
3. Logoida, V.S. Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines / V.S. Logoida and other //International Journal of Engineering and Advanced Technology . 2019. Т. 8. № 5. С. 2178-2183.
4. Menzhulova, A.S. Method of individual forecasting of technical state of logging machines / A.S. Menzhulova and other // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042056.
5. Mogutnov, R.V. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / R.V. Mogutnov and other // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Т. 1015. С. 032069.
6. Афоничев Д.Н. Алгоритм расчета в системе автоматизированного проектирования оптимальных параметров размещения лесовозных веток и усов / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. – № 5. – С. 82–86.
7. Афоничев Д.Н. Обоснование протяженности лесовозного уса / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2011. – № 3. – С. 85–88.
8. Афоничев Д.Н. Размещение петлевых разворотов на лесовозных усах / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. – № 6. – С. 93–96.
9. Афоничев Д.Н. Совершенствование расчета объемов земляных работ в системе автоматизированного проектирования автомобильных дорог / Д.Н. Афоничев; Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2007. – 117 с. – Деп. в ВИНТИ 26.02.2008, № 164-В2008.
10. Курьянов В.К. Эксплуатационные документы систем моделирования процессов функционирования дороги в рабочем проекте первой очереди САПР АД / В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников, Д.Н. Афоничев // Рациональное использование лесных ресурсов: Матер. междунар. научн.-практ. конф. / МарГТУ. – Йошкар-Ола, 2001. – С. 178–182.
11. Чернышова, Е.В. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог // Е.В. Чернышова и др. //Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117-127.
12. Чубов Н.И. Стабилизация устойчивости колежных лесовозных автомобильных дорог / Н.И. Чубов, В.К. Курьянов, Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ВГЛТА, 1995. – 173 с. – Деп. в ВИНТИ 20.12.95, № 3417-В95.
13. Яковлев, К.А. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / К.А. Яковлев и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2015. № 4 (47). С. 80-86.

АНАЛИЗ СИСТЕМ СБОРА И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Логойда В.С., к.т.н., преподаватель

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Болтнев Д.Е., экстерн

Скрыпников А.А., студент

Мацнев М.В., экстерн

Воронежский государственный университет инженерных технологий

Аннотация: В статье рассмотрен анализ систем сбора и обработка информации о надежности лесотранспортных машин.

Abstract: In the article the analysis of systems of collecting and processing of information on reliability of forest transport cars is considered.

Ключевые слова: ремонт, техническое состояние, эксплуатационная надежность, изнашивание, эксплуатация, детали.

Keywords: repair, technical condition, operational reliability, wear, operation, parts.

Основными источниками информации о надежности лесотранспортных машин являются результаты испытаний на надежность и данные эксплуатации. Специальные испытания на надежность обеспечивают получение наиболее достоверной информации, поскольку требования к её содержанию удовлетворяются в максимальной степени. Однако проведение таких испытаний требует слишком больших затрат. Принципиальную трудность при проведении испытаний на надежность составляет определение коэффициента перехода, позволяющего по результатам этих испытаний прогнозировать надежность лесотранспортной машины в эксплуатации. В настоящее время широкое внедрение специальных испытаний на надежность, и прежде всего ресурсных испытаний, реально только для изделий массового производства [7].

В ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» разработана и одобрена «Методика определения количественных показателей эксплуатационной надежности автомобилей» [6], в соответствии с которой проводится сбор, учет и обработка первичной информации и определяются необходимые количественные показатели надежности. Позднее из этой методики выделены материалы относящиеся к сбору информации о надежности автомобильных изделий [1]. Основным недостатком системы сбора информации о надежности является выход из подконтрольной эксплуатации агрегатов, вследствие установки их (при агрегатно-узловом методе ремонта) на автомобили, не входящие в подконтрольную группу. Это влечет за собой потерю информации.

Организационные и методические принципы сбора и обработки информации о надежности лесотранспортных машин устанавливает отраслевая нормативно-техническая документация. В качестве носителей информации отраслевой системой предусмотрены создание баз данных, использование которых должно обеспечить накопление, хранение и быстрый поиск необходимых данных. База данных наработок, повреждений и отказов заполняется на каждую наблюдаемую машину и предназначена для предварительной регистрации сведений из журналов учета отказов. Каждый отказ заполняется отдельно, лицевая сторона содержит основные паспортные данные по лесотранспортной машине и описание отказа или неисправности ее сборочных единиц, записываются сведения по условиям эксплуатации.

Применительно к лесотранспортным машинам главным и почти единственным источником информации о надежности в настоящее время и на ближайшую перспективу являются эксплуатационные наблюдения. Специфической особенностью эксплуатации наблюдений в смежных отраслях промышленности: автомобильной и тракторной. Даже крупные лесозаготовительные предприятия, у которых имеются большие парки лесотранспортных машин, не всегда имеют достаточное количество машин одной модели для создания опорного пункта [9].

В связи со спецификой эксплуатации и ремонта лесотранспортной техники в системе функции по сбору информации о надежности машин возложены на отделы главного конструктора заводов-изготовителей и специализированный отдел надежности и качества. При сборе информации заполняются акты обследования технического состояния машин, формы учета наработок.

В результате поузлового анализа конструкции изделия и составляется задание заводам-изготовителям на устранение отмеченных конструктивных и производственных недостатков.

При оценке показателей надежности лесотранспортных машин по результатам эксплуатационных наблюдений приходится учитывать ряд особенностей исходной информации, которые существенно затрудняют количественную оценку надежности и препятствуют рецептурному изложению методик. В связи с этим, статистической обработке эксплуатационной информации должна предшествовать ее подготовка – инженерно-тактический анализ. Подготовка информации включает отсеивание непредставительной и недоставленной информации, проверку однородности информации и ее классификацию. Особое значение имеет классификация отказов по влиянию на определяемые показатели надежности [9, 12]. При проведении такой классификации в первую очередь должны быть отказы, возникающие вследствие технологического брака и нарушения нормальных условий эксплуатации. Затем отказы делятся на группы в зависимости от необходимости их учета при определении характеристик долговечности, безотказности и ремонтпригодности. Наличие такой классификации позволяет четко выделить массивы информации, подлежащие статистической обработке при определении показателей надежности. По результатам классификации составляются сводные перечни видов отказов [5, 11].

Надежность является комплексным свойством, включающим долговечность, безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость. Порядок выбора номенклатуры показателей, используемых для оценки надежности в зависимости от класса и назначения изделия, режима использования, условий ограничения длительности эксплуатации и доминирующих последствий отказов, изложен в работе [2]. Государственными стандартами устанавливаются способы определения показателей надежности [5, 7] и планирования объема наблюдений. Наибольшее распространение для исследования эксплуатационной надежности лесотранспортных машин получили законы распределения: экспоненциальный, нормальный, логарифмически-нормальный и Вейбулла.

Математические методы оценки показателей надежности по статистическим данным достаточно широко представлены в отечественной и зарубежной литературе [1, 2, 3, 9, 10]. При вычислении статистических оценок параметров законов распределения используются методы моментов; максимального правдоподобия и наименьших квадратов, а также методы, использующие «взвешивание» наблюдений, цензурирование, урезание и порядковые статистики.

Различные варианты метода, использующего «взвешивание» наблюдений, находят все большее распространение в связи с устойчивостью получаемых при этом статистических выводов по отношению к возможным отклонениям реального распределения исследуемой генеральной совокупности от постулируемого модельного.

Наличие априорной информации об оцениваемом параметре позволяет сопоставлять каждое возможное значение неизвестного параметра с вероятностной мерой его достоверности. Сведения об априорном вероятностном законе распределения оцениваемого параметра, позволяют существенно уточнить оценки, получаемые традиционными методами. Построение таких оценок осуществляется с помощью так называемого байесовского подхода. Применение байесовского оценивания ограничено тем, что задача обоснованного выбора априорного распределения весьма трудна и, по-видимому не имеет еще общего удовлетворительного решения [3].

Характерными особенностями эксплуатационных наблюдений являются: разновременность моментов начала использования машин; различия в интенсивности их эксплуатации; незапланированные прекращения наблюдений и др. Поэтому в результате эксплуатационных наблюдений получают, как правило, случайно усеченные выборки, способы обработки которых изучены слабо. В связи с этим стандартизация методов оценки параметров законов распределения невозможна. Требования практики привели к тому, что в отраслевых методических материалах, а также в отечественных и зарубежных литературных источниках [2, 3, 5, 8] предлагается ряд методов обработки усеченных выборок.

В работе [9] обоснована модель формирования многократно-усеченной выборки на базе анализа результатов эксплуатационных наблюдений за надежностью массовых тракторов. Охарактеризована степень влияния объема выборки, количества отказов, вида усекающей функции на оценке показателей надежности по результатам эксплуатационных наблюдений. Исследования проведены для случая, когда распределение наработок до отказа согласуется с двухпараметрическим распределением Вейбулла.

В качестве характеристик надежности единичного экземпляра изделия по рекомендуются показатели вида «установленная наработка», «установленный ресурс (срок службы)». При этом регламентируется минимальная наработка (ресурс, срок службы), в течение которой изделие в заданных условиях эксплуатации не должно иметь конструктивных и производственных отказов.

«Установленные» показатели в вероятностно-статистическом аспекте соответствуют параметрам сдвига распределений. А.И. Кубарев в работе [6] отмечает, что величина сдвига – один из показателей надежности изделий, незаслуженно забытый. Сдвиг распределения не математическая абстракция, а важнейший параметр, увеличения которого следует добиваться в процессе конструирования и доводки элементов массовых машин.

Наиболее широко при исследовании надежности машин используется универсальное распределение Вейбулла. Теоретические основы методов оценки параметров трехпараметрического распределения Вейбулла по полностью определенным и случайно-усеченным выборкам заложены в работах [2, 4]. Однако до настоящего времени не разработана практически реализуемая расчетная схема для оценки параметров трехпараметрического распределения Вейбулла по случайно усеченным выборкам.

Использование методов статистической обработки данных для определения показателей надежности сопряжено с большими объемами вычислений, что требует программной реализации этих методов на ЭВМ.

Рассмотренные выше системы сбора и обработки информации о надежности машин основаны на ее предварительном накоплении и последующем выборе необходимых данных для обработки с целью оценки конкретных показателей надежности.

В связи с этим наиболее перспективным представляется централизованный способ сбора и обработки информации, при котором первичные данные о работе и неисправностях изделий поступают непосредственно с объекта сбора на место окончательной обработки. Это повышает качество и оперативность прохождения информации и

служит предпосылкой для создания устройств сбора и обработки информации. Исходя из этого, основные принципы централизованного способа сбора и обработки информации сформулированы следующим образом:

сбор информации о надежности должен проводиться централизованно по единой системе;

система должна предусматривать применение средств вычислительной техники, автоматизирующих процесс учета, сбора и обработки информации о надежности.

В соответствии с этими принципами осуществляется сбор информации в условиях Централизованной системы управления производством ТО и ремонта автомобилей. В данном случае осуществляется подконтрольная эксплуатация всего подвижного состава лесопромышленного предприятия, что обеспечивает получение наиболее полной и достоверной информации о техническом состоянии лесотранспортных машин и выполненных технических воздействиях. Необходимость одновременного учета информации о надежности лесотранспортных машин и процессах ТО и ремонта обусловлена тем, что для управления надежностью в эксплуатации важно не только обеспечить работоспособность лесотранспортных машин, но и выполнять ремонтные работы в сжатые сроки, с высоким качеством и при низком уровне затрат.

Характерным для систем управления надежностью лесотранспортных машин за рубежом является комплексность подхода к обеспечению планируемого уровня их надежности. База для комплексного сбора, обработки и анализа информации о надежности лесотранспортных машин, поступающей от постоянных потребителей. Анализ причин несоответствия запланированного и достигнутого уровней надежности позволяет выполнять новые разработки и проводить модернизацию выпускаемых лесотранспортных машин с использованием принципа обратной связи по критерию качества выпускаемой продукции.

Лабораторией ЭВМ НИИ «Такасаго» фирмы «Мицубиси» разработана вычислительная система для анализа оперативной информации о надежности [9]. На основе использования эффективной базы технических данных разработан комплекс программ, которые путем обработки статистической информации об отказах осуществляют анализ их надежности. Структура системы «MERITS» представлена на рисунке 1.

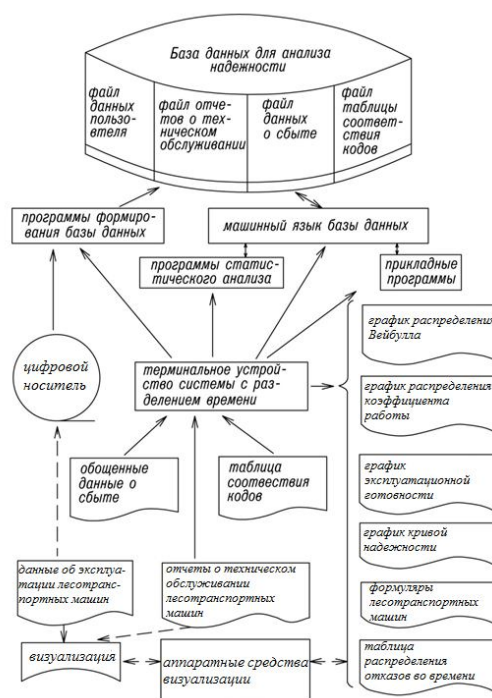


Рисунок 1 - Структура системы «MERITS».

В информационную базу ежемесячно вводят данные пользователей, содержащиеся в отчетах о техническом обслуживании и данные об их сбыте. Комплект математического обеспечения состоит из программ формирования информационной базы, с помощью которой осуществляют операции управления и поиска данных, комплекта программ статистического анализа и набора прикладных программ. Основным объемом входной информации используется для изменения файлов данных. В то же время исходные данные об отказах регулярно архивируются. На основе использования прикладных программ и программ для статистического анализа выходные данные формируются в выходные формы: график распределения Вейбулла, график распределения коэффициента работы, график эксплуатационной готовности, график кривой надежности, формуляры экскаваторов, у которых отказы возникали неоднократно, таблица распределения отказов во времени с классификацией по типам отказов.

В результате разработки системы «MERITS» обеспечено многоцелевое практическое использование эксплуатационных данных. Результаты анализа используют при проектировании и производстве машин, а также с целью совершенствования технического обслуживания. Благодаря использованию обработки данных современными техническими средствами значительно сокращены затраты ручного труда, достигнуто повышение эффективности управления данными за счет одновременного использования баз данных.

В результате анализа состояния вопроса установлено, что вероятностно-статистические методы прогнозирования эксплуатационной надежности лесотранспортных машин обеспечивают планирование по средним нормативам технических воздействий и связанных с ними материальных и трудовых ресурсов. Эти методы успешно применяются при эксплуатации машин массового и крупносерийного производства и ограничено используются при обеспечении работоспособности разномарочных парков, работающих в удалении от эксплуатационного предприятия. Это обуславливает необходимость использования индивидуального подхода к управлению эксплуатационной надежностью лесотранспортных машин, основанного на прогнозировании их технического состояния.

Анализ работ, посвященных прогнозированию изменения технического состояния лесотранспортных машин в эксплуатации показал, что методы индивидуального прогнозирования разработаны недостаточно и требуют для дальнейшего развития использования математического аппарата теории вероятностей, математической статистики, прикладного анализа случайных функций в сочетании с методами теории прочности, трения, износа и механики разрушения.

В настоящее время широкое применение распространение получают методы прогнозирования надежности, основанные на физико-математических моделях процессов, приводящих к отказам. Для механических систем такие модели строятся, как правило, в результате статистического исследования процессов изменения технического состояния элементов лесотранспортных машин в эксплуатации. При этом не всегда учитываются стохастические свойства этих процессов и недостаточно используются положения теории прочности и износа для анализа полученных зависимостей.

Анализ система сбора и обработки информации о надежности выявил, что учет и обработка данных об изменении технического состояния лесотранспортных машин в эксплуатации практически не ведется. Объясняется это с одной стороны тем, что в существующих системах документооборота технической службы эксплуатационных предприятий отсутствуют документы, позволяющие фиксировать информацию о техническом состоянии машин, при выполнении ТО и ремонта. С другой стороны, сбор и накопление сведений о надежности ведется, как правило, без использования современных информационных технологий обработки данных. Это не позволяет учитывать и

хранить полную информацию о техническом состоянии парка лесотранспортных машин.

Применение методов обработки данных о надежности машин связано с большими объемами вычислений. При статистическом анализе информации вычисления приходится выполнять многократно, поэтому работа с применением современных информационных систем эффективна.

Библиографический список

1. Кондрашова Е.В. Исследование чувствительности затрат на создание, реновацию и техническую эксплуатацию парка сельскохозяйственных машин к изменениям значений их срока службы / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 160-162.
2. Кондрашова Е.В. Модель оптимизации стратегии пополнения, обновления, модернизации и ремонта парка сельскохозяйственных машин / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 163-168.
3. Кондрашова Е.В. Оптимизация параметров управления состоянием элементов сельскохозяйственной машины / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 157-159.
4. Умаров М.М. Применение цифровых моделей местности для трассирования лесных автомобильных дорог / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 2 (362). С. 58-69.
5. Умаров М.М. Расчет плановых элементов клотоидной трассы, подобранной на стереомодели местности / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 4 (364). С. 97-106.
6. Чернышова Е.В. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог // Е.В. Чернышова и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117-127.
7. Яковлев К.А. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / К.А. Яковлев и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2015. № 4 (47). С. 80-86.
8. Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points / E.V. Chernyshova and other // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. T. 726. С. 654-667.
9. Chernyshova E.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / E.V. Chernyshova and other // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. T. 12. № 2. С. 511-515.
10. Logoida V.S. Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines / V.S. Logoida and other // International Journal of Engineering and Advanced Technology . 2019. T. 8. № 5. С. 2178-2183.
11. Menzhulova A.S. Method of individual forecasting of technical state of logging machines / A.S. Menzhulova and other // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042056.
12. Mogutnov R.V. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / R.V. Mogutnov and other // Journal of Physics: Conference Series. 2018. T. 1015. С. 032069.
13. Курьянов В.К. Эксплуатационные документы систем моделирования процессов функционирования дороги в рабочем проекте первой очереди САПР АД /

В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников, Д.Н. Афоничев // Рациональное использование лесных ресурсов: Матер. междунар. научн.-практ. конф. / МарГТУ. – Йошкар-Ола, 2001. – С. 178–182.

14. Чубов Н.И. Стабилизация устойчивости колесных лесовозных автомобильных дорог / Н.И. Чубов, В.К. Курьянов, Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ВГЛТА, 1995. – 173 с. – Деп. в ВИНТИ 20.12.95, № 3417-B95.

15. Афоничев Д.Н. Обоснование протяженности лесовозного уса / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2011. – № 3. – С. 85–88.

УДК 630.383

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Логойда В.С., к.т.н., преподаватель

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Болтнев Д.Е., экстерн

Саблин С.Ю., экстерн

Мацнев М.В., экстерн

Воронежский государственный университет инженерных технологий

Аннотация: В статье представлена разработка метода индивидуального прогнозирования технического состояния лесотранспортных машин.

Abstract: The article presents the development of a method of individual forecasting of the technical condition of forest vehicles.

Ключевые слова: прогнозирование, методика, машина, износ, исследование.

Keywords: forecasting, technique, machine, wear, research.

Общая методика исследования (рисунок 1) определяет последовательность решения задач для достижения поставленной цели и условно делится на четыре этапа. Анализ состояния вопроса (этап 1) показал, что дальнейшее совершенствование методов управления надежностью требует принципиально нового подхода учитывающего возрастной состав и структура парка лесотранспортных машин, а также особенности конструкций и условия эксплуатации. Основой такого подхода может быть индивидуальное прогнозирование технического состояния лесотранспортных машин, что создает научную базу для решения задач календарного планирования ТО и ремонта, управления запасами, оптимального оперативного планирования процессов подготовки производства ТО и ремонта. Это, в конечном счете, позволит значительно снизить затраты на обеспечение работоспособности парков машин, а также сократить простои по техническим причинам.

Основным содержанием второго этапа является разработка метода индивидуального прогнозирования технического состояния лесотранспортных машин. Для исследования закономерностей изменения технического состояния элементов конструкций лесотранспортных машин в эксплуатации необходимо разработать стохастическую модель, учитывающую физическую природу процессов разрушения, технологию изготовления и условий эксплуатации. Для определения параметров случайных процессов применения технического состояния и временных характеристик процессов восстановления работоспособности лесотранспортных машин требуется разработать методику

статистического анализа информации о надежности лесотранспортных машин в режиме диалога с информационной системой.



Рисунок 1 - Общая методика исследования

На третьем этапе с использованием разработанной методики необходимо выполнить:

проверку адекватности стохастической модели реальным процессам изменения технического состояния элементов лесотранспортных машин в эксплуатации;

анализ работоспособности методики прогнозирования показателей надежности элементов лесотранспортных машин на основе моделирования процессов их разрушения;

экспериментальное исследование работоспособности метода индивидуального прогнозирования технического состояния лесотранспортных машин в эксплуатации.

С целью изучения состояния вопроса на практике, проверки эффективности и разработки рекомендаций для последующей реализации результатов исследования требуется:

выполнить анализ системы ТО и ремонта парка лесотранспортных машин;

выявить причины и оценить продолжительность сверхнормативных простоев лесотранспортных машин в ремонтах.

В результате теоретического и экспериментального исследования (этап 4) необходимо:

разработать общую методику индивидуального прогнозирования технического состояния лесотранспортных машин;

оценить точность метода индивидуального прогнозирования отказов элементов лесотранспортных машин в эксплуатации;

разработать технологию формирования информационной базы для реализации индивидуального прогнозирования технического состояния лесотранспортных машин.

Расчет экономической эффективности должен быть выполнен с учетом экспериментальной оценки эффекта от внедрения управления эксплуатационной надежностью лесотранспортных машин, основанного на индивидуальном прогнозировании, и затрат на внедрение результатов исследования.

При разработке метода индивидуального прогнозирования исходным явилось положение о том, что в любой момент времени техническое состояние лесотранспортных машин может быть охарактеризовано набором параметров $X(t_i) = \{X_{1j}, X_{2j}, X_{3j}, \dots, X_{mj}\}$, определяющих состояние ее отдельных элементов ($i=1, 2, \dots, m$). Техническое состояние лесотранспортной машины изменяется в результате случайного действия большого количества эксплуатационных факторов, (например, условий и режимов работы, качества выполнения ТО и ремонта, квалификации оператора и др.). Поэтому законы изменения выходных параметров $X_i(t)$ формируются вследствие протекания случайных процессов разрушения элементов конструкций лесотранспортных машин.

Для прогнозирования поведения лесотранспортных машин в эксплуатации и выбора оптимальных решений по техническому обслуживанию и ремонту желательно было бы иметь непосредственные зависимости протекания процессов разрушения во времени. Однако сложность явления не позволяет в настоящее время получать эмпирические закономерности развития того или иного процесса разрушения. Это приводит к необходимости учета неопределенности, имеющей место в реальных условиях эксплуатации, путем привлечения современных методов статистического анализа и прикладной теории случайных функций.

Процесс изменения технического состояния лесотранспортных машины может быть представлен как случайный вектор-процесс $X(t)$, т.е. в виде матрицы случайных значений параметров, характеризующих техническое состояние отдельных элементов ($i=1, 2, \dots, m$) в дискретные моменты времени ($t_j = t_{j-1} + \Delta t, j=1, 2, \dots, n$):

$$X(t) = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mj} & \dots & X_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

где m – количество элементов, лимитирующих надежность лесотранспортных машин; n – количество измерений значений процесса изменения технического состояния лесотранспортной машины.

При этом работоспособность лесотранспортной машины рассматривается как такое множество состояний G , определяемых наборами случайных значений параметров $X_j = \{X_{1j}, X_{2j}, X_{3j}, \dots, X_{mj}\}^T$, при которых отказа не происходит. Другими словами, принадлежность конкретного состояния X_j множеству $G (X_j \in G)$ означает, что лесотранспортная машина в момент времени t_j работоспособна. Границы множества G определяются предельно допустимыми значениями параметров $X^n = \{X_1^n, X_2^n, \dots, X_m^n\}^T$. Выход любого параметра $X_i(t)$ за границу множества G означает отказ i -го элемента лесотранспортной машины.

Задача индивидуального прогнозирования технического состояния лесотранспортных машин заключается в определении моментов времени t^k , в которые произойдет выход за границу множества G хотя бы одного из параметров $X_i(t)$, т.е. когда выполняется условие (рисунок 2).

$$Xi(t) \leq X_i^n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Основной причиной отказов лесотранспортных машин в эксплуатации являются различные процессы разрушения, приводящие к необратимым изменениям в элементах конструкций. Эти изменения порождаются износом, накоплением деформаций и усталости, коррозией, диффузией одного материала в другой и т.д. В одной лесотранспортной машине и даже в одном элементе конструкции эти процессы налагаются, взаимодействуют и в конечном счете, вызывают изменение параметров, характеризующих техническое состояние. Поэтому величина параметра технического состояния i – го элемента лесотранспортной машины в момент времени t_j может определяться по выражению:

$$X_{ij} = X_{i0} + \sum_{k=1}^j \varphi_i(t_k) \Delta t, \quad (3)$$

где X_{i0} – начальное значение параметра; $\varphi_i(t_k)$ – значение случайной функции скорости процесса изменения технического состояния i – го элемента конструкции на k -ом интервале.

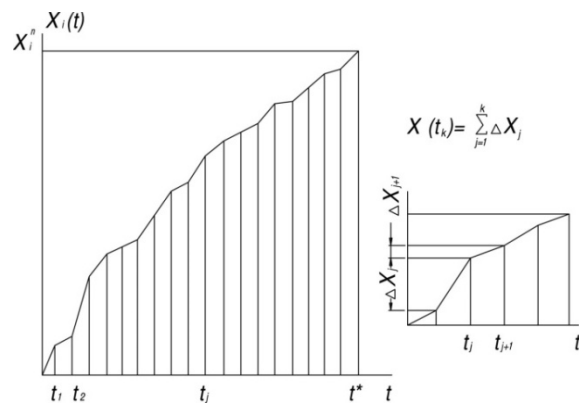


Рисунок 2 - Реализация процесса изменения параметра технического состояния.

При разработке метода индивидуального прогнозирования использованы следующие теоретические предпосылки.

Скорость изменения каждого параметра технического состояния $\varphi_i(t_k)$ представляет собой случайный процесс, который может быть описан выражением:

$$\varphi_i(t) = V_i(t) * \rho_i(t), \quad (4)$$

где $V_i(t)$ – некоторая детерминированная функция; $\rho_i(t)$ – случайный процесс, обладающий свойством стационарности. Это означает, что математическое ожидание процесса $M[\rho_i(t)]$ не зависит от t , а корреляционная функция $R(t-S)$ зависит лишь от разности $t-S$ (рисунок 2.3). Такое представление скорости изменения параметра технического состояния достаточно реально для большинства элементов лесотранспортных машин (около 80%), отказы которых связаны с износом. При этом процесс износа обладает свойством сильного перемешивания, т.е. асимптотической независимостью приращений износа.

Изменение величины каждого параметра технического состояния $\Delta X_{ij} = X_{ij+1} - X_{ij}$ ($j=1, 2, \dots, n$) за равные промежутки времени Δt , является случайным процессом, который может быть представлен в виде

$$\Delta X_i(t) = \varphi_i(t) \Delta t = V_i(t) * \rho_i(t) * \Delta t. \quad (5)$$

Этот случайный процесс, в свою очередь, может быть преобразован, путем деления правой и левой части на детерминированную функцию $V_i(t)$, к стационарному виду:

$$\Delta Z_i(t) = \frac{\Delta X_i(t)}{V_i(t)} = \rho_i(t) \Delta t \quad (6)$$

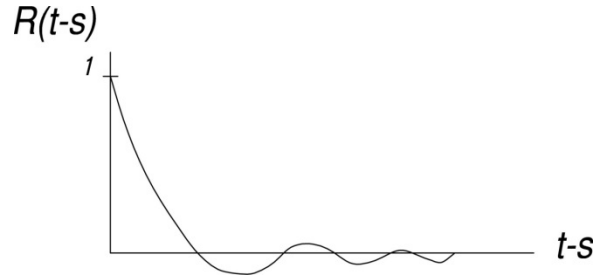


Рисунок 3 - Принципиальная схема поведения нормированной корреляционной функции случайного процесса при наличии свойства сильного перемешивания.

Соответственно, в целом вектор-процесс $X(t)$ может быть также преобразован к стационарному виду

$$\Delta Z(t) = \begin{pmatrix} \Delta Z_{11} & \Delta Z_{12} & \dots & \Delta Z_{1j} & \dots & \Delta Z_{1n} \\ \Delta Z_{21} & \Delta Z_{22} & \dots & \Delta Z_{2j} & \dots & \Delta Z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta Z_{i1} & \Delta Z_{i2} & \dots & \Delta Z_{ij} & \dots & \Delta Z_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta Z_{m1} & \Delta Z_{m2} & \dots & \Delta Z_{mj} & \dots & \Delta Z_{mn} \end{pmatrix} \quad (7)$$

где

$$\Delta Z_{ij} = \frac{x_{ij+1} - x_{ij}}{v_{ij}} \quad (8)$$

В качестве следующей теоретической предпосылки использована известная теория академика А.Н. Колмогорова о возможности представления некоторого будущего значения стационарного случайного процесса в виде линейной комбинации предыдущих значений этого процесса. При этом можно использовать в целях прогноза данные предыдущих предсказаний;

$$\Delta Z_{i,n+1}^* = \sum_{l=0}^{p-1} \Delta Z_{i,n-l} * a_{i,l+1} + \sum_{l=0}^{g-1} \Delta Z_{i,l+1}^* * b_{i,l+1}, \quad (9)$$

где p – число используемых последних наблюдений; g – число используемых предыдущих прогнозов.

Последняя предпосылка заключается в том, что изменения в одном их процессов $\Delta X_i(t)$ могут быть объяснены изменениями в других составляющих вектора $X(t)$, в прошлые моменты времени. Другими словами, предполагается наличие корреляции между процессами $\Delta Z_i(t)$. Это предположение, как правило, справедливо для процессов изменения выходных параметров, обусловленных наносов элементов машин. Например, скорость изнашивания шатунных подшипников коленчатого вала двигателя существенно зависит от величины зазора в коренных подшипниках. Наличием такого рода свойств объясняется использование в прогнозе $\Delta Z_i^*(t)$ статистических данных по другим процессам вектора $\Delta Z(t)$, т.е. методики многомерного прогнозирования.

$$\Delta Z_{i,n+1}^* = \sum_{k=1}^m \sum_{l=0}^{p-1} \Delta Z_{k,n-l} * a_{i,k,l+1} + \sum_{k=1}^m \sum_{l=0}^{g-1} \Delta Z_{k,n-l}^* * b_{i,k,l+1} \quad (10)$$

В матричной форме это выражение будет иметь вид:

$$\Delta Z_{i,n+1}^* = [\Delta Z^T \quad \Delta Z^{*T}] * \begin{bmatrix} A_i \\ B_i \end{bmatrix}, \quad (11)$$

где $A_i = \{A_{i1}^T, \dots, A_{im}^T\}$ $A_{ik}^T = \{a_{ik1}, \dots, a_{ikp}\}$

$B_i = \{B_{i1}^T, \dots, B_{im}^T\}$ $B_{ik}^T = \{b_{ik1}, \dots, b_{ikg}\}$

$$\Delta Z^T = \{\Delta Z_1, \dots, \Delta Z_m\} \quad \Delta Z_k = \{\Delta Z_{kn}, \Delta Z_{kn-1}, \dots, \Delta Z_{kn-p+1}\}^T$$

$$\Delta Z^{*T} = \{\Delta Z_1^*, \dots, \Delta Z_m^*\} \quad \Delta Z_k^* = \{\Delta Z_{kn}^*, \Delta Z_{kn-1}^*, \dots, \Delta Z_{kn-g+1}^*\}^T \quad (12)$$

В последних выражениях введены тройные индексы, например,

a_{1kj} – это коэффициент при j – й наблюдаемой величине k -го составляющего процесса в уравнении прогноза i – го составляющего процесса.

Оценки коэффициентов $C_i = [A_i | B_i]^T$ находятся методом наименьших квадратов

$$\sum_{j=0}^l (\Delta Z_{in-j} - \Delta Z_{in-j}^*)^2 \rightarrow \min \quad (13)$$

При этом используется система уравнений

$$\overline{\Delta Z}_i^* = \sum_k ||\Delta Z||_k A_{ik} + \sum_k ||\Delta Z^*||_k B_{ik}. \quad (14)$$

Система условных уравнений такого вида составляется на основе статистического материала с применением метода скользящего интервала и имеет обозначение

$$\overline{\Delta Z}_i^* = \{\Delta Z_{in}^*, \Delta Z_{in-1}^*, \dots, \Delta Z_{in-l+1}^*\}^T \quad (15)$$

При практических расчетах необходимо соблюдение условия

$$l \gg m(p-g), \quad (16)$$

являющегося выражением закона больших чисел применительно к решаемой задаче.

Информационные матрицы в уравнении (14) имеют вид:

$$||\Delta Z|| = \begin{bmatrix} \Delta Z_{kn-1} & \Delta Z_{kn-2} & \dots & \Delta Z_{kn-p} \\ \Delta Z_{kn-2} & \Delta Z_{kn-3} & \dots & \Delta Z_{kn-p-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta Z_{kn-l} & \Delta Z_{kn-l-1} & \dots & \Delta Z_{kn-l-p+1} \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$||\Delta Z^*|| = \begin{bmatrix} \Delta Z_{kn-1}^* & \Delta Z_{kn-2}^* & \dots & \Delta Z_{kn-q}^* \\ \Delta Z_{kn-2}^* & \Delta Z_{kn-3}^* & \dots & \Delta Z_{kn-q-1}^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta Z_{kn-l}^* & \Delta Z_{kn-l-1}^* & \dots & \Delta Z_{kn-l-q+1}^* \end{bmatrix} \quad (18)$$

Сокращенная запись уравнений (14) в матричной форме принимает вид

$$\overline{\Delta Z}_i^* = [||\Delta Z|| : ||\Delta Z^*||] \begin{bmatrix} A_i \\ B_i \end{bmatrix}. \quad (19)$$

Составим нормальные уравнения, получаем систему для определения искомых коэффициентов:

$$C_i = (\{\Delta Z\}^T \{\Delta Z\})^{-1} \{\Delta Z\}^T \overline{\Delta Z}_i, \quad (20)$$

где $\{\Delta Z\} = [\Delta Z | \Delta Z^*]$ – блочная информационная матрица размерности $l * m(p+g)$;

$\overline{\Delta Z}_i = \{\Delta Z_{in}, \dots, \Delta Z_{in-l+1}\}^T$ – вектор-столбец, полученный по последним наблюдениям процесса $X_i(t)$.

Найденные по выражению (20) коэффициенты $C_i = [A_i | B_i]^T$ используются для прогноза i -й составляющей вектор-процесса $\Delta Z(t)$ в уравнении (10). Для прогноза других составляющих процедура определения коэффициента аналогична.

Таким образом, индивидуальное прогнозирование технического состояния машины заключается в оценке значений вектор-процесса $X^*(t)$ на будущие моменты времени $t_{n+1}, t_{n+2}, \dots$ и выявления ситуаций, когда хотя бы для одного из составляющих процесса $X^*(t)$ выполняется условие:

$$X_{in+l}^* = X_{in} + \sum_{k=1}^l \Delta Z_{in+k} V_{in+k} \geq X_i^n \quad (21)$$

где $i=1, 2, \dots, m$.

При этом прогнозируемый момент отказа i -го элемента машины определяется по формуле:

$$t^* = t_n + l \Delta t. \quad (22)$$

В настоящее время, как правило, не ведется учет информации об изменении параметров технического состояния машин в эксплуатации, вследствие этого определить исходный вектор-процесс $X(t)$ не представляется возможным. Поэтому на первом этапе предполагается определить его путем статистического моделирования и оценить коэффициенты прогноза. Затем, используя информацию, получаемую по каждой машине при выполнении ТО и ремонта, уточнять коэффициенты прогноза, т.е. решать задачу индивидуального прогнозирования адаптивным путем.

Построению модели, оценивающей возможность возникновения отказа, требует знания закономерностей изменения параметров технического состояния машин в экс-

плуатации. Для исследования закономерностей возникла необходимость разработки стохастической модели, учитывающей существо физических процессов разрушения элементов конструкций машин, технологию их изготовления, стохастические и деградационные свойства параметров технического состояния, а также условия и режимы работы.

Библиографический список

1. Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points / E.V.Chernyshova and other// Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 726. С. 654-667.
2. Chernyshova E.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / E.V. Chernyshova and other // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Т. 12. № 2. С. 511-515.
3. Logoida V.S. Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines / V.S. Logoida and other //International Journal of Engineering and Advanced Technology . 2019. Т. 8. № 5. С. 2178-2183.
4. Menzhulova A.S. Method of individual forecasting of technical state of logging machines / A.S. Menzhulova and other // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042056.
5. Mogutnov R.V. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / R.V. Mogutnov and other // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Т. 1015. С. 032069.
6. Кондрашова Е.В. Исследование чувствительности затрат на создание, реновацию и техническую эксплуатацию парка сельскохозяйственных машин к изменениям значений их срока службы / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 160-162.
7. Кондрашова Е.В. Модель оптимизации стратегии пополнения, обновления, модернизации и ремонта парка сельскохозяйственных машин / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 163-168.
8. Кондрашова Е.В. Оптимизация параметров управления состоянием элементов сельскохозяйственной машины / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 157-159.
9. Умаров М.М. Применение цифровых моделей местности для трассирования лесных автомобильных дорог / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 2 (362). С. 58-69.
10. Умаров М.М. Расчет плановых элементов клотоидной трассы, подобранной на стереомодели местности / М.М.Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 4 (364). С. 97-106.
11. Чернышова Е.В. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог // Е.В. Чернышова и др. //Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117-127.
12. Яковлев К.А. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / К.А. Яковлев и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2015. № 4 (47). С. 80-86.
13. Курьянов В.К. Эксплуатационные документы систем моделирования процессов функционирования дороги в рабочем проекте первой очереди САПР АД / В.К. Курьянов, А.В. Скрыпников, Д.Н. Афоничев // Рациональное использование лес-

ных ресурсов: Матер. междунар. научн.-практ. конф. / МарГТУ. – Йошкар-Ола, 2001. – С. 178–182.

14. Чубов Н.И. Стабилизация устойчивости колеяных лесовозных автомобильных дорог / Н.И. Чубов, В.К. Курьянов, Д.Н. Афоничев. – Воронеж: ВГЛТА, 1995. – 173 с. – Деп. в ВИНТИ 20.12.95, № 3417-В95.

УДК 630.383

РАЗРАБОТКА СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕГРАДАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Логойда В.С., к.т.н., преподаватель

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Болтнев Д.Е., экстерн

Саблин С.Ю., экстерн

Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж, Россия

Букреев В.Ю., аспирант

Дрыга И.А., аспирант

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье представлена разработка стохастической модели деградации параметров технического состояния элементов машин при эксплуатации.

Abstract: The article presents the development of a stochastic model of degradation parameters of the technical condition of machine elements in operation.

Ключевые слова: модель, процесс разрушения, изнашивание, механизм.

Keywords: model, fracture process, wear, mechanism.

В основу разработки стохастической модели положена гипотеза о том, что законы изменения выходных параметров во времени $X(t)$ формируется под влиянием протекания случайных процессов разрушения элементов конструкций лесотранспортных машин при их эксплуатации. Для элементов лесотранспортных машин и механизмов наиболее характерны процессы, протекающие при контакте сопряженных поверхностей, т.е. разнообразные процессы износа, приводящие к изменению зазора, коэффициента трения и других параметров сопряжения. Поскольку процессы разрушения носят необратимый характер, то величина параметра технического состояния в момент времени t может определяться выражением [1-4]:

$$X(t) = X_0 + \int_0^t \varphi(t) dt, \quad (1)$$

где X_0 – начальное значение параметра, определяемое технологией изготовления; $\varphi(t)$ – случайная функция скорости процесса разрушения.

Таким образом, в модели учитываются деградиционные свойства параметров технического состояния и технология изготовления элементов конструкции машин.

Скорость процесса разрушения может быть представлена как функция ряда входных параметров $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ и времени t . Такие зависимости получают в результате исследования физико-химических закономерностей явления разрушения материалов:

$$\frac{dX}{dt} = \varphi(Y_1, Y_2, \dots, Y_n, t). \quad (2)$$

Параметры Y_i характеризуют условия эксплуатации (нагрузки, скорости, температура и др.), состояние материала, из которого изготовлены элементы конструкций,

(твердость, прочность, качество поверхности и т.д.) и другие факторов, влияющие на протекание процессов разрушения. Однако даже при наличии функциональной зависимости вида (2) нельзя точно предсказать, как будет протекать процесс разрушения, т.к. сами аргументы Y_i являются случайными величинами. Объясняется это тем, что при эксплуатации машин происходят непредвиденные колебания нагрузок, скоростей, температур, степени загрязнения поверхностей, а элементы конструкций могут быть выполнены с различными допусками на технологические параметры (точность, однородность материала и др.) [5-9].

Современная теория прочности и износа дает для различных материалов функциональные зависимости вида (2), полученные, как правило, в результате испытаний стандартных образцов, а не конкретных элементов конструкций машин. Поэтому закономерности процессов разрушения элементов машин в эксплуатации приходится оценивать на основе статистики наблюдений за изменением параметров технического состояния. Если предположить, что значение параметра технического состояния определенного элемента машины непрерывно фиксируется в течение эксплуатации имеет свою конкретную реализацию деградации параметра, а множество всех реализаций образует случайный процесс:

$$X(t) = \{X_1(t), X_2(t), \dots, X_N(t)\}, \quad (3)$$

где N – количество элементов определенного типа, за которыми ведется наблюдение.

Основной характеристикой случайного процесса является зависимость математического ожидания от времени:

$$\bar{X}(t) = \bar{X}_0 + \int_0^t \bar{\varphi}(t) dt, \quad (4)$$

где $\bar{X}_0$ – математическое ожидание начального значения параметра;

$\bar{\varphi}(t)$ – математическое ожидание скорости процесса изменения параметра.

Важной характеристикой случайного процесса является частные распределения, дающие распределение значений процесса $X(t)$ в k различных моментах времени:

$$F[X(t_k)] = P\{X(t_k) < X\} \quad (5)$$

Использование частных распределений обеспечивает учет стохастических свойств параметров технического состояния, в результате чего модель деградации принимает вид (рисунок 1).

$$f[X(t)] = F_d\{f(X_0), f[\varphi(t)]\}, \quad (6)$$

где $f[X(t)]$ – плотность распределения значений параметра технического состояния при наработке t ; $f(X_0)$ – плотность распределения начального значения параметра; $f[\varphi(t)]$ – плотность распределения случайных значений скорости процесса разрушения в момент времени t .

Стохастическая модель является удобным способом представления всего множества реализаций процесса изменения параметра технического состояния определенного типа элементов конструкций машин. Она позволяет устанавливать связи между входными и выходными параметрами, на основе кибернетического подхода, что дает возможность изучать и управлять процессами, полная информация о которых отсутствует.

Таким образом, стохастическую модель можно рассматривать как инструмент для исследования процессов, приводящих к отказам элементов конструкций лесотранспортных машин в эксплуатации. При этом принципиально изменяется стратегия эксперимента. В эксперимент вносится концепция случая. Благодаря этому множество мешающих факторов, которые прежде необходимо было стабилизировать путем рандомизации, превращаются в случайные величины, влияние которых поддается учету и контролю методами статистического анализа.

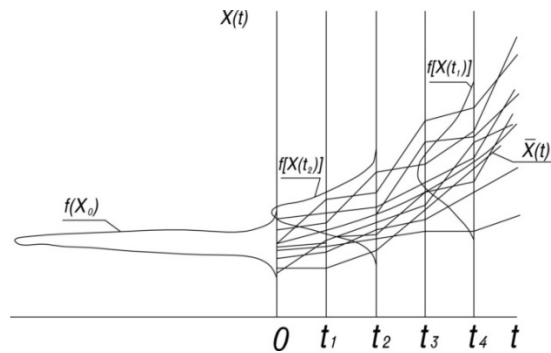


Рисунок 1 - Стохастическая модель деградации параметра технического состояния.

Таким образом, стохастическую модель можно рассматривать как инструмент для исследования процессов, приводящих к отказам элементов конструкций лесотранспортных машин в эксплуатации. При этом принципиально изменяется стратегия эксперимента. В эксперимент вносится концепция случая. Благодаря этому множество мешающих факторов, которые прежде необходимо было стабилизировать путем рандомизации, превращаются в случайные величины, влияние которых поддается учету и контролю методами статистического анализа.

В общем виде задача исследования закономерностей, приводящих к отказам элементов конструкций лесотранспортных машин в эксплуатации, с помощью стохастической модели может быть сформулировано следующим образом. Известны распределение начальных значений параметра - $f(X_0)$ и одно из частых распределений значений параметра $f[X(t)]$. Необходимо определить характер процесса изменения технического состояния определенного типа элементов машин в эксплуатации [10-11].

Моделированию должен предшествовать анализ физической природы явлений, приводящих к изменению параметра. Предварительный анализ предполагает выделение основных факторов, определяющих динамику процесса и формирование гипотезы о виде зависимости $\bar{X}(t)$, а также изучение условий эксплуатации и режимов нагрузок с целью априорной оценки степени рассеивания реализаций процесса относительно математического ожидания.

Наиболее характерным видом повреждений большинства лесотранспортных машин и механизмов является износ, возникающий при трении сопряженных поверхностей. Износ сопровождается, как правило, коррозией и является сложным физико-химическим процессом, изучению которого посвящена обширная отечественная и зарубежная литература. Во многих из этих работ приводятся типовые закономерности протекания процессов изнашивания во времени. В последние годы появились работы, в которых представлены результаты статистического исследования динамики процессов изнашивания для различных элементов конструкций машин. Наличие такого рода информации позволяет достаточно точно задать первоначальный вид зависимостей математического ожидания процесса от времени $\bar{X}(t)$. В ходе моделирования вид зависимостей может уточняться.

Рассеивание реализаций процесса разрушения при изнашивании может быть вызвано: различиями в механических свойствах поверхностей трения, различиями условий их контакта, изменениями количества и свойств смазки, колебаниями величины нагрузки, изменениями условий охлаждения изнашиваемых поверхностей, колебаниями свойств абразива при абразивном изнашивании, изменениями степени агрессивности среды при коррозионном изнашивании.

Рассеивание реализации процесса усталостного разрушения в значительной степени обусловлено поликристаллическим неоднородным строением металлов. Источниками усталостного разрушения являются наиболее слабые места материала, распре-

деление по его объему, преимущественно в зонах концентрации напряжений, определяемых формой детали, ее короблением, повреждениями поверхности, наличием остаточных напряжений, технологическими дефектами и т.п.

Одной из причин рассеивания реализаций процесса, как при усталостном разрушении, так и при изнашивании, являются различные сочетания размеров и погрешностей изготовления многочисленных деталей, составляющих сложный агрегат, что приводит к колебаниям величин и расположения поверхностей контакта.

В результате предварительного анализа явления рассеивания реализаций формируется гипотеза о наиболее вероятном характере протекания процесса изменения технического состояния конкретного вида элементов лесотранспортных машин в эксплуатации и определяются исходные данные для моделирования. В качестве характеристики степени рассеивания реализаций может использоваться коэффициент вариации случайных значений скорости процесса разрушения

$$V = \sqrt{\frac{\Gamma + (1 + \frac{2}{b\varphi})}{\Gamma + (1 + \frac{1}{b\varphi})^2}} - 1, \quad (7)$$

где $b\varphi$ – параметр формы частных распределений скорости процесса разрушения $f[\varphi(t)]$.

Изменение параметра моделируется как случайный процесс накопления повреждений с дискретным временем, т.е. формула (1) преобразуется к виду:

$$X(t_j) = X_0 + \sum_{k=1}^j \varphi(t_k) \Delta t, \quad (8)$$

где $\varphi(t_k)$ – случайное значение скорости процесса разрушения на K -ом интервале; Δt – ширина интервала.

Каждой реализации процесса деградации параметра $X_i(t)$ соответствует линейная последовательность случайных значений скорости разрушения:

$$\varphi_i(t) = \{ \varphi_i(t_1), \varphi_i(t_2), \dots, \varphi_i(t_M) \}, \quad (9)$$

а в целом процессу – матрица

$$\varphi(t) = \begin{bmatrix} \varphi_1(t_1) & \varphi_1(t_2) & \dots & \varphi_1(t_i) & \dots & \varphi_1(t_M) \\ \varphi_2(t_1) & \varphi_2(t_2) & \dots & \varphi_2(t_i) & \dots & \varphi_2(t_M) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varphi_i(t_1) & \varphi_i(t_2) & \dots & \varphi_i(t_i) & \dots & \varphi_i(t_M) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varphi_N(t_1) & \varphi_N(t_2) & \dots & \varphi_N(t_i) & \dots & \varphi_N(t_M) \end{bmatrix} \quad (10)$$

Изменение скорости разрушения во времени представляет собой случайный процесс, характеризующийся частными распределениями:

$$f[\varphi(t)] = \{ f[\varphi(t_1)], f[\varphi(t_2)], \dots, f[\varphi(t_M)] \}, \quad (11)$$

которые при моделировании аппроксимируются универсальным двухпараметрическим законом распределения Вейбулла

$$f[\varphi(t_j)] = \frac{b_\varphi}{a_\varphi} \left[\frac{\varphi(t_j)}{a_\varphi} \right]^{b_\varphi - 1} \text{EXP} \left\{ - \left[\frac{\varphi(t_j)}{a_\varphi} \right]^{b_\varphi} \right\} \quad (12)$$

Проверку степени адекватности стохастической модели реальному процессу деградации параметра технического состояния предлагается осуществлять по критерию, характеризующему близость между статистическими законами распределения, построенными по эмпирическим данным $f_3[X(t)]$ и по результатам стохастического моделирования $f_m[X(t)]$.

$$\varepsilon = \int_{-\infty}^{\infty} |f_3[X(t)] - f_m[X(t)]| dX(t) \quad (13)$$

Создание абсолютно адекватной модели практически невозможно говорить только о степени близости стохастической модели и реального процесса деградации параметра технического состояния. При этом модель считается адекватной, если мера

близости не превышает заданной величины ε^* , количественно определяемой областью применения модели и степени значимости получаемых расчетных результатов.

Эмпирические частные распределения получают, как правило, по результатам разовых исследований, то есть в условиях отсутствия информации о возможных заменах деталей в эксплуатации. В связи с этим стохастическое моделирование предполагает учет возможных замен деталей при наработках, меньших периода моделирования.

Важным моментом при этом является задание критериев предельного состояния X^n . Выбор критерия может осуществляться либо по результатам экспериментального исследования, либо в результате анализа полученных при моделировании реализации процесса деградации параметра с позицией лежащих в его основе механизмов разрушения.

Степень рассеивания реализации процесса разрушения определяется при моделировании путем вычисления последовательных приближений значения параметра формы b_φ , частных распределений скорости $f[\varphi(t)]$. Значение параметра b_φ , при котором выполняется условие $\varepsilon \leq \varepsilon^*$, принимается в качестве расчётного для определения степени рассеивания реализаций процесса деградации параметра по формуле (7).

Стохастическая модель деградации параметра технического состояния может быть использована для установления связей между детерминированными моделями физики отказов и статистическими показателями надежности элементов конструкций лесотранспортных машин (рисунок 2), при этом задача может формулироваться различными образом.

В случае если известны плотность распределения начального значения параметра $f(X_0)$, зависимость математического ожидания процесса деградации параметра от наработки $\bar{X}(t)$ и его частные распределения $f[X(t)]$, то стохастическая модель может быть использована для прогнозирования показателей надежности. При этом на первом этапе в результате моделирования процесса деградации параметра выполняют проверку адекватности реальному процессу по формуле (13) и определяют степень рассеивания реализаций по формуле (7). На втором этапе моделируют процесс деградации параметра до предельного состояния, получают выборку $\{t_i\}_N$, определяют по ней закон распределения наработки до отказа и оценивают прогнозируемые показатели надежности.

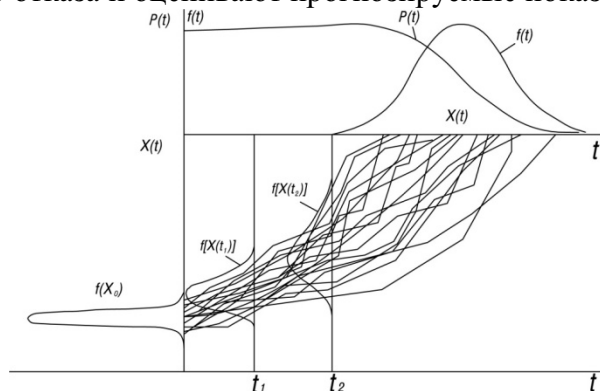


Рисунок 2 - Установление связей между моделями физики отказов и статистическими характеристиками надёжности.

В случае известных зависимости математического ожидания процесса изменения параметра от времени $\bar{X}(t)$ и законе распределения наработки до отказа $f_b(t)$ определенного виде элементов машин в эксплуатации, требуется определить свойства реализаций процесса и степень их рассеивания, т.е. частные распределения $f[X(t)]$ и коэффициент вариации скорости разрушения V_φ .

При решении этой задачи также моделируется процесс деградации параметра технического состояния.

По заданным критериям предельного состояния для каждой реализации выявляется момент наступления отказа t_i . В результате статистического анализа сформированной таким образом выборки $\{t_i\}_N$ определяется закон распределения наработки до отказа $f_m(t)$. Проверка адекватности производится по формуле

$$\varepsilon = \int_0^{\infty} |f_m(t) - f_b(t)| dt \leq \varepsilon^* \quad (14)$$

При выполнении этого условия определяется степень рассеивания реализации процесса деградации параметра по формуле (7) и частные распределения $f[X(t_1)]$, $f[X(t_2)]$ и т.д. Такая задача решается при определении исходного вектор-процесса для индивидуального прогнозирования технического состояния лесотранспортных машин в эксплуатации.

Для исследования стохастических свойств показателей, входящих в модель деградации параметров технического состояния элементов лесотранспортных машин, а также для обработки эксплуатационной информации о надежности и результатов моделирования необходимо разработать методику обработки и статистического анализа данных в режиме диалога с информационной системой [12].

Библиографический список

1. Logoida V.S. Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines / V.S. Logoida and other // International Journal of Engineering and Advanced Technology . 2019. Т. 8. № 5. С. 2178-2183.
2. Mogutnov R.V. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / R.V. Mogutnov and other // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Т. 1015. С. 032069.
3. Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points / E.V. Chernyshova and other // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 726. С. 654-667.
4. Menzhulova A.S. Method of individual forecasting of technical state of logging machines / A.S. Menzhulova and other // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042056.
5. Chernyshova E.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / E.V. Chernyshova and other // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Т. 12. № 2. С. 511-515.
6. Умаров М.М. Расчет плановых элементов клотоидной трассы, подобранной на стереомодели местности / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 4 (364). С. 97-106.
7. Кондрашова Е.В. Исследование чувствительности затрат на создание, реновацию и техническую эксплуатацию парка сельскохозяйственных машин к изменениям значений их срока службы / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 160-162.
8. Чернышова Е.В. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог // Е.В. Чернышова и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117-127.
9. Яковлев К.А. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / К.А. Яковлев и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2015. № 4 (47). С. 80-86.

10. Кондрашова Е.В. Модель оптимизации стратегии пополнения, обновления, модернизации и ремонта парка сельскохозяйственных машин / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 163-168.

11. Кондрашова Е.В. Оптимизация параметров управления состоянием элементов сельскохозяйственной машины / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 157-159.

12. Умаров М.М. Применение цифровых моделей местности для трассирования лесных автомобильных дорог / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 2 (362). С. 58-69.

УДК 630.383

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ О НАДЕЖНОСТИ МАШИН В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА С ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

Логойда В.С., к.т.н., преподаватель

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Болтнев Д.Е., экстерн

Скрыпников А.А., студент

Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж, Россия

Букреев В.Ю., аспирант

Дрыга И.А., аспирант

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье представлена методика статистического анализа данных о надежности машин в режиме диалога с информационной системой.

Abstract: The article presents a method of statistical analysis of data on the reliability of machines in the dialogue with the information system.

Ключевые слова: модель, методика, анализ, техническое состояние.

Keywords: model, methodology, analysis, technical condition.

Использование методов статистической обработки данных для решения практических задач надежности требует: решать достаточно сложный вопрос преобразования имеющейся исходной информации к стандартной форме обрабатываемой статистической информации и возможностей имеющихся у информационных технологиях; организовать достаточно удобный и эффективный интерфейс в процессе решения задач. Разработка методики статистического анализа данных о надежности лесотранспортных машин в режиме диалога с компьютером направлена на решение перечисленных вопросов.

Статистические данные представляют собой последовательность некоторых величин $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$. Это могут, быть, например, наработки до отказа, наработки между отказами, значения параметров технического состояния, длительность устранения отказов и др. В результате анализа исходных данных, предшествующего статистической обработке, определяется тип и объем выборки: полностью определенная ($n > 50$), полностью определенная ($n < 50$) или случайно усеченная. При $n > 50$ обработку рекомендуется вести по значениям выборки сгруппированным в $ч$ непересекающихся интервалах.

Выборка объемов n является полностью определенной, если в ней известны все значения случайной величины T . При эксплуатационных наблюдениях к моменту обработки информации, как правило, отказывает только часть объектов из подконтрольной партии, часть остается работоспособной, а часть выбывает по различным причинам. В результате приходится иметь дело со случайно усеченной выборкой, которая представляется двумя рядами случайных наработок: $t_1, t_2, \dots, t_g$ - до отказа и $t_1, t_2, \dots, t_z$ - до остановки. Объем выборки $n=g+z$.

Методика обработки и статистического анализа экспериментальных данных представлена схемой алгоритма на рисунке 1.

Исходными данными вводимыми в информационную систему (блок 1), являются количество элементов в выборке n и последовательность значений случайной величины $T-\{t_i\}_n$, которая располагается в порядке возрастания. Основные числовые характеристики выборки вычисляются в блоке 3 по формулам:

среднее выборочное значение:

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i; \quad (1)$$

среднее квадратическое отклонение:

$$\bar{\delta} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2; \quad (2)$$

коэффициент вариации:

$$\bar{V} = \frac{\bar{\delta}}{\bar{t}}; \quad (3)$$

коэффициент асимметрии:

$$\bar{As} = \frac{1}{n\bar{\delta}^3} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^3; \quad (4)$$

коэффициент эксцесса:

$$\bar{Ek} = \frac{1}{n\bar{\delta}^4} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^4 - 3. \quad (5)$$

При анализе эмпирического закона распределения рассеивания случайных значений выборки определяется как разность между наибольшим t_n и наименьшим t_1 значениями элементов выборки. Количество интервалов группирования выбирается в зависимости от объема выборки как наименьшее целое число, которое больше r , рассчитанного по формуле

$$r = 1,15[0,42(n-1)^2]^{0,27} \quad (6)$$

Ширина интервала группирования вычисляется по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_n - t_1}{r} \quad (7)$$

Затем для каждого из r интервалов подсчитывается количество, находящихся в нем значений m_j ; вычисляются средние интервальные значения $\bar{t}_j$, ширина каждого интервала Δt_j , с учетом объединения, если m_j отказывается меньше 5. Эмпирическая функция плотности распределения определяется по формуле:

$$f_3(\bar{t}_j) = \frac{m_j}{n\Delta t_j}. \quad (8)$$

В случае полностью определенных выборок при $n > 50$ эмпирическая функция распределения определяется по формуле

$$F_3(\bar{t}_j) = \frac{\sum_{k=1}^{j-1} m_k + m_j/2}{n}, \quad (9)$$

где m_k – количество наблюдений, находящихся на K – ом интервале.

Если объем выборки $n < 50$, то эмпирическая функция распределения вычисляется по формуле:

$$F_3(\bar{t}_j) = \frac{1}{n}(j-0,5) \quad (10)$$

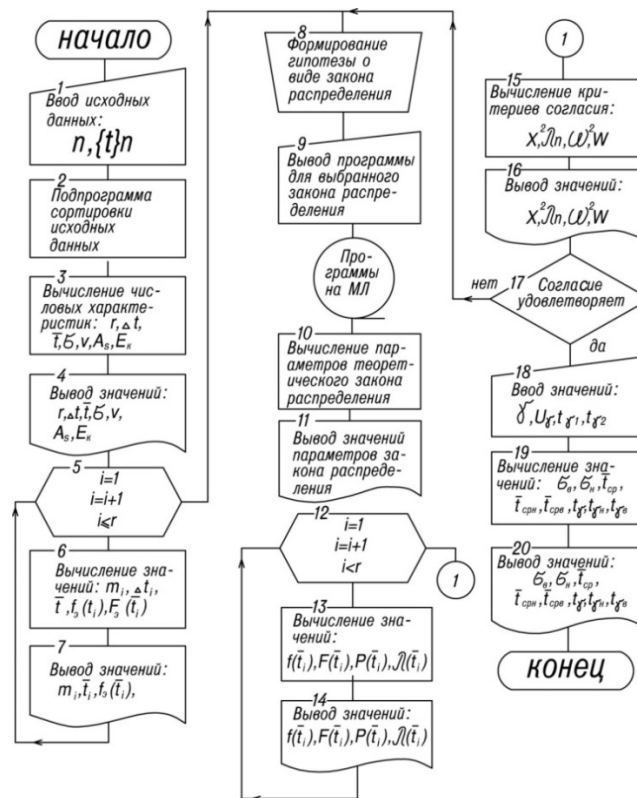


Рисунок 1 - Алгоритм обработки и статистического анализа данных о надежности лесотранспортных машин.

Для случайно усеченной выборки, включающей g отказавших и z приостановленных объектов, расчет $F_3(t_j)$ по методу Джонсона сводится к определению среднего порядкового номера каждого отказавшего в выборке и вероятности его отказа с учетом количества приостановленных объектов:

$$m_j = m_{j-1} + \Delta j, \quad (11)$$

где m_{j-1} - средний порядковый номер предыдущего отказавшего объекта в вариационном ряду, в котором отказавшиеся объекты группируются после приостановленных.

Приращение среднего порядкового номера отказавшего объекта вычисляется по формуле:

$$\Delta j = \frac{n+1-m_j-1}{n+1-N_i} \quad (12)$$

где N_i - суммарное число приостановленных и отказавших объектов, предшествующих данному отказавшему.

Значение эмпирической функции распределения вычисляется по формуле:

$$F_3(t_j) = \frac{m_j}{n+1} \quad (13)$$

Результаты анализа эмпирического закона распределения и значения основных числовых характеристик выборки, дополненные априорными сведениями о природе анализируемой генеральной совокупности, используются в блоке 8 при формировании гипотезы об общем параметрическом виде закона распределения вероятностей. Знание общего вида вероятностного распределения позволяет сделать наилучший выбор метода статистического оценивания параметра этого распределения (блоки 9-11).

Экспоненциальный закон распределения:

Для определения оценки параметра λ используется метод моментов (блок 10)

$$\bar{\lambda} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n t_i}. \quad (14)$$

Значения теоретической функции распределения вычисляются по формуле (блок 13):

$$F(\bar{t}_j) = 1 - e^{-\bar{\lambda}\bar{t}_j} \quad (15)$$

Значения теоретической плотности распределения вероятностей вычисляются по формуле (блок 13):

$$f(\bar{t}_j) = \bar{\lambda} - e^{-\bar{\lambda}\bar{t}_j} \quad (16)$$

Доверительные границы для параметра λ определяются по формулам (блок 19):

$$\lambda_b = \frac{\bar{\lambda}}{\tau_4}; \quad \lambda_n = \frac{\bar{\lambda}}{\tau_3}, \quad (17)$$

где τ_3, τ_4 – коэффициенты, вычисляемые по формулам:

$$\tau_3 = \frac{4(n-1)}{(\sqrt{4n-1} - U_\gamma)^2}, \quad (18)$$

$$\tau_4 = \frac{4(n-1)}{(\sqrt{4n-1} + U_\gamma)^2}, \quad (19)$$

здесь U_γ – квантиль нормального распределения, соответствующая односторонней доверительной вероятности γ .

Нормальный закон распределения.

Оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения вычисляются для нормального закона распределения методом моментов по формулам (1) и (2).

Значения теоретической функции распределения вычисляются по формуле (блок 13):

$$F(\bar{t}_j) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{\bar{t}_j - \bar{t}}{\bar{\sigma}}\right), \quad (20)$$

где $\Phi(X)$ – функция Лапласа.

Значения теоретической плотности распределения вероятностей вычисляются по формуле (блок 13):

$$f(\bar{t}_j) = \frac{1}{\sigma} f_0\left(\frac{\bar{t}_j - \bar{t}}{\sigma}\right), \quad (21)$$

где $f_0(X)$ – плотность распределения (нормированного и центрированного).

Нижняя и верхняя односторонние доверительные границы математического ожидания вычисляются по формулам (блок 19):

$$t_{cpn} = \bar{t} - \frac{t_{\gamma 1} \bar{\sigma}}{\sqrt{n}}, \quad (22)$$

$$t_{cpb} = \bar{t} + \frac{t_{\gamma 2} \bar{\sigma}}{\sqrt{n}}, \quad (23)$$

где $t_{\gamma 1,2}$ – квантиль распределения Стьюдента для односторонней доверительной вероятности γ .

Нижняя и верхняя доверительные границы среднего квадратического отклонения вычисляются по формулам:

$$\sigma_{он} = z_n \bar{\sigma} \quad (24)$$

$$\sigma_{ов} = z_b \bar{\sigma} \quad (25)$$

где коэффициенты z_n и z_b определяются по формулам:

$$z_n = \frac{\sqrt{2K}}{\sqrt{2K-1} - U_\gamma}; \quad (26)$$

$$z_b = \frac{\sqrt{2K}}{\sqrt{2K-1} + U_\gamma}; \quad (27)$$

где $K=n-1$ – число степеней свободы.

Логарифмически – нормальный закон распределения.

Оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения вычисляются для логарифмически-нормального закона методом моментов (блок 10);

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_n t_i; \quad (28)$$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (l_n t_i - \bar{t})^2} \quad (29)$$

Значения теоретической функции распределения вычисляются по формуле (блок 13):

$$F(\bar{t}_j) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{l_n \bar{t}_j - \bar{t}}{\bar{\sigma}}\right). \quad (30)$$

Значения теоретической плотной вероятности распределения вычисляются по формуле (блок 13):

$$f(\bar{t}_j) = \frac{1}{\bar{\sigma} \bar{t}_j} f_0\left(\frac{l_n \bar{t}_j - \bar{t}}{\bar{\sigma}}\right). \quad (31)$$

Нижние и верхние доверительные границы математического ожидания и среднего квадратического отклонения вычисляются в блоке 19 по формулам (1753 – 27).

Закон распределения Вейбулла.

Для определения оценок параметров закона распределения Вейбулла методом максимального правдоподобия по полностью определенным выборкам (блок 10) используется функция вида:

$$L(t_1, t_2, \dots, t_n, a, b, c) = \left(\frac{b}{a}\right)^n \prod_{j=1}^n \left(\frac{t_j - c}{a}\right)^{b-1} \text{EXP}\left[-\sum_{j=1}^n \left(\frac{t_j - c}{a}\right)^b\right] \quad (32)$$

После логарифмирования и приравнивания к нулю производных по а, b, с появляется система уравнений правдоподобия:

$$(b-1) \sum_{j=1}^n \frac{1}{t_j - c} - b n \frac{\sum_{j=1}^n (t_j - c)^{b-1}}{\sum_{j=1}^n (t_j - c)^b} = 0; \quad (33)$$

$$\frac{n}{b} + \sum_{j=1}^n \ln(t_j - c) - \frac{n \sum_{j=1}^n (t_j - c)^b \ln(t_j - c)}{\sum_{j=1}^n (t_j - c)^b} = 0; \quad (34)$$

$$a = \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (t_j - c)^b \right]^{\frac{1}{b}} \quad (35)$$

Решение представленной системы уравнений осуществляется следующим образом. Находят начальное приближения для оценок параметров ($\hat{a}_0 = \bar{t}$, $\hat{b}_0 = 1/V$, $\hat{c}_0 = t_1/2$). В том случае, когда начальное приближение $\hat{b}_0 \leq 2$, методом последовательных приближений (метод Ньютона-Рафсона) вычисляется оценка параметра b:

$$\hat{b}_{i+1} = \hat{b}_i + \frac{\frac{1}{b} + \frac{Q_1}{n} - \frac{Q_3^{(i)}}{Q_2^{(i)}}}{\frac{1}{b_i^2} + \frac{Q_2^{(i)} * Q_3^{(i)} - [Q_3^{(i)}]^2}{[Q_2^{(i)}]^2}}, \quad (36)$$

$$\text{где } Q_1 = \sum_{j=1}^n (t_j - c) \quad (37)$$

$$Q_2^{(i)} = \sum_{j=1}^n (t_j - c)^{\hat{b}_i}; \quad (38)$$

$$Q_3^{(i)} = \sum_{j=1}^n (t_j - c)^{\hat{b}_i} \ln(t_j - c); \quad (39)$$

$$Q_4^{(i)} = \sum_{j=1}^n (t_j - c)^{\hat{b}_i} \ln^2(t_j - c). \quad (40)$$

Оценка параметра а вычисляется подстановкой найденного значения $\hat{b}$ в уравнение (35). Если начальное приближение $\hat{b}_0 > 2$, то оценки параметров а и с находятся путем решения системы уравнений (33) и (35).

$$\hat{c}_{i+1} = \hat{c}_i - \frac{\frac{Q_4^{(i)}}{Q_5^{(i)}} - \frac{b_0 - 1}{b_0 n} Q_1^{(i)}}{\frac{(b_0 - 1) Q_3^{(i)} Q_5^{(i)} - b_0 [Q_3^{(i)}]^2}{[Q_5^{(i)}]^2} - \frac{b_0 - 1}{b_0 n} Q_2^{(i)}}, \quad (41)$$

$$\text{где } Q_1^{(i)} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{t_j - \hat{c}_i}; \quad (42)$$

$$Q_2^{(i)} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{(t_j - \hat{c}_i)^2}; \quad (43)$$

$$Q_3^{(i)} = \sum_{j=1}^n (t_j - \hat{c}_i)^{b_0-2}; \quad (44)$$

$$Q_4^{(i)} = \sum_{j=1}^n (t_j - \hat{c}_i)^{b_0-1}; \quad (45)$$

$$Q_5^{(i)} = \sum_{j=1}^n (t_j - \hat{c}_i)^{b_0}; \quad (44)$$

где $\hat{c}_0$ - начальное приближение к корню с.

По полученному значению $s = \hat{c}$ и данному начальному приближению $\hat{b}_0$ параметра b по формуле (35) находится оценка $\hat{a}$ параметра a .

Для определения оценок параметра закона распределения Вейбулла методом максимального правдоподобия по случайно усеченным выборкам (блок 10) используется функция вида:

$$L = \left(\frac{b}{a}\right)^g \prod_{j=1}^g \left(\frac{t_i - c}{a}\right)^{b-1} \text{EXP} \left\{ -\sum_{i=1}^g \left(-\frac{t_i - c}{a}\right)^b - \sum_{i=1}^Z \left(\frac{t_i - c}{a}\right)^b \right\} \quad (45)$$

После логарифмирования и приравнивания к нулю производных по a , b , c , получается система уравнений правдоподобия:

$$\hat{b}_{k+1} = \hat{b} + \frac{\frac{1}{\hat{b}k} + \frac{Q_1^{(k)}}{g} - \frac{Q_3^{(k)} + Q_5^{(k)}}{Q_2^{(k)} + Q_6^{(k)}}}{\frac{1}{\hat{b}_k^2} + \frac{[Q_2^{(k)} + Q_6^{(k)}][Q_4^{(k)} + Q_7^{(k)}] - [Q_3^{(k)} + Q_5^{(k)}]}{[Q_2^{(k)} + Q_6^{(k)}]^2}}; \quad (46)$$

$$\hat{c}_{k+1} = \hat{c} + \frac{\frac{[R_4^{(k)} + R_7^{(k)}]}{[R_5^{(k)} + R_6^{(k)}]} \frac{\hat{b} - 1}{\hat{b} - g} R_1^{(k)}}{\frac{(b-1)[R_3^{(k)} + R_8^{(k)}][R_5^{(k)} - R_6^{(k)}] - \hat{b}[R_4^{(k)} + R_7^{(k)}]}{[R_5^{(k)} + R_6^{(k)}]^2} + \frac{\hat{b} - 1}{\hat{b}g} R_2^{(k)}}; \quad (47)$$

$$\hat{a} = \left[\frac{\sum_{j=1}^g (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}} + \sum_{j=1}^Z (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}}}{g} \right]^{\frac{1}{\hat{b}}}, \quad (48)$$

$$\text{где } Q_1^{(k)} = \sum_{i=1}^g \ln(t_j - \hat{c}_k) \quad (49)$$

$$Q_2^{(k)} = \sum_{i=1}^g (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k}; \quad (50)$$

$$Q_3^{(k)} = \sum_{i=1}^g (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k} \ln(t_j - \hat{c}_k) \quad (51)$$

$$Q_4^{(k)} = \sum_{i=1}^g (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k} \ln^2(t_j - \hat{c}_k) \quad (52)$$

$$Q_5^{(k)} = \sum_{j=1}^Z (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k} \ln(t_j - \hat{c}_k) \quad (53)$$

$$Q_6^{(k)} = \sum_{j=1}^Z (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k} \quad (54)$$

$$Q_7^{(k)} = \sum_{j=1}^Z (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k} \ln^2(t_j - \hat{c}_k) \quad (55)$$

$$R_1^{(i)} = \sum_{i=1}^g \frac{1}{t_i - \hat{c}_i}; \quad (56)$$

$$R_2^{(i)} = \sum_{i=1}^g \frac{1}{(t_i - \hat{c}_i)^2}; \quad (57)$$

$$R_3^{(i)} = \sum_{i=1}^g (t_i - \hat{c}_i)^{\hat{b}k-2}; \quad (58)$$

$$R_4^{(i)} = \sum_{i=1}^g (t_i - \hat{c}_i)^{\hat{b}k-1}; \quad (59)$$

$$R_5^{(i)} = \sum_{i=1}^g (t_i - \hat{c}_i)^{\hat{b}k}; \quad (60)$$

$$R_6^{(i)} = \sum_{j=1}^g (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k}; \quad (61)$$

$$R_7^{(i)} = \sum_{j=1}^g (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k-1}; \quad (62)$$

$$R_8^{(i)} = \sum_{j=1}^g (t_j - \hat{c}_k)^{\hat{b}k-2}; \quad (63)$$

Для решения полученной системы уравнений разработана следующая расчетная схема. Выбирается начальное приближение для параметра сдвига, например,

$$\hat{c}_0 = t_1 - \eta/2, \quad (64)$$

где t_1 – наименьшее значение выборки; η – погрешность, с которой производятся все вычисления. Начальное приближение для параметра формы $\widehat{b}_0$ задается, исходя из анализа физической природы явлений, формирующих случайную величину t .

Приняв, что $c=\widehat{c}_0$, $b=\widehat{b}_0$ определяются оценки параметров $\widehat{b}_1$ и $\widehat{a}_1$ по формулам. Полученные значения подставляются в формулу:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial c} = \frac{\widehat{b}}{\widehat{a}^{\widehat{b}}} [\sum_{i=1}^g (t_i - \widehat{c})^{\widehat{b}-1} + \sum_{j=1}^z (t_j - \widehat{c})^{\widehat{b}-1}] - (\widehat{b} - 1) \sum_{i=1}^g \frac{1}{t_i - \widehat{c}}. \quad (65)$$

Если $\frac{\partial \ln L}{\partial c} < \eta$, то по формуле вычисляется следующее приближение $\widehat{c}_2$ и вся процедура повторяется.

Значения теоретической функции распределения вычисляется по формуле (блок 13)

$$F(\overline{t}_j) = 1 - \text{EXP}[-(\frac{\overline{t}_j - c}{a})^b] \quad (66)$$

Значения теоретической плотности распределения вероятностей вычисляются по формуле (блок 13):

$$f(\overline{t}_j) = \frac{b}{a} (\frac{\overline{t}_j - c}{a})^{b-1} \text{EXP}[-(\frac{\overline{t}_j - c}{a})^b] \quad (67)$$

Проверка соответствия эмпирического распределения теоретическому закону выполняется путем вычисления критериев согласия (блоки 15-17)

Критерий согласия X^2 Пирсона.

Применение критерия X^2 обосновывается простой его использования для проверки согласия любого распределения:

$$X^2 = \sum_{j=1}^r \frac{(m_i - nP_j)^2}{nP_j}, \quad (68)$$

$$\text{где } P_j = f(\overline{t}_j) * \Delta t_j. \quad (69)$$

После вычисления X^2 задаются доверительной вероятностью $\gamma = \text{Вер}\{X^2 \leq (X^*)^2\}$ того, что величина X^2 , полученная в результате случайных отклонений частот эмпирического распределения от соответствующих частот теоретического распределения, будет меньше табличного значения $(X^*)^2$, установленного для выбранной доверительной вероятности γ . Если вычисленное значение X^2 будет больше $(X^*)^2$, то для принятой доверительной вероятности γ гипотеза о согласия эмпирического и теоретического распределения отвергается, в противном случае ее можно принять (блок 17).

Критерий согласия Колмогорова.

Максимальное отклонение функции эмпирического распределения от функции теоретического обозначается D_n

$$D_n = \max |F_3(\overline{t}_j) - F(\overline{t}_j)| \quad (70)$$

В блоке 15 вычисляется величина $\lambda_n = D_n \sqrt{n}$.

Задается доверительная вероятность

$$\gamma = \text{Вер}\{\lambda_n \leq \lambda_n^*\} \quad (71)$$

того, что отклонение $F_3(t)$ от $F(t)$ будет меньше табличной величины λ_n^* , установленной для доверительной вероятности γ . Если уравнение (71) переписать в виде:

$$1 - \gamma = \text{Вер}\{\lambda_n \geq \lambda_n^*\}, \quad (72)$$

а вычисленная вероятность $1 - \gamma$ получается незначительной (меньше 0,05 – 0,10), то отклонение эмпирической функции распределения от теоретической неслучайно. Иначе говоря, $F_3(t)$ плохо согласуется с $F(t)$ считается несущественным и гипотеза о функции распределения считается согласованной с экспериментальными данными (блок 17).

Критерии согласия ω Мизеса.

Мизес предложил в качестве меры для величины отклонения $F_3(t)$ от $F(t)$ рассматривать средний квадрат отклонений по всем возможным значениям аргумента. Для этого используется соотношение

$$\omega_n^2 = \int_{-\infty}^{\infty} [F_3(t) - F(t)]^2 \Psi[F(t)] dF(t), \quad (73)$$

где $\Psi[F(t)]$ - весовая функция, областью определения которой является область значений функции $F(t)$.

Вид уравнения для вычисления ω_n^2 зависит от вида весовой функции, которая может быть равна $\Psi(F)=I$, в этом случае все значения функции обладают одинаковым весом или $\Psi(F)=\frac{1}{F(1-F)}$, и тогда увеличивается вес наблюдений на концах распределения. Но так как чаще всего малое число наблюдений имеется именно в области крайних значений функции, то целесообразно использовать весовую функцию второго вида. Тогда, после выполнения интегрирования уравнение (73) принимает вид:

$$\Omega_n^2 = -n - 2 \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{2j-1}{2n} \ln F(t_j) + \left(1 + \frac{2j-1}{2n} \right) \ln [1 - F(t_j)] \right\} \quad (74)$$

где $t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_n$ - результаты независимых наблюдений, расположенные в возрастающем порядке.

После вычисления Ω_n^2 (блок 15) по таблице находится значение функции a^* , которое является функцией распределения Ω_n^2 . Далее задаются уровнем значимости α , если $a^* < (1-\alpha)$ то гипотеза о согласии эмпирического и теоретического распределения подтверждается, в противном случае она не может быть принята (блок 17).

Критерий ω^2 является более мощным, чем критерий X^2 и Колмогорова, однако его применение требует объема вычислений.

Для проверки гипотезы о том, что выборка, содержащая от 7 до 35 наблюдений, взята из совокупности, имеющей экспоненциальный закон распределения применяется формула:

$$W_E = \frac{(\bar{t} - t_1)^2}{\sum_{j=1}^n (t_j - \bar{t})^2} \quad (75)$$

Вычисленное значение критерия для данного объема наблюдений n сравнивается с 95%-ным и 90%-ным табличными интервалами. Критерий W - двусторонний. Значения лежащие вне 95%-ного или 90%-ного интервалов указывают на отсутствие согласия с принятой теоретической моделью экспоненциального распределения.

Проверка гипотезы о том, что выборка, содержащая от 3 до 50 наблюдений, взята из совокупности, имеющей нормальный закон распределения, осуществляется в следующей последовательности. В блоке 15 вычисляется критерий согласия:

$$W_0 = - \frac{[\sum_{j=1}^{\Psi} a_{n-j+1} (t_{n-j+1} - \bar{t}_j)]^2}{\sum_{j=1}^n (t_j - \bar{t})^2}, \quad (76)$$

где a_{n-j+1} - коэффициенты, значения которых для $j=1, 2, \dots, \Psi$ выбираются из таблиц. Если n - четное число, то $\Psi = \frac{n-1}{2}$ и в этом случае $t_{\Psi+1}$ не используется при вычислении. В блоке 17 вычисленное значение критерия W_0 сравнивается с табличным. Малое значение W_0 указывает на несоответствие эмпирических данных нормальной совокупности.

Разработанная общая методика статистического анализа информации о надежности лесотранспортных машин реализована в виде программного комплекса и позволяет обрабатывать полностью определенные и случайно усеченные выборки, без группирования ($n < 50$) и с группированием ($n > 50$).

Наиболее широкое применение в области анализа экспериментальных данных о надежности машин нашло распределение Вейбулла. Объясняется тем, что многие достаточно известные распределения вероятностей являются частными случаями распределения Вейбулла (рисунок 2). Поэтому при анализе статистических данных нет необ-

ходимости делать предположения относительно вида распределения, прежде чем оценить параметры. Больше того, вычисленные оценки параметров закона распределения Вейбулла характеризуют форму распределения вместо того, чтобы постулировать произвольное распределение, которое может оказаться ошибочным.

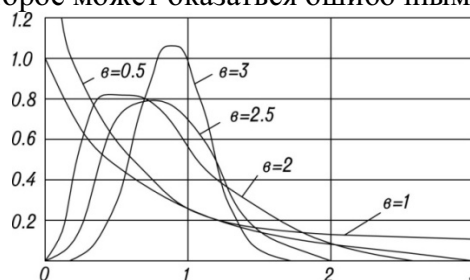


Рисунок 2 - Функция плотности вероятности распределения Вейбулла для разных значений параметра формы в ($a=1$, $c=0$).

Методы статистической обработки полностью определенных и случайно усеченных выборок, подчиняющихся двухпараметрическому закону распределения Вейбулла, реализованы в программном продукте информационной системы и широко используются при анализе надежности лесотранспортных машин. Однако во многих практических случаях объективно имеет место сдвиг распределений. В настоящем исследовании разработана и программно реализована расчетная схема, позволяющая определять оценки параметров трехпараметрического закона распределения Вейбулла по полностью определенным и случайно усеченным выборкам. Причем, сдвиг распределения может иметь как положительное, так и отрицательное значение.

Библиографический список

1. Logoida V.S. Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines / V.S. Logoida and other // International Journal of Engineering and Advanced Technology . 2019. Т. 8. № 5. С. 2178-2183.
2. Mogutnov R.V. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / R.V. Mogutnov and other // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Т. 1015. С. 032069.
3. Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points / E.V. Chernyshova and other // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 726. С. 654-667.
4. Menzhulova A.S. Method of individual forecasting of technical state of logging machines / A.S. Menzhulova and other // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042056.
5. Chernyshova E.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / E.V. Chernyshova and other // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Т. 12. № 2. С. 511-515.
6. Умаров М.М. Расчет плановых элементов клотоидной трассы, подобранной на стереомодели местности / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 4 (364). С. 97-106.
7. Кондрашова Е.В. Исследование чувствительности затрат на создание, реновацию и техническую эксплуатацию парка сельскохозяйственных машин к изменениям значений их срока службы / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 160-162.

8. Чернышова Е.В. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог // Е.В. Чернышова и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117-127.
9. Яковлев К.А. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / К.А. Яковлев и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2015. № 4 (47). С. 80-86.
10. Кондрашова Е.В. Модель оптимизации стратегии пополнения, обновления, модернизации и ремонта парка сельскохозяйственных машин / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 163-168.
11. Кондрашова Е.В. Оптимизация параметров управления состоянием элементов сельскохозяйственной машины / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 157-159.
12. Умаров М.М. Применение цифровых моделей местности для трассирования лесных автомобильных дорог / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 2 (362). С. 58-69.

УДК 630.383

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЬЕВ ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Логойда В.С., к.т.н., преподаватель

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Болтнев Д.Е., экстерн

Саблин С.Ю., экстерн

Мацнев М.В., экстерн

Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье представлено моделирование процесса изнашивания торцевых поверхностей зубьев переключаемых зубчатых передач.

Abstract: The article presents a simulation of the process of wear of the end surfaces of the teeth of switched gears.

Ключевые слова: моделирование, исследование, изнашивание, зубчатая передача, изнашивание.

Keywords: modeling, research, wear, gear, wear.

Параметром, характеризующим торцевой износ, является длина зубьев. В результате обработки и статистического анализа экспериментальных данных, выявлено распределение длин зубьев новых зубчатых колес (таблица 1 приложения 2).

$$f(X_0)=1,624\left(\frac{X_0-32,7}{2,9}\right)^{3,71}\text{EXP}\left[-\left(\frac{X_0-32,7}{2,9}\right)^{4,71}\right] \quad (1)$$

и частное распределение длин зубьев после средней наработки $t=6000$ часов (таблица 2 приложения 2)

$$f[X(t)]=0,520\left[\frac{X(t)-1,8}{26,4}\right]^{12,71}\text{EXP}\left\{-\left[\frac{X(t)-1,8}{26,4}\right]^{13,71}\right\}. \quad (2)$$

Зависимость математического ожидания процесса изнашивания торцевых поверхностей зубьев переключаемых зубчатых колес, полученная в результате корреляционного анализа экспериментальных данных, имеет вид:

$$\bar{X}(t)=35,3-0,18t^{0,44} \text{ [мм]} \quad (3)$$

Математическое ожидание скорости процесса изнашивания торцевых поверхностей зубьев описывается уравнением:

$$\bar{\varphi}(t)=-0,08t^{-0,56} \text{ [мм/час]} \quad (4)$$

Характер процесса разрушения зубчатых передач определяется переменными условиями взаимодействия, на которые оказывают влияние направление и величина сил трения, смазка и ее гидродинамический эффект, возможности пластической деформации отдельных зон, температурные и другие факторы. Основной причиной отказов зубчатых передач является усталость поверхностных слоев, приводящая к локальным повреждениям поверхности слоев, приводящая к локальным повреждениям поверхности в виде выкрашивания или отслаивания отдельных частиц материалов. Из этого можно заключить, что процесс изнашивания переключаемых колес обладает достаточно большой дисперсией. Поэтому начальное приближение параметра формы частных распределений скорости процесса принято равным 1.

В результате предварительных расчетов обнаружено, что использование зависимости (3) для аппроксимации математического ожидания процесса изнашивания торцевых поверхностей переключаемых зубчатых колес не позволяет получить при моделировании частного распределения $f_M[X(t)]$ близкого к экспериментальному $f_3[X(t)]$.

Объясняется это тем, что экспериментальная зависимость $\bar{X}_3(t)$ получена по отказавшим деталям, а не как среднее значение во всем объектам. Поскольку повреждения зубчатых колес носят преимущественно усталостный характер и условия контакта в зацеплении по мере износа ухудшаются, то можно предположить, что математическое ожидание скорости процесса изнашивания переключаемых зубчатых передач имеет вид степенной зависимости от наработки [2, 4, 9, 11]

$$\bar{\varphi}(t)=\alpha_{\varphi} t^{\beta_{\varphi}}, \beta_{\varphi}>1 \quad (5)$$

Минимальное значение критерия статистического подобия $\varepsilon=0,049$ при моделировании достигается, когда математическое ожидание процесса описывается уравнением (рисунок 1)

$$\bar{X}(t)=35,3-9,18 \times 10^{-8} t^{2,11} \text{ [мм]}, \quad (6)$$

зависимость математического ожидания скорости процесса от времени имеет вид:

$$\bar{\varphi}(t)=1,937 \times 10^{-7} t^{1,11} \text{ [мм/час]}, \quad (7)$$

а параметр формы в частных распределениях скорости процесса принимает значение 0,75. Результаты расчетов приведены на рисунке 1.

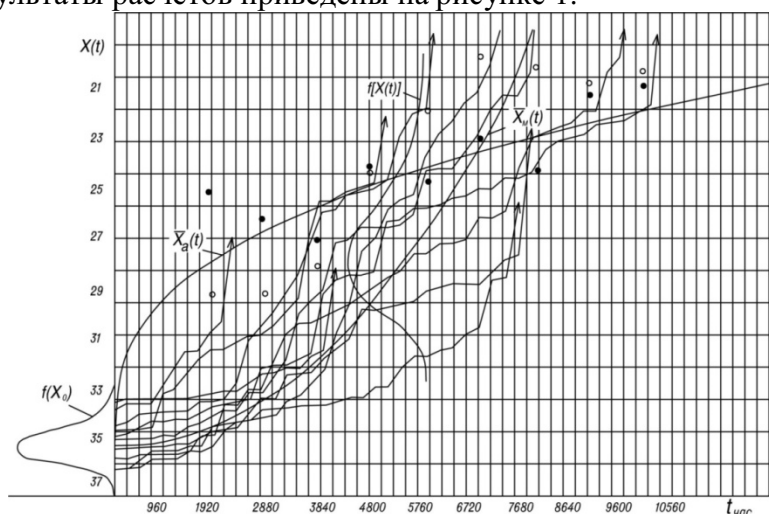


Рисунок 1 - Моделирование процесса изнашивания торцевых поверхностей зубьев (• - экспериментальные точки, - смоделированные точки).

Технологией капитального ремонта [1, 3, 8, 12] определяется два предельных состояния для переключаемых зубчатых колес; обломы зубьев по торцу более 2,5 мм и износ зубьев по длине до 20,0 мм. С учетом этих критериев выполнено прогнозирование показателей надежности переключаемых зубчатых передач. Функция плотности распределения прогнозируемых наработок до отказа переключаемых зубчатых колес представлена на рисунке 2.

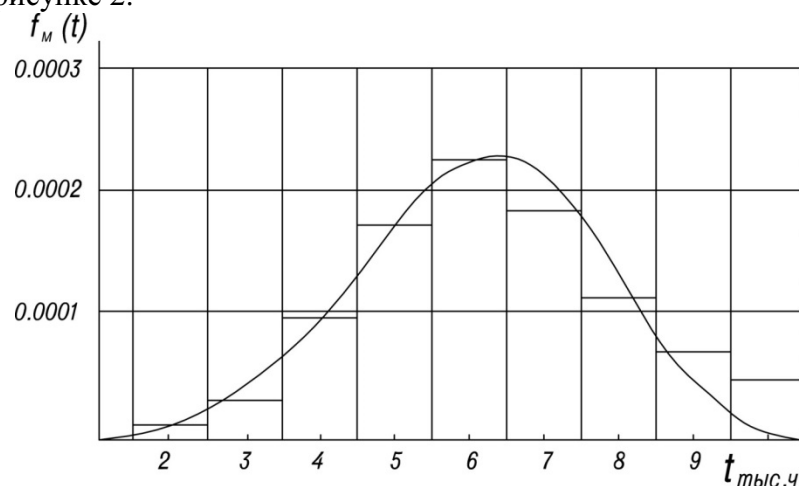


Рисунок 2 - Функция плотности распределения прогнозируемых наработок до отказа переключаемых зубчатых колес.

Как видно из рисунка, прогнозируемое распределение наработок до отказа зубчатых колес $f_m(t)$ достаточно хорошо описывает гистограмму, построенную по экспериментальным данным, что является подтверждением адекватности стохастической модели реальному процессу. Кроме того, при моделировании определены средние интервальные значения длин зубьев у колес достигших предельного состояния (таблица 1). Полученные значения близки к экспериментальным, что также может служить подтверждением адекватности стохастической модели.

Выполненная проверка адекватности показала, что стохастическая модель может быть использована для прогнозирования показателей надежности по результатам незавершенных испытаний лесотранспортных машин. Этим определяется научная и практическая ценность разработанной модели, так как прогнозирование надежности являются ключевым при решении основных задач, связанных с оценкой надежности на стадии проектирования и наличия основных образцов лесотранспортных машин [3].

Таблица 1. Средние интервальные значения длин зубьев у колес достигших предельного состояния.

Интервалы наработок (час)	Экспериментальные данные		Данные, полученные при моделировании	
	Количество измерений	Значение параметра (мм)	Количество измерений	Значение параметра (мм)
1500-2500	4	25,3	4	29,3
2500-3500	10	26,4	19	29,3
3500-4500	31	27,2	32	28,2
4500-5500	56	24,4	48	24,7
5500-6500	74	25,0	77	22,0
6500-7500	62	23,4	90	19,8
7500-8500	40	24,6	57	20,6
8500-9500	27	21,8	30	21,2

Кроме того, стохастическая модель позволяет получать дополнительную информацию о процессах, приводящих к отказам элементов конструкций лесотранспортных машин в эксплуатации. Так, например, в ходе проверки адекватности стохастической модели уточнены зависимости математического ожидания процессов от наработки, выявлены частные распределения и коэффициенты вариации скорости изменения параметров, анализ полученных при моделировании реализаций с позиций теории прочности и механики разрушения позволяет установить или понять связи, существующие между явлениями физики отказов и статистическими характеристиками надежности.

Библиографический список

1. Logoida V.S. Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines / V.S. Logoida and other // *International Journal of Engineering and Advanced Technology* . 2019. Т. 8. № 5. С. 2178-2183.
2. Menzhulova A.S. Method of individual forecasting of technical state of logging machines / A.S. Menzhulova and other // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment*. 2018. С. 042056.
3. Mogutnov R.V. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / R.V. Mogutnov and other // *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. Т. 1015. С. 032069.
4. Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points / E.V. Chernyshova and other // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. Т. 726. С. 654-667.
5. Chernyshova E.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / E.V. Chernyshova and other // *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017. Т. 12. № 2. С. 511-515.
6. Умаров М.М. Расчет плановых элементов клотоидной трассы, подобранной на стереомодели местности / М.М. Умаров и др. // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2018. № 4 (364). С. 97-106.
7. Чернышова Е.В. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог // Е.В. Чернышова и др. // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2018. № 6 (366). С. 117-127.
8. Яковлев К.А. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / К.А. Яковлев и др. // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета* . 2015. № 4 (47). С. 80-86.
9. Кондрашова Е.В. Исследование чувствительности затрат на создание, реновацию и техническую эксплуатацию парка сельскохозяйственных машин к изменениям значений их срока службы / Е.В. Кондрашова // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета* . 2012. № 2 (33). С. 160-162.
10. Кондрашова Е.В. Модель оптимизации стратегии пополнения, обновления, модернизации и ремонта парка сельскохозяйственных машин / Е.В. Кондрашова // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета* . 2012. № 2 (33). С. 163-168.
11. Кондрашова Е.В. Оптимизация параметров управления состоянием элементов сельскохозяйственной машины / Е.В. Кондрашова // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета* . 2012. № 2 (33). С. 157-159.

12. Умаров М.М. Применение цифровых моделей местности для трассирования лесных автомобильных дорог / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 2 (362). С. 58-69.

УДК 630.383

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ МАШИН

Логойда В.С., к.т.н., преподаватель

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Букреев В.Ю., аспирант

Дрыга И.А., аспирант

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Саблин С.Ю., экстерн

Мацнев М.В., экстерн

Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье представлена проверка адекватности стохастической модели прогнозирования показателей надежности машин.

Abstract: The article presents a test of the adequacy of the stochastic model predicting the reliability of machines.

Ключевые слова: надежность машин, моделирование, эксперимент, прогнозирование.

Keywords: reliability of machines, modeling, experiment, forecasting.

Моделирование процессов разрушения элементов конструкций машин в эксплуатации можно рассматривать как имитационный эксперимент, проводимый с целью получения информации об этих процессах. Если результаты моделирования согласуются с реальными явлениями и могут служить основой для прогнозирования, то модель адекватна объекту. При этом адекватность модели определяется целью моделирования и принятыми критериями подобия.

Экспериментальная проверка адекватности стохастической модели процессами деградации параметров технического состояния выполнена на примере характерных элементов конструкций лесотранспортных машин. Для этого использованы данные, полученные в ходе экспериментального исследования состояния основных деталей шасси массовых моделей лесотранспортных машин. При поступлении лесотранспортных машин или их агрегатов в капитальный ремонт детали осматривались и измерялись в соответствии с методикой [6]. Величина износа рабочей поверхности определялась как разность между фактическим размером детали и либо ее размером по чертежу с учетом половины поля допуска, либо модельным значением фактических размеров группы новых деталей, измеренных на заводе-изготовителе. В ремонте каждая изнашивающаяся поверхность измерялась у 200-400 и большего числа деталей данного наименования. Поскольку лесотранспортных машин поступали в капитальный ремонт при разных наработках, их диапазон делился на интервалы по 1000 часов. Износы деталей, поступивших на ремонтное предприятие в данном интервале наработки, условно относились к серединам интервалов и рассматривались как одна «интервальная» выборка [4]. Информация, полученная в результате исследования [3, 9], использована в настоя-

шей работе при моделировании процессов разрушения деталей лесотранспортных машин в эксплуатации.

Общая постановка задачи стохастического моделирования процесса деградации параметра технического состояния и прогнозирования показателей надежности формулируется следующим образом.

Известны начальное распределение параметра технического состояния элементов лесотранспортных машин $f(X_0)$ и одно из частных распределений параметра $f[X(t)]$.

Путем предварительного анализа физической природы явлений, приводящих к изменению параметра, выявляется вид зависимости математического ожидания процесса от наработки $\bar{X}(t)$ и выбирается начальное приближение параметра формы b_φ распределения случайных значений скорости процесса $f[\varphi(t)]$. В результате моделирования необходимо определить характер процесса изменения параметра технического состояния, то есть получить множество реализаций и спрогнозировать показатели надежности.

Схема укрупненного алгоритма моделирования процесса деградации параметра технического состояния элементов лесотранспортных машин в эксплуатации представлена на рисунке 1.

Подшипники качения являются, как известно, элементом массового производства и применяются во всех лесотранспортных машинах. Основным параметром, характеризующим техническое состояние шарикового подшипника в определенных условиях эксплуатации, является радиальный зазор.

В результате обработки распределение начальных значений зазора:

$$f(X_0) = 0,115 \left(\frac{X_0 - 8}{13} \right)^{0,41} \text{EXP} \left\{ - \left(\frac{X_0 - 8}{13} \right)^{0,41} \right\} \quad (1)$$

и частное распределение значений процесса изменения радиального зазора при наработке $t=7000$ часов:

$$f[X(t)] = 0,0098 \left[\frac{X(t) - 10}{121} \right]^{0,18} \text{EXP} \left\{ - \left[\frac{X(t) - 10}{121} \right]^{1,18} \right\} \quad (2)$$

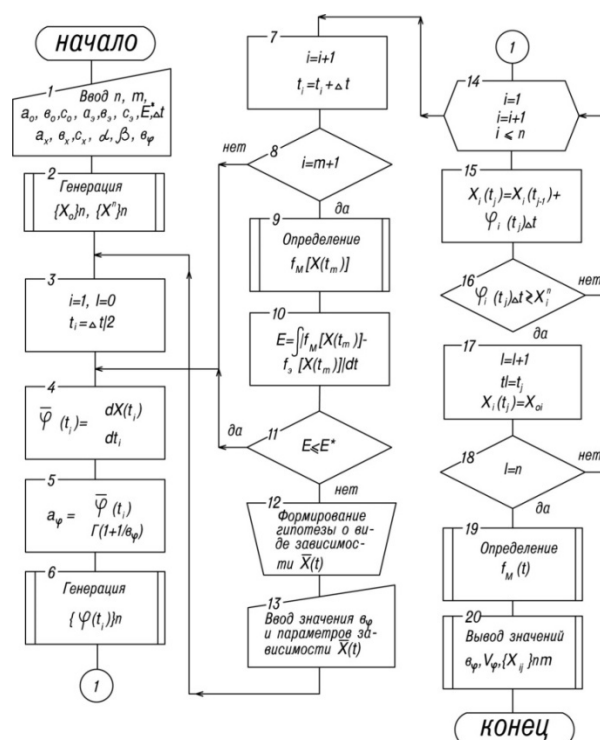


Рисунок 1 - Алгоритм моделирования процесса деградации параметра технического состояния.

Путем корреляционного анализа экспериментальных данных определены зависимости математического ожидания и скорости процесса изменения радиального зазора в подшипниках от наработки:

$$\bar{x}_3(t) = 19 + 0,00107t^{1,32} \text{ [мкм]}, \quad (3)$$

$$\bar{\varphi}_3(t) = 0,00141t^{0,32} \text{ [мкм/час]} \quad (4)$$

Начальное приближение для параметра формы b_ϕ в функции плотности распределения скорости процесса изменения зазора определено путем анализа физической природы разрушения шариковых подшипников, которые обычно выходят из строя вследствие усталостного разрушения поверхностей качения. Теория разрушения подшипников качения предполагает наличие двух конкурирующих форм отказов: поверхностной и подповерхностной. Причем, поверхностная форма отказов является доминирующей. Начальные поверхностные дефекты и взаимодействия неровностей при контакте порождают трещины, из которых в конечном счете могут развиваться сколы. Подповерхностная форма отказов связана с возникновением и развитием усталостных трещин внутри объема. Исходя из этого, можно предположить, что процесс разрушения шариковых подшипников обладает большой дисперсией. Поэтому начальное приближение параметра формы b_γ принято меньшим 1.

Наличие двух конкурирующих форм отказов подшипников качения требует определения двух критериев предельного состояния. Основным критерием разрушения (поверхностная форма отказов) в условиях качения с проскальзыванием и без проскальзывания является наличие на контактной поверхности ямок выкрашивания диаметром превышающим 50% малой полуоси пятна контакта [8], то есть:

$$D \geq 0,5B, \quad (5)$$

где B – размер малой полуоси контактной площадки.

Основные геометрические поверхности, образующие рабочую часть в шариковом подшипнике представляют собой шар с охватывающей сферой (рисунок 2, а)

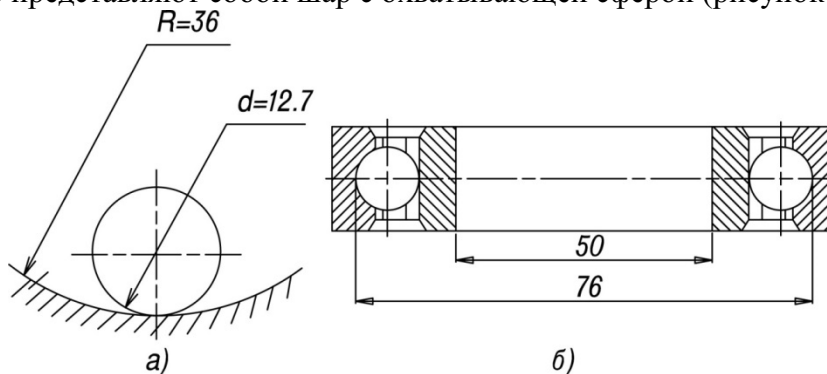


Рисунок 2 - Геометрические размеры шарикового подшипника.

Для этого случая размеры пятна контакта вычисляются по формуле:

$$B=A=0,0856\left(\frac{P}{\frac{1}{d}+\frac{1}{R}}\right)^{\frac{1}{3}}, \text{ [мм]} \quad (6)$$

где P – динамическая грузоподъемность подшипника (для шарикового подшипника №210 $P=2750$ кгс).

Вычисленный по формуле (6) размер полуоси пятна контакта равен 2,4мм, а предельно допустимый диаметр ямок выкрашивания $D \geq 1,2$ мм. При этом увеличение зазора в шариковом подшипнике может определяться по формуле:

$$\Delta X_n = \frac{D^2}{2d} \approx 60 \text{ [мкм]} \quad (7)$$

Следовательно, теоретически поверхностный отказ определяется появлением приращения радиального зазора, более 60мкм. Однако дефектация и выбраковка подшипников производится, как правило, при поступлении лесотранспортных машин в ка-

питальный ремонт. Поэтому, значительная часть подшипников продолжает работать, имея на поверхностях качения питтинг, превышающий допустимый. Время работы подшипника после возникновения предельно допустимого питтинга до момента поступления в капитальный ремонт случайно. При определении критериев предельного состояния принято, что для поверхностных отказов предельное значение приращения зазора ΔX_n является случайной величиной. В ходе стохастического моделирования установлено, что распределение значений ΔX_n подчиняется экспоненциальному закону распределения со сдвигом:

$$f(\Delta X_n) = 0,0017 \exp\left[-\left(\frac{\Delta X_n - 60}{60}\right)\right]. \quad (8)$$

Поверхностный отказ проявляется резким увеличением радиального зазора, то есть когда приращение ΔX_n превышает 500 мкм.

Таким образом определены исходные данные, необходимые для построения стохастической модели процесса изменения радиального зазора в шариковых подшипниках. Моделирование процесса выполнено в соответствии с алгоритмом, приведенным на рисунке 1. Количество моделируемых реализаций процесса $n=330$. В качестве шага моделирования принята наработка $\Delta t = 240$ часов, равная периодичности ТО-2 для большинства лесотранспортных машин. Общее количество шагов моделирования определено по формуле:

$$m = \frac{t_m}{\Delta t}, \quad (9)$$

где t_m - период моделирования (равен 7000 часов).

При моделировании процесса изменения радиального зазора в шариковом подшипнике сгенерировано 330 начальных значений зазора в соответствии с функцией плотности распределения $f(X_0)$.

Эмпирическое частное распределение значений радиального зазора в подшипниках $f_3[X(t_m)]$ получено путем статистической обработки результатов разового обследования, то есть в условиях отсутствия информации о заменах подшипников в эксплуатации. Поэтому моделирование производилось с учетом возможных замен подшипников при наработках меньших t_m . С этой целью сгенерировано 330 предельных значений параметра ΔX_n в соответствии с функцией плотности распределения $f(\Delta X_n)$. Затем для каждого из m шагов по формуле (4) вычислено среднее значение скорости процесса $\bar{\varphi}(t_i)$ и параметр масштаба b_φ функции плотности распределения $f[\varphi(t_j)]$. На каждом шаге сгенерировано по 330 случайных значений скорости процесса изменения параметра в соответствии с функцией $f[\varphi(t_j)]$ и вычислены значения приращения зазора для каждой реализации процесса

$$\Delta X_i(t_j) = \varphi_i(t_j) * \Delta t, \quad (10)$$

где $i=1, 2, \dots, 330$.

Получение значения приращений зазора ΔX_{ij} сравнивались с предельно допустимым (блок 16). Выполнения условий, означает замену подшипника на j – ом интервале наработки. В этом случае прибавлялась единица к счетчику отказов l , вычислялось случайное значение наработки до отказа подшипника t_l , генерировалось начальное значение параметра $X_i(t_j)$.

Таким образом, на шаге m получена выборка из 330 значений радиального зазора при наработке 7000 часов. В результате обработки и статистического анализа полученной выборки выявлено частное распределение смоделированного процесса изменения радиального зазора в шариковых подшипниках

$$f_m[X(t)] = 0,0094 \left[\frac{X(t) - 8}{122} \right]^{0,15} \exp \left\{ - \left[\frac{X(t) - 8}{122} \right]^{1,15} \right\}. \quad (11)$$

Проверка адекватности стохастической модели реальному процессу изнашивания подшипником качения выполнена по формуле [5]. Значение критерия статистиче-

ского подобия ε * задано, исходя из условия точности определения теоретического закона распределения по экспериментальным данным:

$$\varepsilon * = \int_0^{\infty} |f'_3[X(t_m)] - f_3[X(t_m)]| dX(t_m), \quad (12)$$

где $f'_3[X(t_m)]$ - эмпирическая функция плотности распределения случайных зазора при наработке 7000 часов; $f_3[X(t_m)]$ - теоретическая функция распределения при той же наработке.

Точность оценки теоретического закона распределения по экспериментальным данным, вычисленная по формуле (12) составила 0,097. Поэтому значение критерия статистического подобия ε^* для проверки адекватности стохастического модели реальному процессу изменения радиального зазора в шариковом подшипнике принято равным 0,10.

Программный продукт, реализующий алгоритм стохастического состояния элементов лесотранспортных машин в эксплуатации, написана языке программирования высокого уровня. Предварительные расчеты показали, что получаемое в результате моделирования распределение значений зазора $f_m[X(t_m)]$ при наработке 7000 часов имеет значительно меньший коэффициент вариации и более высокое значение, чем экспериментальное распределение $f_3[X(t_m)]$.

При анализе экспериментальных данных, замечено, что средние оценки износов деталей лесотранспортных машин, поступивших в первый капитальный ремонт после большой наработки, часто оказываются меньше, чем у деталей лесотранспортных машин, поступивших в ремонт гораздо раньше. Это, по-видимому, объясняется тем, что лесотранспортные машины первой группы в среднем лучше обслуживались и (или) работали в более благоприятных условиях, чем лесотранспортные машины второй группы. Не исключено также, что среди лесотранспортных машин первой группы больше удачных экземпляров, сравнительно лучше изготовленных. В результате при рассмотрении групповых кривых выявляется тенденция к уменьшению износов при больших наработках и увеличению при малых [4].

Это позволило предположить, что зависимость математического ожидания процесса изменения радиального зазора в шариковых подшипниках имеет характер кривой $\bar{X}_m(t)$, которая в начальных точках происходит ниже экспериментальной $\bar{X}_3(t)$, а в конечных выше (рисунок 3).

При моделировании процесса изменения зазора в шариковых подшипниках минимальное значение критерия статистического подобия $\varepsilon=0,064$ достигается в том случае, если математическое ожидание процесса аппроксимируется зависимостью:

$$\bar{X}(t) = 19 + 0,0000018t^{2,1} \text{ [мкм]}, \quad (13)$$

а параметр формы частных распределений скорости процесса b_ϕ имеет значение 0,3. Это свидетельствует о том, что процесс разрушения шариковых подшипников в эксплуатации обладает большой дисперсией. Результаты расчетов приведены на рисунке 3.

Как видно из рисунка большая часть приращений радиального зазора имеет малую величину, что может соответствовать накоплению поверхностных сколов, приводящих к образованию питтинга. Очень большие приращения зазора встречаются гораздо реже и, по-видимому, соответствует развитию усталостных трещин внутри объема. Таким образом, характер смоделированного процесса не противоречит основными положениями теории разрушения подшипников качения, что является качественным подтверждением адекватности стохастической модели реальному процессу.

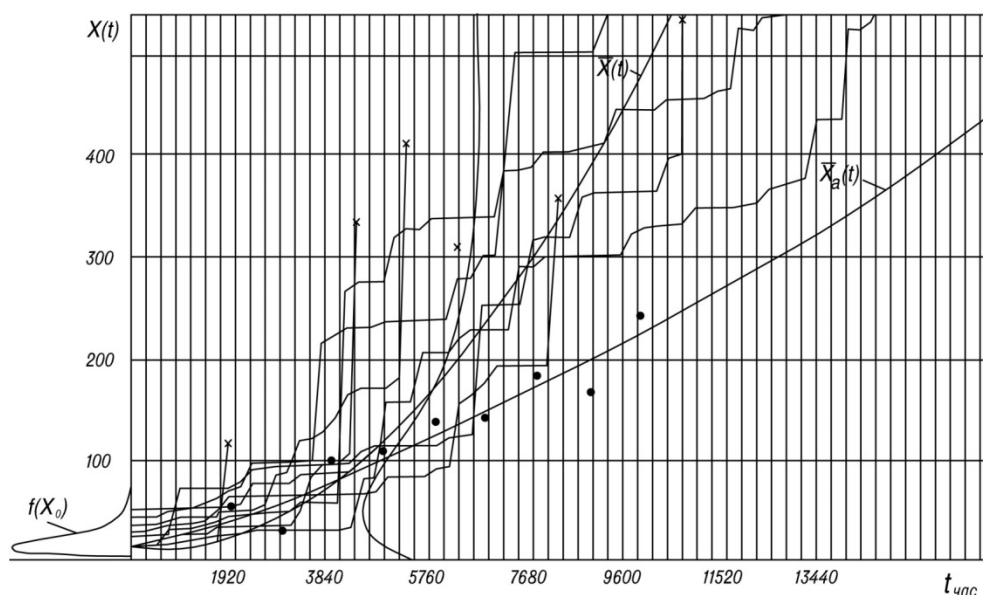


Рисунок 3 - Моделирование процесса изнашивания подшипников качения
(• - экспериментальные точки, номера – количество измерений).

Прогнозирование показателей надежности произведено путем имитации ресурсных испытаний подшипников при помощи информационных технологий. Для этого смоделировано 330 реализаций процесса изменения радиального зазора до предельного состояния. При этом получена выборка объемом 330 значений наработок до отказа подшипников. В результате обработки и статистического анализа этой выборки выявлено распределение наработок до отказа шариковых подшипников:

$$f_m[X(t_m)] = 0,000214 \left(\frac{t-587}{9298} \right)^{0,99} \text{EXP} \left[- \left(\frac{t-587}{9298} \right)^{1,99} \right]. \quad (14)$$

Характеристика надежности шариковых подшипников представлена на рис. 4.

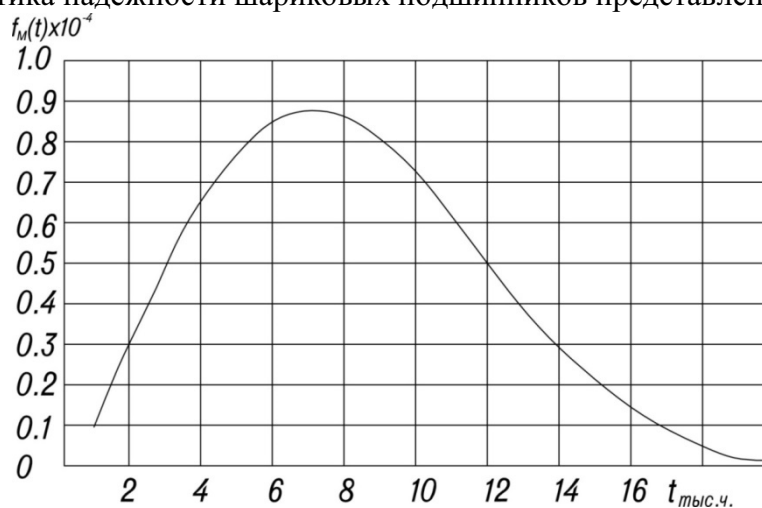


Рисунок 4 - Характеристика надежности шариковых подшипников.

Библиографический список

1. Умаров М.М. Расчет плановых элементов клотоидной трассы, подобранной на стереомодели местности / М.М.Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 4 (364). С. 97-106.
2. Кондрашова Е.В. Исследование чувствительности затрат на создание, реновацию и техническую эксплуатацию парка сельскохозяйственных машин к изменениям значений их срока службы / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 160-162.

3. Чернышова Е.В. Теоретические основы и методы математического моделирования лесовозных автомобильных дорог // Е.В. Чернышова и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6 (366). С. 117-127.
4. Яковлев К.А. Повышение эффективности технической эксплуатации автотранспортных средств по результатам исследования их эксплуатационных показателей / К.А. Яковлев и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2015. № 4 (47). С. 80-86.
5. Кондрашова Е.В. Модель оптимизации стратегии пополнения, обновления, модернизации и ремонта парка сельскохозяйственных машин / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 163-168.
6. Кондрашова Е.В. Оптимизация параметров управления состоянием элементов сельскохозяйственной машины / Е.В. Кондрашова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2012. № 2 (33). С. 157-159.
7. Умаров М.М. Применение цифровых моделей местности для трассирования лесных автомобильных дорог / М.М. Умаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 2 (362). С. 58-69.
8. Logoida V.S. Development of the method for individual forecasting of technical state of logging machines / V.S. Logoida and other // International Journal of Engineering and Advanced Technology . 2019. Т. 8. № 5. С. 2178-2183.
9. Mogutnov R.V. Mathematical modeling of damage function when attacking file server / R.V. Mogutnov and other // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Т. 1015. С. 032069.
10. Chernyshova E.V. Theoretical foundations of the method of designing a clothoid track with approximation of succession of points / E.V.Chernyshova and other// Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 726. С. 654-667.
11. Menzhulova A.S. Method of individual forecasting of technical state of logging machines / A.S. Menzhulova and other // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. С. 042056.
12. Chernyshova E.V. Mathematical model of statistical identification of car transport informational provision / E.V. Chernyshova and other // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Т. 12. № 2. С. 511-515.

УДК 684.4

СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ УПАКОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА TETRA PAK

Ефимова Т.В., к.т.н., доцент

Ищенко Т.Л., к.т.н., доцент

Кафедра механической технологии древесины

Ашмарова Т.С., студент

Украинская Е.В., студент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены основные способы утилизации и переработки современной упаковки Tetra Pak.

Summary: The article describes the main methods of disposal and recycling of modern Tetra Pak packaging.

Ключевые слова: картонная упаковка, Tetra Pak, переработка, инновационный способ, утилизация.

Keywords: cardboard packaging, Tetra Pak, recycling, innovative method, recycling.

Современная высокоэффективная и экологичная картонная упаковка Tetra Pak экономит и берегает природные сырьевые ресурсы и энергию, идущие на ее производство. Она сохраняет полезные свойства натуральных продуктов, сводит к минимуму потери продукта при транспортировке и хранении, а также экономит место на полках магазинов и дома. Асептическая упаковка в закрытом виде не требует охлаждения при перевозках, складировании и выкладке в торговых залах. Картонная упаковка Tetra Pak перерабатывается на 100% и является ценным вторичным сырьем для многих производителей [1].

Tetra Pak- это шестислойный материал, состоящий примерно на 75% из картона, на 20% - из полиэтилена и на 5% - из алюминиевой фольги. Внешний слой полиэтилена не дает упаковке протекать и препятствует проникновению влаги извне. Он также защищает нанесенный на картон дизайн. Картон — основа упаковки Tetra Pak. Он придает ей нужную форму и отвечает за прочность. Тончайший слой пищевого полиэтилена служит связующим звеном между картоном и фольгой. Далее следует слой алюминиевой фольги, толщина которого всего 6 мкр. Еще один слой связывает фольгу с особым пищевым полиэтиленом, обеспечивающим безопасный контакт с продуктом.

Рассмотрим основные методы переработки Tetra Pak [2, 3].

Сложность в том, что картон, полиэтилен и алюминий соединены вместе и переработчику приходится решать задачу их разделения или совместного использования. Разделение обычно не удается полностью осуществить в одну стадию, так что процесс получается многоступенчатым с вовлечением множества единиц оборудования.

Основной метод - это переработка на бумажных фабриках. Процесс аналогичен переработке других видов макулатуры. Упаковка помещается в гидроразбиватель, это такой большой бак с ротором, в который заливается вода. Конструкция напоминает стиральную машинку. Задача ротора – создать интенсивное движение жидкости и материала максимально экономичным способом. Движение жидкости, потоки воды способствуют смачиванию картонной основы. Вода проникает в волокна, которые, будучи гигроскопичными, в силу своих природных свойств, очень охотно ее принимают, впитывают, становясь больше, разбухая. В сочетании с движением набухание волокон приводит к тому, что связи между ними разрушаются и они отправляются в свободное плавание, взвешиваясь в воде. Взвесь бумажных волокон в воде называют массой. Эта масса после очистки направляется на бумажную машину, где дальнейшая переработка сводится к тому, чтобы выложить волокна ровным слоем и высушить, таким образом, получить снова бумагу или картон.

Есть отдельные случаи, когда волокна некоторых видов картона не хотят впитывать воду, потому что при изготовлении картона была использована специальная водостойкая проклейка. К счастью, на рынках России и СНГ таких упаковок немного.

В разных странах было протестировано множество гидроразбивателей различных конструкций, начиная с самодельного гидроразбивателя емкостью меньше одного кубического метра и заканчивая экзотическими конструкциями с горизонтально расположенной осью вращения ротора. Все они справляются с задачей распуска упаковки независимо от конструкции. В течение двадцати минут упаковка распускается и образуется масса. В процессе не важно, как именно это возникает движение. Определяющим фактором при выборе конструкции является её энергозатратность.

От конструкции также зависит, насколько быстро будут организованы вспомогательные операции: ополаскивание материала и выгрузка оставшегося полимера с

алюминиевой фольгой. Гидроразбиватель должен обращаться с полиэтиленово-алюминиевой составляющей так, чтобы не измельчать её на мелкие кусочки и не резать, иначе потом эти кусочки придется отлавливать из массы.

Различают гидроразбиватели низкой концентрации до 4%, средней концентрации 4-12% и высокой 12-18%. Концентрация в гидроразбивателе - это доля сухого материала в общей массе воды. Чем выше концентрация, тем большее количество упаковки можно поместить в гидроразбиватель за одну загрузку.

Более двадцати пяти лет назад разработан ещё один способ переработки картонной упаковки для жидких пищевых продуктов - способ экструзии. Пользуясь тем, что упаковка - это готовая смесь целлюлозных волокон и полимера, предприниматели разработали способ переработки, подобный процессам, используемым в производстве древесно-полимерных композитов. Материал измельчают, нагревают в экструдере или прессе до таких температур, при которых полиэтилен расплавляется. Далее выдавливают через фильтр или прессуют. Получают два вида продуктов: листы или профили. К сожалению, в мире существуют только единичные случаи, когда основанная на таких процессах переработка экономически состоятельно работает. Эти примеры существуют только в Китае. В других странах рыночный успех данного способа был ограниченным.

В России разработан инновационный способ сухого роспуска упаковки, способный изменить эту отрасль и дать ей новый импульс для развития. Преимущество его в том, что в результате компактного и простого технологического процесса получается сразу два товарных продукта: целлюлозная вата и полиэтиленовые хлопья.

Такая линия может экономически рентабельно работать даже при относительно малых масштабах производства: при переработке, например, 90 тонн в месяц. Это особенно актуально для тех стран, где в силу недостаточного развития инфраструктуры по сбору трудно собрать в одном месте большое количество отходов.

В Tetra Pak начали заниматься проблемой переработки отходов в середине 1980-х годов, уже в 1990 году компания представила в Канаде программу переработки выпускаемой ей картонной упаковки. В 2000 году Tetra Pak инвестировала 20 млн. бат (500 000 евро) в первый завод по переработке асептической упаковки в Юго-Восточной Азии, расположенный в Таиланде. В 2010 году были переработаны 30 млрд. использованных упаковок Tetra Pak: это вдвое больше, чем в 2002 году. По состоянию на 2011 год по всему миру перерабатывается 20 % использованных упаковок Tetra Pak, при этом в таких странах, как Бельгия, Германия, Испания и Норвегия объём утилизации превышает 50 %. Чтобы увеличить количество перерабатываемых отходов и добиться выполнения целевых показателей, Tetra Pak взяла на себя ведущую роль в организации процесса утилизации, в том числе содействует разработке схем сбора мусора, содействует внедрению новых технологий переработки и повышению информированности населения об утилизации отходов и разумном использовании ресурсов [4].

Основные заводы по переработке Tetra Pak в России: «Металлопластмасс», г. Боровичи; «Экологические технологии», г. Балахна; «Инвестал», г. Тамбов; «Реттенмайер Рус», Балахнинский район.

Все отходы Tetra Pak и аналогов едут в г. Боровичи, где отделяется целлюлозная часть и перерабатывается тут же. А полученный полиалюминий в г. Тамбов, где очищаются и производятся полиалюминиевые гранулы.

Из упаковки можно изготовить бумагу для гофрирования, картон для плоских слоев, картон гильзовый, картон мелованный для упаковки, бумагу мешочную и санитарно-гигиеническую. Из полиалюминиевой составляющей пакета – композиционные панели, колодезные люки, плитку, а также производят письменные ручки.

Немецкая компания EVD (основана компанией Tetra Pak), которая производит композиционные материалы, запатентовала новый материал Tectan®. Он изготавлива-

ется из ламинированной бумаги для коробок сока и молочных продуктов, производимых компанией Тетра Пак. С 1991 года EVD изготавливает продукты из этого материала при помощи прессования в пресс-форме, а с 1997 года – литьевым формованием.

Листы из тектана напоминают оргалит. Этот материал применяется для производства стройматериалов, а также в качестве корпуса для акустических систем SONY.

Из трёх упаковок Tetra Pak можно изготовить две ручки [5].

Но самое примечательное то, что такой материал был разработан у нас в России, еще во времена СССР, Всесоюзным институтом вторичных ресурсов (ВИВР). У нас разработка не распространилась, а у практичных немцев пошла.

В июле 1979 года состоялся космический полет, в ходе которого использовались пищевые продукты, сохраненные в упаковке Tetra Pak.

Картонная упаковка - одно из самых легких решений для хранения напитков. За последние 15 лет средний вес картонной упаковки снизился на 20%.

Собирать промышленный объем Tetra Pak очень тяжело, долго и нерентабельно. Заводы не стремятся поставить на свои бумажные фабрики дополнительное оборудование, так как сомнительно, что сырьё для него будет поступать в достаточном количестве. Каждый может внести свой вклад в это дело, собирая и сдавая упаковки Tetra Pak для вторичной переработки.

Их нужно предварительно подготовить:

- Можно сдавать с трубочками и крышками;
- Отогнуть все уголки, чтобы коробку было легко мыть и сжимать;
- Сполоснуть, чтобы не было запаха и остатков содержимого;
- Сплющить.

Для удобства мытья и хранения можно разрезать упаковку.

Библиографический список

1. Жизненный цикл упаковки // АО Tetra Pak [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://vkartone.ru/> (дата обращения: 16.09.2019).
2. Тетрапак и аналоги // Раздельный Сбор [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rsbor-msk.ru/tetra-pak/> (дата обращения: 16.09.2019).
3. Сбор и переработка твердых коммунальных отходов // ЭкоПорт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ecoportus.ru/node/803> (дата обращения: 16.09.2019).
4. Переработка Тетра Пак в вопросах и ответах// Переработка отходов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://pererabotka.info/articles/73-pererabotka-tetra-pak/> (дата обращения: 16.09.2019).
5. Сообщество Фабрика идей// Фишки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://fishki.net/2774804-vy-i-predstavity-ne-mogli-chto-takoe-mozhno-sdelaty-iz-tetrapakov-genialyno.html> (дата обращения: 16.09.2019).

УДК:534-6/-8

ВИДЫ ШУМОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Терехов Д.Ю., аспирант

Поливаев О.И., д.т.н., профессор

Кузнецов А.Н., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Описаны виды шумов возникающие при работе сельскохозяйственной техники, рассмотрена их классификация и представлены спектры шума, которые может влиять на организм оператора

Abstract: the types of noise arising during the work of farmers are Described- the paper considers their classification and presents the noise spectra, which- it can affect the operator's body

Ключевые слова: Шум, частота, спектр, характеристики шума

Keywords: Noise, frequency, spectrum, noise characteristics

Современное сельское хозяйство в настоящее время с каждым днем набирает все большие обороты. Постоянно появляются новые, и совершенствуются старые технологии возделывания, что влечет за собой неизбежный рост производственных и технических мощностей сельскохозяйственной техники. В настоящее время тракторы и оборудование способны работать на протяжении большого количества времени без перерывов. Производительность настолько выросла, что она может достигать 15 га/ч для некоторых видов работ. А некоторые виды работ достигают 20 га/ч

Увеличение мощности двигателя и размеров техники, неизбежно, приводит к увеличению нагрузки на операторов. Более высокие мощности и производительность подразумевают под собой непрерывную работу этой техники. Но как бы автоматизировано не было оборудование, участие человека невозможно исключить на данный момент.

На производительность оператора, в большей мере, влияет окружающая среда в которой он трудится: температура в кабине, запыленность в кабине, а так же уровень шума. Что касается температуры и запыленности, то решение этих проблем было найдено. Температуру в кабине регулирует климат контроль, а запыленность и загазованность снижается, путем герметизации кабины и установки различных фильтров в систему кондиционирования. Что касается вопроса со снижением шума, то ситуация в этом случае обстоит куда хуже. Борьба с шумом требует больших затрат и сложных решений. Так в современной технике, например, существует ряд мер, призванных снижать уровень шума в кабине. Для этого применяются различные шумо и виброизолирующие материалы, которые устанавливаются в кабине, защищая кабину от проникновения шумов. Так же применение специализированных кабин, способно снизить уровень шума, воздействующего на оператора. Все эти методы в той или иной степени снижают уровень шума в кабине, но ситуация оставляет желать лучшего. Стремясь за снижением себестоимости единицы продукции, производители вынуждены экономить на материалах, что приводит к негативным последствиям в организации комфорта на рабочем месте.

Чтобы решить проблему со снижением шума в кабине, необходимо ознакомиться с шумами, которые возникают при работе сельскохозяйственной техники.

В данной статье рассмотрены шумы, которые возникают при работе на сельскохозяйственной технике, воздействуют на оператора и снижают его производительность.

Шум – беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков; оказывающий неблагоприятное воздействие на организм. Источником шума является любой процесс, который создает местное изменение давления или создает механические колебания в твердых, жидких или газообразных телах[1]. Шум характеризуется определением частоты, выражаемую в герцах (Гц), и интенсивностью. Интенсивность - уровень звукового давления, измеряемый в децибелах (дБ).

Согласно исследованиям, между слуховым восприятием и раздражением имеется зависимость, которую можно охарактеризовать как логарифмическую. Именно по этому для измерения звукового давления, силы звука и звуковой мощности принимается логарифмическая шкала. Использование логарифмической шкалы позволяет вложить в небольшой интервал логарифмических единиц, достаточно большой диапазон значений (по звуковому давлению - 10^6 , по силе звука - 10^{12}). В логарифмической шкале

каждая следующая степень этой шкалы больше предыдущей в 10 раз. Это условно считается единицей измерения 1 Бел (Б) [2].

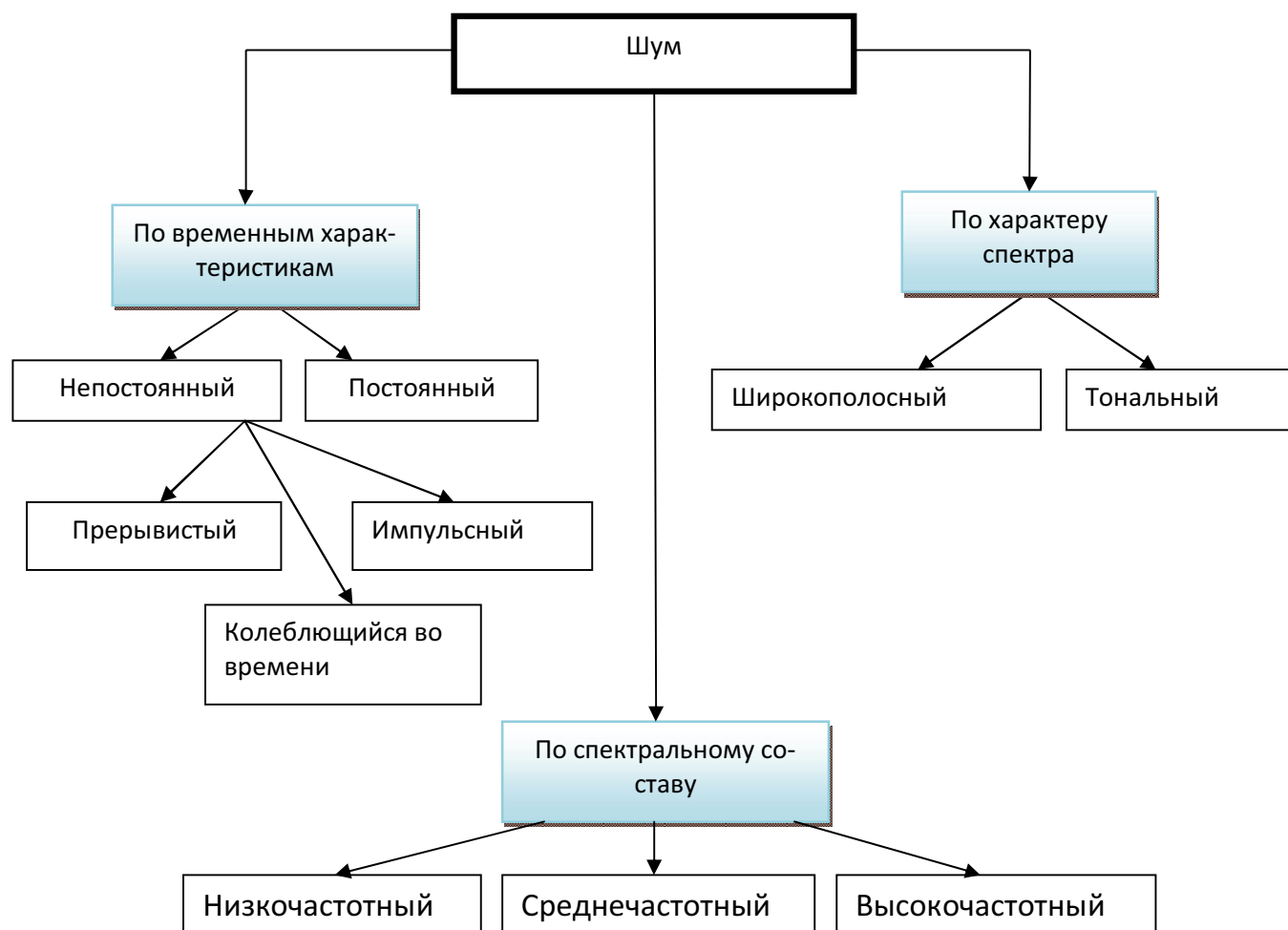


Рисунок 1 - Классификация шумов

Сам по себе шум делится на 3 категории: по временным характеристикам, по характеру спектра и по спектральному составу. Каждая из категорий подразделяется еще на ряд групп. Шум, характеризующийся по временным характеристикам подразделяется на постоянный и непостоянный. Постоянный шум – шум, уровень звука которого изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерении на временной характеристике «медленно» шумомера. К непостоянному шуму относятся колеблющийся шум, прерывистый шум и импульсный шум. Колеблющийся шум – при котором уровень звука непрерывно изменяется во времени. Прерывистый шум – непостоянный шум, уровень звука которого изменяется ступенчато в интервалах 5 дБА и более, при этом длительность интервалов, в которых уровень шума остается постоянным равняется 1с и более. Импульсный шум – непостоянный шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, уровни звука которого, измеренные в дБА1 и дБА соответственно на временных характеристиках «импульс» и «медленно» шумомера [3].

По характеру спектра шум подразделяется на широкополосный и тональный. Широкополосный шум – это шум с непрерывным спектром шириной более 1 октавы; [4]. А тональный шум – это шум, в спектре которого имеются слышимые дискретные тона. Тональный характер шума устанавливают измерением в третьооктавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По спектральному составу шум подразделяется на низкочастотный, среднечастотный и высокочастотный. Низкочастотный шум – это шум в диапазоне третьоктавных полос со среднегеометрической частотой от 16 до 400 Гц (максимум звуковой энергии приходится на частоты ниже 400 Гц). Среднечастотный шум – это шум в котором максимум звуковой энергии находится на частотах от 400 до 1000 Гц. Высокочастотный шум – это шум максимум звуковой энергии которого приходится на частоты выше 1000 Гц

Разделение частотного диапазона:

1. Инфразвук – звук ниже порога слышимости (0 – 20 Гц); 2. Низкие частоты (20 – 100 Гц); 3. Нижняя середина (100 – 1000 Гц); 4. Средние частоты (1 – 4 кГц); 5. Высокие частоты (4 – 8 кГц); 6. Шум (8 – 20 кГц); 7. Ультразвук (свыше 20 кГц).

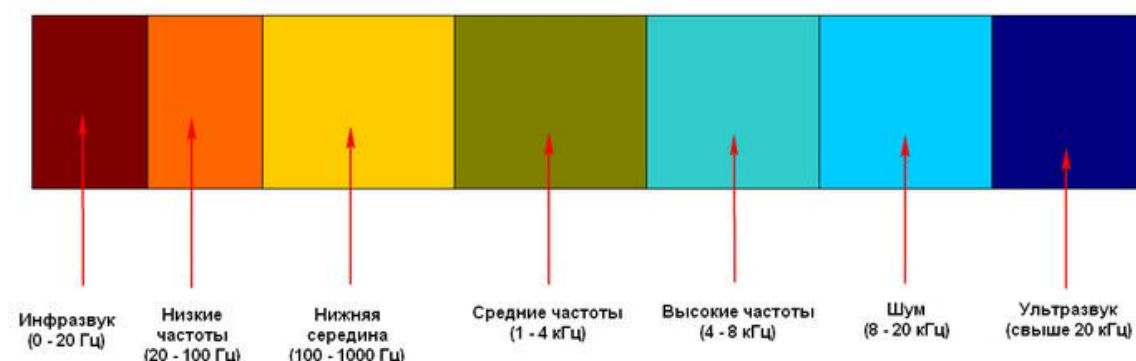


Рисунок 2 – разделение частотного диапазона

Согласно исследованиям, восприятие человеком шума напрямую зависит от частоты колебания звуковых волн. Так, например, низкие частоты колебаний звуковых волн человек слышит плохо, но при этом вибрации, вызванные этим шумом, ощущаются в разы лучше. Соответственно высокие частоты колебаний так же имеют предел слышимости. Так например ультразвуковые частоты, ухом человека уже не воспринимаются [5].

Все эти шумы в разной степени влияют на организм человека и увеличение способов борьбы с ними улучшит производительность при работе на сельскохозяйственной технике, за счет комфорта на рабочем месте.

Библиографический список

1. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник. - М.: Университетская книга, Логос, 2008.- 424с.
2. Алексеев С.П. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении / С.П.Алексеев, А.М. Казаков, Н.Н. Колотилов. - М.: Машиностроение, 1970. - 208 с.
3. Сайт «normative_reference_dictionary.academic.ru»: словарь-справочник терминов нормативно-технической документации: электрон. статья https://normative_reference_dictionary.academic.ru (дата обращения 14.10.2019)
4. Сайт «ru.wikipedia.org»: Шум: электрон. статья 24.05.2019: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения 12.10.2019)
5. Сайт «fierymusic.ru»: Частота колебаний звуковых волн : электрон. статья 21.07.2014: <https://fierymusic.ru/teoriya-zvuka/chastota-kolebaniy-zvukovyh-voln> (дата обращения 11.10.2019)

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ НА КОРОНУ В
ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ****Картавец В.В.**, к.т.н., доцент**Извеков Е.А.**, к.т.н., доцентКафедра электротехники и автоматики
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Получены зависимости характеризующие влияние конструктивных параметров линий электропередачи на потери мощности на корону при передаче электрической энергии по высоковольтным линиям электропередачи.

Abstract: The dependences characterizing the influence of the structural parameters of power lines on the power losses on the corona during the transmission of electric energy over high-voltage power lines are obtained.

Ключевые слова: передача электрической энергии, линия электропередачи, потери мощности.

Keywords: electric power transmission, transmission line, loss of power.

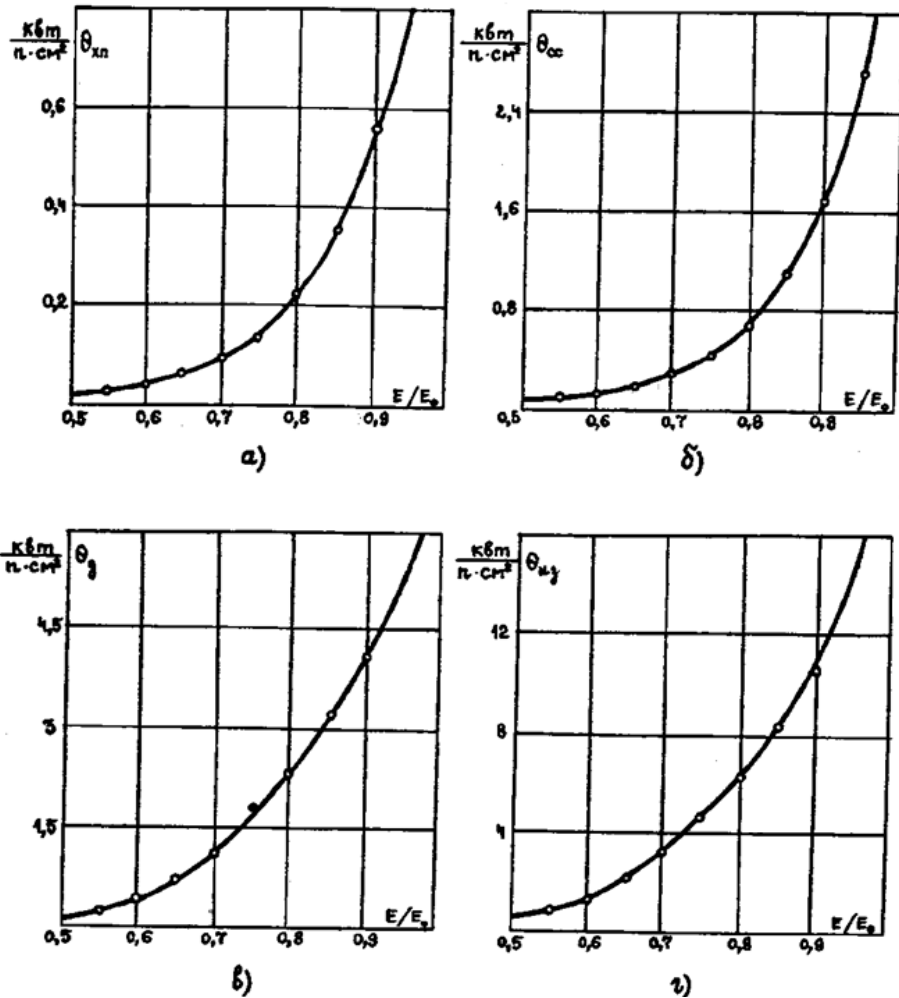
Представление потерь мощности и энергии на корону основано на известной методике [1] разработанной путем сбора и обработки многолетних статистических данных. Такой подход обусловлен сложностью физических процессов, происходящих в очагах местного коронного разряда, когда напряженность поля на проводе E не превышает критической напряженности короны $E/E_0 = 0,55 \div 0,95$ [1,2].

Потери мощности на корону существенно зависят от погодных условий, в которых работает линия электропередачи [3]. Погодные условия разбиты на четыре характерные группы: хорошая погода (Х.П.), сухой снег (С.С.), дождь (Д), изморозь (ИЗ), для которых потери мощности на корону отличаются почти на порядок [4,5]. В основе методики лежат обобщенные зависимости потерь для каждой группы в функции $\theta = f(E/E_0)$, приведённые в литературе в логарифмическом масштабе [6] На рисунке 1 они приведены в обычном масштабе, откуда видно, что все они являются гладкими функциями и возрастают при увеличении E/E_0 .

Для аппроксимации представленных кривых была составлена табличная функция для $\theta_{хп}$, $\theta_{сс}$, $\theta_{д}$, $\theta_{из}$, в диапазоне $E/E_0 = 0,55 \div 0,95$ и применён метод наименьших квадратов для аналитического описания зависимостей в указанном диапазоне. Установлено, что характер зависимостей соответствует степенной функции вида $\theta = a(E/E_0)^a$, причем метод наименьших квадратов даёт значение показателя степени для всех кривых близкое к $a = 6$. В результате обобщенные зависимости описываются выражениями:

$$\begin{cases} \theta_{хп} = 0,859(E/E_0)^6; \\ \theta_{сс} = 2,810(E/E_0)^6; \\ \theta_{д} = 8,643(E/E_0)^6; \\ \theta_{из} = 26,925(E/E_0)^6, \end{cases} \quad (1)$$

а среднеквадратичная погрешность такого описания по отношению к значениям табличной функции не превышает 1%.



а - хорошая погода; б - сухой снег; в - дождь; г - изморозь.

Рисунок 1 - Обобщенные характеристики потерь на корону для четырех групп погоды

Для перехода от обобщенных зависимостей (1) к потерям мощности одной фазы линии используются параметры конструкции фазы и вероятности продолжительности различных групп погоды в течение года для рассматриваемой ОЭС:

$$\Delta P_{\text{кф}} = nr_0^2 \left[\theta_{\text{хл}} \bar{\psi}_{\text{хл}} + \theta_{\text{сн}} \bar{\psi}_{\text{сн}} + \theta_{\text{д}} \bar{\psi}_{\text{д}} + \theta_{\text{из}} \bar{\psi}_{\text{из}} \right], \quad (2)$$

где n - число составляющих фазы;

r_0 - радиус составляющей, см;

$\bar{\psi}_{\text{хл}}, \bar{\psi}_{\text{сн}}, \bar{\psi}_{\text{д}}, \bar{\psi}_{\text{из}}$ - вероятные продолжительности составляющих групп погоды за год;

$\Delta P_{\text{кф}}$ - потери мощности на корону, кВт/км.

Кроме указанных вероятностей погодные условия на территории рассматриваемой ОЭС характеризуются среднегодовой интенсивностью дождя $J_{\text{д}}$ (мм/час), в соответствии с которой рекомендуется вводить поправочный коэффициент $\chi_{\text{д}}$ к величине $\theta_{\text{д}}$ [6]. Функция $\chi_{\text{д}} = f(J_{\text{д}})$ с высокой точностью аппроксимируется зависимостью $\chi_{\text{д}} = J_{\text{д}}^{0.35}$. Тогда, используя (1), представим потери мощности на корону в трехфазной линии с учетом различной напряженности поля фаз E_A, E_B, E_C в общем случае:

$$\Delta P_{\text{к}} = nr_0^2 \psi [(E_A/E_0)^6 + (E_B/E_0)^6 + (E_C/E_0)^6], \quad (3)$$

где

$$\psi = 0,859 \bar{\psi}_{\text{хл}} + 2,81 \bar{\psi}_{\text{сн}} + 8,643 \bar{\psi}_{\text{д}} + 26,925 \bar{\psi}_{\text{из}}. \quad (4)$$

Величина ψ представляет собой обобщенную характеристику погодных условий для рассматриваемой территории. Согласно имеющимся статистическим данным [6,7] могут быть рассчитаны значения обобщенной характеристики для различных территориальных районов.

Полные потери мощности на корону в МВт на одну цепь трехфазной линии определяются выражением

$$\Delta P_k = 10^{-3} \ln r_0^2 [(E_A/E_0)^6 + (E_B/E_0)^6 + (E_C/E_0)^6], \quad (5)$$

Рассмотрим влияние параметров, характеризующих конструкцию ВЛ, на величины E_A , E_B , E_C , E_0 в выражении (5). Под напряженностью поля каждой фазы понимается эквивалентная напряженность поля, определяемая согласно [1] по формуле:

$$E_\phi = 0,0147 \frac{C_\phi U}{nr_0} \left[1 + (n-1) \frac{r_0}{2r_p} \right], \quad (6)$$

где C_ϕ - рабочая ёмкость фазы, пФ/м;

U - действующее значение линейного напряжения, кВ;

r_p - радиус расщепления фазы, см.

Как видно из выражения (6) при уменьшении волнового сопротивления путем сближения фаз или сближения двух цепей при тех же n , r_0 , r_p ведет к увеличению эквивалентной напряженности поля вследствие возрастания рабочей ёмкости каждой фазы. Для дальнейших выкладок удобно пользоваться средней ёмкостью линии $\bar{C}$, определяемой без учета земли, связав с ней рабочие ёмкости фаз соответствующими коэффициентами b_A , b_B , b_C :

$$\begin{cases} C_{\phi A} = b_A \bar{C}; \\ C_{\phi B} = b_B \bar{C}; \\ C_{\phi C} = b_C \bar{C}. \end{cases} \quad (7)$$

Для линий традиционных конструкций с горизонтальным расположением фаз существуют рекомендации по определению ёмкостей фаз в зависимости от $\bar{C}$, расстояния между фазами D и эквивалентной высотой провода h_Σ [1,8]. Согласно этим рекомендациям ёмкость средней фазы всегда больше $\bar{C}$, в диапазоне $\bar{C} = 8 \div 18$ пФ/м и $D/h_\Sigma = 0,4 \div 1$ её значение составляет

$$C_{cp} = (1,08 \div 1,14) \bar{C}.$$

Ёмкость крайних фаз может быть как больше, так и меньше $\bar{C}$, что определяется соотношением D/h_Σ , причем с увеличением его $C_{кр}$ возрастает. Можно считать, что:

$$\begin{cases} C_{кр} = (1,02 \div 1,03) \bar{C} & \text{при } D/h_\Sigma = 0,8 \div 1; \\ C_{кр} = (0,95 \div 0,97) \bar{C} & \text{при } D/h_\Sigma = 0,4 \div 0,6. \end{cases}$$

Для линий со сближенными фазами и (или) цепями подобные рекомендации неприменимы и определение коэффициентов b_A , b_B , b_C требует специальных расчетов. Например, для линии УСВЛ 220 кВ различаются ёмкости всех трех фаз каждой цепи, причём изменение угла между напряжениями влияет на их распределение, но сохраняется симметрия систем ёмкостей двух цепей:

$$\begin{cases} C_{A1} = C_{C2}; \\ C_{B1} = C_{B2}; \\ C_{C1} = C_{A2}. \end{cases} \quad (8)$$

В дальнейшем, при оценке эффективности конструкции ВЛ полагается, что для них известны коэффициенты распределения ёмкостей фаз относительно $\bar{C}$.

Пусть электропередача имеет M цепей ($M = 1$ или 2), n составляющих проводов в каждой фазе. z_0 , x_0 , b_0 , F - эквивалентные параметры на всю электропередачу. Волновое сопротивление и коэффициент фазы определяются:

$$\begin{cases} z_0 = \sqrt{x_0/b_0}; \\ \alpha_0 = \sqrt{x_0 b_0}. \end{cases} \quad (9)$$

Решив выражение (9) относительно x_0 , b_0 , получим

$$\begin{cases} x_0 = \alpha_0 z_0; \\ b_0 = \alpha_0 / z_0. \end{cases} \quad (10)$$

Средняя рабочая ёмкость фазы связана с погонной ёмкостной проводимостью соотношением:

$$\bar{C} = \frac{b_0}{M\omega} = \frac{\alpha_0}{z_0 M\omega}, \quad (11)$$

где $\omega = 2\pi f$ - циклическая частота переменного тока ($f = 50$ Гц).

Радиус проводника может быть выражен через суммарное сечение электропередачи F , приходящееся на одну фазу:

$$r_0 = 10^{-1} \sqrt{\frac{F}{Mn\pi\chi_{\text{АЛ}}}}, \quad (12)$$

где $\chi_{\text{АЛ}}$ - коэффициент заполнения поперечного сечения провода алюминием.

С учетом сказанного эквивалентная напряженность поля на проводе любой фазы определится:

$$E_{\text{эф}} = 0,0147 \cdot 10^{10} \frac{b_{\text{ф}} \alpha_0 U (Mn\pi\chi_{\text{АЛ}})^{0,5}}{Mz_0 n \omega F^{0,5}} \left[1 + (n-1) \frac{r_0}{2r_{\text{р}}} \right], \quad (13)$$

Радиус r_0 , входящий в коэффициент неравномерности (выражение в квадратных скобках), нецелесообразно представлять через F так как $K_{\text{н}}$ определяется в основном числом составляющих n и радиусом расщепления $r_{\text{р}}$.

Таким образом, напряженность поля на проводе через обобщённые параметры конструкции определяется:

$$E_{\text{эф}} = \frac{0,0147 \cdot 10^{10} \alpha_0 (\pi\chi_{\text{АЛ}})^{0,5}}{\omega} \frac{b_{\text{ф}} U K_{\text{н}}}{z_0 (Mn)^{0,5} F^{0,5}}. \quad (14)$$

Критическая напряженность поля согласно [1,8]:

$$E_0 = 24,5 m \delta_b \left[1 + \frac{0,613}{(r_0 \delta_b)^{0,4}} \right], \quad (15)$$

где m - коэффициент негладкости провода (для витого провода $m = 0,82$);

δ_b - относительная плотность воздуха.

Для диапазона r_0 соответствующего сечениям одиночного проводника 185÷600 мм², выражение в квадратных скобках заменим его приближением степенной функцией:

$$1 + \frac{0,613}{(r_0 \delta_b)^{0,4}} = 1,614 (r_0 \delta_b)^{-0,14}, \quad 3 \quad (16)$$

С учетом (12) и (16) критическая напряженность поля определяется:

$$E_0 = 39,543 \cdot 10^{0,14} m \delta_b^{0,86} (\pi\chi_{\text{АЛ}})^{0,07} (Mn)^{0,07} F^{-0,07}. \quad (17)$$

Отношение $E_{\text{эф}}/E_0$ после преобразований представим в виде:

$$\frac{E_{\text{эф}}}{E_0} = \frac{0,0147 \cdot 10^{10} \alpha_0 (\pi\chi_{\text{АЛ}})^{0,43} b_{\text{ф}} U (Mn)^{-0,57} K_{\text{н}}}{39,543 \cdot 10^{0,14} m \delta_b^{0,86} \omega z_0} F^{-0,43} \quad (18)$$

Окончательно потери мощности на корону в электропередаче получим из (5), используя (18) и (12):

$$\Delta P_{\text{к}} = \frac{10^{-5} \psi}{\pi\chi_{\text{АЛ}}} \left[\frac{0,0147 \cdot 10^{10} \alpha_0 (\pi\chi_{\text{АЛ}})^{0,43}}{39,543 \cdot 10^{0,14} m \delta_b^{0,86} \omega} \right]^6 \times$$

$$\times (b_A^6 + b_B^6 + b_C^6) \left[\frac{U(Mn)^{-0,57} K_H}{z_0} \right]^6 l F^{-1,58}. \quad (19)$$

Стоимость годовых потерь на корону:

$$З_k = \Delta P_k T_{\Gamma} \beta \quad (20)$$

Выводы. Полученные выражения являются новой аналитической зависимостью для определения затрат на потери мощности и энергии в зависимости от номинального напряжения, сечения проводов и конструктивного исполнения ВЛ.

Полученные выражения, дают возможность получить определённое представление о влиянии конструктивных параметров на потери мощности и энергии в высоковольтных линиях электропередачи.

Данные выражения могут быть использованы при проектировании для построения математических моделей электропередачи с учетом потерь мощности и энергии на корону.

Для повышения эффективности проектных решений необходима дальнейшая разработка математических моделей линий электропередачи, с учетом существующих типовых и новых конструкций воздушных линий.

Библиографический список

1. Александров Г.Н. Сверхвысокие напряжения.- Л.: Энергия, 1973. -184с.
2. Электроснабжение: учебное пособие для бакалавров направления 35.03.06 – «Агроинженерия» профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии в АПК» Очной и заочной форм обучения / В.В. Картавцев, Е.А. Извеков. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 142с.
3. Извеков Е.А. Анализ влияния режима электропотребления на снижение потерь электроэнергии в электрической сети с накопителем энергии / Е.А. Извеков, Ю.М. Помогаев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. - №2(61). – С.92-101.
4. Извеков Е.А. Проектирование систем электроснабжения. Курсовое проектирование: учебное пособие / Е.А. Извеков, В.В. Картавцев, И.В. Лакомов. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 150с.
5. Учебно-методическое пособие для лабораторных занятий по дисциплине «Проектирование систем электроснабжения» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», профиль «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей» / Е.А. Извеков, В.В. Картавцев – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 90 с.
6. Шнель Р.В. Выбор основных параметров высоковольтных электропередач / Р.В. Шнель, П.В. Воропаев, В.В. Картавцев. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1984. 107 с.
7. Юрьев В.В. Обзор путей оптимизации параметров и режимов систем электроснабжения / В.В. Юрьев, Е.А. Извеков // Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. с. 488-492.
8. Арзамасцев Д.А. Модели и метода оптимизации развития электрических сетей энергосистем. Системный подход.- Свердловск: УПИ, 1973.- 61 с.

ОБЗОР ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА СОВРЕМЕННЫХ ТРАКТОРАХ

Ворохобин А.В., к.т.н., доцент

Олейников И.Б., студент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В работе рассмотрены конструкции тягово-сцепных устройств, применяемых на современных тракторах. Проанализированы способы агрегатирования сельскохозяйственных машин. Предложено направление расширения функциональных возможностей тягово-сцепных устройств.

Abstract: The paper deals with the design of traction devices used on modern tractors. Methods of aggregation of agricultural machines are analyzed. The direction of expansion of functional capabilities of traction devices is offered.

Ключевые слова: трактор, тягово-сцепное устройство, навесное устройство, тягово-сцепного устройства лифтового типа, агрегатирование.

Keywords: tractor, traction device, hinged device, traction device of Elevator type, aggregation.

Рабочее оборудование современных тракторов постоянно модернизируется и совершенствуется. К такому оборудованию относятся навесные трехточечные и тягово-сцепные одноточечные (ТСУ) устройства, валы отбора мощности (ВОМ), гидровыводы, пневмоголовки и комплекты электророзеток. Рабочее оборудование обеспечивает возможность присоединения и агрегатирования трактора в составе машинно-тракторных агрегатов (МТА).

Агрегатирование сельскохозяйственного трактора – это процесс соединения (сцепки, навешивания, монтажа) соответствующего присоединительного рабочего оборудования для совместной работы трактора и машины с целью создания агрегата на базе трактора с определенными рабочими функциями и заданными показателями [1, 2].

По способу агрегатирования сельскохозяйственные машины разделяются на следующие типы:

- навесная – закреплена в трех точках к шарнирам верхней и нижних тяг навесного устройства. Масса машины в транспортном положении полностью воспринимается трактором. Элементы конструкции машины в транспортном положении не имеют контакта с опорной поверхностью. При переводе машины из рабочего положения в транспортное точка соединения машины с трактором принудительно перемещается по высоте в новое положение;

- полунавесная – закреплена в трех точках к шарнирам верхней и нижних тяг навесного устройства или только в двух точках к шарнирам нижних тяг навесного устройства. Масса машины в транспортном положении частично воспринимается трактором и большей частью собственными ходовыми колесами (обычно одним или двумя). При переводе машины из рабочего положения в транспортное точка соединения машины с трактором принудительно перемещается по высоте в новое положение. Двухточечное шарнирное соединение осуществляется путем крепления соединительных пальцев оси подвеса машины с шарнирами нижних тяг навесного устройства (верхняя тяга не используется). Возможен вариант использования поперечины из комплекта трактора или машины.

- полуприцепная – присоединена обычно в одной точке посредством сцепной петли к ТСУ. Возможен вариант двухточечного шарнирного соединения с навесным устройством (без использования верхней тяги). Масса машины в транспортном положении частично воспринимается трактором и большей частью собственными ходовыми колесами (обычно не менее двух). При переводе машины из рабочего положения в транспортное точка соединения машины с трактором не изменяет своего положения. К полуприцепным машинам относятся различные транспортные средства общего и специального назначения: полуприцепы общего назначения, полуприцепы-цистерны, полуприцепы самосвальные и полуприцепные специальные транспортные средства для механизации технологических процессов в сельском хозяйстве.

- прицепная – присоединена обычно посредством сцепной петли в одной точке к ТСУ. Возможен вариант двухточечного шарнирного соединения с навесным устройством (без использования верхней тяги). Масса машины в транспортном положении полностью воспринимается ее ходовой системой, на сцепное устройство трактора приходится лишь нагрузка от массы присоединительного устройства машины. При переводе машины из рабочего положения в транспортное точка соединения машины с трактором не изменяет своего положения. К прицепным машинам относятся различные транспортные средства общего и специального назначения: прицепы общего назначения, прицепы-цистерны, прицепы самосвальные и прицепные специальные транспортные средства для механизации технологических процессов в сельском хозяйстве.

- монтируемая – закреплена путем крепления сборочных единиц (обычно обвязочной рамы) из комплекта машины к монтажным отверстиям трактора [1, 2].

Навесная трехточечная система современного трактора представлена на рисунке 1.

Основными отличительными особенностями современных навесных устройств является наличие гидроподъемников, измененная конструкция захватов нижних тяг навески и центральной тяги, наличие соединительного элемента типа «лифт» («мультилифт»).

На рисунке 2 представлена схема универсального тягово-сцепного устройства лифтового типа («мультилифт»).

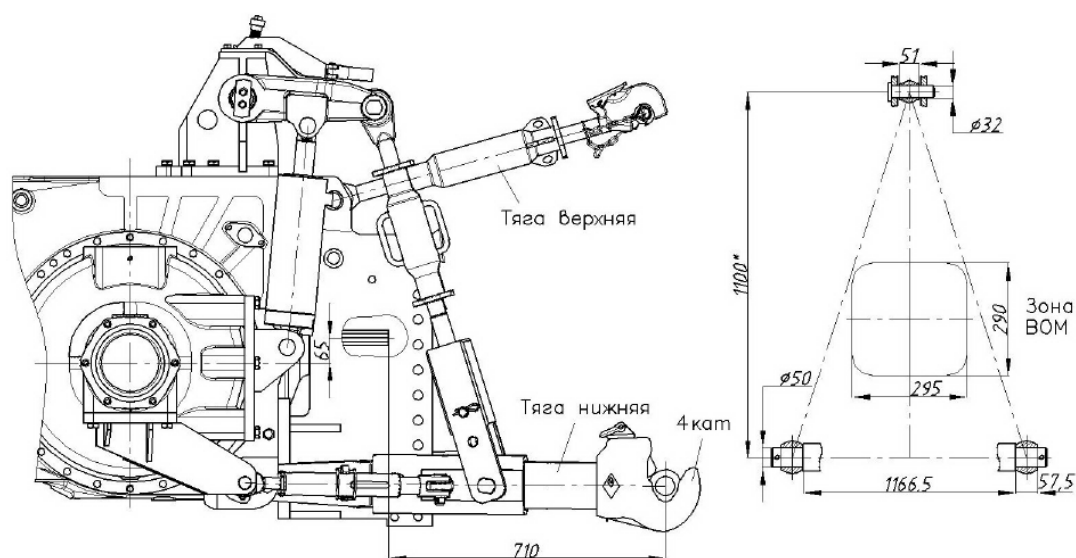


Рисунок 1 – Навесная трехточечная система современного трактора.

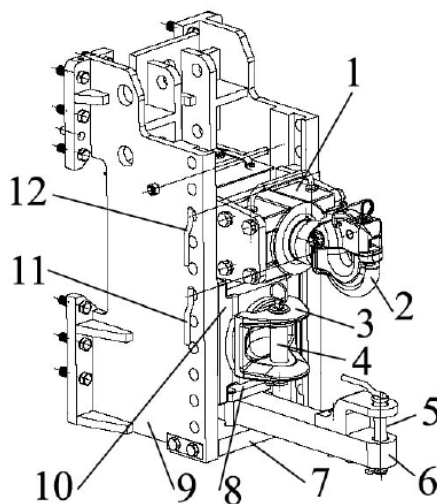


Рисунок 2 - Универсальное тягово-сцепное устройство лифтового типа:
1 – корпус; 2 – крюк; 3 – вилка; 4, 5 – шкворень; 6 – тяга; 7 – поперечина;
8 – скоба; 9 – кронштейн; 10 – корпус; 11,12 – палец.

ТСУ лифтового типа состоит из кронштейна 9 с направляющими, и исполнительных устройств: крюка 2 с амортизатором, тягового бруса 6, и вращающуюся тяговую вилку 3. Крюк с амортизатором предназначен для работы с одноосными и двухосными прицепами. Состоит из крюка 2 с элементами стопорения и корпуса 1, внутри которого смонтирован амортизатор. В корпус ввернуты две масленки для смазки опор оси крюка. Корпус крюка 1 посредством пальца 12 с чеками закреплен в направляющих кронштейна 9. Положение крюка с амортизатором может изменяться по высоте, путем перемещения его в пазах кронштейна 9. Тяговый брус предназначен для работы с тяжелыми прицепными и полуприцепными машинами. Состоит из тяги 6 и шкворня 5 со шплинтом, передний конец тяги закреплен в кронштейне 9. Средней частью тяги опирается на поперечину 7, от боковых перемещений на поперечине тяга 6 фиксируется скобой 8.

Тяговая вилка (вращающаяся) предназначена для работы с тяжелыми полуприцепными машинами и одноосными прицепами. Состоит из вилки 3, шкворня 4 со шплинтом и корпуса 10. Корпус 10 посредством пальца 11 с чеками закреплен в направляющих кронштейна 9. Положение тяговой вилки изменяется по высоте, путем перемещения его в пазах кронштейна 9.

Универсальное тягово-сцепное устройство лифтового типа, позволяет трактору агрегатировать одноосные и двухосные прицепы и прицепные машины. Если посмотреть на функциональные возможности элементов этого устройства, то можно сделать вывод, что в основном все они выполняют только функцию тяги, т.е. перемещения прицепов (полуприцепов) и прицепных (полуприцепных) машин. В связи с этим целесообразно расширять возможности существующих тягово-сцепных устройств или модернизировать их конструкцию таким образом, чтобы они могли выполнять не только функцию тяги, но и например, могли перераспределять нагрузки по опорам всего агрегата с целью регулирования его сцепных свойств. Такие технические решения предлагаются в работах [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Таким образом, современные тракторы оснащаются разнообразными тягово-сцепными устройствами, предназначенными в основном только для выполнения функции тяги. Считаем необходимым расширять возможности этих устройств прежде всего в направлении регулирования сцепных свойств трактора за счет перераспределения веса с агрегируемых с ним машин.

Библиографический список

1. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский; под общ. ред. О.И. Поливаева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. – 429 с.
2. 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.
3. Ворохобин А.В. Повышение эффективности использования тракторно-транспортного агрегата при корректировании вертикальных нагрузок на колеса: дис...канд. техн. наук: 05.20.01/ А.В. Ворохобин. – 2007. – 172 с.
4. Гребнев В.П. Эффективность корректирования вертикальных нагрузок на колеса полуприцепных тракторно-транспортных агрегатов/ В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, О.Г. Подорванова// Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2013. - №3. – С. 56 – 63.
5. Пат. 2584643 РФ, МПК7 В 60 D 1/00, В 60 В 39/00, В 62 D 53/04. Тягово-сцепное устройство плавающего типа / В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, В.Д. Бурдыкин, А.В. Подстрешный, О.В. Лещева (Россия). – №2015105613/11; Заявл. 18.02.2015; Оpubл. 20.05.2016, Бюл. №14. – 7 с.: ил.
6. Ворохобин А.В. Результаты исследований усовершенствованной конструкции тягово-сцепного устройства трактора/ А.В. Ворохобин// Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2016. - №4. – С. 129 – 139.
7. 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.
8. 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.

УДК 631.372:629.4.02

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВЕСА ТРАКТОРА НА ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Ворохобин А.В., к.т.н., доцент

Олейников И.Б., студент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В работе определено влияние эксплуатационного веса трактора на его тягово-энергетические показатели. Проведены расчеты на примере трактора тягового класса 2. Установлено, что регулирование эксплуатационного веса улучшает тягово-энергетические показатели при работе в условиях низкой несущей способности опорной поверхности.

Abstract: The paper determines the influence of the operational weight of the tractor on its traction and energy performance. Calculations are carried out on the example of a tractor of traction class 2. It is established that the regulation of operational weight improves traction and energy performance when working in conditions of low bearing capacity of the support surface.

Ключевые слова: трактор, эксплуатационный вес, буксование, потенциальная тяговая характеристика, тяговый КПД.

Keywords: tractor, operational weight, slipping, potential traction characteristics, traction efficiency.

Тягово-динамические и топливно-экономические показатели тракторов зависят от многих конструктивных и эксплуатационных факторов, в частности, от их, весовых параметров, энергетических характеристик и технического состояния.

К основным параметрам, от которых зависят, прежде всего, эксплуатационные свойства тракторов, относят: эксплуатационный вес, максимальная мощность двигателя, передаточные числа трансмиссии и размеры ведущих колес или гусеничного движителя [1, 2].

Для повышения эффективности использования тракторов в разнообразных условиях движения следует ожидать эффекта от регулирования этих параметров. Это касается, прежде всего, эксплуатационного веса [3].

Определим влияние эксплуатационного веса трактора на его энергетические показатели. Для этого проведем расчет на примере трактора Беларусь тягового класса 2.

При выполнении расчета трактор рассматривается как тяговое энергетическое средство, т.е. вся мощность его двигателя реализуется через трансмиссию и движители для создания тяговой силы без резервирования на работу активных рабочих органов сельхозмашин через валы отбора мощности.

Основным классификационным показателем трактора, как тягово-энергетического средства, является номинальное тяговое усилие, определяющее его тяговый класс. За такое усилие принято крюковое усилие, которое реализует трактор на стерне колосовых культур со средней плотностью и нормальной влажностью (15...18 %) почвы при допустимом буксовании ведущих колес, равном 14...16 % и 16...18 % соответственно для колесных тракторов колесной формулой 4К4 и 4К2. Такое значение буксования обеспечивает при полной загрузке двигателя получение максимума тягового КПД трактора и производительности машинно-тракторного агрегата [4].

Тяговое усилие, которое может реализовать трактор на различных передачах при работе с максимальной тяговой мощностью, также называют номинальным (или расчетным) тяговым усилием трактора, полученным на определенной передаче [4].

Основной характеристикой тягово-энергетических свойств трактора является тяговая характеристика, выражающая зависимость его действительной скорости движения V , тяговой мощности $N_{кр}$, тягового КПД $\eta_{тяг.}$, буксования ведущих колес δ , часового G_t и удельного расхода топлива $g_{кр}$ и от тягового усилия $P_{кр}$. Тяговая характеристика - это построенная в других координатах регуляторная характеристика двигателя, трансформированная через трансмиссию и движитель, т.е. с учетом потерь энергии и скорости в трансмиссии, на перекачивание и буксование движителя [4].

Параметры регуляторной характеристики двигателя рассчитываются по методике, изложенной в работе [4].

Параметры тяговой характеристики определим для почвенного фона - поле, подготовленное под посев. Буксование ведущих колёс на поле, подготовленном под посев принимаем зависящим только от тягового усилия трактора, поэтому строим зависимость $\delta=f(P_{кр})$.

Для построения зависимости значение $P_{кр}$ определяют из формулы [1,4]

$$P_{кр} = \varphi_{кр} * G_{сц} \quad (1)$$

где $G_{сц}$ -сцепной вес трактора, $\varphi_{кр}$ -коэффициент использования сцепного веса.

Силу тяги на крюке определим для четырех значений эксплуатационного веса: $0,8G_{э.з.}$, $G_{э.з.}$, $1,2G_{э.з.}$, $1,4G_{э.з.}$. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость буксования от тягового усилия трактора

$\varphi_{кр}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$\delta \%$	0	2	5	9	16	26	48
$P_{кр} 0,8 G_{э.з.}$	0	4	8,1	12,1	16,2	20,2	24,2
$P_{кр} G_{э.з.}$	0	5,1	10,1	15,1	20,2	25,2	30,3
$P_{кр} 1,2 G_{э.з.}$	0	6,2	12,1	18,2	24,2	30,3	36,3
$P_{кр} 1,4 G_{э.з.}$	0	7,2	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4

Проведя расчет показателей тяговой характеристики для заводского эксплуатационного веса трактора провели расчеты для трёх дополнительных значений этого веса на номинальном режиме работы двигателя на основных передачах (III, IV и V) для $G_э=0,8G_{э.з.}$, $G_э = G_{э.з.}$, $G_э = 1,2 G_{э.з.}$ и $G_э = 1,4 G_{э.з.}$, где $G_{э.з.}$ – заводской эксплуатационный вес трактора.

Такие значения выбраны, исходя из-за наметившейся во всем мире тенденции к снижению конструктивного, а значит, и заводского эксплуатационного веса, а также возможности увеличения этого веса за счёт переноса части вертикальных нагрузок с колёс прицепов и прицепных машин. Выбранные передачи обеспечивают скорости движения до 16 км/ч.

Из потенциальной тяговой характеристики определяем на какой из передач получено максимальное значение тяговой мощности и тягового КПД, а также чему равны при этом значения $P_{кр}$ и V . Полученные результаты занесены в таблицу 2.

Таблица 2 - Значения максимальной тяговой мощности и тягового КПД

Вес	Передача	$N_{кр}$	$\eta_{тяг}$	$P_{кр} Н$	V км/ч
$0,8G_{э.з.}$	3.4	55	0,58	15850	12,4
$G_{э.з.}$	3.3	53,8	0,56	18985	10,2
$1,2 G_{э.}$	2.4	53,6	0,56	27544	7
$1,4 G_{э.з.}$	2.4	53,7	0,56	26144	7,4

Из таблицы 2 видно, что уменьшение передачи ведёт к уменьшению тягового КПД и тяговой мощности, так как увеличивается сила тяги на крюке и соответственно и буксование ведущих колёс, а также сопротивление перекачиванию. Самое высокое тяговое КПД и тяговая мощность получена на передаче 3.4 $N_{кр} = 55 \text{ кВт}$, $\eta_{тяг} = 0,58$, это объясняется тем что для $0,8G_{э.з.}$ уменьшается сила сопротивления на перекачивание на остальных передаточных числах уменьшение тягового КПД и тяговой мощности объясняется увеличением силы сопротивления на перекачивание, но одновременно увеличивается сцепной вес. Результаты расчета тягово-энергетических показателей трактора от изменения эксплуатационного веса приведены в таблице 3.

Из анализа данных таблицы 3 следует, что эксплуатационный вес целесообразно регулировать на передаче 2.3 из-за высокого тягового усилия на крюке. Для передачи 2.4 также необходимо регулировать эксплуатационный вес. На передаче 3.2 эксплуатационный вес необходимо регулировать для $0,8G_{э.з.}$ и $G_{э.з.}$, так как буксование на этих передачах выше допустимого. Для передачи 3.3 эксплуатационный вес также необходимо увеличивать. Для передачи 3.4 эксплуатационный вес регулировать нет необходимости, так как буксование находится в пределах нормы. Регулирование эксплуатационного веса можно осуществлять различными устройствами. Об эффективности таких устройств изложено в следующих работах [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Таблица 3 – Результаты расчета тягово-энергетических показателей трактора от его эксплуатационного веса.

Передача	Показатели	$P_{кр}$, Н	V , км/ч	$N_{кр}$, кВт	$\eta_{тяг}$	δ , %	$\frac{g_{кр}}{Г/(кВт*ч)}$
2.3	$G_3=0,8G_{3.3}$	37969	4,3	45,4	0,47	0,4	528
	$G_3 = G_{3.3}$	36557	4,3	34,6	0,36	0,4	685
	$G_3 = 1,2 G_{3.3}$	35122	4,3	39	0,41	0,43	605
	$G_3 = 1,4 G_{3.3}$	33723	5,5	51,5	0,54	0,225	459,3
2.4	$G_3=0,8G_{3.3}$	30391	5,2	44	0,46	0,4	539
	$G_3 = G_{3.3}$	28978	5,2	42	0,47	0,39	564,3
	$G_3 = 1,2 G_{3.3}$	27544	7	53,6	0,56	0,19	443
	$G_3 = 1,4 G_{3.3}$	26144	7,4	53,7	0,56	0,14	442,8
3.2	$G_3=0,8G_{3.3}$	25939	5,9	43	0,45	0,4	551
	$G_3 = G_{3.3}$	24526	7,5	51,1	0,54	0,24	463,7
	$G_3 = 1,2 G_{3.3}$	23092	8,3	53,2	0,56	0,15	443
	$G_3 = 1,4 G_{3.3}$	21692	8,9	53,6	0,56	0,095	442,8
3.3	$G_3=0,8G_{3.3}$	20397	8,8	50	0,52	0,26	477
	$G_3 = G_{3.3}$	18985	10,2	53,8	0,56	0,14	440,5
	$G_3 = 1,2 G_{3.3}$	17550	10,9	53,1	0,55	0,085	451
	$G_3 = 1,4 G_{3.3}$	16150	11,2	50,2	0,53	0,06	468
3.4	$G_3=0,8G_{3.3}$	15850	12,4	55	0,58	0,14	428
	$G_3 = G_{3.3}$	14438	13,2	53	0,55	0,085	447
	$G_3 = 1,2 G_{3.3}$	13003	13,6	49,1	0,51	0,055	468
	$G_3 = 1,4 G_{3.3}$	11603	13,8	44,5	0,47	0,04	528

Таким образом, в сложных по проходимости дорожных условиях, целесообразно регулировать эксплуатационный вес в сторону увеличения по сравнению с заводским, т.к. это позволяет улучшить тягово-энергетические показатели. Такое регулирование можно осуществлять из кабины трактора, автоматически при наличии специальной конструкции тягово-сцепного устройства и соответствующих датчиков.

Библиографический список

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. Ворохобин А.В. Повышение эффективности использования тракторно-транспортного агрегата при корректировании вертикальных нагрузок на колеса: дис...канд. техн. наук: 05.20.01/ А.В. Ворохобин. – 2007. – 172 с.
4. Поливаев О.И. Теория трактора и автомобиля: учебник/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 232 с.
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. Пат. 2584643 РФ, МПК7 В 60 D 1/00, В 60 В 39/00, В 62 D 53/04. Тягово-сцепное устройство плавающего типа / В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, В.Д. Бурдыкин, А.В. Подстрешный, О.В. Лещева (Россия). – №2015105613/11; Заявл. 18.02.2015; Опубл. 20.05.2016, Бюл. №14. – 7 с.: ил.
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. 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.
10. 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.

УДК 629.11

ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ ДВИГАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПУТИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Божко А.В., к.т.н., доцент

Гурова М.С., магистр

Мякишев С.О., магистр

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Канищев А.С., к.т.н.

начальник 2-го факультета САТОП

Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматриваются пути совершенствования автомобильных двигателей, позволяющие снизить выброс вредных веществ с отработанными газами при одновременном улучшении эксплуатационных показателей.

Summary: The article considers the ways of improving automobile engines, allowing to reduce the emission of harmful substances with exhaust gases while improving performance.

Ключевые слова: вредные выбросы, двигатель внутреннего сгорания, отработавшие газы, токсичность.

Keywords: harmful emissions, internal combustion engine, exhaust gases, toxicity.

Двигатели внутреннего сгорания вырабатывают около 85% энергии, потребляемой на земле. Среди них основную долю составляют традиционные поршневые автомобильные двигатели.

Во многих промышленно-развитых странах мира, суммарная мощность автомобильных двигателей превосходит мощность всех электростанций, в России ежегодное потребление топлива превышает величину 64 млн. тонн.

Возрастающая концентрация автомобилей в крупных городах обуславливает постоянное повышение роли автотранспорта в загрязнении воздушного бассейна. Особенно велика доля загрязнения атмосферы городов окисью углерода СО и углеводородами СН, вносимая автомобилями.

В местах сосредоточения автомобильного транспорта (крупные перекрестки, автомагистрали, места с ограниченным воздухообменом и т. д.) концентрации вредных веществ, выбрасываемых с отработавшими газами, стали превышать санитарные нормы. Как показывают прогнозы, дальнейшее увеличение количества автомобилей при отсутствии эффективных природоохранных мероприятий может привести к глобальному отрицательному воздействию на человека и окружающую среду. Все это ставит перед наукой и техникой задачу резкого уменьшения вредных выбросов, выделяемых автомобилями.

Следует отметить, что 85% отечественных автомобилей оснащены бензиновыми двигателями, каждый из которых выделяет больше вредных выбросов, чем дизель. Поэтому рассматриваются наиболее актуальные проблемы совершенствования именно бензиновых двигателей.

В перспективе необходимый результат может быть достигнут многими способами: использованием новых видов топлив (наиболее привлекателен природный газ, дающий при сгорании минимальное количество вредных веществ), переводом транспорта на электродвигатели (что перспективно только в том случае, если производство электроэнергии в свою очередь не связано с генерацией вредных выбросов и, видимо, может быть достигнуто только на соответствующей стадии развития атомной энергетики), совершенствованием существующих ДВС.

Последнее особенно актуально в настоящее время, поскольку производство ДВС имеет сложившуюся мощную производственную базу во всем мире.

Совершенствование ДВС может идти как по пути создания новых конструкций двигателей, так и по пути улучшения показателей существующих двигателей, которое может быть достигнуто путем точного дозирования топлива с образованием смеси нужного состава при достаточно полном испарении топлива к моменту сгорания. Оба эти процесса обеспечиваются работой топливной аппаратуры двигателей, чем и определяется первоочередное внимание, уделяемое в современном двигателестроении совершенствованию работы топливной аппаратуры [7].

С учетом сказанного все направления технического прогресса в области совершенствования двигателей по показателям токсичности можно классифицировать на две категории.

1. Прямое совершенствование процессов дозирования и смесеобразования при сохранении традиционной схемы рабочего процесса двигателя и его конструкции.

2. Поиски и применение таких рабочих процессов, схем двигателей и дополнительных устройств к ним, которые бы обеспечивали дальнейшее улучшение токсических показателей:

- а) использование послойного смесеобразования и сгорания;
- б) применение однорежимных двигателей в составе комбинированных силовых установок с накопителями энергии;
- в) использование термических и каталитических нейтрализаторов.

Совершенствование процессов смесеобразования и сгорания в ДВС позволяет одновременно уменьшить токсичность отработавших газов и улучшить экономические показатели, что в современных условиях совершенно необходимо.

В результате большого объема исследовательских работ в мировой практике сформировались следующие комплексы мероприятий, обеспечивающие максимально благоприятные показатели бензиновых двигателей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

1. Повышение точности регулировки на оптимальный состав смеси и обеспечение стабильности их характеристик в процессе производства и эксплуатации автомобилей.

2. Применение непосредственного впрыска бензина в цилиндры двигателя.

3. Применение систем изменения фаз газораспределения.

4. Использование наддува.

5. Оснащение двигателей нейтрализаторами отработавших газов, снижающими количество вредных выбросов.

Все описанные мероприятия позволяют сокращать выбросы СО, СН и выбросы NO_x. Таким образом, приведенные материалы свидетельствуют, что совершенствование в первую очередь системы питания - неперемное условие общего прогресса транспортного двигателестроения. Реализация указанных мероприятий наряду с мерами по совершенствованию конструкции самого двигателя позволяет обеспечить дальнейшее развитие транспортных средств при сохранении удовлетворительного санитарно-гигиенического состояния воздушного бассейна.

Библиографический список

1. Конструкция тракторов и автомобилей: 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: 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: 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: 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: монография / О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 210 с.

6. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: Учебное пособие для ВУЗов/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 291 с.

7. Демочка О.И. Вредные выбросы транспортных средств и проблемы совершенствования топливной аппаратуры / О.И. Демочка, А.М. Лукин // Двигателестроение. - 1980, №7, С. 30-33.

МЕТОДИКА ФИКСАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ БИОТОПЛИВ В ЗАКРЫТОМ ТИГЛЕ

Гетманов Д. Г., студент

Панченко М. А., студент

Васильев И. П., к.т.н., доцент

Кафедра железнодорожного транспорта

Луганский национальный университет им. В. Даля, г. Луганск, ЛНР

Аннотация: Приведено описание конструкции закрытого тигля и процесс определения температуры вспышки. Предложена методика фиксации начала температуры вспышки в закрытом тигле биотоплив и их смесей с дизельным топливом. Для этого используется видеосъемка с дальнейшим выделением кадра со вспышкой. Это позволяет документировать данные замеры.

Summary: The description of a design of the closed crucible and process of determination of temperature of flash is provided. The technique of fixing of the beginning of temperature of flash in the closed crucible of biofuels and their mixes with diesel fuel is offered. Video filming with further allocation of a shot with flash is for this purpose used. It allows documenting these measurements.

Ключевые слова: дизельное топливо, биотопливо, температура вспышки, видеосъемка

Keywords: diesel fuel, biofuel, flash temperature, video filming.

Одним из важных направлений расширения топливной базы в сельском хозяйстве является использование биотоплив. Это могут быть как растительные масла, так и продукты их переработке, в частности, биодизель.

Получение биодизеля и его положительное влияние на экологию раскрыто в статье [1].

В этом свете возникает необходимость в определении основных свойств биотоплив. В работе [2] представлено изменение плотности и вязкости от содержания биодизеля в смеси дизельного топлива и биодизеля.

Другим важным фактором является определение температуры вспышки в закрытом тигле.

Под температурой вспышки понимают ту минимальную температуру, при которой пары топлива, нагреваемого в специальном закрытом приборе, образуют смесь паров или газов с воздухом, которая вспыхивает в воздухе при поднесении к ней источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения.

Температура вспышки определяется в приборе, приведенном на рисунке 1.

Подогрев испытуемого топлива осуществляется электронагревателем 2. Воздушная ванна 12 необходима для более равномерного обогрева тигля 1. Тигель 1 закрывается крышкой 10, на которой установлены: фитильная зажигательная лампочка 6, рычажное поворотное приспособление (поворотная колонка) 8, (открывающее окно 5 в крышке 10 при повороте заслонки 7), мешалка 4 с гибким тросиком 9 и термометр 11.

В течение всего периода нагревания проводят непрерывное перемешивание топлива пружинной мешалкой со скоростью вращения 60 об/мин. При температуре на 10°C ниже ожидаемой проводят испытания на вспыхивание, открывая подвижную заслонку через каждые 2°C. Перед поджиганием прекращают перемешивание и открывают отверстие крышки на 2-3 секунды. Существуют стандарты на их определение [3,

4]. Если вспышка не произошла, топливо вновь перемешивают, повторяя поджигание через минуту.

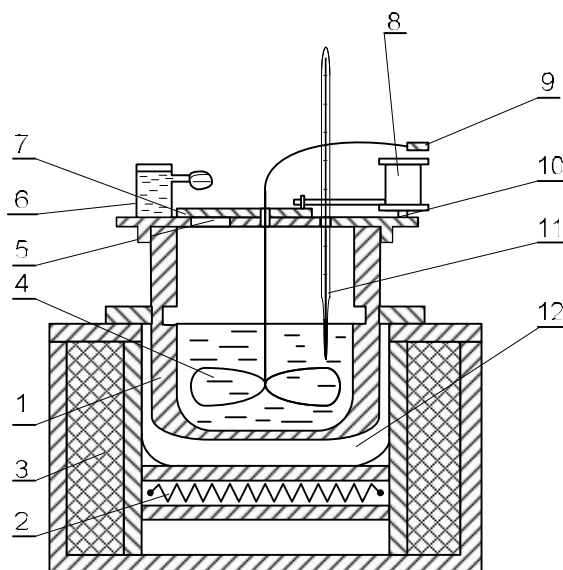


Рисунок 1 – Прибор для определения температуры вспышки топлив в закрытом тигле:

1-тигель; 2-электронагреватель; 3-асбест; 4-мешалка; 5-окно; 6-фитильная зажигательная лампочка; 7-подвижная заслонка; 8-поворотная колонка; 9-гибкий тросик; 10 - крышка тигля; 11-термометр; 12-воздушная ванна

Но это быстропротекающий процесс и возникает необходимость в фиксации параметров вспышки: температуры и самого характера вспышки.

Из опыта работы в Германии в институте технического сгорания (г. Ганновер, университет Лейбница) при исследованиях воспламенения биотоплив использовалась камера сгорания, в которой создавалось необходимое давление воздуха, впрыск топлива и фиксация температуры и характера воспламенения высокоскоростной камерой японского производства со скоростью съемки 80000 кадров в секунду при выдержке 10 мкс [5]. При этом Herr M. Кайзер с этой целью стажировался в Японии 6 месяцев.

Но в данном случае использовался обычный смартфон со скоростью съемки около 30 кадров в секунду. Затем кадр со вспышкой вырезался.

На рисунке 2 представлен данный момент фиксации температуры вспышки.



Рисунок 2 - Закрытый тигель для определения температуры вспышки смесей дизельного топлива с биодизелем (69°C)

На фото видно, что вспышка произошла при температуре в тигле равной 69°C.

Из многочисленных опытов было выявлено, что интенсивность вспышки различных топлив имеет разный характер. Существуют закрытые тигли с автоматическим воспламенением. В таких тиглях возможно фиксировать характер воспламенения топлива в зависимости от состава топлива.

Выводы. Предложен достаточно простой способ, позволяющий документально фиксировать температуру вспышки в закрытом тигле и оценивать интенсивность самой вспышке. Это обеспечивается путем видеосъемки и дальнейшей вырезки кадра вспышки. В перспективе интенсивность вспышки возможно связать с составом смесового топлива.

Библиографический список

1. Быкадоров В.В. Экологосберегающая технология получения и использования топлив для сельскохозяйственной техники / В.В. Быкадоров, И.П. Васильев, В.В. Федоренко // Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 15-16 ноября 2017 г.). – Ч. II – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 173-177.
2. Головчанский А. И. Получение аппроксимирующих уравнений плотности и вязкости смеси биодизеля с дизельным топливом / А. И. Головчанский, Я. А. Пирожников, И. П. Васильев // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы V Все-российской научно-технической конференции молодых исследователей (с международным участием), Волгоград, 23—28 апреля 2018 г. / под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Волгоград : ВолгГТУ, 2018— с. 266-267.
3. ГОСТ 6356–75. Нефтепродукты. Продукты химические органические. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле. – Взамен ГОСТ 6356–52; Введ. 01.01.77. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 6 с.
4. ГОСТ 9287–59. Масла растительные. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле. – Введен впервые; Введ. 01.07.60. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 3 с.
5. Васильев И. П. Влияние свойств биотоплив на характеристики впрыскивания в камеру с постоянным давлением / И. П. Васильев, А. Хайлиг, М. Кайзер, Ф. Динкелякер // Двигатели внутреннего сгорания. – Х.: ХПИ, 2011.- № 2. – С. 37-41.

УДК 004.056.52

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ЗАТРУДНЯЮЩИХ ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ В ОРГАНИЗАЦИИ

Бонч-Бруевич А.М., к.т.н., доцент

Кафедра информационная безопасность
финансового университета при правительстве РФ

Мухамединов А.В., студент

Кафедра техники и электрофизики высоких напряжений (э-11м-18) НИУ «МЭИ»

Беляков И.А., заместитель начальника УИТ
ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

Аннотация: В данной статье проведен анализ факторов, влияющих на создание комплексной системы безопасности предприятия энергетического комплекса. Факторы проанализированы с учетом особенностей предприятий отрасли и удовлетворяет прин-

ципам системности, комплексности и законности. В статье приведены типовые формы для проведения опроса при анализе работы организации для оценки уровня защищенности.

Summary: This article analyzes the factors affecting the creation of an integrated security system for an energy complex enterprise. Factors are analyzed taking into account the characteristics of industry enterprises and meets the principles of consistency, comprehensiveness and legality. The article provides typical forms for conducting a survey when analyzing the organization's work to assess the level of security.

Ключевые слова: предприятие энергетики, защита информации, АСУ ТП, КВО
Keywords: energy enterprise, information protection, industrial control system, KVO

Современные предприятия энергетического комплекса с каждым годом увеличивают долю технологических процессов, управление которыми автоматизируется с помощью компьютерных систем. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) обеспечивают повышение эффективности работы организации, однако зачастую сами становятся уязвимым звеном. Отказ АСУ ТП может привести к катастрофическим процессам и, следовательно, необходима система, включающая в себя защиту информации. Комплексная система защиты информации (КСЗИ) — система, которая охватывает все факторы, связанные с обеспечением конфиденциальности, целостности и доступности информации [1]. Согласно принципам комплексного подхода для создания системы, сначала необходимо определить критерии эффективности системы защиты и ресурсы, необходимые для ее реализации.

На рисунке 1 показана взаимосвязь исходных данных, существующих независимо от СЗИ, средств и ресурсов необходимых для создания системы, целей построения системы защиты и критерии эффективности [1].



Рисунок 1 - Взаимосвязь составляющих КСЗИ

От корректности формулировки цели зависит скорость и качество построения КСЗИ. В общем виде целью является защита информации, то есть выполнение требований конфиденциальности, целостности и доступности. В зависимости от особенностей конкретного предприятия определяется функционал системы защиты. Чаще всего, существует несколько путей построения системы. Чтобы выбрать, какой путь наиболее эффективен, требуется критерий эффективности, который должен учитывать затраченные ресурсы, качество системы, а также иметь количественный показатель.

Кроме того, каждый элемент должен соответствовать определенным принципам [2], таким как принцип законности, комплексности, своевременности и т. д. (Рисунок 2)

В соответствии с принципом законности ряд информационных ресурсов и/или других активов организации должны быть защищены в соответствии с нормативными документами – федеральными законами РФ, постановлениями Правительства или отраслевыми нормативными актами.

В соответствии с принципом полноты защищать необходимо всю информацию, компрометация которой может нанести ущерб организации, а также средства обработки и защиты информации.

Согласно принципу обоснованности, необходимо разработать документы, определяющие значимость защищаемой информации и актуальность угроз безопасности.

Расстановка приоритетов позволяет обеспечить заданный уровень безопасности с меньшими затратами финансовых и временных ресурсов.

Специализированные подразделения (как минимум отдел по защите информации) по защите информации являются неотъемлемой частью КСЗИ, так как только квалифицированные и компетентные кадры способны обеспечить необходимый уровень ЗИ. Уровень подготовки специалистов определяется действующим законодательством и в настоящее время предполагает получение специалистом либо профильного высшего образования в области защиты информации, либо прохождение профессиональной переподготовки.

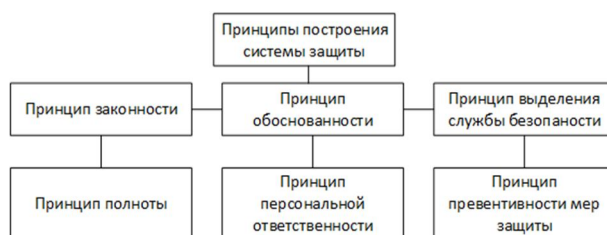


Рисунок 2 - Принципы построения системы защиты

Согласно принципу персональной ответственности, каждый сотрудник должен нести ответственность (в отдельных случаях вплоть до уголовной) за нарушение правил по обеспечению защищенности информации. Этот принцип реализуется ведением журналов учета работы с вычислительной техникой и другими информационными ресурсами. Такие журналы могут вестись в печатном и электронном виде. Кроме того, сотрудники должны знать о том, что их действия в информационных системах организации могут фиксировать техническими средствами, например ведением видеонаблюдения.

Заблаговременное, превентивное принятие мер по защите информации обеспечивает снижение вероятности возникновения инцидентов. Реализация таких мер может быть обеспечена при ведении анализа инцидентов безопасности в других организациях, своевременном обновлении программного обеспечения и использование передового опыта в области защиты информационных ресурсов.

Перед созданием КСЗИ для предприятия энергетики необходимо выделить основные особенности, присущие рассматриваемому предприятию. Особенности могут быть связаны с географическими характеристиками — территориальная распределённость или сосредоточенность, наличием или отсутствием локальных автоматизированных систем, видами и категориями обрабатываемой информации, существующими организационными и техническими мерами защиты.

Для создания системы защиты необходимо определить эти особенности конкретной организации. На этом этапе происходит процесс изучения информационных потоков и определяется подлежащая защите информация. В соответствии с законодательством РФ на основании Федерального закона от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» для объектов критической информационной инфраструктуры производится категорирования информации. Это является наиболее важным и трудоемким этапом на практике, так как получение таких сведений может вызвать непонимание, а иногда и открытое противодействие сотрудников организации, например если в ходе проведения такого анализа могут быть выявлены недостатки в работе персонала организации.

Так как большинство предприятий чаще всего уже имеют некоторые средства защиты, то, с целью максимально эффективного использования имеющихся средств,

необходимо собрать все информацию о них и заблаговременно оценить их роль в планирующейся КСЗИ.

Изучив и проанализировав текущее состояние предприятия, необходимо определить возможных нарушителей ИБ и актуальные угрозы при помощи нормативных документов. На этом заканчивается этап сбора и анализа информации о предприятии и начинается этап проектирования КСЗИ.

На этапе проектирования важным шагом является определение требований нормативных документов к КСЗИ [3]. К ним относятся федеральные законы в области ИБ, приказы ФСТЭК, ФСБ, постановления правительства, указы президента. Законодательство регламентирует минимальный набор мер по защите информации. Кроме того, в ряде случаев закон определяет допустимые средства защиты, например только сертифицированные программно-аппаратные комплексы.

Далее необходимо разработать модель угроз, определить актуальные угрозы безопасности и определить меры, нейтрализующие актуальные угрозы. К этим мерам относятся внедрение программно-аппаратных, инженерно-технических средств, а также разработка внутриорганизационной документации.

Проектирование системы защиты выполняется на основе анализа рынка средств безопасности, лучших практик в области ИБ, разработанной ранее модели угроз. Необходимо продумать систему так, чтобы функционал средств защиты использовался полностью и дублирование функционала было бы минимальным.

Процесс создания КСЗИ и поддержания системы в актуальном состоянии для предприятия энергетического комплекса можно представить в виде схемы (Рисунок 3)



Рисунок 3 - Алгоритм создания КСЗИ для предприятия энергетического комплекса

Стоит отметить, что процесс создания КСЗИ предприятия энергетики представлен в виде цикла так как процесс обеспечения безопасности является непрерывным. Изменения в режиме функционирования организации, изменения законодательства, появления новых угроз безопасности диктуют необходимость постоянного обновления системы защиты. Процесс модернизации сопровождается постоянным анализом защищенности, анализом угроз и нарушителей.

Создание КСЗИ является достаточно сложным процессом, требующим особого внимания на всех этапах жизненного цикла КСЗИ, т.к. утечка информации может принести большие убытки предприятию. Поэтому, наибольшую сложность вызывает процесс анализа бизнес процессов в организации и сбор информации о том, как реализован процесс обработки информации. Это обуславливается тем, что, зачастую, нет возможности получать оперативно информацию о структуре предприятия и внутренних бизнес процессах компании. При делегировании задачи создания КСЗИ компаниям, специализирующимся в области обеспечения безопасности, не представляется возможности плотно взаимодействовать с данными конторами, поэтому, качество создания КСЗИ ставится под сомнения. Поэтому для того, чтобы решать эти задачи более эффективно необходимо разработать типовые схемы для опроса сотрудников организации.

Примеры типовых опросных таблиц приведены ниже (Таблица 1- Таблица 8)

Таблица 1 – Описание информационных систем (для каждой ИС своя таблица)

Вопрос		Ответ
Наименование информационной системы		
Назначение информационной системы (далее – ИС)		Перечислить установленное ПО и его назначение
Состав технических средств (наименование серверов, количество автоматизированных рабочих мест пользователей (далее – АРМ))		Перечислить задействованные сервера и их примерную нагрузку
Местонахождение технических средств (адрес, номер помещения)		Офис, схема проезда
Ответственное за ИС подразделение/сотрудник (должность, ФИО)		Ответственный для каждого фрагмента информационной системы
Какие категории работников Компании имеют доступ в ИС, к каким данным имеют доступ?	Только чтение	ФИО или категории сотрудников
	Запись	ФИО или категории сотрудников
	Полный доступ	ФИО или категории сотрудников
Доступ в ИС третьих лиц (наименование организации, цель, основание, предоставляемая информация)		Режим доступа
Порядок предоставления доступа в ИС (основание, краткое описание процедуры)		Ссылка на регламент предоставления ресурсов
Осуществление удаленного доступа к ИС		Режим доступа и условия авторизации.
Использование технологий беспроводного доступа при обработке информации в ИС		Условия подключения к беспроводным сетям
Использование мобильных средств при обработке информации в ИС		Условия получения доступа, есть ли мобильное приложение
Какими программными средствами осуществляется резервное копирование информации, периодичность проведения резервного копирования		Тип и условия резервного копирования
Местонахождение резервной копии (адрес, наименование носителя)		Адреса хранилищ
Подключение к Сетям связи общего пользования и Интернет		Условия договора с провайдером (провайдерами)
Какие средства защиты информации (далее – СЗИ) применяются в ИС		Установленные СЗИ.
С какими ИС (в том числе внешними) происходит информационное взаимодействие с передачей персональных данных; с какой целью и какими средствами		Перечень внешних систем

Вопрос	Ответ
Порядок хранения персональных данных, места и сроки хранения, порядок хранения, тип используемых носителей	Регламент хранения
Как производится уничтожение (удаление) персональных данных в ИС: критерии, сроки, порядок, способы	Регламент удаления
Регистрация событий безопасности: какими средствами осуществляется, периодичность, место и срок хранения событий	Регламент ведения журналов безопасности

Таблица 2 – Физические серверы, включая терминальные серверы, резервные сервера

п/п	Марка, модель	Сетевое имя	Назначение (информационная система)	Операционная система	Основное прикладное ПО	Площадка (место) установки

Таблица 3 – Виртуальные серверы

п/п	Сетевое имя физического сервера	Количество процессоров на физическом сервере	Сетевое имя виртуального сервера	Назначение (информационная система)	Операционная система	СУБД	Основное прикладное ПО	Площадка (место) установки

Таблица 4 – Автоматизированные рабочие места пользователей

п/п	Тип АРМ (стационарный, ноутбук, планшет)	Марка, модель (конфигурация)	Операционная система	Основное прикладное ПО	Количество АРМ

Таблица 5 – Активное сетевое оборудование (сетевые коммутаторы, маршрутизаторы)

п/п	Марка, модель	Тип оборудования	Площадка (место) установки

Таблица 6 – Технология удаленного доступа пользователей к ресурсам ИС

п/п	Информационная система	Расположение АРМ пользователей	Технология доступа

Таблица 7 – Применяемые средства защиты информации

п/п	Наименование средства	Марка, модель, полное наименование версии	Сертификат ФСТЭК (ФСБ) России	Место установки

В таблице необходимо отразить следующее: средства контроля и управления доступом, межсетевые экраны, средства антивирусной защиты, средства обнаружения сетевых атак, сетевые сканеры, средства предотвращения утечек информации (DLP), средства криптографической защиты информации, средства централизованного управления безопасностью, сертифицированные операционные системы, сертифицированные СУБД, сертифицированное ПО и другие СЗИ

Таблица 8 – Меры обеспечения режима охраны технических средств

п/п	Наименование	Как (какими силами и средствами) осуществляется	Место (установки)

В таблице необходимо отразить следующее: пропускной режим, охрана помещений с техническими средствами в нерабочее время, наличие решеток, штор, жалюзи на окнах, система СКУД, опечатывание дверей помещений, наличие (сейфов) для хранения машинных носителей информации, наличие хранилищ (сейфов) для хранения ключевых носителей СКЗИ, охранная сигнализация, видеонаблюдение, пожарная сигнализация, средства пожаротушения, средства кондиционирования.

Также на этапе анализа предприятия фиксируется схема сети – структурная, функциональная или топологическая, кроме этого, запрашиваются документы в области обеспечения безопасности. По результатам опроса должна разработана быть схема информационного обмена внутри компании

Схема информационного обмена позволяет наглядно показать какая информация передается между информационными системами организации. примерный вид схемы показан на рисунке 4

Типовой процесс работы организации предполагает анализ поступающих данных - например заявок или запросов клиентов, данных для бухгалтерского учета и запросов контролирующих органов, на которые организация обязана предоставлять ответы. Поступающая информация используется для планирования работ и управления производством. В результате выполнения работы организация отправляет данные по запросам, при необходимости закупает сырье или оплачивает услуги и взаимодействует с контролируемыми органами. Для повышения эффективности работы необходим в том или ином виде аналитический отдел, силами которого будет выполняться анализ на перспективу, и архив в котором хранится внутренняя документация а также входящая и исходящая корреспонденция.

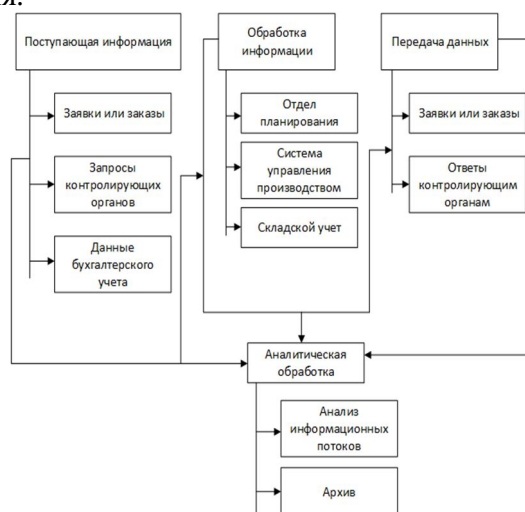


Рисунок 4 - Схема информационного обмена

Таким образом, в статье были проанализированы принципы построения КСЗИ для предприятия энергетики с учетом особенностей предприятия. Для того, чтобы снизить риск ошибки при проведении анализа состояния защищенности организации в статье приведены типовые формы таблиц опроса сотрудников организации и примерный вид схемы информационного обмена. Проведения работ по готовым предварительно разработанным шаблонам опросных листов позволяет снизить риск ошибки и повысить качество разрабатываемой системы в целом.

Библиографический список

1. Гросман А. К. Алгоритм разработки и внедрения комплексной системы защиты информации на предприятии энергетического комплекса // Молодой ученый. — 2016. — №13. — С. 311-314. — URL <https://moluch.ru/archive/117/32495/> (дата обращения: 20.10.2019).
2. Гришина, М. В. Организация комплексной системы защиты информации: Учебное пособие. — Гелиос АРВ.— 2007.-340 с
3. Ахлюстин, С. Б. Модель нарушителя в задачах анализа надежности информационных систем// Вестник воронежского института МВД. — 2013
4. Бердникова, О. И. Алгоритм разработки и внедрения системы защиты информации// Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки.—2014.-№ 3.-с. 139—142

УДК 621.892.5

ТВЕРДЫЕ СМАЗОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДИСУЛЬФИДОМ МОЛИБДЕНА

Петровский Д.И., к.т.н., доцент

Петровская Е.А., старший преподаватель

Кафедра технического сервиса машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –
МСХА им. К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

Аннотация: Разработан состав твердого смазочного покрытия на основе наномодифицированного дисульфида молибдена и полимерного связующего – поливинилбутирального лака. Проведены исследования и подтверждена возможность использования наномодифицированного дисульфида молибдена в качестве антикоррозионной, антифрикционной и противоизносной твердой смазки.

Summary: The composition of a solid lubricant coating based on nanomodified molybdenum disulfide and polymer binder-polyvinylbutyral varnish was developed. Studies have been conducted and the possibility of using nanomodified molybdenum disulfide as an anticorrosive, anti-friction and anti-wear solid lubricant has been confirmed.

Ключевые слова: твердые смазки, фторорганические поверхностно-активные вещества, наномодифицированный дисульфид молибдена.

Keywords: solid lubricants, organofluorine surfactants, nanomodified molybdenum disulfide.

Среди твердых смазок наиболее распространены дисульфид молибдена (MoS_2) и графит, которые используются как в виде порошков, так и в сочетании со связующими. Это объясняется слоистой структурой кристаллических решеток графита и MoS_2 , обладающих низкими усилиями сдвига между слоями [1, 2].

При сопоставлении эффективности графита и MoS_2 в качестве твердых смазок

прослеживаются общность и различия в характере их действия. При определенных условиях дисульфид молибдена легко окисляется до триоксида молибдена MoO_3 , являющегося абразивом. Продуктами окисления, помимо MoO_3 , являются SO_2 и SO_3 , представляющие собой коррозионноопасные агенты. В отличие от MoS_2 графит более инертен к окислительной среде [3].

По смазывающей способности MoS_2 превосходит графит, так, при натирании на металлическую поверхность коэффициент трения порошкообразного MoS_2 составляет 0,05-0,095, графита - 0,11-0,19 [4-6].

Повысить смазывающую способность и понизить химическую активность MoS_2 и графита представляется возможным, покрыв частицы порошка оболочкой бифункциональных поверхностно-активных молекул (ПАМ) размером 4-8 нм [7, 8].

Повышение смазывающего действия наномодифицированных порошков MoS_2 и графита объясняется эффектом Ребиндера, заключающегося в том, что, адсорбированные ПАМ понижают поверхностную энергию частиц, облегчая разрыв межмолекулярных связей между слоями и уменьшая работу образования новой поверхности [9].

Наномодификация порошков MoS_2 и графита (в дальнейшем твердые смазки – ТС) поверхностно-активными молекулами включает в себя следующие этапы [10]: пропитывание ТС раствором фторорганического поверхностноактивного вещества (Фтор-ПАВ); выпаривание растворителя; термофиксация полученной нанопленки.

Количество раствора Фтор-ПАВ определяется из условия (1):

$$\frac{\rho_{\text{ТСМ}} - \rho_{\text{ТС}}}{\rho_{\text{ТС}}} \cdot 100\% : N \cdot S \cdot \delta \cdot \rho_P \cdot 100\%, \quad (1)$$

где: $\rho_{\text{ТСМ}}$ – плотность ТС после наномодификации, кг/м^3 ; $\rho_{\text{ТС}}$ – плотность ТС до наномодификации, кг/м^3 ; N – число пропиток раствором Фтор-ПАВ; S – удельная площадь поверхности ТС, включая поры, $\text{м}^2/\text{кг}$; δ – толщина нанопленки после выпаривания и термофиксации, м; $\rho_{\text{ТСМ}}$ – плотность раствора Фтор-ПАВ, кг/м^3 .

Пропитывание ТС осуществляется при температуре не превышающей температуру кипения t_k раствора Фтор-ПАВ при давлении P и времени пропитывания τ , определяемыми из уравнений (2) и (3):

$$\Delta P_p \leq P \leq \sigma_k \cdot (1 - \Pi)^m, \quad (2)$$

$$\tau : 2,06 \cdot 10^3 \frac{l^4 \cdot \mu}{P \cdot r^4} \cdot \frac{(1 - \Pi)^4}{\Pi^3}, \quad (3)$$

где: ΔP_p – электростатическое противодавление, $\text{кг/сек}^2 \cdot \text{м}$ (МПа); P – давление пропитывания раствором Фтор-ПАВ, $\text{кг/сек}^2 \cdot \text{м}$ (МПа); σ_k – предел прочности зерна ТС (без пористости), $\text{кг/сек}^2 \cdot \text{м}$ (МПа); Π – пористость зерна ТС; m – показатель степени, обычно $m \sim 3 \div 4$; τ – время пропитывания раствором Фтор-ПАВ, ч; l – размер зерна ТС, м; μ – вязкость раствора Фтор-ПАВ, $\text{кг/м} \cdot \text{сек}$; r – гидравлический радиус пор, м.

Температура пропитывания ограничивается температурой кипения раствора Фтор-ПАВ t_k и не должна ее превышать. Превышение температуры процесса пропитывания над t_k приведет к термодеструкции Фтор-ПАВ, а при низкой температуре становится значимым возрастание вязкости ρ раствора, что приведет к неполноте пропитки [11].

Время (продолжительность) τ пропитывания раствором Фтор-ПАВ определяется из уравнения (3). Отклонение в меньшую сторону, т.е. меньшая продолжительность пропитывания, не гарантирует полноту пропитки и вытеснения остаточных адсорбатов (воды) из внутренних пор ТС, а в большую сторону – нецелесообразно по экономическим соображениям [12-14].

Давление пропитывания раствором Фтор-ПАВ Р определяется из уравнения (2), и должно превышать тормозящее электростатическое противодействие ΔP_p , но быть меньше предела прочности материала σ . Давление Р, меньшее ΔP_p не гарантирует полноту пропитки и вытеснения остаточных адсорбатов, а превосходящее предел прочности σ – приводит к разрушению зерен ТС.

После испарения растворителя на поверхности ТС, включая доступные внутренние поры, образуется тонкая пленка толщиной порядка 4 – 8 нм.

Для проведения испытаний покрытий на износостойкость были приготовлены опытные составы на основе наномодифицированного MoS_2 и полимерного связующего – поливинилбутирального лака. Процесс состоял из трех этапов: приготовление раствора пленкообразователя; получение суспензии тонкодисперсного наномодифицированного MoS_2 в растворителе; смешение раствора пленкообразователя с суспензией наномодифицированного MoS_2 .

Образовавшаяся система гетерогенна. Частицы дисперсной фазы (MoS_2) отделены от остальной среды поверхностями раздела, где сосредоточена поверхностная энергия. Стремление уменьшить свободную энергию приводит к агрегативной неустойчивости системы, в результате чего частицы дисперсной фазы слипаются и под действием силы тяжести оседают. Чтобы избежать явления седиментации, процесс ведут при постоянном перемешивании с ведением эмульгатора.

Наиболее важными техническими характеристиками суспензий являются вязкость и концентрация нелетучих веществ. Эти показатели определяют толщину покрытия и методы нанесения на поверхности трения (распылением, погружением или кистью).

Фрикционные испытания проводили на машине СМТ-1 по схеме «вал – частичный вкладыш» при скорости скольжения 0,5 м/с и удельных нагрузках 2,5-15,0 МПа. Покрытие наносили на фольгу из стали 3, закрепленную на вкладыш с площадью рабочей поверхности 2 см². В качестве контртела использовали ролик из стали 45 с исходной шероховатостью $R_a < 0,32$ мкм.

Адгезионную прочность покрытий измеряли на разрывной машине на стальных образцах шириной 10 мм, склеенных внахлест с площадью перекрытия 1 см².

Для определения термостойкости ТС образцы с нанесенным покрытием термостатировали при 150-300 °С в течение 3 ч, затем извлекали из термостата, охлаждали и испытывали на машине трения МИ-1М.

Экспериментальным путем определено оптимальное содержание наномодифицированного MoS_2 в составе ТС – 20...25 мас.%. Введение его менее 20 мас.% не позволяет получить покрытие с высокими триботехническими характеристиками, а введение его более 25 мас.% приводит к снижению адгезии покрытия к металлической поверхности.

Таким образом, разработанный состав твердой смазки на основе наномодифицированного дисульфида молибдена и поливинилбутирального лака позволяет снизить коэффициент трения полученных покрытий, повысить их износостойкость и термостойкость в условиях высоких нагрузок и температур. Кроме того, полученная твердая смазка обладает повышенными антикоррозионными свойствами за счет придания дисульфиду молибдена гидрофобных свойств.

Библиографический список

1. Технология машиностроения / А.В. Коломейченко, И.Н. Кравченко, С.М. Гайдар и др. Лабораторный практикум – СПб: Изд-во «Лань», 2015, 272 с.
2. Гайдар, С.М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий / Гайдар С.М.: дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук

(05.20.03) / Гайдар Сергей Михайлович; ФГБОУ ВПО МГАУ. – Москва, 2011. – 433 с.

3. Ингибитор коррозии металлов. Патент на изобретение RUS 2597442 заявл. 15.04.2015 / С.М. Гайдар, М.Ю. Карелина, А.В. Пыдрин, Д.И. Петровский, Е.А. Петровская, Е.В. Быкова, К.В. Быков, М.И. Голубев, А.Е. Шлыков. – 2016.

4. Карелина, М.Ю Исследование эффективности триботехнических препаратов на основе наноматериалов / М.Ю. Карелина, С.М. Гайдар // Грузовик. 2015. № 4. С. 17-29.

5. Гайдар, С.М. Подходы к определению технического состояния транспортных средств / С.М. Гайдар, Ю.А. Заяц, Т.М. Заяц, А.О. Власов // Грузовик. 2015. № 5. С. 27-30.

6. Гайдар, С.М. Теория и практика создания ингибиторов атмосферной коррозии / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, С.А. Гурьянов, М.И. Голубев // Техника и оборудование для села. 2012. № 4. С. 8-10.

7. Гайдар, С.М. Модификация консистентных смазок с использованием нанотехнологии // Техника в сельском хозяйстве. 2010. № 2. С. 38-40.

8. Гайдар, С.М. Повышение износостойкости узлов трения / С.М. Гайдар, М.Ю. Карелина, Е.А. Петровская, Э.А. Зиятдинов // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 122. С. 40-47.

9. Гайдар, С.М. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении / С.М. Гайдар, А.Г. Чумаков // Авиационно-космическая техника и технология. 2009. № 10 (67). С. 12-16.

10. Гайдар, С.М. Полифункциональные ингибиторы биокоррозии – эффективное средство повышения сохраняемости машин в животноводстве / С.М. Гайдар, Л.Ю. Дёмина, А.Л. Дмитриевский, Е.А. Петровская // Техника и оборудование для села. 2014. № 4 (202). С. 26-29.

11. Гайдар, С.М. Обеспечение износостойкости узлов трения / С.М. Гайдар, Е.А. Петровская // В сборнике: Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России. Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 65-летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА. 2016. С. 99-102.

12. Ингибитор коррозии металлов. Патент на изобретение RUS 2263160 заявл. 12.10.2004 МПК: C23F 11/14 / С.М. Гайдар, А.С. Тарасов, В.А. Лазарев. – 2004.

13. Консервационная консистентная смазка. Патент на изобретение RUS 2553001 заявл. 22.04.2014, МПК: C10M 101/02; C10M 121/04. / С.М. Гайдар, Д.И. Петровский, Е.А. Петровская, А.Л. Дмитриевский. – 2015.

14. Гайдар, С.М. Улучшение эксплуатационных характеристик двигателя с применением нанотехнологий / С.М. Гайдар, В.Н. Свечников, А.Ю. Усманов, М.И. Иванов // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 111. № 1. С. 4-8.

УДК 637.146

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОГО КОАГУЛЯТА В КОСМЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Никитин Д.В., к.т.н., доцент

Булатов В.С., магистрант

Кафедра Механика и инженерная графика ФГБОУ ВО ТГТУ,
г. Тамбов, Россия

Аннотация: Развитие технических и химических наук приводит к появлению новых способов производства и форм применения молочных продуктов в различных отраслях. Предложенный способ получения молочного коагулята в косметических целях.

Summary: The development of technical and chemical sciences leads to the emergence of new methods of production and forms of application of dairy products in various industries. A new method for producing milk coagulum for cosmetic purposes is proposed.

Ключевые слова: здоровье, молоко, молочные продукты, коагулят, косметическая промышленность.

Keywords: health, milk, dairy products, coagulate, cosmetic industry.

В современной науке изучение молочных продуктов рассматривается, как правило, применительно к пищевой промышленности: в сфере производства молочного сахара, белковых концентратов, хлебобулочных и кондитерских изделий, цельномолочных продуктов, творожков, плавленых сыров, глазированных сырков, сгущенного молока, масложировой продукции, спредов, пивоварения, мясной индустрии, изготовления ароматизаторов, загустителей, стабилизирующих пищевых добавок, напитков, корма для крупного скота. О применении молочных переработанных продуктов в этих областях писали ученые Н.Н. Липатов, А.Г. Храмцов, В.Д. Харитонов, М.В. Залашко, К.К. Полянский, В.Е. Жидков, И.А. Евдокимов, П.Г. Нестеренко, П.Ф. Крашенинин. Исследователями накоплен колоссальный опыт по переработке молочных средств в продукты питания, кормовые средства, технические полуфабрикаты.

Применительно к медицинской сфере о молочных средствах писали Стивен Луфф и Х.И. Вайнштейн [1, 2]. Ряд швейцарских исследователей в своих работах доказали воздействие молока и молочных продуктов на деминерализацию зубов, положительный эффект их употребления для профилактики деменции и когнитивных расстройств, стимуляции артериального давления [3].

Молочные переработанные продукты представляют интерес и в области биотехнологии. Так, М.В. Залашко изучил возможности использования молочных продуктов в строительстве, пенообразовании и пеноразрушении (пеногашении), а также в качестве регулятора роста в растениеводстве и устранении накипи в моторах [4].

Развитие технических и химических наук приводит к появлению новых способов производства и форм применения молочных продуктов (например, сыворотки, маски, скрабы, натирки и т.д.). Например, в парфюмерно-косметической промышленности широко применяется сивушное масло, которое обладает антисептическими и питательными свойствами для кожного покрова [5].

Целью исследования являлось получение нового способа производства молочного коагулянта в косметических целях.

Производство молочного косметического кагье (молочного косметического коагулята) производилось на экспериментальной установке (рисунок 1). В качестве сырья применялись: вода, пшеница твердых сортов первого класса, молоко коровье (непастеризованное).

На основе представленных компонентов была изготовлена зерновая брага путем брожения. Полученный продукт перегонялся через дистилляционный аппарат, в результате чего был получен зерновой дистиллят. В процессе эксперимента использовались кубовые дистилляционные аппараты периодического действия, которые имеют «предпочтительные» органолептические и вкусовые характеристики по сравнению с дистиллятами, произведенными на аппаратах непрерывного действия. К тому же органолептика продукта определяется, в основном, качеством сброженного сырья и количеством сопутствующих спирту примесей, перешедших в конечный продукт (дистиллят) из бражки в процессе дистилляции.

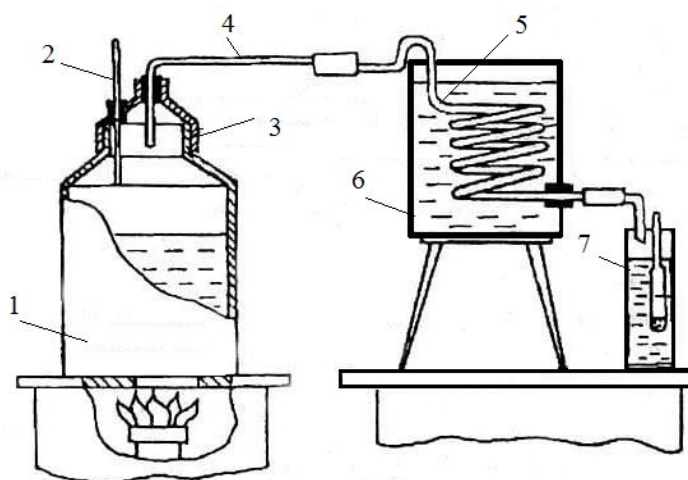


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки:

1 – испаритель; 2 – термометр; 3 – уплотнительная крышка; 4 – трубопровод; 5 - змеевик-охладитель; 6 – емкость с холодной водой; 7 – приемник с ареометром.

В процессе брожения периодическим способом происходило сбраживание сахаров с образованием спирта. Все технологические операции проводились в одном аппарате. Начальная температура сусла составляла от 18 °С до 25 °С. Во время главного брожения поддерживалась температура от 26 °С до 35 °С. Продолжительность брожения составляла 21 сутки.

Полученный зерновой дистиллят, примерно с 50-60 градусным содержанием спирта, «отдохнувший» после перегонки 7-10 суток, заливался в стерилизованную стеклянную десятилитровую ёмкость в объёме 4 литра с добавлением 300 мл непастеризованного коровьего молока, содержащего приблизительно 3-4 % жирности.

Получившийся коллоидный раствор перемешивался и хранился трое суток в темном месте при температуре 25-28°С. Через каждые 12 часов продукт перемешивался.

После последнего перемешивания начинался процесс отстаивания при температуре от 1 до 5°С с разделением общего объёма раствора на две фракции жидкую (верхнюю) и вязкую ((дисперсную) нижнюю).

Жидкая фракция впоследствии отстаивания сливалась, в результате чего было получена оставшаяся сывороточная масса – калье. При приближении параметров с кинематической вязкостью 22-23 сСт, полученный продукт механически перемешивался для достижения более однородной массы и разбивки в более мелкую фракцию сывороточных хлопьев.

По итогам исследования полученный продукт анализировался методом фокус-группы.

Библиографический список

1. Луфф, С. Сыворотка как средство укрепления иммунитета / С. Луфф // Переработка молока. – 2006. – № 2. – С. 39–41.
2. Вайнштейн, Х.И. Молочная сыворотка, ее свойства и лечебное применение / Х.И. Вайнштейн. – Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1973. – 132 с
3. Молдобаева Д.С., Пономарёва Е.В. Исследования швейцарских ученых о пользе молока и молочных продуктов // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2016. – №4 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-shveytsarskih-uchenyh-o-polze-moloka-i-molochnyh-produktov> (дата обращения: 23.10.2019).

4. Залашко, М.В. Биотехнология переработки молочной сыворотки / М.В. Залашко. – М.: Агропромиздат, 1990. – С.192.

5. Короткова, Т.Г. Применение сивушного масла в медицинской и парфюмерно-косметической промышленности / Т.Г. Короткова, Ю.В. Сай, М.О. Козлова // Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований: сборник статей междунар. науч.-практ. конф. (Казань, 20 февраля 2017 г.). – Казань: Изд-во Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2017. – С. 28-30.

УДК: 631.354

ОСОБЕННОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БАРАБАНЫХ МАШИН ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Гиевский А.М., д.т.н., профессор

Зотов П.Ю., магистр

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье представлена информация о современных методах очистки зерна от примесей.

Abstract: the article presents information on modern methods of grain purification from impurities.

Ключевые слова: зерно, очистка, машины, сепараторы, примеси, пыль.

Key words: grain, cleaning, machines, separators, impurities, dust.

Зерноочистительное оборудование прошло большой путь развития: от примитивной очистки зерна с помощью ветра и до современных зерноочистительных машин. Этому способствовали многолетние исследования физико-механических и биологических свойств зерна и семян, кинематики и динамики рабочих органов, их компоновки в зерноочистительных машинах и в поточных линиях.

В пищевой и комбикормовой промышленности важную роль играет очистка сырья. Извлечение из зерновой массы инородных примесей не только обеспечивает качество готового продукта, но и продлевает срок службы всей технологической линии. Очистка значительно повышает эффективность работы сушильного и транспортного оборудования, продлевает срок хранения зерна и повышает его рыночную стоимость.

Работа зерноочистительного оборудования основана на различии зерна по размерам (ширине, толщине, длине), аэродинамическим свойствам, состоянию поверхности, форме, удельному весу и т.д.

По оценкам экспертов средняя засорённость зернового материала в России около-12% при средней влажности- 22,5%. Для очистки такого вороха на товарные цели при реконструкции существующих зерноочистительных агрегатов в последние годы на них устанавливают барабанные сепараторы [1,2].

Примером таких барабанных сепараторов может служить машины серии CR фирмы Denis [6], серии SDS фирмы Buhler (Германия) [3], из отечественных машин наиболее известны барабанные скальператоры серии БЗО фирмы «Мельинвест» [1].

С целью удаления легковесных примесей сепараторы оборудуют аспирационными системами, чаще всего выпускаемыми как самостоятельные машины.

Скальператоры серии БЗО предусмотрены с целью очищения зерна от крупных и мелких примесей. Правило работы скальпиратора во время первичной очистки состоит в последовательной чистке зерна от мелких и крупных примесей.

Начальная зерновая масса поступает через входной патрубок 4 (рис.1) в барабан 2. В первых двух секциях барабана (решета в комплект поставки не входят, поставляются по отдельному заказу) осуществляется отсеивание мелких примесей, которые в дальнейшем убираются через выводные лотки 14.

Далее зерно, поступает в третью секцию барабана с круглыми отверстиями решет размером 10 мм, где совершается отделение основной массы зерна от крупных примесей и очищенное зерно выходит из машины через выходной патрубок. В четвёртой секции с круглыми отверстиями решет размером 8 мм происходит финальное отделение зерна от крупных примесей. Зерно из этой секции выводится через патрубок, а крупные примеси сходом с барабана, выводятся через крайний слева патрубок.

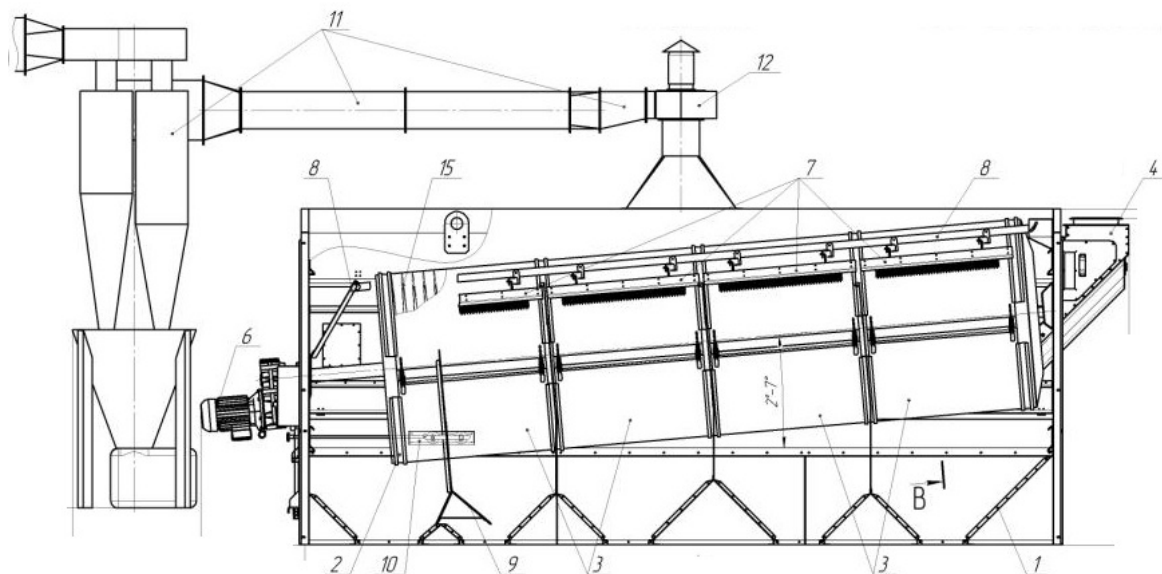


Рисунок 1 – Барабанный скальпер серии БЗО: 1 – корпус; 2 - барабан; 3 – сменные решета; 4 - входной патрубок; 5 – механизм регулировки угла наклона; 6 – мотор-редуктор; 7 – очиститель решет; 8 – держатель очистителя; 9 – рассекаТЕЛЬ; 10 – направляющая; 11 – аспиратор; 12 – вентилятор; 13 – частотный преобразователь; 14 – лотки выводные; 15 – шнек барабана

Для работы скальпера в режиме первичной очистки, количество решёт для отбора мелких примесей может составлять от 1 до 3 шт. в зависимости от принятой технологии очистки.

Применение одного решета для очистки зерна от мелких примесей, уменьшает результативность очистки по сравнению с указанной в таблице инструкции. При использовании трёх решёт для очистки зерна от мелких примесей, увеличивается эффективность очистки и снижается производительность машины. Управление осуществляется в дистанционном режиме с центрального пульта управления приводом.

Очистка зерна от лёгких примесей может производиться только частично, с помощью системы аспирации корпуса машины. При решётной очистке зерна от крупных примесей лёгкие примеси могут захватываться аспирационным воздухом из кузова машины и оседать в циклоне системы аспирации.

В качестве аспирационной машины используется аспиратор «Вихрь» Р1-БДЗ-М.

Производительность машин серии CR с аспираторами NA составляет от 5 до 250 т/ч на пшенице [6]. Диаметр барабана изменяется от 0,46 до 1,26 м, а количество решет по его длине составляет от двух до пяти. Машины имеют возможность регулировки уг-

ла наклона цилиндра с решетками и его частоты вращения. На рисунке 2 представлена технологическая схема барабанного сепаратора.

Работа сепаратора протекает следующим образом. Зерновой материал 3 подается в загрузочный бункер 5 коробки всасывания 2. При помощи распределительной заслонки 7 с противовесами обеспечивается равномерность подачи зернового вороха в нижнюю наклонную часть канала 6, через которую проходит воздух, всасываемый радиальным вентилятором 10. Воздушным потоком из зернового материала выделяются пыль и легковесные примеси, которые частично осаждаются в осадочной камере 13 и выгружаются шнеком 12. Пылевидные частицы выносятся в циклон или фильтр радиальным вентилятором 10. Регулирование скорости воздуха в канале проводится заслонкой 11, позволяющей регулировать размер всасывающего окна для забора холостого воздуха без изменения оборотов вентилятора.

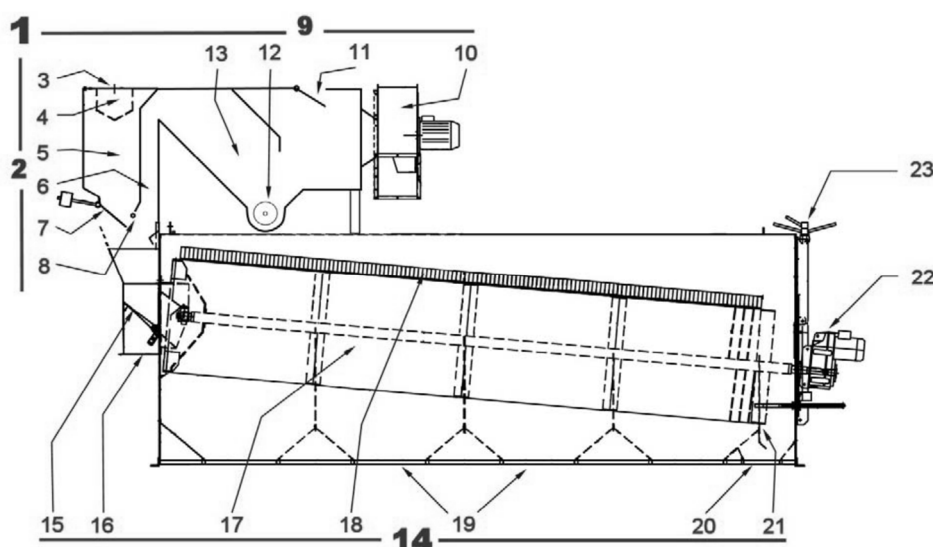


Рисунок 2 - Схема барабанного сепаратора серии CR фирмы Denis:

1 - загрузочный блок; 2 - коробка всасывания; 3 - загрузка зернового материала; 4 - дозирующее устройство; 5 - загрузочный бункер; 6 - канал аспирации; 7 - распределительная заслонка с противовесами; 8 - питающий валик; 9 - пневмосистема серии NA; 10 - вентилятор (или фильтр); 11 - заслонка регулирования скорости воздушного потока; 12 - выгрузной шнек осадочной камеры; 13 - осадочная камера; 14 - барабанный сепаратор; 15 - заслонка прямого выхода; 16 - прямой выход; 17 - решетка; 18 - механизм очистки решет; 19 - выход зернового материала или мелких примесей/битого зерна; 20 - подвижная заслонка; 21 - выход крупных примесей; 22 - мотор-редуктор (опция: регулирование скорости вращения решетчатого цилиндра); 23 - регулирование угла наклона решетчатого цилиндра (опция)

На машинах предусмотрена возможность очистки только в аспирационном блоке 9 и прямого выхода 16 зернового материала без очистки в барабанном сепараторе при открытой заслонке прямого выхода 15.

Частота вращения решетчатого цилиндра изменяется в пределах 10...25 мин⁻¹. Угол наклона решетчатого цилиндра варьируется от 1,5° до 5°. Специальные лопатки внутри решетчатого цилиндра распределяют зерновой материал по всей поверхности решетки. Решета с мелкими отверстиями рекомендуется устанавливать для выделения мелких примесей и дробленого зерна. Решета с крупными отверстиями устанавливаются для выполнения операции предварительной сортировки и отделения крупных примесей. Машины могут использоваться как для очистки только от мелких примесей, так и

только от крупных примесей, одновременной очистки от тех и других, а также сортировки по размерам.

Из-за конструктивных особенностей, площадь решетной поверхности барабанных машин с горизонтальными и наклонными осями вращения используется не более чем на 50%. Существует мнение, что происходит усиленное травмирование зерна в машинах такого типа, однако производители таких машин, ссылаясь на результаты исследований, считают его ошибочным [335, 338].

Принцип действия барабанной вертикальной зерноочистительной машины можно рассмотреть на примере зерноочистительной машины Prof - Seed , немецкой торговой марки RIELA (рисунок 3) [7].

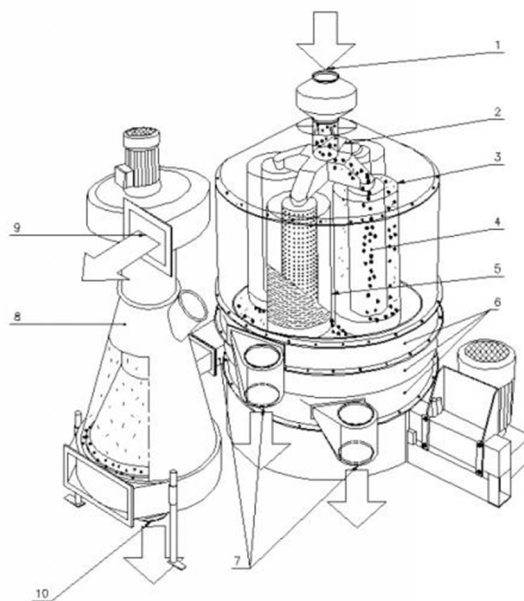


Рисунок 3 - Схема машины PROF-SEED:

1 - приемное устройство; 2 - делитель потока; 3 - цилиндрические решета; 4 - ось цилиндрического решета; 5 - ось блока цилиндрических решет; 6 - сборники выделенных фракций; 7 - выходы фракций; 8 - конусный аспиратор; 9 - выход воздуха с легко-весными примесями; 10 - выход очищенного зерна

Аналогичную зерноочистительную машину под маркой Sigma выпускает фирма Damas [5]. Зерноочистительную машину Sigma допускается установить вне помещения, без устройства фундамента, на плоской площадке.

В отличие от машин с плоскими решетными станами, эта машина имеет блок вращающихся цилиндрических решет установленных вертикально.

Машина состоит из пневматического конусного аспиратора и механических сепараторов - барабанных сит. Конструкционные элементы изготовлены из стали и покрыты специальной защитной краской. Неочищенное зерно подается в головку 1 и через разделитель 2 направляется в отдельные очистные ситовые барабаны 3, состоящие из внутреннего 4 и внешнего 5 сит.

Ситовой сепаратор вращается вокруг оси машины, а барабаны - вокруг своей оси. Центробежная сила отбрасывает зерно в сторону внешнего сита барабана, где происходит разделение на фракции. Большие по размеру примеси задерживаются на внутренних ситах, а частично очищенное зерно проходит следующую стадию очистки на внешних ситах. Мелкие примеси проходят через отверстия внешних сит и остаются между ними и внешним кожухом. Выделенные фракции собираются в кольцевых каналах 6 и выводятся из машины через разгрузочные желоба 7. Очищенный по размерам от мелких и крупных примесей зерновой ворох по каналам попадает в воздушный се-

паратор AIR SEED, где выделяется пыль и легковесные примеси, которые вентилятором 9 направляются в циклон. Очищенное зерно подается на выход 10, а выделенные фракции из разгрузочных желобов 7 чаще всего направляются в расположенные под машиной бункера.

По мнению производителей, такие машины имеют следующие преимущества: позволяют лучше очищать зерно и уничтожать плесень, грибки, бактерии и пыль, по сравнению с сепараторами, в которых применяются горизонтальные сита; занимают гораздо меньшую площадь, по сравнению с традиционными сепараторами подобных технологических параметров; работают без вибрации, так как используют только вращательные движения элементов;

Основным существенным недостатком машин этого типа является достаточно большая энергоемкость. Так, для привода рабочих органов при производительности 25 т/ч затрачивается 11 кВт и отдельно вентилятора 5,5 кВт, а при производительности 100 т/ч уже 30 и 15 кВт соответственно [3,7].

Проведенный обзор барабанных сепараторов показал:

- по сравнению с сепараторами, в которых применяются горизонтальные сита, занимают меньшую площадь;
- работают без вибрации, так как в них используется только вращательные движения рабочих органов;
- площадь решетной поверхности барабанных машин с горизонтальными и наклонными осями вращения используется не более чем на 50%;
- барабанные сепараторы с вертикальной осью вращения в виду большой энергоемкости пока не могут составить конкуренцию барабанным сепараторам с горизонтальной осью вращения.

Библиографический список

1. Гиевский А.М. Повышение эффективности работы универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин [Текст]: дис. ... док. техн. наук: 05.20.01 / Гиевский Алексей Михайлович. - Воронеж, 2016. - 346с.
2. Gievsky A.M. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds/ Gievsky A.M., Orobinsky V.I., Tarasenko A.P., Chernyshov A.V., Kurilov D.O. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. С. 042035.
3. Bühler Schmidt-Seeger, GmbH [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Schweiz: Uzwil, 2017. - Режим доступа: <http://www.buhlergroup.com>. (дата обращения: 12.10.2017).
4. Cimbria Heid, GmbH [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Дания: Thisted, 2017. Режим доступа: <http://www.cimbria.com/en-GB/Home/Solutions/Seed-Processing.aspx>. (дата обращения: 10.11.2017).
5. Damas Member of the skiold group [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Denmark: Faaborg, 2017 - Режим доступа: <http://www.damas.com/ru/products>. (дата обращения: 08.11.2017).
6. Denis, GmbH [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - France: Brou, 2017 - Режим доступа: <http://www.denis.fr/nettoyage/gamme>. (дата обращения: 10.10.2017).
7. RIELA KARL-HEINZ KNOOP E.K., GMBH [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Германия: Riesenbeck, 2017 - Режим доступа: <http://www.riela.de>. (дата обращения: 04.09.2017).

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ И ИХ АНАЛИЗ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Кузьмина М.Н., магистрант

Сиволапов Д.С., студент

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены технологии возделывания сельскохозяйственных культур, энергозатраты и их анализ при механизированном производстве сельскохозяйственной продукции.

Annotation: The article considers the technologies of cultivation of agricultural crops, energy consumption and their analysis in the mechanized production of agricultural products.

Ключевые слова: энергоёмкость, энергосбережение, машинные технологии.

Key words: energy intensity, energy saving, machine technologies.

Особенности функционирования сельскохозяйственной отрасли связаны с тем, что объектом воздействия машинных технологий чаще всего выступают биологические объекты: почва, растение, животное. Это накладывает отпечатки на особенности распределения и потребления энергии, а также возможные энергетические источники. В настоящее время энергоёмкость производимой продукции выступает как фактор конкурентоспособности произведенной продукции [1-3, 5, 12].

При плановой модели хозяйствования отмечалась устойчивая тенденция к повышению энергоёмкости сельскохозяйственного производства. Увеличение прироста валовой продукции сельского хозяйства на 1% достигалось повышением на 1,8-2,7% используемых энергетических мощностей. Анализ показывает, что за последние три пятилетки энергоёмкость средств производства повышалась. Потребление овеществленной энергии возросло на 350%. За указанный период прирост растениеводческой и животноводческой продукции соответственно составил 25% и 35%. Проблема энергосбережения в сельском хозяйстве включает последовательное решение трех задач: принятие и постепенная реализация организационно-экономических и нормативно-правовых мероприятий; внедрение энергосберегающих технологий широким использованием вторичных энергоресурсов; изменение машинных технологий с кардинальным снижением энергетических затрат [4, 8, 10-15].

В растениеводстве также происходит коренная переоценка применяемых технологий возделывания культур с целью существенного сокращения энергетических затрат. Для того чтобы снизить энергетические затраты, при основной обработке почвы применяются приемы ресурсосберегающие обработки почвы. В качестве последних выступают плоскорезная обработка почвы, мелкое лемешное лушение, дискование. Исследования показывают, что на плодородных оструктуренных почвах ресурсосберегающие обработки в сравнении со вспашкой не снижают урожайность зерновых культур. При этом расход горючего при основной обработке почвы снижается на 1 л при уменьшении глубины обработки на 1 см. В сельском хозяйстве активно внедряются посевные комбинированные агрегаты. Данные сельскохозяйственные машины за один проход по полю осуществляют до восьми операций: боронование, внесение удобрений, культивация, выравнивание почвы, посев, прикатывание посевов и т.д. Комбинированные посевные агрегаты в сравнении с раздельным применением приемов предпосевной обработки почвы обеспечивают сокращение энергетических затрат при посеве.

Работа машинно-тракторных агрегатов и транспортных средств сопровождается эксплуатационными затратами работы механизаторов и вспомогательного персонала,

механической энергии, материального и денежного средства. Чтобы квалифицированно руководить механизированным аграрным производством, надо уметь анализировать относительные материально-энергетические затраты и затраты живой работы на единицу продукции. Теперь каждый процент прироста производства сельскохозяйственной продукции требует увеличения энергозатрат на 2...3%. Чтобы повысить урожайность основных культур в 2...2,5 раза, необходимо, как свидетельствуют исследования Института механизации и электрификации сельского хозяйства, израсходовать в 5...6 раз больше энергии.

Под энергозатратами понимают механическую работу, которую осуществляет агрегат. Различают общие энергозатраты (количества энергии) и удельные. В эксплуатационных расчетах чаще используют удельные энергозатраты (удельную энергоемкость), под которыми понимают расход механической энергии на единицу площади или другого объема работ. За единицу измерения удельной энергоемкости приняты кВт*ч или Дж на 1 га, т, и км и т.д. [6-12]

В зависимости от режима работы агрегата различают энергозатраты рабочего, холостого хода и на остановках, и суммарные за смену. В зависимости от того, какую мощность принимают в расчетах, энергозатраты бывают: тяговые (на крюку), приводные (на ВОМ), эффективные (на вале двигателя), индикаторные, полные (по потенциальной энергии топлива что расходуется, а также полезные (по энергозатратам трактора и энергозатратам рабочих машин). Кроме этого, различают энергозатраты фактические (например, на разных режимах работы агрегата и в зависимости от мощности, которую принимают в расчетах), номинальные (рассчитанные за номинальной мощностью, например тяговые номинальные эффективные номинальные, полезные по работе машин-орудий номинальные и т.д.) и нормативные (рассчитанные за нормативной мощностью, то есть по технически возможному и рациональному использованию мощности). За вычисленными фактическими энергозатратами можно определить, например, расход топлива, производительность агрегата. Вычисленные номинальные энергозатраты используют для определения необходимого количества энергетических средств, а нормативные — для нормирования выработки и расхода топлива при работе агрегатов.

Полные (топливные) удельные энергозатраты (полная удельная энергоемкость), Дж/га,— это общий расход механической энергии на единицу выполненной работы, равняется затратам потенциальной энергии топлива, которое расходуется двигателем агрегата, с учетом всех потерь энергии в машинах, которые принимают участие в работе.

Энергетические затраты агрегата и затрата топлива взаимосвязаны. Поэтому все мероприятия, которые направлены на экономию топлива, оказывают содействие и снижению энергозатрат.

Удельные эффективные энергозатраты (удельная эффективная энергоемкость) — это количество механической энергии, которая вычисляется по эффективной работе двигателя агрегата и отнесенная к 1 га. Этот показатель учитывает потери энергии в тракторе и сельскохозяйственной машине, во время поворотов и холостых заездов и простоев агрегата, а также затраты энергии на полезную работу.

Тяговые (крюковые) удельные энергозатраты (тяговая удельная энергоемкость)— это расход механической энергии на единицу выполненной работы, рассчитанный по тяговой работе трактора на рабочем и холостом ходу.

Эффективный КПД двигателя — это отношения количества теплоты, превращенной в полезную эффективную работу на вале двигателя при сгорании в его цилиндрах 1 кг топлива, к теплоте сгорания топлива. Для современных дизельных двигателей эффективный КПД составляет 0,31...0,40; карбюраторных — 0,23...0,29; газовых — 0,21...0,31. Ухудшения технического состояния и низкое качество регулирования меха-

низмов приводят к резкому уменьшению эффективного КПД, поскольку при этом увеличиваются потери теплоты.

Полезные удельные энергозатраты (полезная удельная энергоемкость) по работе трактора — это расход механической энергии на единицу выполненной работы, которая рассчитана по тяговой работе (полезной) трактора на рабочем ходу.

Полезные удельные по работе рабочих машин-орудий энергозатраты — это количество механической энергии, которое расходуется лишена агротехнически полезную работу.

КПД рабочих машин-орудий представляет собой отношения агротехнически полезной механической работы к общей затрате механической энергии при выполнении данного производственного процесса машино-орудием. КПД сельскохозяйственных машин и орудий — переменная величина, которая зависит от конструктивных и эксплуатационных факторов, характера технологического процесса, массы машины, глубины возделывания, скорости движения, массы материалов, которые перемещаются. Значения КПД сельскохозяйственных машин составляет 0,08...0,80, в том числе плугов и лузильников 0,7...0,8, культиваторов и зубовых борон 0,4...0,6, сеялок 0,3...0,4, свекло- и картофелеуборочных комбайнов 0,2...0,3, льноуборочных до 0,18.

Совокупные энергозатраты (в Дж на единицу обработанной площади или в Дж на единицу выработанной продукции) па механизированные работы, технологические операции и процессы на производство единицы продукции равняются сумме прямых энергозатрат и посредственных.

К прямым энергозатратам относят полные (топливные) энергозатраты, связанные с работой МТА. Если при производстве продукции использовали еще и электро-энергию и теплоту, то их также включают к прямым энергозатратам.

Энергетический КПД агрегата, который используется на определенной операции, определяют как отношения количества энергии, которое расходуется па агротехнически полезную работу, к общему количеству израсходованной энергии, которое содержится в израсходованном топливе.

Итак, снизить энергоемкость сельскохозяйственных процессов и операций можно путем:

- уменьшения удельного тягового сопротивления машин-орудий своевременным затачиванием или заменой резальных рабочих органов, правильным регулированием механизмов с учетом условий работы, проведением обработки материалов в сроки, при которых их физико- механическое состояние обеспечивает наименьшее сопротивление рабочих органов;
- правильного агрегатирования машин и размещением рабочих органов;
- лучшего использования времени изменения, мощности двигателя и выбора таких режимов работы агрегата, которые отвечают наибольшему значению КПД двигателя и трактора;
- выполнения всех мероприятий, которые направленные на экономию топлива.

Удельные энергозатраты определяют за приведенными формулами на основании данных технической литературы с учетом конкретных условий работы.

Более точно удельные энергозатраты можно определить экспериментально с использованием соответствующих работомеров или динамометров.

Затраты топлива в аграрном секторе экономики России составляют 357 кг на 1 га пашни, или близко 52 кг на тонну сельскохозяйственной продукции в зерновом эквиваленте. Обеспечить такой уровень затрат сегодня Россия не имеет возможности, поэтому первоочередная задача — уменьшить энергоемкость производства сельскохозяйственной продукции к уровню 20...25 кг/т зернового эквивалента, достигнутого у большин-

ства развитых стран. Поэтому познания закономерностей затраты топлива, присущий механизированному производству сельскохозяйственной продукции, позволит целенаправленно вести поиски его экономного использования.

Библиографический список

1. Сотникова, Л.Н. Проблемы и перспективы использования лизинга в финансировании машин и оборудования предприятий / Л.Н. Сотникова, В.Г. Козлов // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. 2013. - С. 98-101.
2. Козлов В.Г. Обоснование изменений в режимах технического обслуживания / В.Г. Козлов [и др.] // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. междунар. научно-практ. конф., г. Воронеж, 25 декабря 2015 г. / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I». –Воронеж, 2015. – С. 154–158.
3. Сергеев А.А. Организация сбора информации об отказах и неисправностях грузовых автомобилей (на примере автомобиля КамАЗ) / А.А. Сергеев [и др.]// Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 163-168.
4. Лубков В.В. Существующая система технического обслуживания грузовых автомобилей (на примере семейства КамАЗ) / В.В. Лубков [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 168-170.
5. Кондрашова Е.В. Критический анализ методов определения рациональных режимов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники / Е.В. Кондрашова [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными. 2015. - С. 201-205.
6. Мельников А.М. Совершенствование технического обслуживания и ремонта автомобилей / А.М. Мельников [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 204-212.
7. Кондрашова Е.В. Состояние проблемы в области улучшения производственных условий операторов сельскохозяйственных машин / Е.В. Кондрашова [и др.]// Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными. 2015. - С. 205-209.
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. Кондрашова Е.В. Разработка математической модели корректирования режимов технического обслуживания грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова [и др.] // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. международной научно-практической конференции. 2015. - С. 147-153.
10. 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.
11. Кондрашова Е.В. Сравнительная оценка надёжности грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова [и др.]// Труды ГОСНИТИ. - 2016. - Т. 123. - С. 61-67.
12. 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.

13. Скрыпников А.В. 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.

14. 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.

15. 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

16. Совершенствование метода контроля веса зерна при уборочных работах//Пухов Е.В., Тимошинов М.Г.//Вестник НГИЭИ. 2017. № 12 (79). С. 77-86.

17. Повышение эффективности уборочно-транспортных работ при уборке зерновых культур//Пухов Е.В., Следченко В.А., Лавренев Д.Н., Мешкова С.С.// В сборнике: Доклады ТСХА 2019. С. 11-14.

УДК 621.793.79

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Жачкин С.Ю., д.т.н., профессор

Пеньков Н.А., к.т.н., научный сотрудник

Трифонов Г.И., младший научный сотрудник

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация: в данной статье рассмотрено применение технологии плазменного напыления в комбинации с методикой электроискрового легирования с целью восстановления контактных поверхностей подъемного механизма. Сделаны выводы о целесообразности внедрения и применения данных газотермических технологий при ремонте и восстановлении деталей машин агропромышленного комплекса.

Summary: this article discusses the use of plasma spraying technology in combination with the technique of electric spark alloying to restore the contact surfaces of the lifting mechanism. Conclusions about expediency of introduction and application of these gas-thermal technologies at repair and restoration of details of cars of agroindustrial complex are made.

Ключевые слова: плазменное напыление, домкрат, электроискровое легирование, поверхность.

Keywords: plasma spraying, Jack, electric spark alloying, surface.

Введение. В связи с интенсивным развитием техники и технологий в агропромышленном комплексе и внедрением новых конструкций и механизмов в производственные линии наблюдается активное использование специальных подъемных машин и механизмов [1]. Стоит отметить, что в современных условиях особое значение приобретает повышение эффективности применения всего спектра агропромышленного ком-

плекса, поскольку от этого зависит сокращение материальных и трудовых затрат на подготовку специальной техники к эксплуатации, её обслуживание, хранение и сбережение.

Надёжность и экономичность в процессе эксплуатации техники агропромышленного комплекса, а также устройств, используемых при ремонте и обслуживании техники, в частности домкратов, в настоящее время не нашли должного отражения в литературе.

Применение новых конструкций подъемных механизмов в совокупности с промышленными технологиями и методиками теоретически существенно повысит указанные выше критерии.

Теоретическая часть. На протяжении всего времени с момента создания автомобилей домкраты считаются наиболее необходимым инструментом, особенно при осуществлении ремонтных работ сельскохозяйственной техники.

Домкраты по принципу работающего механизма подразделяются на несколько основных видов [2]:

- 1) домкрат реечный;
- 2) домкрат на пневматике;
- 3) домкраты гидравлические;
- 4) домкраты винтовые.

Механизмом, которым обеспечивается движение подъемных узлов у винтового домкрата, является система винтов (винт-гайка).

Основным недостатком винтового домкрата является изнашивание сопряжения винта с гайкой, что приводит к его заеданию и в некоторых случаях к падению удерживаемого груза, что влечет за собой материальные убытки, а зачастую и производственные травмы.

Повышение износостойкости контактных поверхностей передачи винт-гайка позволит установить возможность интегрирования технологии плазменного напыления с методом электроискрового легирования (ЭИЛ) для обеспечения повышения прочности сцепления покрытия с основой [3].

Плазменное напыление осуществляется с помощью плазменной струи

Поток плазмы характеризуется следующими показателями: температура в ядре (20 000–30 000 К, скорость струи – 300–2000 м/с [4]. При плазменном напылении ограничений по габаритам при наружной наплавке деталей практически нет. При наплавке внутренних поверхностей ограничения накладывают габариты используемого плазмоторона.

Технологический процесс нанесения плазменного напыления в общем виде состоит из следующих операций: предварительная подготовка поверхности изделия – очистка поверхности детали; механическая обработка напыляемой поверхности; подготовка напыляемых материалов; активация поверхностных атомов, например, с помощью пескоструйной обработки напыляемой поверхности; нанесение покрытия; механическая обработка.

Наносимый материал в виде порошка или проволоки вводится в струю плазмы, нагревается и разгоняется в процессе нагрева до скоростей порядка нескольких сотен м/с. При температуре около абсолютного нуля молекулы газа, состоящие из двух атомов, совершают параллельное перемещение по осям x , y и z , и при температуре 10 К также возникают вращательные движения. [4] При дальнейшем повышении температуры, возникают колебания атомов. Интенсивные столкновения молекул вызывают их распад на атомы. При повышении температуры протекает процесс ионизации газов, который заключается в том, что атомы теряют электроны. Газ, в котором значительная

часть атомов ионизирована, а концентрация электронов и отрицательных ионов равна концентрации положительных ионов, называется плазмой [4].

Исследование. Предварительно проведенные исследования зависимости шероховатости обрабатываемой поверхности от мощности разряда при ЭИЛ показали возможность получения шероховатости аналогичной при струйно-абразивной обработке, которая является наиболее распространенным способом подготовки напыляемой поверхности [5].

Для создания шероховатости на напыляемой поверхности методом ЭИЛ возможно применение электродов, изготовленных из напыляемого материала ПГ-10Н-01 и нихрома Х20Н80, как близких по химическому составу. Это должно обеспечить формирование наиболее низкого уровня остаточных напряжений в переходной зоне покрытие-основа и в основном слое покрытия, а также повысить прочность сцепления покрытия с основой.

Также были проведены исследования влияния ЭИЛ на микротвердость напыленных покрытий. В таблице 1 представлена средняя микротвердость покрытий по измерению твердостей основных фаз [3].

Таблица 1- Средняя микротвердость покрытий ПГ-10Н-01

№ п/п	Способ напыления покрытий	Средняя микротвердость покрытия, Н100
1	По традиционной технологии	810
2	Интегрированный с ЭИЛ	832

Металлографические исследования свидетельствуют об улучшении контакта покрытия с основой при подготовке поверхности ЭИЛ, поскольку пористость на границе раздела покрытие-подложка практически отсутствует.

Помимо внедрения технологии плазменного напыления с методом электроискрового легирования (ЭИЛ) для обеспечения повышения прочности сцепления покрытия с основой, была разработана новая конструкция домкрата винтового телескопического.

Модернизированный домкрат, изображенный на рисунке 1, имеет следующие отличительные черты:

- 1) муфта, которая обеспечивает переключение винтовых пар и исключает заклинивания винтовой пары в момент работы устройства;
- 2) механизма привода, обеспечивающий линейное движение винтовых пар подъемного устройства без приложения ручного усилия;
- 3) пульт управления, обеспечивающий включение, выключение, остановку и реверсирование домкрата винтового телескопического.

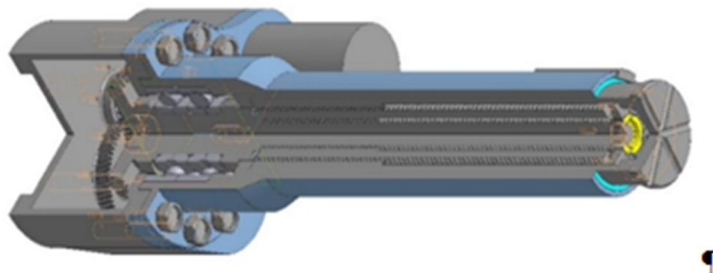


Рисунок 1 – Домкрат винтовой телескопический

Расчеты. Для обоснования целесообразности использования технологии плазменного напыления совместно с методикой ЭИЛ на поверхностях деталей машин и механизмов, на примере подъемного механизма, были проведены следующие необходимые расчеты:

- 1) определение КПД подъемного механизма домкрата;
- 2) проверочный расчет напряжения в винте;
- 3) проверочный расчет длины гайки и удельного давления.

Так как новая конструкция домкрата исключает из процесса подъема физические затраты человека, то расчет на усилие рабочего при подъеме груза проводить нецелесообразно. КПД домкрата определяется [6]:

$$\eta = \frac{A_n}{A_p + A_\tau}, \quad (1)$$

где A_n – полезная работа подъема груза, A_p – работа за один оборот винта, необходимая для подъема груза и преодоления силы трения в резьбе, A_τ – работа за один оборот винта, необходимая для преодоления трения на торцевой части винта.

Известно, что по заявленным стандартным характеристикам и научным исследованиям специалистов в области восстановления и ремонта деталей и механизмов материал, напыляемый на поверхность детали уменьшает её коэффициент трения. Следовательно, опираясь на формулу (1) мы можно сделать вывод, что после использования технологии плазменного напыления совместно с методикой ЭИЛ значительно повысится КПД подъемного механизма.

Расчет напряжения в винте заключается в следующем [6]:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau_{кр}^2}, \quad (2)$$

где $\sigma_{сж}$ – нормальное напряжение, $\tau_{кр}$ – касательно напряжение.

Переменные в математической формуле (2) не зависят от внешних факторов, а привязаны к габаритным размерам подъемного механизма (винт-гайка). Поэтому данная расчетная проверка необходима для определения габаритных размеров основных механизмов, а также для узлов, которые были введены при конструировании нового домкрата.

При конструировании подъемного механизма следует проверить длину гайки, которая определяется при помощи расчета на удельное давление и зависит от шага резьбы и количества витков. Фактический, из всех описанных расчетов, мы можем с уверенностью утверждать, что возможно увеличение нагрузки за счет повышения износостойкости винтовой пары в 1,5–2 раза.

Заключение. Интегрирование технологии плазменного напыления с электроискровым легированием повышают качество напыленных покрытий, а предложенная конструкция домкрата винтового телескопического в совокупности с технологией нанесения плазменного напыления на контактные поверхности передачи винт-гайка позволяет повысить эффективность работы рассмотренного оборудования на 15–17 %, а его ресурс на 32–34 % [7].

С экономической стороны вопроса использование плазменного напыления в производстве приведет к сокращению затрат на изготовление запасных частей, а также к экономии металла, расходуемого на изготовление деталей и увеличению выпуска продукции на существующем оборудовании. Данные преимущества существенно повлияют на совершенствование агропромышленного комплекса, так как значительное сокращение затрат в производстве приведет к перераспределению бюджета на более необходимые статьи расходов.

Библиографический список

1. Жачкин С.Ю. Применение технологии плазменного напыления для повышения эксплуатационной надежности сельхозмашин / С.Ю. Жачкин, Г.И. Трифонов, Н.А. Пеньков // Журнал «Наука в Центральной России Science in the central Russia» ФГБНУ ВНИИТИН. №4 (28). 2017 г. С.131–136.
2. Тихонов А.С., Щёголев С.Г. Использование современных винтовых механизмов в домкратах // Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый» №3 (50). 2013. С. 105–108.
3. Жачкин С.Ю. Повышение надежности контактных поверхностей подъемного механизма путем комбинированной плазменной обработки / С.Ю. Жачкин, М.Н. Краснова, Н.А. Пеньков, Г.И. Трифонов, // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 1. С. 140–145.
4. Ильющенко А.Ф., Шевцов А. И., Оковитый В. А., Громыко Г. Ф. Процессы формирования газотермических покрытий и их моделирование // Национальная академия наук Беларуси. Институт порошковой металлургии. Минск: Беларус. навука, 2011. 357 с.
5. Жачкин С.Ю. Расчет микротвердости композитных хромовых покрытий при восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники / С.Ю. Жачкин, Н.А. Пеньков, О.А. Сидоркин, А.И. Краснов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 52–55.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х томах т.: Т.2 8-е изд., перераб. и доп. Под редакцией И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. 912 с.
7. Жачкин С.Ю. Системный анализ при моделировании напряженно-деформированного состояния поверхностного слоя при нанесении композитных покрытий методом ГКО / С.Ю. Жачкин, Н.А. Пеньков, Г.В. Зибров, В.В. Михайлов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 6. С. 63–67.
8. Применение компьютерных технологий при определении технического состояния автомобиля//Семыкин В.В., Пухов Е.В., Следченко В.А. В сборнике: Материалы Национальной научно-практической конференции "Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе", посвященной 40-летию Белгородского ГАУ 2019. С. 23-27.
9. Анализ технологии восстановления деталей термическими методами//Пухов Е.В., Загоруйко К.В.//В сборнике: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, В. И. Оробинского. 2017. С. 355-361.
10. Контроль качества термически восстановленных деталей в условиях сельского хозяйства//Пухов Е.В., Загоруйко К.В., Щеголев И.В.//В сборнике: Автотранспортная техника XXI века сборник статей III Международной научно-практической конференции. Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зимина, Д.В. Виноградова. 2018. С. 111-117.
11. Использование геометрических показателей качества для оценки восстановленных деталей сельскохозяйственной техники//Пухов Е.В., Загоруйко К.В., Роднищев А.С.//В сборнике: Материалы Национальной научно-практической конференции "Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе", посвященной 40-летию Белгородского ГАУ 2019. С. 235-239.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЯ ПРИМЕНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО КОРРЕКТОРА ТОПЛИВОПОДАЧИ И АНАЛИЗ ЕГО ДИНАМИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

Тырловой С.И., к.т.н., доцент

Мамаев А.А., магистрант

Кафедра двигателей внутреннего сгорания ГОУВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР

Аннотация: представлено устройство для оптимизации цикловой подачи топлива дизелей на режимах максимального крутящего момента и пуска. Показано, что удовлетворительное качество переходных процессов возможно обеспечить без усложнения конструкции автоматического устройства.

Summary: a device is presented for optimizing the cyclic supply of diesel fuel at maximum torque and start-up. It is shown that a satisfactory quality of transients can be achieved without complicating the design of the automatic device.

Ключевые слова: цикловая подача, переходные процессы, атмосферные условия.

Keywords: cyclic feed, transients, atmospheric conditions.

Коррекция цикловой подачи топлива в зависимости от климатических условий на режиме максимального крутящего момента способствует снижению эксплуатационного расхода топлива, улучшению экологических и динамических показателей двигателя [1]. При коррекции топливоподачи на стартерных режимах уменьшается износ системы пуска и дымление дизеля. Поэтому разработка и применение таких устройств целесообразны и экономически обоснованы при условии их невысокой стоимости и надежности в эксплуатации. В настоящей работе приведены методика и результаты исследования динамических качеств названного корректора.

Вариант устройства системы коррекции показан на рис.1.

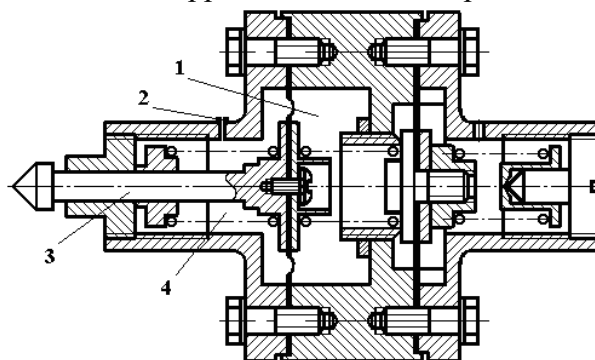


Рисунок 1 - Корректор максимальной топливоподачи прямого действия
1 – измерительная герметичная полость; 2 – дроссель; 3 – шток; 4 – пружина.

Герметичная полость 1 заполнена сухим воздухом с заданными параметрами. В работах [2, 3] описан принцип действия и конструкция и расчет аналогичных устройств. При установившихся режимах двигателя закон перемещение штока корректора полностью описывается уравнениями статического равновесия, выведенными в работе [2]. В случаях пуска, приема нагрузки, сброса нагрузки и окончании режима пуска, шток корректора подвергается возмущающим воздействиям со стороны рейки топливного насоса высокого давления.

Здесь возникают колебательные или аperiodические движения штока корректора, которые при значительной амплитуде и времени существования могут отрицательно повлиять на показатели дизеля при переходных процессах.

Поэтому важной задачей разработки данного корректора является обеспечение малых амплитуд и продолжительности переходных процессов штока измерителя при различных возмущающих воздействиях. Эта задача может быть решена только при должном выборе конструктивных параметров корректора, в том числе масс движущихся элементов, жесткости пружин, геометрических размеров полостей измерителя, параметров системы демпфирования хода штока, устанавливаемой в случае необходимости. Ниже приведена разработанная математическая модель динамики корректора максимальной топливоподачи.

Уравнение динамики штока измерителя:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = P_x \cdot F - P \cdot F - C \cdot X - C \cdot X_{\Pi} - S_{\text{тр}} - S_v, \quad (1)$$

где m – масса подвижных деталей корректора, $S_{\text{тр}}$, S_v – силы сухого и вязкостного трения, приведённые к штоку измерителя.

Сила сухого трения $S_{\text{тр}}$ считается постоянной, определяемой по моменту срабатывания штока при воздействии на него осевой силы. Сила $S_{\text{тр}}$ в значительной мере определяет степень нечувствительности данной конструкции измерителя, поэтому ее величина в выполненных конструкциях пренебрежительно мала (0,01 – 0,025 Н) по сравнению с силами упругости пружин (40 – 100 Н) и давления воздуха в камере 1 (см. рис. 1).

Поэтому отсутствие демпфирования при возмущениях, возникающих от ударов рейки топливного насоса по штоку корректора, приводит к колебательным движениям штока в случаях разгона дизеля. Применение специальных устройств типа катаракта, обеспечивающие высокие S_v , позволяет осуществить эффективное демпфирование хода штока, однако это решение приводит к существенному усложнению конструкции и увеличению габаритов.

В предложенном корректоре (см. рис. 1) установка отдельного демпфера не предусмотрена. Проведенные исследования показали, что роль демпфера может выполнять полость 3 корректора, соединенная с атмосферой, при должном выборе определенных параметров. Наиболее важным параметром в этом случае является проходное сечение отверстия 4. Его специальная калибровка обеспечивает появление демпфирующего эффекта при движении штока.

Для моделирования работы корректора с учетом перетекания воздуха через дроссель 4 применен метод объемного баланса проф. Глаголева Н.М. Теплообмен при поступлении атмосферного воздуха в полость корректора и обратно не учитывался, поскольку разница температур корпуса корректора и окружающей среды незначительна. В этом случае давление в негерметичном корпусе корректора описывается следующими уравнениями.

При поступлении воздуха из атмосферы в корпус:

$$p_b = p_b + \frac{k \cdot p_b}{V_b} \cdot (d_s V + dV) \quad (2)$$

где k – показатель адиабаты; p_b и V_b – давление и объем дросселируемой полости корректора;

$$d_s V = \mu_s \cdot f_s \sqrt{2 \cdot R \cdot T_0 \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_b}{p_0} \right) \cdot \frac{k-1}{k} \right] \cdot \frac{p_0}{p_b}} \cdot dt;$$

$$dV = a \cdot y \cdot dt, \quad V_b = V_{\text{нв}} - a \cdot x, \quad T_b = T_0 \cdot \left(\frac{p_b}{p_0} \right) \cdot \frac{k-1}{k};$$

y – скорость штока; a – коэффициент изменения объема полости корректора; $V_{\text{нк}}$ – начальный объем полости корректора (в состоянии покоя).

При выходе воздуха из корпуса в атмосферу:

$$p_b = p_b + \frac{k \cdot p_b}{V_b} \cdot (-d_0 V + dV) \quad (3)$$

$$d_0 V = \mu_s \cdot f_s \sqrt{2 \cdot R \cdot T_b \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_0}{p_b} \right) \cdot \frac{k-1}{k} \right]} dt$$

где

Тогда переходные процессы корректора будут описываться уравнениями (1–3). Для моделирования переходных процессов двигателя добавляются уравнения динамики объекта регулирования, регулятора частоты вращения и условий связи рейки ТНВД со штоком корректора.

При переходных процессах разгона и приема нагрузки двигателем рейка ТНВД ударяет по штоку корректора, что выводит шток из состояния равновесия. Параметры дросселя влияют на последующее движение. На рис. 2а, 2б и-3 приведены результаты моделирования переходных процессов корректора при различных параметрах дросселя для режима трогания автомобиля с места на 1-й передаче.

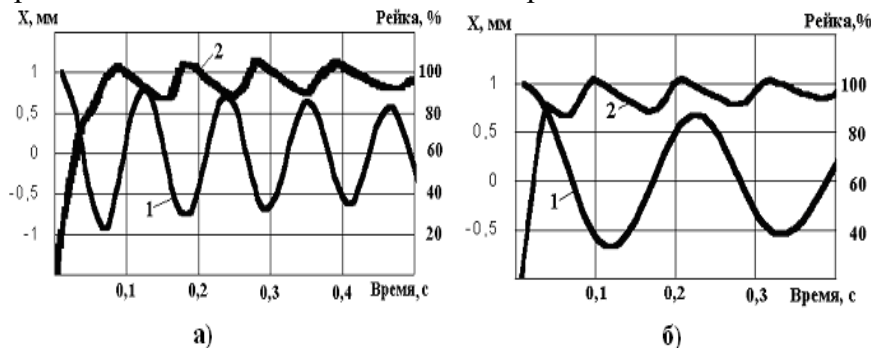


Рисунок 2 - Перемещение штока и рейки топливного насоса при малом (а - $f_{\text{др}}=100\text{мм}^2$) и большом (б - $f_{\text{др}}=1\text{мм}^2$) дросселировании полости корректора 1 - шток корректора; 2 – рейка ТНВД.

Здесь возможны ярко выраженные колебательные процессы штока корректора и, соответственно, рейки топливного насоса, что приводит к рывкам автомобиля, повышенным износам подушек крепления двигателя и элементов трансмиссии, возможно появление автоколебаний и резкое ухудшение динамических показателей автомобиля.

При установке дросселя в полости корректора чрезмерно малого сечения ($f_{\text{др}}=1\text{мм}^2$) частота колебаний уменьшается, но растет их амплитуда, что также не позволяет получить удовлетворительных показателей переходного процесса разгона.

Результаты моделирования показали, что существует оптимальная величина дросселирования ($8 - 11 \text{ мм}^2$), при которой переходной процесс штока корректора становится близким к апериодическому, а колебания рейки ТНВД практически отсутствуют при разгоне автомобиля (см. рис. 3).

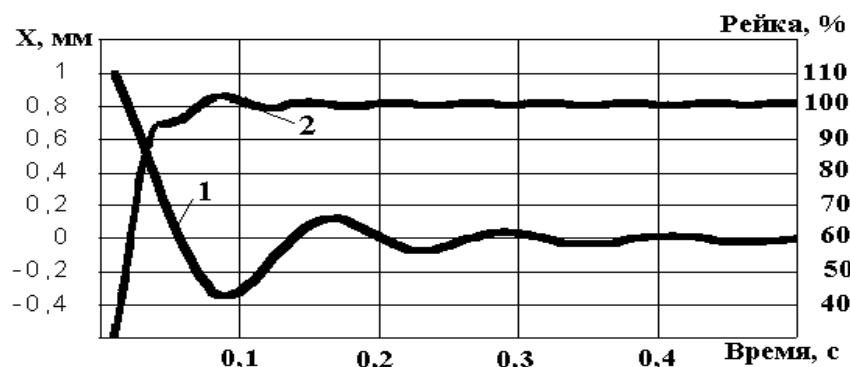


Рисунок 3 - Перемещение штока и рейки топливного насоса при оптимальном дросселировании полости корректора ($f_{др}=10\text{мм}^2$) для случая трогания с места автомобиля МАЗ-500 на 1-й передаче

Полученные результаты позволяют заключить, что при должном выборе параметров корректора удастся обеспечить удовлетворительные динамические качества автомобильного дизеля без усложнения конструкции предложенного корректора максимальной топливоподачи, который в свою очередь позволяет улучшить эксплуатационные показатели двигателя.

Библиографический список

1. Брук М.А. Работа дизеля в нестационарных условиях / М.А. Брук, А.С.Виксман, Г.Х.Левин // - Л.: Машиностроение, 1981.-208с.
2. Тырловой С. И. Выбор оптимальной величины пусковой подачи топлива транспортных дизелей при эксплуатации в различных климатических условиях /С.И. Тырловой // Вісник СУДУ.— 1999. - № 1 (17). С. 153-156.
3. Конструктивные отличия и особенности технической эксплуатации ДВС в условиях стран Азии, Африки и Латинской Америки. Основы климатической приспособляемости ДВС.- Ч.1 / Под ред. А.Ф. Шеховцова.- К: УМКВО.- 1988. - 236 с.

УДК 621.52:536.242

РАЗРАБОТКА РЕЖИМА ВАКУУМНОГО ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ СОРТА «МАРЫШКА»

Подольский А.А., магистрант

Скоморохова А.И., студент

Кафедра «Механика и инженерная графика»,
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов, Россия

Иванова Э.С., магистрант

Кафедра «Технологии продуктов питания и товароведения»

Кравченко М.Ю., аспирант

Кафедра «Технологии производства, хранения
и переработки продукции растениеводства»
ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»,
г. Мичуринск, Россия

Аннотация: В работе проводится обзорный анализ полезных и биологически активных веществ и витаминов земляники. Рассматривается сорт земляники «Марышка», обладающий большой урожайностью и высоким содержанием полезных веществ.

Приводятся экспериментальные данные вакуумного экстрагирования высушенной земляники сорта «Марышка», а также определяются оптимальные режимные параметры процесса.

Summary: The review analysis of useful and biologically active substances and vitamins of strawberries is carried out. Considered strawberry variety «Maryshka», which has a high yield and high content of nutrients. Experimental data of vacuum extraction of dried strawberries of «Maryshka» variety are presented, and optimal regime parameters of the process are determined.

Ключевые слова: переработка растительного сырья, земляника «Марышка», экстрагирование, вакуумные технологии.

Keywords: processing of vegetative raw materials, strawberry «Maryska», extraction, vacuum technology.

Земляника – это плод растения, относящегося к семейству розоцветных. Данная культура является многолетней и включает в себя более 200 сортов. Эта ягода содержит витамины и антиоксиданты, положительно влияющие на здоровье человека. Витамин С укрепляет иммунную систему, эллаговая кислота помогает с онкологическими заболеваниями, замедляя рост раковых клеток. Сочетание таких химических соединений как куркумин и кверцетин способствуют выведению токсинов из мышечной ткани человека, предотвращению появления артрита и болей в суставах. Минералы, входящие в состав земляники, стимулируют выработку белка NrF2 , снижающего уровень холестерина в крови. Калий и магний из земляники укрепляют сердечно-сосудистую систему и предохраняют от гипертонии. Антиоксиданты защищают от инсульта, а физетин, также содержащийся в землянике, борется с болезнью Альцгеймера. Кроме того, земляника стимулирует сжигание жира, сокращает риск глазных заболеваний и нормализует глазное давление, улучшает цвет лица, удаляет нежелательный налет с зубов.

Результат чешской селекции земляника «Марышка» выделяется среди прочих сортов своей урожайностью. С одного куста можно собрать до 0,5 кг, что в переводе на стандартный расчет составляет 2,5 кг ягод с 1 м². Данный сорт среднего срока созревания, спелость ягод приходится на середину июня, а при выращивании в южных регионах сроки созревания передвигаются на более ранний период. Ягоды крупные, сочные, обладают сильным приятным ароматом и не мельчают в течение всего периода плодоношения, что также является важными факторами для садоводов. Химический состав данного сорта приведен в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Химический состав земляники сорта «Марышка»

Пищевое вещество	Содержание, мг/100г
Витамины	
Витамин А	0,001
бета Каротин	0,007
Лютеин + Зеаксантин	0,026
Тиамин	0,024
Рибофлавин	0,022
Холин	5,7
Пантотеновая кислота	0,125
Пиридоксин	0,047
Фолаты	0,024
Аскорбиновая кислота	58,8
Альфа токоферол	0,29
бета Токоферол	0,01

Продолжение табл. 1

Пищевое вещество	Содержание, мг/100г
гамма Токоферол	0,08
дельта Токоферол	0,01
филлохинон	0,0022
Витамин РР	0,386
Бетаин	0,2
Микроэлементы	
Железо	0,41
Марганец	0,386
Медь	0,048
Селен	0,0004
Фтор	0,0044
Цинк	0,14
Макроэлементы	
Калий	153
Кальций	16
Магний	13
Натрий	1
Сера	6,7
Фосфор	24

Анализ пищевой ценности земляники сорта «Марышка» приведен в таблице 2. Он показывает содержание нутриентов и их суточную норму в ккал.

Таблица 2 – Пищевая ценность земляники сорта «Марышка»

Нутриент	Количество	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал
Калорийность	32 ккал	1,9	5,9
Белки	0,67 г	0,9	2,8
Жиры	0,3 г	0,5	1,6
Углеводы	5,68 г	2,6	8,1
Пищевые волокна	2 г	10	31,3
Вода	90,95	4	12,5
Зола	0,4	-	-

Наиболее выгодным способом получения водорастворимых растительных веществ из земляники сорта «Марышка» является вакуумное экстрагирование, производимое универсальной вакуумной экстракционно-выпарной установкой (УВЭВУ), разработанной на кафедре «МИГ» ФГБОУ «ТГТУ» и представленной в литературе [2, 3, 4].

Из графиков, представленных на рисунке 2, видно, что при гидромодуле 1:50 за 60 мин показатель выхода СВ составил 2,3%, а при 1:25 – 1,5%. Это свидетельствует о неполном выходе СВ в растворитель (экстрагент) за время эксперимента (60 мин).

При гидромодуле 1:25 показатель выхода СВ замедлился на 55-60 минуте, что говорит о практическом достижении равновесия фаз.

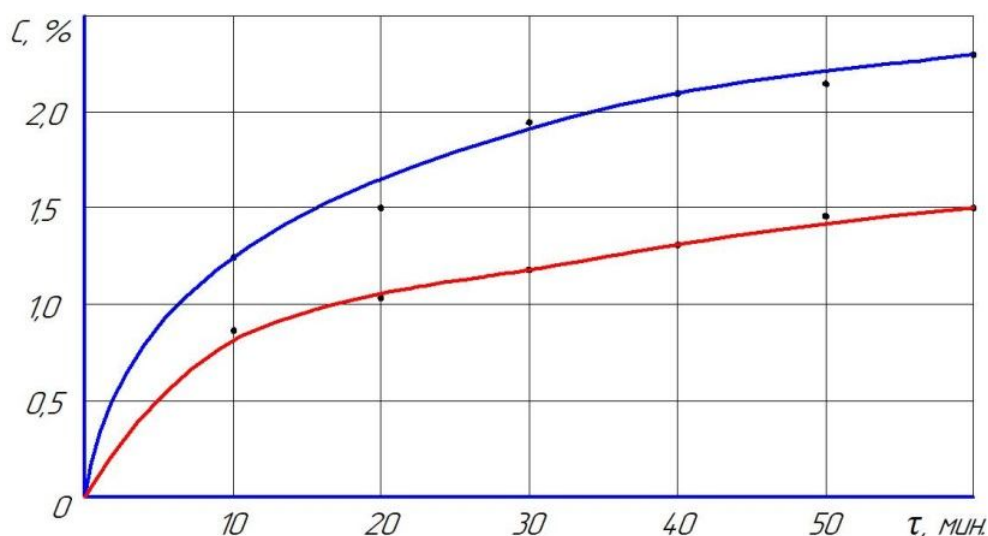


Рисунок 2 – Зависимость выхода экстрактивных веществ из высушенной земляники сорта «Марышка» от времени при различных гидромодулях: верхняя кривая – 1:25; нижняя кривая – 1:50

Таким образом, можно сделать вывод о том, что оптимальными режимными параметрами для вакуумного экстрагирования земляники сорта «Марышка» на УВЭВУ являются:

- гидромодуль 1:25;
- время экстрагирования 60 мин;
- температура процесса 54-46 °С.

Библиографический список

1. Мой здоровый рацион [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://health-diet.ru>, свободный.
2. Гуськов А.А. Получение экстрактов из растительного сырья с помощью вакуумно-импульсных технологий / А.А. Гуськов, С.А. Анохин, Ю.В. Родионов // Импортотамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья: матер. I Всерос. конф. с межд. участием. Изд-во: ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, 2019. – С. 439-443.
3. Гуськов А.А. Технологическая линия по производству экстрактов из растительного сырья / А.А. Гуськов, Ю.В. Родионов, С.А. Анохин, И.А. Елизаров, В.Н. Назаров, Д.В. Никитин // Аграрный научный журнал. Изд-во: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, 2019. – №2. – С. 82-85.
4. Гуськов А.А. Обоснование выбора жидкостно-кольцевого вакуумного насоса для экстракционно-выпарной установки при обработке растительных материалов / А.А. Гуськов, Ю.В. Родионов, С.А. Анохин, В.П. Капустин, Д.В. Никитин, Ю.Т. Селиванов // Проблемы развития АПК региона. Изд-во: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джембулатова г. Махачкала, 2018. – №1 (33). – С. 124-130.

ЖИДКОСТНОКОЛЬЦЕВЫЕ ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ В РЕАКТОРАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Родионов Ю.В., д.т.н, профессор

Никитин Д.В., к.т.н, доцент

Дьяченко А.В., магистрант

Скоморохова А.И., студент

Кафедра «Механика и инженерная графика»

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

г. Тамбов, Россия

Аннотация: В статье дается характеристика достоинств и недостатков жидкостно-кольцевых вакуумных насосов. Рассматривается их применение в технологических процессах АПК, химической и пищевой промышленности в качестве реакторов. Отражены основные конструктивные элементы, позволяющие эффективно применять ЖВН для данных целей. Предложены конструктивные изменения для расширения диапазона применения и повышения эффективности в реакциях газ-жидкость в химической, пищевой и сельскохозяйственной отраслях.

Summary: The article describes the advantages and disadvantages of liquid-ring vacuum pumps. Their application in the technological processes of the agro-industrial complex, chemical and food industries as reactors is considered. The main structural elements are reflected that allow the effective use of vital substances for these purposes. Design changes are proposed to expand the range of applications and increase efficiency in gas-liquid reactions in the chemical, food and agricultural sectors.

Ключевые слова: жидкостнокольцевой вакуумный насос, реактор, технологические процессы, агропромышленный комплекс.

Keywords: liquid ring vacuum pump, reactor, technological processes, agriculture.

Жидкостнокольцевой вакуумный насос (ЖВН) – механический вакуумный насос. Его основными преимуществами являются простота конструкции, надежность работы, возможность пропускать через себя капельную жидкость. [1]. Недостатками являются большие затраты мощности на вращение жидкостного кольца и давление газовой фазы, высокая металлоемкость.

Для решения указанных проблем созданы на кафедре МИГ ФГБОУ «ТГТУ» конструкции с кинематическим замыканием [2], регулируемым нагнетательным окном [3]. Лопатки рабочего колеса и вращающегося корпуса изготавливали из сверхмолекулярного полиэтилена [4], что позволило расширить использование ЖВН для вакуумирования реакторов в виде емкостей, а также в качестве самих реакторов. Тогда рабочей жидкостью часто выступает не только вода, но и синтетические, полусинтетические, минеральные масла, масляно-водяные эмульсии, жидкости на силиконовой основе, водомасляные эмульсии.

Основным критерием эффективности процессов является скорость реакции. Наиболее приемлемо проведение данного процесса осуществляется на базе жидкостно-кольцевого насоса с автоматически регулируемым нагнетательным окном (ЖВН АР-НО) [5], показанного на рисунке 1.

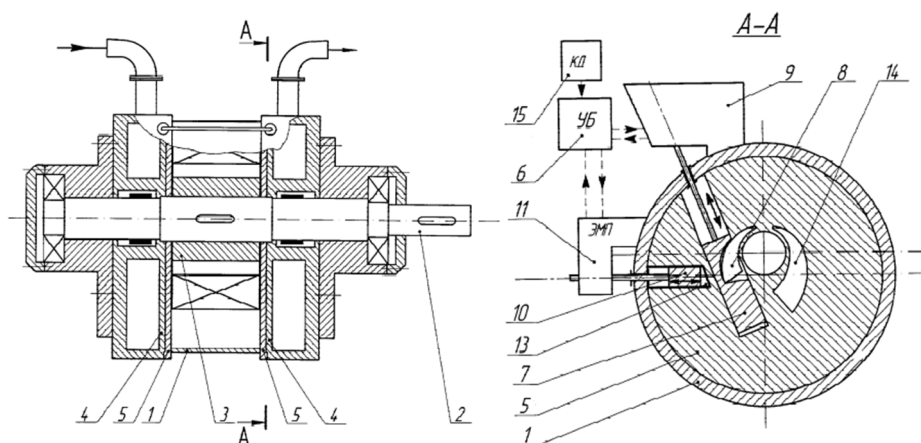


Рисунок 1 – Жидкостно-кольцевой насос

ЖВН с АРНО состоит из корпуса 1, двух торцевых крышек с всасывающим 14 и нагнетательным 8 окнами. В крышках с эксцентриситетом находится вал 2, на котором посажено рабочее колесо 3. Всасывающие и нагнетательные окна состоят из оснований 4 и дисков 5.

В торцевой крышке 5 расположено дополнительное окно 13, оснащенное заслонкой 10, перемещаемой приводом 11 под управлением блока 6. Нагнетательное окно 8 оснащено заслонкой 7, перемещаемой приводом 9 под управлением блока 6. На корпусе машины установлен комплекс датчиков 15.

ЖВН в зависимости от вакуума в зоне всасывания с помощью блока управления 6 устанавливает расход дополнительной рабочей жидкости. Установив расход жидкости, блок 6 определяет размеры сечений нагнетательного окна 8 и дополнительного окна 13 и с помощью приводов 9 и 11 осуществляет перемещение заслонок 7 и 10 в требуемое положение. Тем самым определяются проходные сечения нагнетательного 8 и дополнительного 13 окон, что позволяет уменьшить перекрывание нагнетательного окна 8 жидкостным кольцом, поддерживающим тепловой баланс в рабочей полости машины, уменьшающим перетечки газовой фазы по торцевым зазорам. Это приводит к повышению КПД, производительности и глубины вакуума ЖВН.

Так, для процесса варки ЖВН применяются для вакуумирования и дегазации. В то же время в химической и пищевой промышленности ряд реакций осуществляется гетерогенными процессами между жидкостью и газом. Эти процессы протекают в промежуточных реакторах между идеальным вытеснением и идеальным смешением. В частности можно отметить такие реакции как сульфирование пропилена и бутилена, синтез аммиака и метилового спирта, хлорирование этилена.

Таким образом, в работе определены основные направления изменения конструкции жидкостнокольцевого вакуумного насоса для использования в реакторах АПК, пищевой и химической промышленности. Представлена наиболее рациональная конструкция ЖВН для вакуумирования реакторов или использования их в качестве самих реакторов.

Библиографический список

1. Родионов Ю.В. Повышение эффективности и эксплуатационных характеристик двухступенчатых жидкостнокольцевых вакуум-насосов: дис. канд. техн. наук; 05.04.09; –Защищена 14.06.00; Утв. 10.11.00. –Тамбов; ТГТУ, 2000. – 135с.
2. Пат. 2492360 Российская Федерация, МПК F04C 7/00 F04C 19/00, Жидкостно-кольцевая машина / Галкин П.А. Зорин А.С. Никитин Д.В. Нищев А.А. Родио-

нов Ю.В., Сычев М.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ», ООО "Навакс". № 2011144960/06; заявл. 07.11.2011; опубл. 10.09.2013. Бюл. № 14, 7 с.: 2 ил.

3. Пат. 2492359 Российская Федерация, МПК F04C 7/00 F04C 14/10 F04C 19/00 F04C 28/10, Жидкостно-кольцевая машина / Горбачев Р.Ю., Гутенёв М.Д., Никитин Д.В., Преображенский В.А., Родионов Ю.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ», ООО "Навакс". № 2011144961/06; заявл. 07.11.2011; опубл. 10.09.2013. Бюл. № 25, 6 с.: 2 ил.

4. Пат. 161934 Российская Федерация, МПК F04C 7/00 F04C 19/00, Жидкостно-кольцевая машина / Родионов Ю.В., Никитин Д.В., Галкин П.А., Сычев М.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ». № 2015128712/06; заявл. 14.07.2015; опубл. 20.05.2016. Бюл. № 14, 9 с.: 1 ил.

5. Гутенев М.Д. Жидкостнокольцевой вакуум-насос с изменяющимися размерами нагнетательного окна / Гутенёв М.Д., Максимов В.А., Попов В.В., Родионов Ю.В., Свиридов М.М. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. Изд-во: Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, 2008. – №1. – С. 65-72.

УДК 664

ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНОМ

Неменушая Л.А., ст. науч. сотрудник

Коноваленко Л. Ю., ст. науч. сотрудник

Щеголихина Т. А., науч. сотрудник

ФГБНУ «Росинформагротех», р. п. Правдинский, Россия

Аннотация: В статье приведен обзор современного состояния производства функциональных продуктов. Показаны примеры конкурентоспособных технологий производства функциональных продуктов на основе уникальных функциональных ингредиентов, таких как технологии с использованием дигидрокверцетина в качестве натурального антиоксиданта, обеспечивающие увеличение сроков хранения готовых продуктов в 2-3 раза. В итоге выделены положительные результаты и подтверждена перспективность разработки и внедрения данных конкурентоспособных технологий производства функциональных продуктов.

Summary: The article provides an overview of the current state of production of functional products. Shown are examples of competitive technologies for the production of functional products based on unique functional ingredients, such as technologies using dihydroquercetin as a natural antioxidant, providing an increase in shelf life of finished products by 2-3 times. As a result, positive results were highlighted and the prospects for the development and implementation of these competitive technologies for the production of functional products were confirmed.

Ключевые слова: функциональный ингредиент, сокращение сроков хранения, антиоксидантная активность.

Keywords: functional ingredient, reduced shelf life, antioxidant activity.

Основными факторами, обуславливающими рост рынка функциональных продуктов в мире, являются: повышение внимания потребителей к пище, обеспечивающей профилактику заболеваний, увеличение продолжительности жизни, улучшение здоровья [1].

Среди функциональных продуктов питания наиболее широкую по видовому

разнообразие подгруппу составляют продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами.

По определению ГОСТ «физиологически функциональными пищевыми ингредиентами являются вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав разовой порции в 100 см³ или 100 г функционального пищевого продукта, способные оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека, при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта в количестве, составляющем не менее 15% суточной физиологической потребности или не менее 10⁶ колониеобразующих единиц микробных клеток в 1 г или 1 см³»[2].

К доказанным функциональным ингредиентам дигидрокверцетин (ДГК). Он считается эталонным антиоксидантом, природным акцептором свободных радикалов кислорода (значение ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) составляет 60.000 условных единиц) является мощным гепатопротектором, радиопротектором из-за способности к комплексообразованию, обладает иммунокорректирующими свойствами. Безопасность и эффективность данного соединения подтверждена нормативными документами, адекватная доза для человека составляет 25 мг/сутки, максимальная 100 мг. Следовательно, его применение перспективно при совершенствовании существующих или создании новых функциональных пищевых продуктов [3,4].

Проведенные Российскими отраслевыми институтами (ВНИМИ, ВНИИМП им. В.М. Горбатова, ВНИИМС и др.) исследования, позволили разработать способы введения в пищевое сырье дигидрокверцетина и продукты с его использованием в качестве натурального антиокислителя и одновременно функционального ингредиента. В таблицах 1 и 2 представлены данные о положительном влиянии от применения ДГК в молочной и мясной промышленности [5,6,7].

Таблица 1- Влияние ДГК на сроки годности молочных продуктов

Вид продукции	Нормы внесения ДГК, г/т	Техническая документация	Разработчик	Увеличение сроков хранения, раз
Молоко сухое (15%; 20%; 25%)	30; 40; 50	ГОСТ Р 52791-2007 «Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия.»	ВНИМИ; ВНИИ проблем хранения	в 3
Молоко и сливки, сгущенные с сахаром	50	ГОСТ Р 53436-2009 «Консервы молочные. Молоко и сливки, сгущенные с сахаром. Технические условия»	ВНИМИ	в 2
Сметана (15%; 20%; 25%)	30; 40; 50	Изменение №1 к ТУ 9222-355-00419785-04 «Сметана»	ВНИМИ	в 2
Йогурт (2,5%; 3,5%; 6%; 7,5%)	5; 7; 12; 15	Изменение №1 к ТУ 9222-442-00419785-08	ВНИМИ	в 2-3
Плавленные сыры (55-60%)	50-57,6	Изменение №6 к ТУ 9225-146-04610209-2003	ВНИИМС (г. Углич)	в 2

Таблица 2 - Влияние ДГК на сроки годности мясных продуктов (исследования ВНИИМП имени В.М. Горбатова)

Вид продукции	Дозировка, % к массе жира	Нормы внесе- ния ДГК г/т	Темпера- тура хра- нения	Увеличение сроков хране- ния, раз
Колбаса вареная в натуральной оболочке	0,006	12-18	2 - 6 °С	в 2
Сосиски, сардельки	0,006	12-18	2 - 6 °С	в 2
Полукопченые колбасы в натуральной или искусственной оболочке типа «Белкозин»	0,006	12-18	2 - 6 °С	в 2
Полукопченая колбаса с мясом птицы механической обвалки в натуральной или искусственной оболочке типа «Белкозин»	0,006	12-18	2 - 6 °С	в 2
Фарш мясной	0,006	9,6	2 - 6 °С	в 1,5-2
Мясо птицы механической обвалки и продукты с его использованием (фарш куриный)	0,04		0 °- 1 °С -2 - 3 °С -18 °С	в 2-3

Как видно из таблиц введение ДГК обеспечивает увеличение срока годности мясных и молочных продуктов в 2...3 раза. По данным исследователей при использовании в качестве антиоксидантной добавки раствор ДГК на 10-30% более эффективен, чем его порошковая форма [7].

ВНИИМП имени В.М. Горбатова для предотвращения гидролитического распада жиров в охлажденном мясном сырье предложено применять композиции ДГК с другими природными антиоксидантами. Установлено, что наиболее эффективно останавливает распад жиров эмульсия смеси дигидрокверцетина с токоферолом, которую равномерно распределяют по поверхности мясного сырья [8].

В ВНИИПП также изучались возможности включения ДГК в пищевую продукцию. В результате разработаны и утверждены ряд ТУ и получены патенты на разработанные продукты, включающие ДГК (ТУ - 9213-155-23476484-2001 «Продукты сыровяленные из мяса куриного»; ТУ - 9213-179-23476484-02 «Продукты сыровяленные из мяса индейки»; Патент 2005108065 «Колбаса сыровяленая из мяса индейки»; Патент 2004102658/13 «Способ получения сыровяленого цельномышечного формованного продукта из мяса птицы»).

Московской медицинской академией имени И.М. Сеченова, Московской кондитерской фабрикой «Красный Октябрь» и Российским государственным медицинским университетом в результате исследований установлено, что использование дигидрокверцетина в качестве антиоксидантной добавки в количестве 0,2...0,5% от массы липидов, обеспечивает продление срока хранения кондитерских изделий на жировой основе в 2...2,5 раза и одновременно ведет к улучшению качества за счет снижения в них токсичных продуктов окисления. Степень ингибирования процессов пероксидного окисления липидов у этих компонентов составляет 50...55% при дозе 0,2% ДГК, 70...75% - при 0,5% и 90...95% при 1,0%.

Применение ДГК в соках и безалкогольных напитках также увеличивает их срок

годности, при этом, за счет жидкой формы, обеспечивается полная биодоступность самого ДГК. Это создает условия для более полного проявления его функциональных свойств [5,9].

Анализ приведенных научных исследований показал, что применение ДГК позволяет не только продлить сроки хранения продуктов питания в 1,5...3 раза, сохранить и улучшить их органолептику, но и обеспечить функциональные свойства за счет введения природного антиоксиданта и устранения химических консервантов. Эти показатели являются важными потребительскими характеристиками, поэтому добавление ДГК наделяет продукты питания дополнительными конкурентными преимуществами.

Библиографический список

1. Мировой рынок функциональных продуктов превысит 195 млрд. долл. к 2024 году // Бизнес пищевых ингредиентов. 2018. №3. С.6.
2. ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности (с Изменением №1).
3. Постановление Главного Государственного Санитарного врача от 18.04.2003 г. № 59 «О введение в действие СанПин 2.3.2.1293-03».
4. Методические рекомендации Государственного санитарно-эпидемиологического нормирования РФ № 2.3.1.1915-04 от 2004 г. «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ».
5. Использование ДГК в перерабатывающих отраслях АПК. ценностью [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.bio-t.ru/milk.html>, <http://www.bio-t.ru/meat.html>, <http://www.bio-t.ru/pastry.html> (дата обращения: 10.09.2018).
6. Гусева, Т.Б. Применение природного антиокислителя дигидрохверцетина для увеличения срока годности молочной продукции / Т.Б. Гусева, О.М. Караньян, Т.С. Куликовская, С.Н. Рассоха, И.А. Радаева // Пищевая промышленность. 2017. №8. С.54-56.
7. Насонова В.В. Сравнительное изучение антиокислительной активности дигидрохверцетина в мясопродуктах: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.18.04 / Насонова Виктория Викторовна; [ВНИИМП им. В.М. Горбатова]. - Москва, 2008. - 20 с.
8. Хардина Е.В. Способ предотвращения гидролитического распада жиров в охлажденном мясном сырье / Е.В. Хардина, О.А. Краснова // Все о мясе. – 2018. – № 2. – С. 12-14.
9. Федоренко, В.Ф. Конкурентоспособные технологии производства функциональных продуктов питания/ В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Л.А. Неменушая /: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Роинформагротех», 2018. – 150 с.

УДК 629.33

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЯВЛЕНИЯ НА ДОРОГАХ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Конорев Д.В., к.п.н, преподаватель

Васильев А.С., доцент, преподаватель

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Оробинский В.И., д.с-х.н., профессор, заведующий кафедрой
Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы перспектив развития производства автомобилей управляемых без водителя, проблемы связанные с этим, а также общие принципы работы беспилотных автомобилей.

Summary: the article discusses the prospects for the development of production of driverless cars, the problems associated with this, as well as the General principles of unmanned vehicles.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, технологии, компьютер, мониторинг, безопасность.

Keywords: unmanned vehicle, technology, computer, monitoring, security.

Просматривая фантастические фильмы мы видели, на что способны автономные транспортные средства, увеличение использования беспилотной технологии может сделать возможным широкий спектр потенциальных преимуществ. Помимо комфорта и удобства виртуального водителя к вашим услугам, есть и другие преимущества.

Беспилотные транспортные средства будут оснащены системой отслеживания полезной нагрузки, которая, конечно, сможет отслеживать полезную нагрузку. Они могут отслеживать вес пассажиров, грузов, научных приборов или любого другого оборудования.

Поскольку беспилотная технология будет работать на «компьютеризированном мозге», мониторинг состояния автомобиля не будет проблемой. Технология сможет быстро обнаружить неисправности двигателя, тормозной системы или любые другие проблемы транспортного средства и облегчить профилактическое обслуживание. Кроме того, это позволит обеспечить оптимальные эксплуатационные параметры транспортного средства, что позволит сократить расходы на топливо, поскольку транспортное средство будет простаивать в течение меньшего времени.

Одновременный мониторинг окружающих объектов, транспортных средств и других факторов позволит повысить производительность транспортных средств. Технология может также позволить потребителям удаленно отрегулировать скорости, таким образом увеличивая топливную экономичность. Улучшение координации с другими транспортными средствами также способствует снижению эксплуатационных расходов.

Поскольку беспилотные системы будут иметь более быстрое время реакции и повышенную надежность по сравнению с человеческими водителями, будет меньше дорожных столкновений. Кроме того, беспилотная технология сможет эффективно контролировать важные данные, такие как скорость, расстояние, время и местоположение. Это приводит к гораздо более размеренной, удобной и безопасной езде.

Также может быть даже сокращение угонов автомобилей из-за особенностей транспортных средств. В целом беспилотная технология позволит сократить площади, необходимые для парковки, расходы на страхование транспортных средств и уменьшение численности сотрудников ГИБДД. Кроме того, поскольку беспилотные транспортные средства могут управлять сами, не имеет значения, является ли водитель нелегализованным, пьяным, слепым, преклонного возраста или даже несовершеннолетним.

Беспилотные транспортные средства будут использовать систему GPS вместе с инерциальной навигационной системой, которая определит кратчайший маршрут для доставки пассажиров к месту назначения. Беспилотные транспортные средства могут даже более эффективно справляться с различными условиями окружающей среды, такими как сильный дождь и снег. И это уменьшает вероятность того, что мы застрянем в глуши.

Вычитая затраты на исследования, одна только технология добавляет более 100 000 долларов к стоимости автомобиля. Таким образом, не имеет значения, насколько безопасной может быть технология, поскольку только немногие смогут позволить себе беспилотные автомобили. Тем не менее, автопроизводители прилагают большие усилия к тому, чтобы сделать технологию более доступной и надежной.

Согласно последним исследованиям, к тому времени, когда беспилотные транспортные средства начнут массовое производство, дополнительные расходы на установку беспилотной системы могут упасть до 3000-5000 долларов. Поэтому, когда эта технология будет доступна? Nissan, Tesla и Audi упорно работают, чтобы иметь доступный, надежный и полностью функционирующий готовый к 2020 году.[1,2,3,4]

Другие, прогнозируют, что стоимость беспилотных автомобилей может превысить 10,000 долларов и может перейти в серьезное производство в 2025 или 2030 годах. По некоторым другим прогнозам, к 2040 году примерно 75% всех транспортных средств будут беспилотными.

Конечно, один из самых интересных вопросов, будет ли автомобиль без рук на руле безопаснее? Да, будет! Согласно статистике, 93% аварий вызваны ошибками водителя. Во всем мире происходит более 5 миллионов аварий транспортных средств, и только то, что пьяные водители отходят от рулевого колеса, может уменьшить это большое количество смертельных случаев на 39%.

Значит ли это, что аварий не будет? Ну, никто не осмеливается утверждать это, по крайней мере сейчас. Это главным образом потому, что беспилотные транспортные средства все еще находятся в стадии тестирования и прототипа. Дни, когда беспилотные транспортные средства могут войти в массовое производство, все еще довольно далеки.

На сегодняшний день существует много важных деталей, которые необходимо оценить для безопасной эксплуатации беспилотных автомобилей. Не говоря уже о том, что, несмотря на различные преимущества беспилотных транспортных средств, существует множество прогнозируемых проблем, которые также необходимо решить.[5,6,7,8]

Прерывания связи GPS может привести к отключению беспилотной системы, что может увеличить риск аварий.

Если возникают неисправности системы и ситуации, требующие ручного вождения, то что будут делать неопытные водители?

Технологии без водителя, как уже упоминалось выше, довольно дороги. Поэтому не многие люди смогут себе их позволить.

Энтузиасты вождения могут не найти всю концепцию технологии без водителя привлекательной и могут отказаться от контроля над своими транспортными средствами.

Беспилотная технология может не функционировать идеально в суровых погодных условиях. Система может замерзнуть, что создает риск возможных столкновений.

Самоуправляемые автомобили могут быть использованы террористами. Эти автомобили потенциально могут быть загружены взрывчаткой, отправлены в пункт назначения, а затем использоваться в качестве бомб.

Для того чтобы беспилотные автомобили функционировали должным образом, необходимо подготовить высококачественные специализированные карты. Разработка таких карт во всем мире обойдется очень дорого.

Независимо от того, насколько безопасна технология, всегда будут опасения относительно сбоя программного и аппаратного обеспечения, которые могут увеличить риск аварий, а не уменьшить его.

Как вы можете видеть, есть много проблем и препятствий, которые придется преодолеть, прежде чем эта технология может быть доступна для широкой общественности.

Библиографический список

1. Ендачев Д.В. Системы управления «Беспилотных» АТС /М.В. Нагайцев, А.М. Сайкин, И.А. Плиев, Д.В. Ендачев // Журнал «Автомобильная промышленность». – М., 2013. - Вып.№10. – С. 7-9.
2. Копылов И.П. Электрические машины /И.П. Копылов // Учеб. для вузов. - М.: Высш. шк., 2004. - 607 с.
3. Нгуен Т.Н. Планирование локальной траектории автомобиля-робота в реальном времени / Т.Н. Нгуен, В.И. Жулев, В.С. Леушкин // Вестник рязанского государственного радиотехнического университета № 4 (вып. 46), Ч.3. - Рязань: РГРТУ, 2013. - С.18 - 23.
4. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля / В.П. Тарасик - ВНУ, 2006. – 478 с.
5. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.
6. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.
7. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.
8. 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. С19-22.

УДК [621.313.13 : 621.316.728] : 621.43

УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДНО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Родионов Ю.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Тамбовского государственного технического университета

Данилин С.И., к.т.н., заведующий кафедрой Мичуринского государственного аграрного университета

Борисов С.В., начальник учебной лаборатории

Ломовских А.Е., к.т.н., доцент

Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, Россия

Оробинский В.И., д.с-х.н., профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматривается устройство регулирования оборотов электродвигателя экспериментальной установки по приготовлению водно-топливной эмульсии для двигателей внутреннего сгорания автотракторной техники.

Summary: The article deals with the device for regulating the speed of the electric motor of the experimental installation for the preparation of water-fuel emulsion for internal combustion engines of automotive equipment.

Ключевые слова: регулятор мощности, двигатель внутреннего сгорания, водно-топливная эмульсия.

Keywords: power regulator, internal combustion engine, water-fuel emulsion.

В российской экономике одним из наиболее крупных потребителей горюче-смазочных материалов (ГСМ), а особенно дизельного топлива является аграрный сектор. На долю его потребления в сельском хозяйстве приходится по разным оценкам от 18 до 25%.

Одной из наиболее больших отраслей сельскохозяйственного производства по потребности и затратам на дизельное топливо является растениеводство. В этой отрасли по различным оценкам расходуется от 80 до 90 процентов дизельного топлива от всего его расхода в сельском хозяйстве.

В связи с большим и резким ростом цен на энергоносители в XXI веке возникла необходимость постановки вопросов для решения проблемы энергосбережения в агропромышленном комплексе. На данный момент во всех отраслях сельского хозяйства России большими темпами внедряются энергосберегающие технологии. Отношение энергозатрат к объему произведенной продукции определяет конечный показатель эффективности механизированных технологий при производстве всей сельскохозяйственной продукции[1].

В настоящее время при развитии механизированных производственных процессов в сельском хозяйстве предъявляются следующие требования к конструкциям перспективных машин.

1. Обеспечение высокой надежности и топливной экономичности.
2. Универсализация.
3. Повышение тяговых КПД.
4. Упрощение и удешевление конструкции.
5. Снижение затрат на комплектование машинных агрегатов и техническое обслуживание.
6. Обеспечение безопасности и комфортабельных условий работы механизатору.

Модернизация систем питания тракторных агрегатов приводит к энергосбережению в агропромышленном комплексе (АПК).

Согласно Государственным программам «Охрана окружающей среды» на 2012...2020 годы и «Воспроизводство и использование природных ресурсов» проблемы потребления не возобновляемых энергоресурсов и загрязнения окружающей среды выбросами вредных веществ (ВВ) с отработавшими газами (ОГ) поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) являются одними из наиболее актуальных. Их решение возможно либо за счёт совершенствования рабочего процесса двигателя, либо за счёт нейтрализации ВВ, находящихся в ОГ, либо за счёт применения альтернативных топлив. При этом и в последнем случае также необходимы исследования по улучшению рабочего процесса, который десятилетиями отработывался с учётом применения традиционных топлив.

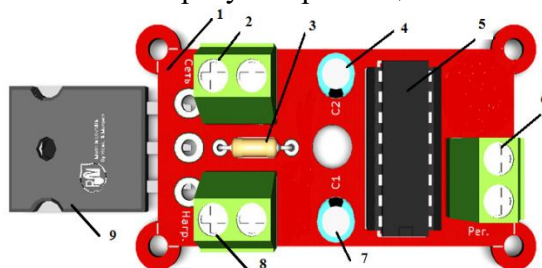
Работа двигателей автотракторной техники на одном из альтернативных видов топлива –водно-топливной эмульсии (ВТЭ) является одним из наиболее перспективных решений вопросов увеличения топливной экономичности, а также улучшения экологических показателей по выбросам вредных веществ с отработавшими газами в атмосферу.

Подача в систему питания ВТЭ которая представляет собой смесь, состоящую из двух несмешивающихся между собой жидкостей (топлива и воды) иможет приготавливаться как на стационарной установке, так и непосредственно на автомобиле. Вода обволакивается тяжелыми фракциями углеводородного топлива и распределяется в виде мельчайших капель по всему объему топлива, улучшает процесс сгорания, уменьшает расход без снижения мощности при определенном процентном соотношении воды к дизельному топливу.

Для приготовления ВТЭ на стационарной установке необходимо изменять обороты электродвигателя, для выбора оптимального режима, при котором ВТЭ наиболее устойчива от расслоения, введен оптимальный процент воды, который не снижает мощность двигателя.

С этой целью авторами разработан регулятор мощности на базе семистора и микросхеме напряжением сети 220 В и максимальной силой тока нагрузки 40 А. Данное устройство предназначено для регулировки скорости электродвигателя, но также может использоваться для плавного включения, выключения электрических ламп, их свечения, в зависимости от схемы подключения данного регулятора[2,3,4,5,6].

На рисунке 1 представлена схема регулятора мощности электродвигателя.



1 – печатная плата с разводкой; 2–клеммник винтовой, 2-контактный; 3 –резистор углеродистый; 4 –конденсатор электролитическийалюминиевый;5 – фазовый регулятор;6 –клеммник винтовой, 2-контактный;7 –конденсатор электролитический алюминиевый;8 –клеммник винтовой, 2-контактный;9 –семистор

Рисунок 1 – Схема регулятора мощности электродвигателя

Как видно из данной схемы, устройство состоит из общедоступных и недорогих комплектующих, которые можно приобрести в любом магазине электротоваров.

Преимущества предлагаемой схемы заключается в том, что оно позволяет плавно с минимальным шагом регулировать частоту вращения электродвигателя и при этом при очень большой нагрузке на двигатель. Следовательно это позволяет точно подобрать частоту вращения динамического аппарата применяемого для приготовления ВТЭ и с высокой точностью провести экспериментальные исследования направленные на определение его оптимальных режимов работы.

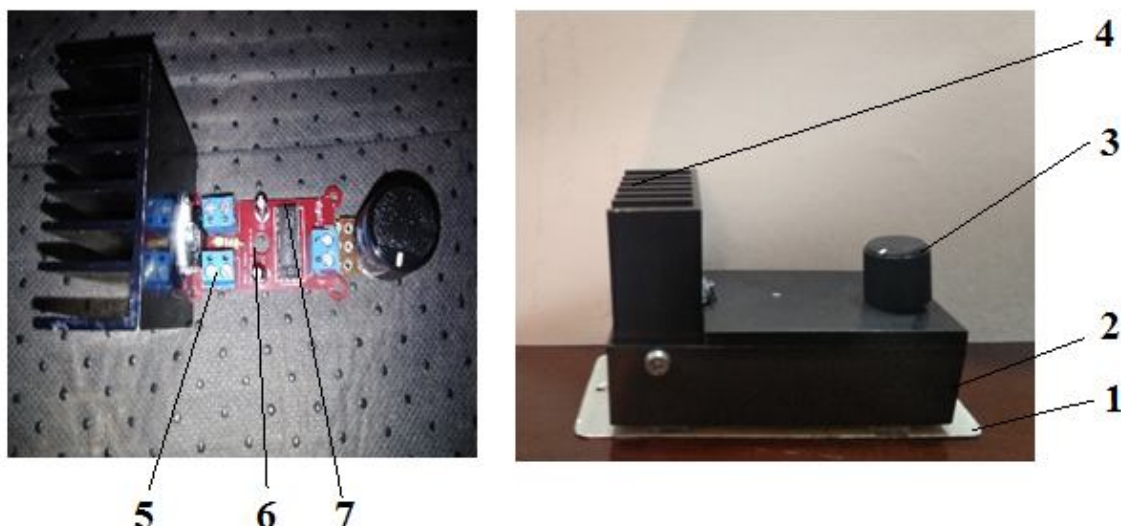
На печатной плате с распиновкой согласно схеме подключаются клеммник винтовой, 2-контактный, размером 5 мм, номинальным током 16 А и рабочим напряжением 300 В, резистор углеродистый максимальным рабочим напряжением 350В и номинальным сопротивлением 510 Ом, пара конденсаторов электролитических алюминиевых емкостью 1мкФ и максимальным напряжением 25В, фазовый регулятор K1182ПМ1Р который является новым решением проблемы регулировки мощности в классе высоковольтных мощных электронных схем и применяется для сети переменного тока до 230В. Он представляет собой контроллер напряжения сетевого питания и предназначен для регулировки скорости вращения электродвигателей мощностью до 150 Вт и для управления силовыми приборами (тиристорами, симисторами). Имеет два силовых вывода для включения в цепь последовательно с нагрузкой, два вспомогательных вывода и два входа управления для подключения регулировочного резистора, конденсатора или других элементов управления, семистор с максимальным током в открытом состоянии 40 А, максимальном напряжении в закрытом состоянии 600 В и с отпирающим постоянным током управления 50мА.

На рисунке 2 представлен внешний вид разработанного устройства для регулирования мощности электродвигателя.

Данное устройство подключается в разрыве электропроводки перед электродвигателем. При вращении ручки регулятора 3 меняется нагрузка на электродвигатель, со-

ответственно изменяются его обороты и подбирается оптимальная частота вращения динамического аппарата для приготовления ВТЭ.

Таким образом применение разработанного устройства позволило подобрать оптимальную частоту вращения динамического аппарата применяемого для приготовления ВТЭ, которая составила 750 об/мин и с погрешностью менее 10 % провести экспериментальные исследования.



1 – платформа; 2 – корпус устройства; 3 – ручка регулятора; 4 – радиатор охладителя; 5 – клеммник винтовой, 2 – контактный, прямой; 6 – конденсатор электролитический алюминиевый; 7 – фазовый регулятор

Рисунок 2– Внешний вид регулятора мощности электродвигателя

Библиографический список

1. Лау С.К. Использование водно-топливных эмульсии для двигателей внутреннего сгорания. Изд. 1977. Том. 17. 2003. С. 29–38.
2. Система питания двигателя внутреннего сгорания: пат. 2579308 Российской Федерации, МПК F02M 25/025 F02B 47/02. Ломовских А.Е., Илларионов В.В., Илларионов А.В., Басарев М.В., Шаповалов А.А.; опубл. 10.04.2016 Бюл. №10.
3. Электронные системы управления автотракторных двигателей: учебное пособие с грифом УМО [Текст] / О.И Поливев, О.М. Костиков, О.С. Ведренский: Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.-2015.-С.200
4. Larionov A.N. Acoustic researches of liquid crystals and prospects of their application in electronic devices of automobile / Larionov A.N., Polivaev O.I. Larionova N.N., Kuznetsov A.N., Gorban L.K., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. С. 042060.
5. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Larionov A.N., Belyansky R.G., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. С. 042082.
6. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 С. 042083

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ МАШИН

Подуремья А.В., старший преподаватель

Щепелев А.Ю., старший преподаватель

Зубков А.Ф., преподаватель

21 кафедра (автомобильной подготовки) ВУНЦ ВВС
«ВВА им. проф. Н.Е.Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж

Тарасенко А.П., д.т.н., профессор

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены методы обеспечения техники безопасности во время проведения технического обслуживания и ремонта машин...

Summary: The article describes the methods of ensuring safety equipment during maintenance and repair of machines...

Ключевые слова: производственный травматизм, техника безопасности...

Keywords: industrial injuries, pre-production injuries, safety...

Производственный травматизм и профессиональные заболевания берут свое начало с момента появления относительно сложных орудий труда [1].

Под производственным травматизмом понимаются случаи повреждения тканей организма человека внешним воздействием в процессе производства (ранения, ушибы и т.п.). В тех случаях, когда человек по какой-либо причине (авария, катастрофа, сильное воздействие электрическим током, сжатым воздухом, паром и т.п.) получает увечье или имеют место человеческие жертвы, такое событие относят обычно к несчастному случаю. В практике зачастую травму относят к особому виду несчастном случаю [2,3,4,5,6,7].

К специальным работам, которые могут оказывать влияние на здоровье работников или в процессе выполнения которых могут чаще всего возникать несчастные случаи, относятся:

- электрогазосварочные работы;
- работы, выполненные в аккумуляторном отделении;
- шиномонтажные и шиноремонтные работы;
- станочные, слесарные и работы, выполняемые на постах технического обслуживания и текущего ремонта машин;
- медницко-жестяницкие работы [1].

К проведению электрогазосварочных работ должны допускаться лица, прошедшие медицинское освидетельствование, техническое обучение и практику со сдачей зачета, получившие специальное удостоверение на право проведения работ и прошедшие инструктаж по технике безопасности [1].

Для проведения газосварочных работ могут применяться только исправные заводского изготовления генераторы. Для предотвращения несчастных случаев баллоны имеют соответствующую маркировку [2].

Вентили у всех баллонов должны быть защищены металлическими кожухами, без которых их транспортировка запрещена. Необходимо оберегать баллоны от ударов, особенно в условиях пониженных и повышенных температур [2].

Запрещается подтягивание ключом резьбовых соединений на вентиле, редукторе и трубопроводах, находящихся под давлением. Кислородный баллон может взорваться

при попадании масла, песчинок кварца и накопления в нём окалин. Остаточное давление в баллоне должно быть не менее 2 кгс/см^2 . Газогенератор должен размещаться во взрывобезопасном ограждении (капонире) на расстоянии не менее 10м от рабочего стола. Запрещается подогрев детали или места сварки без подключения (подачи в горелку) кислорода. После каждой перезарядки генератора и перед началом работы проверить состояние водяного затвора низкого давления, во время работы его необходимо проверять не реже двух раз в смену. Водяной затвор при замерзании отогревать только горячей водой [2].

Хранить карбид в герметически закрытых стандартных барабанах и на подставках высотой не менее 20 см. для предотвращения взрывов запрещается заряжать шахту генератора мелкодисперсным карбидом или его пылью. В дождь сварочные работы должны выполняться только под навесами. Обязательно применять защитные очки. При ремонте тары сваркой из-под легковоспламеняющихся или огнеопасных материалов все лица, принимающие участие в выполнении этого вида работ, должны быть ознакомлены с дополнительными требованиями техники безопасности под расписку (в Журнале инструктажа по технике безопасности) [2-6].

При электрогазосварочных работах необходимо соблюдать следующие требования техники безопасности:

- свободная площадь для сварщика должна быть не менее 4 м^2 , а сварочный стол огражден с трёх сторон щитами или ширмами для предотвращения вредного воздействия на зрение окружающего личного состава ультрафиолетовых лучей электрической дуги;

- электросварочное оборудование должно быть надёжно заземлено; одновременно заземляются обратный привод, сварочный стол и изделие;

- смотровое окно защитного щитка должно иметь сменный светофильтр из специального стекла для защиты от вредного влияния ультрафиолетовых и инфракрасных лучей [2].

К работе по ремонту и зарядке аккумуляторных батарей должны допускаться лица, имеющие специальное квалификационное удостоверение и обеспеченные соответствующей спецодеждой. При осмотре аккумуляторных батарей во время технического обслуживания необходимо пользоваться только электрическими переносными лампами с защитными сетками [1].

Лица, занятые приготовлением электролита, должны иметь спецодежду (прорезиненный фартук, резиновые перчатки и сапоги и защитные очки с бесцветными стёклами) и пройти дополнительный инструктаж. При изготовлении электролита серную кислоту льют в дистиллированную воду малой струей с помешиванием стеклянной (эбонитовой) палочкой, непрерывно контролируя повышение температуры раствора. Категорически запрещается при составлении раствора вливать воду в кислоту, так как произойдёт взрыв [1].

Помещения для ремонта и заряда аккумуляторных батарей должны быть изолированы от других помещений и иметь изолированную вентиляцию. Выпрямители, трансформаторы, генераторы, реостаты и другая регулирующая аппаратура должны размещаться в изолированном помещении.

В помещения для зарядки аккумуляторных батарей запрещается пользоваться открытым огнем, а также зажигать спички, курить, вносить нагретые паяльники. Электросветильники и другие установки должны быть взрывобезопасными. [1].

В аккумуляторной должны быть два бачка с водой, из которых один с 10% раствором соды для нейтрализации кислоты в случае попадания ее на кожу, а другой с 1% раствором соды для полной очистки кожи рук от свинцовой пыли с последующим мытьем рук теплой водой со щеткой [2].

Демонтируют и монтируют шины на специально выделенном участке, оснащенном соответствующим оборудованием. Накачивать шины необходимо или в ограждении, или с применением специальных защитных приспособлений, предупреждающий возможные травмы стопорным кольцом колеса [2, 7-12].

Освещенность на рабочих местах шиномонтажного участка при общем освещении должна быть не менее 30 лк (или 100 лк при люминесцентных лампах). Подкачка шин без демонтажа разрешается, если давление воздуха снизилось не более чем на 40% от нормального (за исключением шин с регулируемым давлением. Шины большегрузных автомобилей и тракторов необходимо демонтировать только с применением специальных приспособлений и тележек [2].

В шиноремонтном отделении оборудуется приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая 4...5-кратный обмен воздуха в час. Обязательно должен быть оборудован местный отсос над шероховальным станком и вытяжной зонд над местом, где готовят клей и накладывают заплатки. Шиноремонтное отделение опасно в пожарном отношении, поэтому в помещении должны применяться герметизированные светильники с выключателями вне помещения [2].

К вулканизационным работам должны допускаться лица прошедшие специальное обучение и получившие право на проведение этих работ. Работающие на электровулканизационных аппаратах должны иметь соответствующую квалификационную группу по технике безопасности и соблюдать все правила электробезопасности, изложенные в Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [1].

Предохранительный паровой клапан мульды или котла вулканизационной установки должен быть отрегулирован на предельное рабочее давление, обеспечивающее температуру рабочих поверхностей вулканизационного аппарата 145...150° С, что соответствует давлению 4,5...5 кгс/см². Проверяется предохранительный клапан ежедневно перед началом работы. Манометр паровулканизированного аппарата должен иметь красную черту предельного давления и проверять не реже одного раза в год. Работа с неопломбированным манометром запрещается. Особое внимание должно уделяться контролю уровня воды в котле [1].

Котел должен промывать вулканизаторщик через каждые 20...24 смены его работы. Гидравлическое испытание котла должно проводиться два раза в год внутренней комиссией, состав которой определяется приказом по части [2].

Своевременность и качество выполняемых работ и решаемых организационных вопросов по технике безопасности, определяемых российским законодательством, требованиями руководящими документами, должны обеспечивать предупреждение несчастных случаев и возможного травматизма работников при организации технического обслуживания и ремонта автомобильной и другой техники в полевых условиях.

Библиографический список

1. Родичев, В.А., Родичева, Г.И. Тракторы и автомобили.-М. : Агропромиздат, 1987. - 351 с.
2. Пузанков, А.Г., Олдфильд, В.Д., Роговцев, В.Л - М. : Устройство и эксплуатация автотранспортных средств. М.: Транспорт, 1998. - 430 с.
3. Поливаев, О.И. Снижение динамической нагруженности мобильных энергетических средств от внешних воздействий и повышение их тягово-динамических показателей [Текст] / О.И. Поливаев, В.К. Астанин, Н.В. Бабанин // Лесотехнический журнал. - 2013. - №3(11). - С.150 - 156.

4. Поливаев, О.И. Как улучшить тягово-сцепные свойства колесных тракторов / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин [Текст] // Сельский механизатор. - 2009. - №5. - С.6 - 7.
5. Поливаев, О.И. Выбор оптимальных характеристик упругодемпфирующих приводов ведущих колес тракторов [Текст] / О.И. Поливаев, С.Н. Пиляев, А.Н. Беляев. Улучшение работоспособности деталей и узлов сельскохозяйственной техники // Воронеж, 1995. - С.31 - 38.
6. Костиков, О.М. Эффективность использования тракторов JOHN DEERE серии 8520 в сравнении с тракторами NEW HOLLAND T8040 [Текст] / О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.И. Поливаев // Техника в сельском хозяйстве. 2009.-№5. -С.30-31.
7. Поливаев, О.И. Активная система поддрессоривания автотракторного сиденья [Текст] / О.И. Поливаев, А.Ю. Юшин // Тракторы и сельхозмашины. 2007.-№ 2.- С.38-40.
8. Козлов В.Г. Обоснование изменений в режимах технического обслуживания / В.Г. Козлов [и др.] // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. междунар. научно-прак. конф., г. Воронеж, 25 декабря 2015 г. / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I». –Воронеж, 2015. – С. 154–158.
9. Лубков В.В. Существующая система технического обслуживания грузовых автомобилей (на примере семейства КамАЗ) / В.В. Лубков [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 168-170.
10. Кондрашова Е.В. Критический анализ методов определения рациональных режимов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники / Е.В. Кондрашова [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными. 2015. - С. 201-205.
11. Мельников А.М. Совершенствование технического обслуживания и ремонта автомобилей / А.М. Мельников [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. - С. 204-212.
12. Кондрашова Е.В. Разработка математической модели корректирования режимов технического обслуживания грузовых автомобилей / Е.В. Кондрашова [и др.] // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. международной научно-практической конференции. 2015. - С. 147-153.

УДК.623.74

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Заварзин А.Т., доцент

Подуремья А.В., старший преподаватель

Рощупкин И.Ю., курсант

21 кафедра (автомобильной подготовки) ВУНЦ ВВС

«ВВА им. проф. Н.Е.Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж

Василенко В.В., д.т.н., профессор

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассмотрим вопросы обеспечения безопасности при работе с автотракторной техникой в полевых условиях...

Summary: in the article we consider the issues of safety when working with automotive equipment in the field...

Ключевые слова: автотракторная техника, техника безопасности ...

Keywords: automotive equipment...

Развитие мировой экономики и социально-экономическое положение отдельных стран определяются наличием и достаточностью лимитированных ресурсов. Их перечень известен - это энергоресурсы, почва, вода и продовольствие. Развитие трех последних - прерогатива сельского хозяйства. Именно поэтому в странах, претендующих на статус мировых экономических держав, сельское хозяйство в списке приоритетов стоит на одном уровне с энергетикой [1].

Важнейшей составной частью предприятий и отраслей агропромышленного комплекса, в том числе и сельского хозяйства являются транспортные средства. С помощью транспортных средств сокращается рабочее время на создание и реализацию продукции. тем самым обеспечивается рост производительности труда и снижение себестоимости продукции.

Использование транспортных средств в сельском хозяйстве имеет свои особенности: сезонность и направленность загрузки подвижного состава, децентрализация и т. д.

Одним из резервов улучшения работы автомобильного транспорта является концентрация его возле предприятий агропромышленного комплекса. Машинно-тракторный парк - это совокупность энергетических средств и сельскохозяйственных машин и орудий, предназначенных для выполнения сельскохозяйственных работ [1,3,4,5,6].

Улучшение использования машин можно достичь путем сокращения времени на неизбежные в период полевых работ перемещения техники и рабочей силы. во время полевых работ с целью сокращения времени для перемещения техники из постоянного машинно-тракторного парка техника может размещаться во временном (полевом) парке.

Все организационно-технические мероприятия, проводимые в полевом машинно-тракторном парке, должны быть направлены на обеспечение безопасных условий труда при техническом обслуживании и ремонте автомобилей, тракторов и других видов техники с целью предотвращения возможных несчастных случаев при их передвижении и хранении [1].

При расположении автомобилей и тракторов в полевых условиях техника безопасности должна обеспечиваться по следующим основным трем направлениям:

- взаимное размещение машин и отдельных элементов парка на местности и их оборудование;
- использование средств разогрева машин и отопительных установок для обогрева работников при низких температурах окружающего воздуха;
- обеспечение техники безопасности при использовании подвижных мастерских технического обслуживания и ремонта автотракторной техники.

В машинно-тракторных парках автотракторная и другая техника должна размещаться по согласованным схемам, а движение машин и тракторов должно строго регламентироваться по направлениям и скорости дорожными знаками и специальными указателями.

Работами первой очереди должна быть расчистка местности от валежника, сухой травы и других предметов и оборудование выездов. Открытые площадки для стоянки машин необходимо переоборудовать не ближе 10 м от зданий, подвижных ма-

стерских, палаток и т. п. В местах стоянок необходимо предусматривать буксировочные средства для эвакуации автотракторной техники в случае пожара [2].

На стоянках техники во избежание пожара запрещается:

- хранить горючее (кроме топлива в баках и специально оборудованных дополнительных емкостях) и порожнюю тару;
- держать машины с открытыми горловинами топливных баков;
- мыть и протирать горючими жидкостями машины, агрегаты и детали, а также руки и одежду [2].

Материалы, агрегаты, горючее и смазочные материалы и прочие грузы должны храниться на специально подготовленных для этого площадках и укрытиях [2].

Склад горючего и смазочных материалов размещать на расстоянии не менее 100 м от стогов соломы, сена, хлеба на корню и стоянки автомобилей, тракторов и другой техники. Порожняя тара должна храниться с плотно закрытыми пробками на расстоянии не менее 20 м от места хранения топлива. Машины и трактора должны заправляться топливом должны только при неработающем двигателе [2].

В зимних условиях особое внимание должны уделяться обеспечению техники безопасности при использовании индивидуальных средств разогрева машин и специальных автономных малогабаритных отопительных установок. [4-8]

Для исключения возможного попадания в кузов - фургон воздуха, насыщенного отработавшими газами, работа отопителя на режиме забора наружного воздуха не допускается в случае размещения машины в укрытии или не продуваемом ветром капони́ре, а также при стоянке машины в густом кустарнике [2].

При всех отклонениях от нормальной работы отопителя, обнаруживаемых по внешним признакам (обильное дымление, течь топлива из дренажной или сливной трубки, резкое падение оборотов электродвигателя вентилятора, прерывистое горение и др.), отопитель должен быть немедленно выключен. Повторное включение отопителя допускается только после устранения неисправностей. Запрещается при стоянке обогрев кабины автомобиля за счет работы двигателя, особенно на режимах холостого хода по причине возможного отравления окисью углерода, находящегося в значительных количествах (до 10 %) в отработавших газах [1].

В качестве основных положений техники безопасности при использовании унифицированных мастерских технического обслуживания и текущего ремонта при их расположении в закрытом помещении во избежание отравления работников отработавшими газами внутри кузова категорически запрещается:

- работа двигателя автомобиля для привода электросилового генератора мастерской без установки отводной выпускной трубы;
- включение отопительной установки при неисправном вентиляторе трубы принудительного отсоса отработавших газов; вентилятор трубы включается одновременно с вентилятором отопительной установки [2].

Перед подачей напряжения в сеть мастерской необходимо проверить исправность защитно - отключающего устройства, обеспечивающего защиту личного состава от поражения электрическим током. Все корпуса электропотребителей должны иметь надежную электрическую связь с корпусом щита автоматической защиты.

Техника безопасности при использовании подвижных мастерских технического обслуживания и ремонта автотракторной техники должна определяться Правилами техники безопасности и производственной санитарии.

Таким образом решение вопросов по предотвращению импульсивных или случайных опасностей, которые могут приводить к несчастным случаям и травмам, не представляют значительных трудностей при соблюдении всех современных требований техники безопасности.

Библиографический список

1. Родичев, В.А., Родичева, Г.И. Тракторы и автомобили.- М. : Агропромиздат, 1987. - 351 с.
2. Пузанков, А.Г., Олдфильд, В.Д., Роговцев, В.Л. - М. : Устройство и эксплуатация автотранспортных средств. М.: Транспорт, 1998. - 430 с.
3. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.
4. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.
5. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.
6. 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. С19-22.
7. 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.
8. Кондрашова Е.В. Вопросы эксплуатационной надёжности автомобилей / Е.В. Кондрашова [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. - 2015. - № 2-3. - С. 409-410.

УДК 004.422.8

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАЗЕМНЫХ АВИАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Воронин Д.Д., курсант

Тюнин А.Б., к.т.н., доцент

Скребов Н.Н., к.т.н., преподаватель

21 кафедра (автомобильной подготовки) ВУНЦ ВВС

«ВВА им. проф. Н.Е.Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж

Василенко В.В., д.т.н., профессор

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматривается микропроцессорное устройство текущего контроля выходных параметров систем переменного и постоянного тока наземных авиационных источников электроэнергии.

Ключевые слова: Наземное обслуживание, воздушное судно, наземный источник электроэнергии, текущий контроль.

Abstract: The paper proposes a microprocessor current control output parameters of the system AC and DC aviation ground power sources.

Keyword: Ground handling, aircraft, ground power source, current control.

Отсутствие текущего контроля выходных параметров наземных авиационных источников электроэнергии (НАИЭ) в процессе их работы на борт летательного аппарата (ЛА) изначально повышает вероятность питания потребителей ЛА некачественной

электрической энергией и, как следствие, уменьшает вероятность безотказной работы самолетного оборудования.

Поэтому актуальной является задача текущего автоматического встроенного контроля работоспособности НАИЭ по их техническому состоянию в процессе эксплуатации [1,5,6,7,8,9].

В настоящее время контроль в этих режимах проводится оператором визуально по приборам с большой периодичностью и малой точностью. Все это не дает возможности судить о полной работоспособности электросистем НАИЭ в каждый момент времени в процессе их функционирования.

Строго говоря, такой встроенный контроль должен осуществляться не только в установившихся, но и, что очень важно, в переходных динамических режимах. Однако такой контроль выходных параметров НАИЭ вообще не проводится.

Задача контроля качества электроэнергии в установившихся режимах уже сейчас может быть решена путем создания встроенной в наземный источник автоматической системы контроля (АСК), способной оперативно определить выход основных параметров за нормы, предусмотренные ГОСТ 19705 – 89 [2], а также предоставить статистическую информацию о количестве таких отклонений в процессе рабочего времени НАИЭ. Последнее, в свою очередь, позволяет судить о техническом состоянии наземного источника. Наибольшие функциональные возможности такой системы контроля можно реализовать с помощью современных микроконтроллеров (МК).

В статье рассматривается устройство текущего контроля качества электрической энергии на базе AVR-контроллера ATmega16 с выводом необходимой информации на жидкокристаллический индикатор (ЖКИ).

Устройство разработано в симуляторе PROTEUS [3].

Программа для ATmega16 написана на алгоритмическом языке высокого уровня С в среде программирования Code Vision AVR [4].

В этой среде программа на С компилируется в машинный код МК ATmega16 и прошивается в модель контроллера, созданной в симуляторе PROTEUS (рисунок 1).

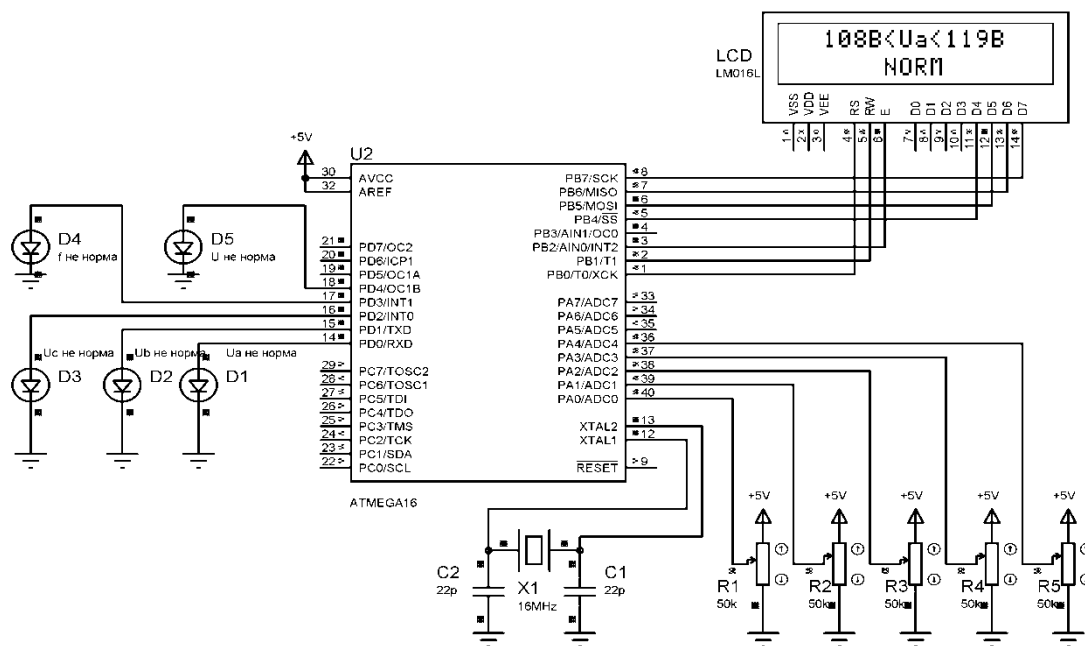


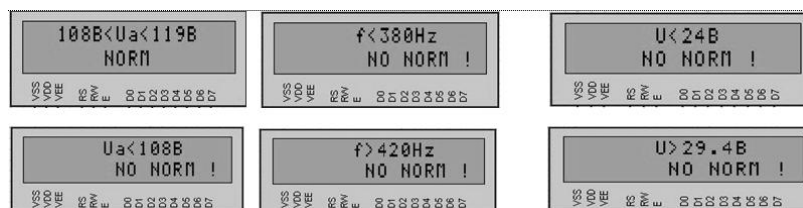
Рисунок 1 – Устройство текущего контроля качества электрической энергии в симуляторе PROTEUS

На рисунке 1 датчики фазных напряжений U_a , U_b , U_c и частоты f системы переменного тока и напряжения U системы постоянного тока имитируются потенциометрами $R_1, \dots, R_5$, на которые подается постоянное напряжение $+5V$.

В реальной АСК выходные напряжения соответствующих датчиков должны подаваться на входы порта А (РА0,..., РА4) внутреннего аналого-цифрового преобразователя МК ATmega16 через схему согласования. Она необходима для нормирования выходных сигналов датчиков.

Микроконтроллер обрабатывает эти сигналы по записанной в него при прошивке программе. Результаты обработки МК высвечиваются на ЖКИ. При ненормальном режиме работы дополнительно загорается один из диодов D1...D5.

Некоторые из режимов, отраженные на ЖКИ, показаны на рисунке 2.



а)

б)

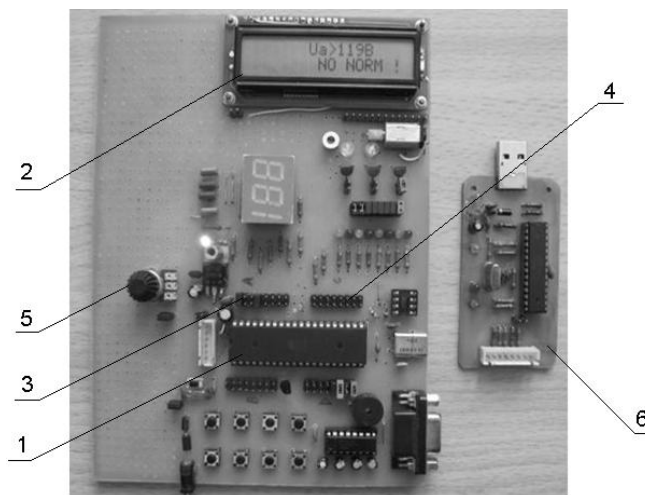
а) переменного тока с фазными напряжениями U_a, U_b, U_c , частотой f ;

б) постоянного тока напряжением U

Рисунок 2 – Показания жидкокристаллического индикатора при нормальной и ненормальной работе систем

После отладки программы в симуляторе PROTEUS были созданы устройство текущего контроля качества электрической энергии и программатор (рисунок 3).

Прошивка микросхемы ATmega16 осуществлялась также из среды программирования Code Vision AVR через разъем USB компьютера и программатор, необходимый для коммутации цепей микроконтроллера в процессе этой операции.



1 – микроконтроллер ATmega16; 2 – жидкокристаллический индикатор; 3 – порт А подключения датчиков; 4 – порт С подключения ЖКИ; 5 – переменный резистор; 6 – программатор

Рисунок 3 – Устройство текущего контроля качества электрической энергии

В настоящее время проходят натурные испытания устройства текущего контроля качества электрической энергии на авиационном электроагрегате АПА-5Д.

Библиографический список

1. Концепция развития системы средств наземного обслуживания летательных аппаратов общего применения. М.: 30 ЦНИИ МО РФ.
2. ГОСТ 19705 – 89. Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии.
3. Максимов А. Моделирование устройств на микроконтроллерах с помощью программы ISIS из пакета PROTEUS VSM. Радио – 2005. – № 4, 5. – С. 30 – 33, 31 – 34.
4. Белов А.А. Создаем устройства на микроконтроллерах. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2007. – 304с.
5. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия» [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Воронежский государственный аграрный университет им К.Д. Глинки. Воронеж, 2008. - 96с.
6. Larionov A.N. Acoustic researches of liquid crystals and prospects of their application in electronic devices of automobile / Larionov A.N., Polivaev O.I. Larionova N.N., Kuznetsov A.N., Gorban L.K., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. С. 042060.
7. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Larionov A.N., Belyansky R.G., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. С. 042082.
8. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 С. 042083
9. Электронные системы управления автотракторных двигателей: учебное пособие с грифом УМО [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведренский: Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.-2015.-С.200 .

УДК 621.436.55158

ПРОБЛЕМЫ ПУСКА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Германович А.С., доцент

Андреев И.В., доцент

Аносов И.С., курсант

Протопопов Д.А., курсант

Кафедра автомобильной подготовки ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора
Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина», г. Воронеж, Россия

Казаров К.Р., д.т.н., профессор

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматриваются особенности пуска дизельных двигателей в условиях низких температур. Описываются пути решения надежного пуска дизельных двигателей в условиях низких температур.

Adstract: The article discusses the features of diesel engines in low temperatures. The ways to solve the reliable launch of diesel engines in low temperatures are described.

Ключевые слова: пуск дизельного двигателя, низкая температура, мала, дизельное топливо.

Keywords: diesel engine launch, low temperature, low, diesel fuel.

В условиях низких температур окружающего воздуха пуск двигателя затруднен по ряду причин [1,5,6,7,8,9,10]:

- увеличения вязкости масла в системе смазки двигателя. Поэтому зимой обороты прокручивания коленчатого вала двигателя стартером снижаются в несколько раз по сравнению с летним периодом эксплуатации;

- снижается емкость аккумулятора. Понижение температуры окружающего воздуха на 1°C ведет к увеличению плотности электролита на 0,0007 г/см², а при изменении температуры на 15 °C плотность электролита изменяется примерно на 0.001г/см², что снижает емкость АКБ [2];

- низкие обороты двигателя при старте приводят к снижению давления смеси в конце такта сжатия,

- низкая температура воздуха приводит к ухудшению смесеобразования, что в свою очередь ухудшает процесс горения топливно-воздушной смеси в цилиндрах двигателя;

- помимо этого низкая температура двигателя приводит к повышенному износу деталей цилиндрико-поршневой группы и газораспределительного механизма. Это происходит потому, что в период пуска дизельное топливо смывает со стенок цилиндра масляную пленку. В результате поршневая группа, подшипники коленчатого вала, а также детали газораспределительного механизма работают в режиме масляного «голодания», а это значительно увеличивает скорость изнашивания деталей трения.

На эксплуатацию автомобиля при низких температурах влияет также такие факторы, как: состояние топливных фильтров, регулировка теплового зазора клапанов (соблюдение фаз газораспределения), регулировка натяжения ремня (цепи) ГРМ, состояние свечей накаливания. Однако, основными проблемами при пуске в условиях низких температур являются вязкость масла, низкая компрессия и повышенный износ трущихся деталей.

В целях обеспечения надежного пуска дизельных двигателей в условиях низких температур применяют низкотемпературные охлаждающие жидкости. К таким жидкостям относятся антифризы марки 40 и 65, состоящие из этиленгликоля (соответственно 53 и 66%) и дистиллированной воды (47 и 34%), замерзающие при температуре 40 и 65°C ниже нуля соответственно. Преимуществом этиленгликоля является, во-первых, малое увеличение в объеме при замерзании. Так, при 40% содержании его в воде объем смеси при замерзании увеличивается всего на 0,25%, тогда как объем воды возрастает на 9%. Во-вторых, смесь этиленгликоля с водой замерзает до состояния рыхлой массы, что не опасно в смысле повреждения системы охлаждения двигателя. Важным эксплуатационным свойством этиленгликоля является также высокая точка кипения (+197°C при 760 мм рт. ст.), что обуславливает при нагреве смеси до 100°C испарение из нее воды, а не этиленгликоля. Это обстоятельство позволяет заправлять систему охлаждения смесью один раз в течение всего зимнего сезона, добавляя только воду.

К недостаткам этиленгликолевого антифриза относятся его гигроскопичность, способность к сильному расширению при нагревании и токсичность. Вследствие гигроскопичности этиленгликоля (он поглощает до 60% воды) могут изменяться его концентрация и температура замерзания. Свойство значительного теплового расширения обуславливает необходимость поддерживать в системе охлаждения температуру не выше

+85°C. Поскольку этиленгликоль представляет собой яд, при обращении с ним следует соблюдать соответствующие правила по технике безопасности и в частности, при попадании антифриза на руки или другие части тела необходимо тщательно мыть их водой с мылом.

Немаловажным фактором надежного пуска дизельных двигателей при низких температурах является применение масел, обладающих соответствующими вязкостно-температурными свойствами, чтобы обеспечить пуск двигателя без подогрева. Для легкого проворачивания коленчатого вала и пуска двигателя при низкой температуре масла АКЗп-6 и АКЗп-10, SAE: 10W-40, 15W-40,

Ориентировочный температурный диапазон применения моторного масла по классам SAE зимой (в холодное время), определяется исходя из показателя проворачивания (имитация холодного запуска двигателя). По принятой системе обозначений моторного масла характеризует первое значение в маркировке с буквой W (от английского слова winter – зима). При выборе зимнего масла в двигатель КАМАЗ следует ориентироваться на следующие значения показателя вязкости: 0W – до - 35 °C, 5W – до - 30 °C, 10W – до - 25 °C, 15W – до - 20 °C, 20W – до - 15 °C

В зависимости от условий эксплуатации, рекомендуется применение моторных масел следующих классов вязкости по SAE:

- SAE 5W-30, 5W-40 (всесезонная эксплуатация в районах с холодным климатом);
- SAE 15W-40, 10W-40 (всесезонная эксплуатация в умеренной климатической зоне);
- SAE 20W-50 (всесезонная эксплуатация в районах с тропическим климатом)

Следующим фактором надежного пуска дизельного двигателя является применение зимних сортов топлива марки ДЗ, ДА, которые обеспечивают прокачиваемость топлива по трубопроводам системы питания без подогрева.

Пуск непрогретого дизельного двигателя при температуре окружающего воздуха -- 30°C обеспечивается применением арктического топлива ДА.

Так по ГОСТ Р 55475-2013 «Топливо дизельное зимнее и арктическое депарафинированное. Технические условия» [4] регламентирующий требования к дизтопливу, используемому зимой, физико-химические и эксплуатационные показатели дизельного топлива в зависимости от климатических условий применения (З, А) и предельная температура фильтруемости (минус 32, 38, 44, 48, 52) должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к дизельному топливу

Наименование показателя при температуре воздуха	Значение				
	З-32	З-38	А-44	А-48	А-52
1 Цетановое число, не менее	8,0	47,0			
2 Температура вспышки в закрытом тигле, °C, не ниже	0	30			
3 Температура помутнения, °C, не выше	-22	-28	-34	-38	-42
4 Предельная температура фильтруемости, °C, не выше	-32	-38	-44	-48	-52

Отсюда следует, что, дизтопливо марки З-32 будет считаться зимним, имея температуру фильтрации -32°C, а дизтопливо марки А-52 – арктическим, с показателем температурной фильтрации в -52°C.

А в соответствии с ГОСТ 12.1.044 дизельное топливо является легковоспламеняющейся жидкостью. Температура самовоспламенения дизельного топлива:

- зимнего - 310 °С;
- арктического - 330 °С.

Температурные пределы распространения пламени дизельного топлива:

- зимнего: нижний - 62 °С; верхний - 105 °С;
- арктического: нижний - 57 °С; верхний - 100 °С.

Взрывоопасная концентрация паров дизельного топлива в смеси с воздухом составляет 2% об. - 3% об.

Эти марки топлив способны обеспечить пуск дизелей в условиях низких температур без дополнительного подогрева двигателей.

Кроме вышеперечисленных факторов для обеспечения надежного пуска дизельных двигателей применяют предпусковые подогреватели охлаждающей жидкости типа ПЖД, а также электрофакельные устройства для подогрева воздуха во впускном коллекторе двигателя типа ЭФУ

Для двигателей КАМАЗ с жидкостной системой охлаждения наиболее эффективны жидкостные подогреватели термосифонного типа.

Подогреватель этого типа состоит из малогабаритного жаротрубного водогрейного котла, соединенного трубопроводами с рубашкой охлаждения и радиатором. Воду в котле нагревают чаще всего паяльной лампой. Подогрев двигателя осуществляется за счет циркуляции охлаждающей жидкости под действием гравитационного (термосифонного) напора.

Горячими газами, выходящими из этого подогревателя, подогревают масло в поддоне картера двигателя.

Недостатками таких обогревателей являются большая длительность разогрева двигателя и выброс пламени наружу, что делает их опасными в пожарном отношении.

В последних конструкциях жидкостных подогревателей термосифонного типа применяется цилиндрический теплообменник с большой длиной прохождения горячих газов, исключающий выброс пламени. Примером такой конструкции может служить подогреватель П-100 и семейство подогревателей ПЖ.

На автомобиле КамАЗ устанавливается жидкостный предпусковой подогреватель ПЖД 30 [3], который предназначен для нагрева жидкости в системе охлаждения и масла в картере двигателя для облегчения его запуска в холодное время года, а также для отопления кабины автомобиля и устранения обледенения стекол. Установка предпускового жидкостного подогревателя снижает износ и увеличивает моторесурс двигателя КамАЗ и его агрегатов даже в самый сильный мороз.

Предпусковой подогреватель ПЖД 30 обеспечивает:

- лёгкий запуск двигателя в любой мороз;
- увеличение ресурса двигателя в 1,5 раза из-за отсутствия холодного запуска;
- сокращение расхода топлива;
- уменьшение количества вредных выбросов.

Подогреватель ПЖД 30 установлен под передней поперечиной рамы автомобиля и состоит из следующих сборочных единиц и систем: теплообменника в сборе с горелкой, электромагнитного топливного клапана с форсункой и электронагревателем топлива в сборе, насосного агрегата с электродвигателем, вентилятором, жидкостным и топливным насосами, системы электроискрового розжига с искровой свечой и транзисторным коммутатором, системы дистанционного управления подогревателем с переключателем режимов работы, контактором электродвигателя и кнопочного выключателя.

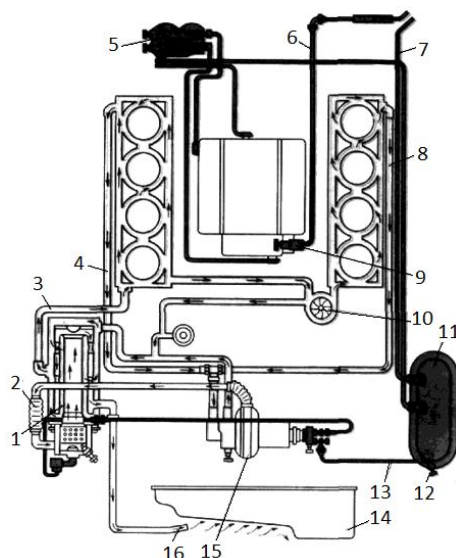


Рисунок 1 - Схема работы предпускового подогревателя:

1 - картер двигателя; 2 - насосный агрегат; 3 - труба отвода газов; 4 - теплообменник подогревателя; 5 - воздухопровод к горелке подогревателя; 6 - труба подвода жидкости из подогревателя в блок; 7, 11 - труба отвода жидкости из блока в подогревателя; 8 - фильтр тонкой очистки топлива; 9 - подводящая трубка насоса низкого давления; 10 - топливная сливная трубка; 12 - ручной топливоподкачивающий насос; 13 - жидкостный насос системы охлаждения двигателя; 14 - топливный бачок подогревателя; 15 - топливный кран подогревателя; 16 - подводящая трубка топливного насоса подогревателя.

Предпусковой подогреватель ПЖД 30 работает следующим образом. Топливный насос подогревателя подает топливо из бачка 14 [рис.1], которое через открытый электромагнитный клапан подводится к форсунке и впрыскивается во внутреннюю полость горелки теплообменника подогревателя. Распыленное топливо смешивается с подаваемым вентилятором воздухом, воспламеняется и сгорает, нагревая в теплообменнике 4 охлаждающую жидкость. Продукты сгорания топлива через трубу 3 направляются под масляный картер 1 двигателя и нагревают в нем масло. Топливо очищается фильтрами, установленными в электромагнитном клапане и форсунке.

Топливо для подогревателя поступает из специального топливного бачка 14 [рис.1], который заполняется автоматически при работающем двигателе. При неработающем двигателе бачок может быть наполнен с помощью ручного топливоподкачивающего насоса, установленного на ТНВД. Расход топлива регулируется с помощью редукционного клапана, размещенного на топливном насосе.

При достижении температуры на датчике котла (76...85)°С отключится электромагнитный клапан подачи топлива и подогреватель работает в режиме продувки. Повторный запуск возможен только при его полном отключении.

Библиографический список

1. Семенов Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур. – М.: Транспорт, 1993. – 192 с.
2. Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи. Руководство. – М.: МО СССР, 1983. – 184 с.
3. Медведков В.И., Билык С.Т., Чайковский И.П., Автомобили КАМАЗ-5320 и УРАЛ-4320. – М.: ДОСААФ СССР, 1981. – 336 с.

4. ГОСТ Р 55475-2013 «Топливо дизельное зимнее и арктическое депарафинированное. Технические условия»
5. Поливаев, О.И. Как улучшить тягово-сцепные свойства колесных тракторов / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин [Текст] // Сельский механизатор. - 2009. - №5. - С.6 - 7.
6. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.
7. Поливаев О.И. Эффективность использования упругодемпфирующего привода ведущих колес / О.И. Поливаев, А.В. Панков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008, №2 с.24-27.
8. Поливаев О.И. Упругодемпфирующий привод на колесных тракторах / О.И. Поливаев, Н.Е. Гусенко, А.С. Дурманов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1990. №3. С.53-55
9. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.
10. 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. С1
11. 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.

УДК 629.7.08 : 551.58

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Глотов М.С., к.т.н., старший преподаватель

Казаков Е.Б., к.т.н., доцент, доцент

Чекризов К.Ю., курсант

Давыдов А.О., курсант

Кафедра автомобильной подготовки Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Гиевский А.М., д.т.н., профессор

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: представлены особенности влияния различных природно-климатических условий на эксплуатацию транспортных средств специального назначения и предложен перечень мероприятий по поддержанию их работоспособного состояния.

Summary: presented features of the impact of various natural and climatic conditions on the operation of special purpose vehicles and proposed a list of measures to maintain their operational condition.

Ключевые слова: транспортные средства специального назначения, эксплуатация, природно-климатические условия.

Keywords: special purpose vehicles, operation, natural and climatic conditions.

Условия эксплуатации автомобилей в различных природно-климатических условиях характеризуется воздействием как низких, так и высоких температур. В результате этого изменяются физико-механические свойства конструкционных материалов, что оказывает существенное влияние на работоспособность всех агрегатов и механизмов автомобиля.

Территория Российской Федерации располагается в 4 климатических поясах: Арктический, Субарктический, Умеренный, Субтропический [1,5,6,7].

В целях определения направлений подготовки транспортных средств специального назначения (ТССН) к использованию по назначению рассмотрим влияние различных природно-климатических условий на их работоспособность. Существуют различные комплексы подготовительных мероприятий для обеспечения исправности автомобильной техники, использующиеся в противоположных регионах: Субтропическом и Арктическом.

Рассмотрим Субтропический пояс и условия эксплуатации ТССН. Характер рельефа в этом районе, в основном, равнинный. Здесь же широко представлены песчаные, лессовые и засоленные грунты, скудная растительность и безводность. Для этого региона характерен резко континентальный климат, который обуславливает незначительные осадки 60 – 150 мм в год, а также частые ветры большой силы до 30 м/с.

Эксплуатация ТССН в регионах страны с жарким климатом имеет свои специфические особенности. Повышенная температура воздуха заставляет работать двигатель на предельном тепловом режиме, что ведет как к перегреву самого двигателя, так и других агрегатов автомобиля. Длительная работа в таких условиях приводит к интенсивному изнашиванию агрегатов и увеличенному расходу топлива.

Несоблюдение специальных рекомендаций приводит к возникновению условий, отрицательно влияющих на эксплуатацию ТССН [2,9, 10-12]:

- при повышении температуры окружающей среды до 45 °С на 15 % снижается мощность двигателя;

- из-за образования паровых пробок в приборах системы питания возможны перебои в работе двигателя;

- в результате снижения эффективности охлаждения двигателя и интенсивного старения масел на его деталях быстрее происходит отложение нагара и примесей, что приводит к засорению масляных каналов и фильтров.

Кроме того, в условиях жаркого климата повышается пожарная опасность, происходит более быстрое старение и выход из строя резинотехнических и пластмассовых изделий.

Однако более 60 % автомобильного парка страны располагается в северных широтах, в условиях Арктического и Субарктических поясов. В этих условиях низких и сверхнизких температур автомобильная техника используется более полугода. Это приводит к увеличению количества отказов агрегатов и механизмов автомобиля практически в 2 раза по сравнению с работой летом.

Условия эксплуатации Крайнего Севера характеризуется влиянием, как низких температур, так и ее перепада, скорости ветра, влажности и других факторов. Вследствие отсутствия на многих марках автомобильной техники специальных технических решений для адаптации ее к эксплуатации в условиях низких температур затраты на поддержание в готовности к использованию по назначению возрастают в 2 – 6 раз по сравнению со средней полосой.

- В условиях низких температур затрудняется пуск двигателя в результате:
 - снижения эффективности работы аккумуляторных батарей;
 - повышения вязкости масел;

снижения испаряемости автомобильных бензинов для образования рабочей смеси;

снижения эффективности прокачиваемости дизельных топлив по трубопроводам и через фильтры топливной системы.

Для обеспечения надежного пуска двигателя при более низких температурах необходима их предварительная подготовка и применение загущенных масел, вязкость которых в 6 – 10 раз меньше вязкости незагущенных масел при тех же температурных условиях.

В этих условиях так же снижается и работоспособность агрегатов трансмиссии. Вязкость масел в агрегатах трансмиссии может быть настолько большой, что мощности двигателя будет недостаточно для проворачивания валов и шестерен в редукторах. Это напрямую влияет на возможность трогания машины с места после ее длительной стоянки вне отапливаемого помещения, а также движения на высших передачах после трогания с места. Нормальное трогание машины с места обеспечивается применением трансмиссионных масел, соответствующих определенной температуре окружающего воздуха.

Свои особенности эксплуатации имеют также регионы с горной местностью [3]. По условиям эксплуатации машин рельеф местности в зависимости от высоты расположения над уровнем моря подразделяется на равнинный (до 500 м), холмистый (500 – 1000 м), горный (1000 – 2000 м) и высокогорный (свыше 2000 м). Природно-климатические условия горной местности при несоблюдении специальных рекомендаций отрицательно влияют на работоспособность машин.

Подъем машины на каждые 1000 м сопровождается снижением мощности двигателя на 11 – 13 % [4]. Это происходит из-за снижения плотности воздуха, в результате чего ухудшается наполнение цилиндров воздухом и, как следствие, происходит переобогащение рабочей смеси. Кроме того, расход топлива и в летний, и в зимний период эксплуатации увеличивается до 20 %.

При повышении высоты на каждые 1500 м температура кипения воды понижается в среднем на 5 °С, что в совокупности с уменьшением подачи воздуха вентилятором и теплопередачи от радиатора в окружающую среду ухудшает охлаждение двигателя. Помимо этого ухудшение охлаждения двигателя происходит из-за чрезмерного образования накипи в радиаторе и рубашке блока цилиндров при частой доливке воды в систему охлаждения.

Автомобильную технику необходимо поддерживать в исправном состоянии. В зависимости от особенностей климатических условий выделяют комплекс проблем, влияющих на эксплуатацию техники.

Для обеспечения работоспособности ТССН в условиях низких температур необходимо выполнение следующих мероприятий:

- применение систем облегчения запуска двигателя (предпусковой жидкостной подогреватель, электрофакельное устройство);

- применение специальных горючего и смазочных материалов, разработанных для использования в Арктическом районе;

- применение устройств, повышающих проходимость по снегу, льду;

- двойное остекление кабины и дополнительная ее термоизоляция;

- замена обычных резинотехнических изделий на специальные, разработанные для Арктических регионов и др.

В целях поддержания ТССН готовности к использованию по назначению в регионах с жарким климатом необходимо:

- применение специальных горючего и смазочных материалов, разработанных для использования в жарком и особожарком районах;

своевременное техническое обслуживание систем охлаждения двигателей и других агрегатов;

использование специальных резинотехнических изделий;

своевременное обслуживание АКБ и др.

Предложенный перечень мероприятий не является исчерпывающим. В настоящее время проводятся научно-исследовательские и испытательные работы, в том числе в рамках экспедиций в регионах с жарким и холодным климатом. В ходе этих работ ведутся исследования по выявлению степени влияния различных природно-климатических условий на эксплуатацию автомобильной техники. Использование результатов данных исследований позволит обосновать весь необходимый перечень мероприятий для совершенствования эксплуатации ТССН в регионах с особыми условиями климата и местности.

Библиографический список

1. Эксплуатация автомобильной техники в сложных условиях [Текст]. – М.: Воениздат, 1984. – 120 с.
2. Эксплуатация армейских машин [Текст]. – М.: Воениздат, 1989. – 120 с.
3. Бронетанковая техника, эксплуатация [Текст]. – М.: Воениздат, 1974. – 83 с.
4. Руководство по правилам вождения боевых машин [Текст]. – М.: Воениздат, 1984. – 299 с.
5. Поливаев, О.И. Как улучшить тягово-сцепные свойства колесных тракторов / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин [Текст] // Сельский механизатор. - 2009. - №5. - С.6 - 7.
6. Поливаев, О.И. Снижение уплотнения почвы движителями мобильных энергетических средств [Текст] / О.И. Поливаев, В.С. Воищев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013.-№ 1.-С.57-59.
7. Larionov A.N. Acoustic researches of liquid crystals and prospects of their application in electronic devices of automobile / Larionov A.N., Polivaev O.I. Larionova N.N., Kuznetsov A.N., Gorban L.K., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042060.
8. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Larionov A.N., Belyansky R.G., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042082.
9. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 C. 042083
10. Умаров М.М. Моделирование грузовых потоков на магистралях с учетом меняющихся дорожных условий для агропромышленного комплекса / М.М. Умаров [и др.]// Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса. 2015. - С. 612-625.
11. Микова Е.Ю. Формирование модели проектирования системы «дорожные условия – транспортные потоки» и пути ее реализации / Е.Ю. Микова [и др.]// Лесотехническое дело. -ВГЛТУ. 2018. Т. 8. № 1 (29). С. 100-111. DOI:10.12737/article_5ab0dfbe6ece23.91630316
12. Микова Е.Ю. Комплексные экспериментальные исследования изменения параметров и характеристик дорожных условий, транспортных потоков и режимов движения под влиянием климата и погоды / Е.Ю. Микова [и др.]// Лесотехнический журнал. -ВГЛТУ. 2018. Т. 8. № 2 (30). С. 156-168. DOI: 10.12737/article_5b240611858af4.37544962

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВООБРАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Булыгин Н.Н., к.т.н., доцент

Чернухин Е.Н., студент

Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в данной статье рассматриваются основные методы ремонта и восстановления не только рабочих органов, но и самих почвообрабатывающих машин в целом.

Ключевые слова: ремонт, восстановление, способ, деталь, технология.

Abstract: in this article the basic methods of repair and restoration not only working bodies, but also the tillage machines as a whole are considered.

Key words: repair, restoration, method, detail, technology.

Тенденции развития сельского хозяйства стремятся минимизировать обработку почвы. Ввиду этого получили распространение такие технологии возделывания почвы и выращивания культур, как No-till (нулевая обработка почвы) и Mini-till (минимальная обработка почвы). И если No-till не требует никакой обработки почвы, то Mini-till предполагает лущение или дискование пожнивных и стерневых остатков и предпосевную культивацию[1]. Учитывая, что данная технология не подразумевает вспашки, то встает вопрос о повышенном износе почвообрабатывающих машин и агрегатов. Что влечет за собой дополнительные и довольно высокие затраты на ремонт, обслуживание и содержание машин и агрегатов для возделывания почвы. А возможно ли избежать затрат на покупку новых дорогостоящих рабочих органов и запасных частей, путем восстановления и ремонта старых? Далее мы рассмотрим имеющиеся способы ремонта и восстановления почвообрабатывающих машин.

На практике, в ремонте нашли применение достаточно большое количество способов восстановления и ремонта, это может быть, как механическая и слесарная обработка, так и сварка, наплавка, металлизация, хромирование, никелирование, упрочнение поверхности детали, восстановление их форм под давлением. Но зачастую после восстановления детали любым из вышеперечисленных способов, ее подвергают механической или слесарной обработке.

Самым простым способом восстановления и ремонта является применение деталей компенсаторов износа или же втулок. Чтобы восстановить первоначальные посадки сопряженных деталей, при их значительном износе применяют детали-компенсаторы. Одну из сопрягаемых деталей обрабатывают до ближайшего ремонтного размера и во вторую вставляют промежуточную деталь-компенсатор. Детали-компенсаторы могут быть сменными и подвижными. Сменные компенсаторы устанавливают в сопряжении, в котором износ появился к моменту ремонта. Подвижные компенсаторы устанавливают тогда, когда можно, не производя ремонта, соответствующим перемещением компенсатора относительно основных деталей устранить зазор, образующийся вследствие износа деталей. Сменными компенсаторами для цилиндрических деталей служат втулки и кольца, а для плоских — планки.

Для восстановления изношенных деталей часто применяют сварку. Она служит: для получения неразъемных соединений при восстановлении разрушенных и поврежденных деталей, для восстановления размеров изношенных деталей и повышения их износостойкости путем наплавки более стойких металлов.

Автоматизированные процессы сварки и наплавки являются более совершенными и экономически эффективными по сравнению с ручными способами. Наибольшее распространение в ремонтной практике получила автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка и наплавка под слоем флюса. Ручные способы сварки и наплавки менее совершенны, но являются незаменимыми при ремонте деталей машин в неспециализированных ремонтных предприятиях благодаря маневренности, универсальности и простоте процесса.

Газовую сварку применяют для восстановления деталей из серого чугуна. Детали малого размера и веса сваривают без предварительного подогрева, а крупные детали предварительно нагревают.

Электродуговая сварка более экономична и создает более надежное сварное соединение по сравнению с газовой сваркой. Правильная подготовка детали к сварке обеспечивает высокое качество наплавленного слоя и прочное сцепление его с основным металлом. Перед сваркой детали очищают и разделяют их кромки. Поверхность деталей очищают стальной щеткой, напильником, наждачным полотном, абразивным кругом, пескоструйным аппаратом, затем промывают бензином или керосином, а также подвергают щелочному травлению. Кромки листов свариваемых встык разделяют (скашивают) под углом ($60\text{—}70^\circ$), а края изломов и пробоин выравнивают.

Наплавка является одним из основных методов восстановления деталей. Она широко применяется в тех случаях, когда трущимся поверхностям необходимо придать большую износоустойчивость. Наплавляют два, три и более слоев часто твердыми сплавами, позволяющими увеличить срок службы деталей в несколько раз[2]. Качество наплавки в значительной степени зависит от состояния восстанавливаемой поверхности. Чугунные и стальные детали из малоуглеродистой стали перед наплавкой обезжиривают с целью удаления масла из пор и трещин. Для этого поверхность детали обжигают газовой горелкой, паяльной лампой или в нагревательных печах. Копоть налет окислов после обжига удаляют с поверхности детали наждачным полотном или ветошью, смоченной керосином или бензином. Участок детали под наплавку обрабатывают стальными щетками или абразивными кругами.

Восстановление деталей металлизацией. Металлизацией называется нанесение расплавленного металла на поверхность детали. Расплавленный металл в специальном приборе — металлизаторе струей воздуха или газа распыляется на мельчайшие частицы и переносится на предварительно подготовленную поверхность детали. Нанесенный слой не является монолитным, а представляет собой пористую массу, состоящую из мельчайших окисленных частиц.

Способом металлизации восстанавливают размеры посадочных мест для подшипников качения, зубчатых колес, муфт, шеек коленчатых валов и т. п. Чтобы металлизационный слой прочно соединился с поверхностью детали, поверхность очищают от грязи и масла и подвергают пескоструйной обработке. Твердость металлизационного покрытия определяется качеством наносимого материала[3].

Гальванические покрытия. Для повышения поверхностной твердости деталей и увеличения их сопротивления механическому износу, а также для восстановления размеров деталей их покрывают слоем хрома (хромируют) толщиной 0,25 и 0,3 мм.

Восстановление деталей путем гальванического наращивания слоя стали (осталивание, или железнение) — один из эффективных методов современной технологии ремонта. Осталивание в отличие от хромирования позволяет наносить слой металла значительно большей толщины (2—3 мм и более).

Твердое никелирование. Повышенная твердость никелевых покрытий достигается за счет применения электролитов специального состава, обеспечивающих получение осадков никеля с фосфором. Никелевые покрытия с содержанием фосфора обычно

называют никельфосфорными покрытиями, а процесс их получения — твердым никелированием[3].

Восстановление изношенных деталей давлением. Поврежденные и изношенные детали можно восстанавливать давлением. Этот способ основан на использовании пластичности металлов, т. е. их способности под действием внешних сил изменять свою геометрическую форму, не разрушаясь. Детали восстанавливают до номинальных размеров при помощи специальных приспособлений, путем перемещения части металла с нерабочих участков детали к ее изношенным поверхностям[4]. При восстановлении деталей давлением изменяется не только их внешняя форма, но также структура и механические свойства металла. Применяя обработку давлением, можно восстанавливать детали, материал которых обладает пластичностью в холодном или нагретом состоянии. Изменение формы детали и некоторых ее размеров в результате перераспределения металла не должно ухудшать их работоспособность и снижать срока службы. Механическая прочность восстановленной детали должна быть не ниже, чем у новой детали.

Библиографический список

1. Гулидова В.А. Выбор лучшего способа обработки почвы // Земледелие. 1990.
2. Литовченко Н.Н., Титов Н.В., Коломейченко А.В., Логачев В.Н., Виноградов В. В. Упрочнение рабочих органов машин, работающих в абразиве // Труды ГОСНИТИ. 2013.
3. Чечин А.И., Чупахин А.В., Петрищев И.М., Булыгин Н.Н., Дикарев А.В. Практикум по технологии ремонта машин //ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. 2011.
4. Иванов, В. П. Технология и оборудование восстановления деталей машин : учебник / В. П. Иванов – Минск : Техноперспектива, 2007.
5. Использование геометрических показателей качества для оценки восстановленных деталей сельскохозяйственной техники//Пухов Е.В., Загоруйко К.В., Роднищев А.С.//В сборнике: Материалы Национальной научно-практической конференции "Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе", посвященной 40-летию Белгородского ГАУ 2019. С. 235-239.
6. Контроль качества термически восстановленных деталей в условиях сельского хозяйства//Пухов Е.В., Загоруйко К.В., Щеголев И.В.//В сборнике: Автотранспортная техника XXI века сборник статей III Международной научно-практической конференции. Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зиминой, Д.В. Виноградова. 2018. С. 111-117.
7. Повышение долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин//Пухов Е.В., Булыгин Н.Н., Загоруйко К.В., Бондарев Н.С., Ожерельев В.Н.//В сборнике: Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, В. И. Оробинского. 2017. С. 212-220.

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
РАБОЧИМИ ПРОЦЕССАМИ В БЛОКЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ И
ОСУШКИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОЙ ВРУ**

Матюх А.С., преподаватель

Демчук В.О., курсант

Кафедра криогенных машин, установок и электрогазовой техники
ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Россия

Баскаков И.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Представлен проект системы автоматического управления рабочими процессами в блоке комплексной очистки и осушки транспортабельной ВРУ.

Summary: The project of a system for automatic control of working processes in the unit for complex cleaning and drying of transportable VRU is presented.

Ключевые слова: отбросной газ, блок комплексной очистки, автоматизация.

Keywords: waste gas, complex cleaning unit, automation.

Внедрение криогенных установок в разные области науки и техники предопределяет необходимость автоматизации криогенных машин и установок. [1,2,3,4]

Автоматизацию криогенных машин и установок осуществляют в целях повышения их экономической эффективности и обеспечения безопасности работы людей. Повышение экономической эффективности достигается вследствие уменьшения эксплуатационных расходов и затрат на ремонт оборудования, а безопасность эксплуатации – применением автоматических устройств, защищающих установки на опасных режимах работы.[5,6,7,8,9,10]

Важнейшим критерием целесообразности автоматизации того или иного процесса является экономическая эффективность, поэтому проведению автоматизации должно предшествовать экономическое обоснование.

Основными параметрами, определяющими, процессы разделения воздуха являются давления и температуры, уровни и расходы, а также концентрации получаемых продуктов и промежуточных фракций. Подавляющее количество контрольно–измерительной аппаратуры на криогенных и холодильных установках предназначено для измерения вышеперечисленных параметров.[11,12,13,14]

Процессы очистки в холодильных циклах происходят при давлениях до 25 МПа и при температурах от 70 до 475К. Конструкции приборов должны быть рассчитаны на работу во всем диапазоне измерений температуры и давления.

Практически все приборы на криогенных и холодильных установках должны быть дистанционными. В ТКДС – 100В из–за регулярных переключений адсорберов наблюдаются циклические колебания почти всех параметров. В связи с этим ряд приборов должен обладать малой инерцией.

Исходя из специфических условий эксплуатации криогенных и холодильных установок, требуется применение особой методики контроля и специальных контрольно–измерительных приборов.

Одним из основных аппаратов входящих в состав ТКДС – 100В является блок очистки и осушки воздуха. Данный блок является достаточно автоматизированной си-

стемой и в нем осуществляется автоматическое управление многими видами процессов, такими как:

1. сброс лишнего давления из баллонов;
2. защита подогревателя от попадания в него ВВД;
3. защита от увеличения температуры отбросного газа после подогревателя;
4. регулировка количества отбросного газа;
5. отключение подогревателя при недопустимом количестве газа.

Модернизация принципиальной электрической схемы управления блоком комплексной очистки и осушки воздуха

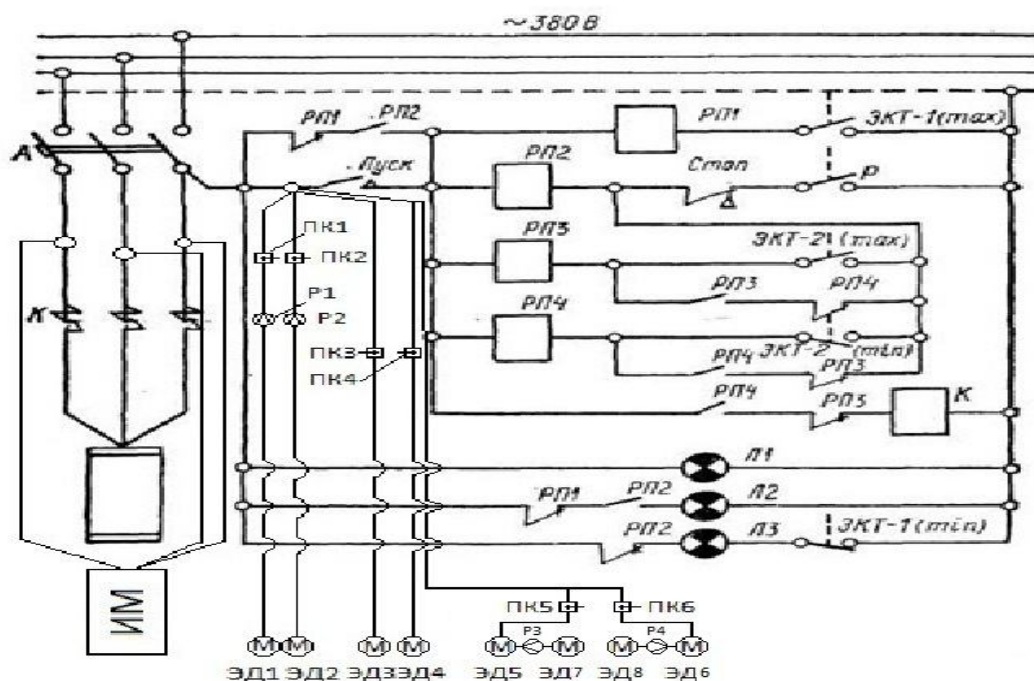


Рисунок 1 – Усовершенствованная принципиальная электрическая схема управления блоком комплексной очистки и осушки воздуха портативной ВРУ

Принцип работы данной схемы

После включения автомата А осуществляется подача питания на схему управления. В это время оператор, уточняет какой баллон необходимо использовать для работы, далее он осуществляет включение переключателя ПК1 (ПК2), потом на исполнительный механизм ИМ поступает сигнал, после чего происходит включении электродвигателя ЭД1 (ЭД2) вентилей на входе в адсорберы. Во время наполнения адсорбера, необходимо следить, чтобы давление не превышало 1,5 МПа в минуту, в связи с этим для защиты адсорбента от преждевременного разрушения на входе в адсорбер устанавливаются расходомеры Р1 (Р2).

Если при наполнении адсорбера происходит превышения давления, то на исполнительный механизм поступает сигнал от расходомера, далее от ИМ сигнал подается на электродвигатель вентилей для дальнейшего его закрытия или открытия.

По окончании наполнения адсорбера, оператору нужно включить переключатель ПК3 (ПК4), который дает сигнал на электродвигатель ЭД3 (ЭД4) вентилей на выходе из адсорбера.

Процесс регенерации цеолита

Во время процесса регенерации, оператор осуществляет включение переключателя ПК1 (ПК2), после этого от ИМ на электродвигатель ЭД1 (ЭД2) вентилей на входе в баллон поступает сигнал на его открытие. После того, как вентиль на входе в баллон

закрывается, от ИМ подается сигнал на ПК5 (ПК6), далее включается ЭД5 (ЭД6) вентиля выхода газа и баллона.

Контроль расхода газа на выходе из баллона осуществляется с помощью расходомера Р3 (Р4) (расход должен быть не более 1,0 МПа в минуту). Как только происходит полное открытие вентиля сигнал подается на ЭД7 (ЭД8) и открывается вентиль входа газа в баллон. Когда количество отбросного газа достаточное контакт расходомера находится в замкнутом положении.

Регулировка температуры отбросного газа за подогревателем осуществляется термометром ЭКТ2, в состав которого входят два контакта ЭКТ2min и ЭКТ2max. Если температура газа ниже 672 К, то контакт ЭКТ2min находится в замкнутом положении. Включение подогревателя производится путем замыкания кнопки «ПУСК». При ее замыкании происходит срабатывание реле РП2 и РП2 и они становятся на самоподпитку.

После замыкания контакта РП4 в катушке контактора К подается питание на катушку, далее происходит замыкание контактов К и питание поступает на подогреватель, вследствие этого температура отбросного газа увеличивается.

После того, как температура отбросного газа 672 К и больше происходит размыкание контакта термометра ЭКТ2.

Как только температура отбросного газа становится равной 693 К происходит замыкание контакта термометра ЭКТ2, после этого происходит срабатывание РП3 и размыкание цепи питающей катушку контактора К, вследствие этого подогреватель выключается.

После завершения регенерации, происходит замыкание контакта термометра ЭКТ1 и срабатывание РП1, далее происходит размыкание цепи блокировки «ПУСК» и подогреватель отключается.

После того, как отключается подогреватель, с исполнительного механизма сигнал поступает на переключатель ПК3 (ПК4), замыкаются контакты и включает в работу ЭД3 (ЭД4) на открытие вентиля воздуха на выходе из баллона. После выравнивания давления в адсорберах, оператору необходимо произвести включение ПК1 (ПК2) для открытия вентиля воздуха на входе в баллон. Для закрытия вентилей регенерации на ПК5 (ПК6) подается сигнал. На пульте управления подогревателем встроены три сигнальные лампы. После осуществления подачи напряжения на схему управления включается лампочка Л1 (красного цвета). После включения кнопки «ПУСК», происходит срабатывание РП2 и включается лампочка Л2 (зеленого цвета). После завершения регенерации лампочка Л2 отключается, а после завершения охлаждения происходит замыкание контакта термометра ЭКТ1 и включается лампочка Л3 (желтого цвета).

Исходя, из всего вышесказанного можно отметить, что главным техническим направлением развития автоматизации производственных процессов криогенной техники является переход от частичной автоматизации криогенных установок к комплексной автоматизации всего технологического процесса криогенных установок и в целом воздухоразделительных цехов и заводов.

Для перехода в дальнейшем к комплексной автоматизации в настоящее время при разработке схем частичной автоматизации необходимо учитывать возможность такого перехода. Схемы автоматизации криогенных установок и цехов должны учитывать возможность сочетания отдельных систем автоматизации в единую систему оперативного управления предприятием и открывать пути к комплексной автоматизации.

Библиографический список

1. Грязнов Н.В., Михайлушкин А.И., Рохмистров А.Н. Основы автоматизации производственных процессов криогенной техники. Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1980. 231 с.
2. Видинеев Ю.Д. Автоматизация криогенных установок. М.: Энергия, 1975. 350 с.
3. Ужанский В.С. Автоматизация холодильных машин и установок 2-е изд. Легкая и пищевая промышленность, 1982. 152 с.
4. Жарков А.Л., Козлов А.В. Воздухоразделительные установки, Автомобильная кислородазотдобывающая станция АКДС-70М2 (конструкция): Учебное пособие. Воронеж, ВВВАИУ, 2006. 34 с.
5. Жарков А.Л., Водопьянов Ю.А. Автомобильная кислородазотдобывающая станция АКДС-70М2 (эксплуатация). Воронеж, ВВАИИ, 2003. 84 с.
6. Архаров А.М. и др. Криогенные системы: основы теории и расчета. Машиностроение. М., 1988. с.88.
7. Сборник таблиц и номограмм теплофизических свойств криопродуктов. ВВВАИУ, 1995. с. 176.
8. Жарков А.Л., Козлов А.В. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Воздухоразделительные установки»: Учебно-методическое пособие. Воронеж, ВВВАИУ, 2007. 76 с.
9. Жарков А.Л., Козлов А.В. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Машины низкотемпературной техники»: Учебное пособие, ч.2. Воронеж, ВВВАИУ, 2007. 47с.
10. Larionov A.N. Acoustic researches of liquid crystals and prospects of their application in electronic devices of automobile / Larionov A.N., Polivaev O.I. Larionova N.N., Kuznetsov A.N., Gorban L.K., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042060.
11. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Larionov A.N., Belyansky R.G., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042082.
12. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 C. 042083
13. Электронные системы управления автотракторных двигателей: учебное пособие с грифом УМО [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведренский: Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ.-2015.-С.200 .
14. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия» [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Воронежский государственный аграрный университет им К.Д. Глинки. Воронеж, 2008. - 96с.

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Гусев Ю.В., к.т.н., доцент, начальник кафедры

Ломовских А.Е., к.т.н., доцент кафедры

Марков Н.С., курсант

Кафедра автомобильной подготовки Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, Россия

Баскаков И.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматривается зависимость безопасности полетов воздушных судов от сцепных качеств аэродромных покрытий и пути ее увеличения.

Summary: The article discusses the dependence of aircraft safety on the coupling qualities of airfield coatings and ways to increase it.

Ключевые слова: аэродром, сцепные качества, покрытие, коэффициент сцепления, безопасность полетов.

Keywords: aerodrome, coupling qualities, coating, coupling coefficient, flight safety.

Авиация в сельском хозяйстве находит широкое и разнообразное применение. Преимущества авиационного метода обработки сельскохозяйственных культур перед наземными способами заключаются в высокой производительности, малой трудоёмкости, доступности обработки заражённых участков и меньшей стоимости.

Часовая производительность самолёта: при борьбе с саранчой опыливанием – до 200 га, приманкой – 60 га, опрыскиванием – 40 га; при борьбе с вредителями хлопчатника и садов опыливанием – 60 га, опрыскиванием – 5...20 га; при борьбе с вредителями свёклы опыливанием – 80 га, опрыскиванием – 20...30 га; при борьбе с личинками комаров опыливанием – 300 га, опрыскиванием – 40 га.

Разбрасывание удобрений. Особенность применения авиации для разбрасывания удобрений заключается в том, что с самолёта можно производить рассев удобрений (подкормку) во время вегетации растений. Наибольшее применение авиация в сельском хозяйстве нашла в подкормке азотными удобрениями всходов риса, льна, а также основных зерновых культур [1].

Преимуществами авиационного метода внесения удобрений под эти культуры, по сравнению с наземными методами, являются:

- 1) Более высокая равномерность посева.
- 2) Возможность производить рассев удобрений в такие сроки и на таких участках, где трудно или нельзя совсем применить наземные методы внесения удобрений (подкормка всходов риса на залитых водой чеках, озимой пшеницы ранней весной или в условиях орошаемого земледелия и др.).

Одним из важных условий, обеспечивающих безопасность взлетно- посадочных операций воздушных судов, является наличие требуемого эксплуатационного состояния поверхности по сцепным качествам и глиссированию авиационных колес на покрытиях. Эти качества в значительной степени зависят от атмосферных осадков, создающих влажную, мокрую и даже обводненную поверхность. Кроме этого, большое влияние на сцепные качества покрытий оказывает их шероховатость.[4-9]

Зависимость безопасности полетов воздушных судов от сцепных качеств аэродромных покрытий объясняется тем, что до 60% кинетической энергии воздушного судна погашается при посадке торможением, и, следовательно, если отсутствуют надежные условия торможения, то неизбежна потеря устойчивости и управляемости воздушного судна.

Следствием этого может быть выкатывание его за пределы искусственная взлётно посадочная полоса (ИВПП) или скатывание в сторону на боковую полосу безопасности. При взлете также возможна потеря управляемости, если не обеспечено требуемое сцепление колес с покрытием.

Сцепные качества покрытий принято оценивать коэффициентом сцепления, и определяется соотношением продольной силы сопротивления (трения), возникающая в плоскости контакта тормозящего колеса с опорной поверхностью и вертикальной нагрузкой на колесо [2].

Опыт летной эксплуатации воздушных судов на аэродромах, имеющих различные типы искусственных покрытий, показал, что с точки зрения безопасности полетов условия торможения считаются хорошими, если коэффициент сцепления равен 0,5 и выше; средними – от 0,3 до 0,5 и плохими – ниже 0,3. При значениях коэффициента ниже 0,3, а для некоторых воздушных судов менее 0,35, взлеты и посадки воздушных судов с турбореактивными двигателями запрещаются.

Аэродромные покрытия в зависимости от их состояния обеспечивают для современных типов воздушных судов следующие коэффициенты сцепления: сухие и чистые цементобетонные покрытия 0,7...0,8, асфальтобетонные - 0,6...0,9; мокрые цементобетонные 0,4...0,6, мокрые асфальтобетонные 0,35...0,55; заснеженные цементобетонные и асфальтобетонные 0,3...0,35.

Резкое уменьшение коэффициента сцепления наблюдается при наличии на покрытии воды и слякоти. В этом случае возникает явление глиссирования колес воздушных судов. Глиссирование – скольжение авиа колёс по сплошному слою жидких осадков без соприкосновения с поверхностью покрытия. В зависимости от толщины слоя воды или слякоти и состояния поверхности (гладкая, шероховатая) может быть динамическое, вязкое или паровое глиссирование.

Физическая сущность динамического глиссирования состоит в том, что при движении воздушного судна по ИВПП покрытой слоем воды в зоне начала контакта шины с покрытием возникает клин жидкости, оказываемый гидродинамическое давление на пневматики.

С увеличением скорости движения воздушного судна клин жидкости все более проникает в зону контакта, увеличивая давление, и при определенной критической скорости вертикальная составляющая подъемной аэродинамической и гидродинамической силы уравнивается вертикальной нагрузкой на колеса. Это приводит к отрыву авиа колёс от поверхности ИВПП и движению воздушного судна, как бы по «водной подушке». При этом вращение незаторможенных колес замедляется, а в некоторых случаях вовсе прекращается и даже начинают вращаться в противоположном направлении.

При динамическом глиссировании происходит почти полная потеря возможности торможения колесами, так как коэффициент сцепления ничтожно мал, а также наступает ухудшение путевой устойчивости и управляемости воздушных судов, приводящее к развороту их перпендикулярно к оси ИВПП даже при малых боковых ветрах.

Вязкое глиссирование авиа колёс возникает на очень гладкой поверхности покрытия с весьма тонким слоем воды загрязненного пылью, сажой и другими продуктами. Такая пленка вязкой жидкости выдавливается из-под шины не полностью и потеря

сцепления колес с покрытием наблюдается при меньших скоростях, чем при динамическом глиссировании.

Паровое глиссирование происходит на достаточно шероховатых покрытиях при раскрутке колес в момент приземления или при несрабатывании автоматов растормаживания колес, когда шина в течении некоторого времени остается заблокированной. В этих условиях силы трения в контактной зоне колеса с покрытием приводят к выделению достаточного количества тепла, способного превратить пленку воды в перегретый водяной пар и оплавить резину протектора [3].

Выход пара из-под протектора задерживается расплавленной резиной, что создает высокое давление и отрыв скользящего колеса от поверхности. Паровое глиссирование возможно также и на покрытиях, покрытых инеем или изморозью, которые образуют, как и вода, перегретый пар в контактной зоне колеса.

Основным эксплуатационным средством недопущения явлений глиссирования является своевременная и тщательная очистка покрытий от осадков.

Кроме этого, повышению безопасности взлетно-посадочных операций воздушных судов с ИВПП, имеющих недостаточные сцепные качества, способствует создание на поверхности покрытия достаточной шероховатости, что может быть достигнуто разными приемами, например, насечкой или нарезкой канавок на поверхности цементобетонных покрытий. На асфальтобетонных поверхностях можно укладывать сверху смеси подобного состава с высоким содержанием щебня или крупнозернистого дробленного песка.

В период весенней эксплуатации выполняют работы по водоотводу. Прежде всего защищают уплотняемую и очищаемую полосы от притока воды со стороны путем устройства ограждающих валиков из грунта, препятствующих доступу воды на полосы и организующих ее сток и другие мелиоративные работы.

Организационные формы применения самолётов для проведения указанных работ в сельском и лесном хозяйствах в республиканских и краевых центрах имеются авиационные отряды спец. применения, входящие в систему Гражданского Воздушного Флота (Аэрофлот).

Эти отряды проводят работы на основе договоров, заключаемых сельскохозяйственными хозяйственными организациями, в которых предусматриваются сроки и объёмы работ, расценки и качество их выполнения.

Библиографический список

1. Сельскохозяйственная энциклопедия. Т. 1 (А-Е)/ Ред. коллегия: П. П. Лобанов (глав ред) [и др.]. Издание третье, переработанное. М., Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1949. 620 с.
2. Горецкий Л.И. Эксплуатация аэродромов. Изд. М.: Транспорт, 1986. 158 с.
3. Белинский И.А. и др. Зимнее содержание аэродромов. М.: Транспорт, 1982. 268 с.
4. Поливаев, О.И. Как улучшить тягово-сцепные свойства колесных тракторов / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин [Текст] // Сельский механизатор. - 2009. - №5. - С.6 - 7.
5. Поливаев, О.И. Снижение уплотнения почвы движителями мобильных энергетических средств [Текст] / О.И. Поливаев, В.С. Воищев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013.-№ 1.-С.57-59.
6. Поливаев О.И. Эффективность использования упругодемпфирующего привода ведущих колес / О.И. Поливаев, А.В. Панков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008, №2 с.24-27.

7. Умаров М.М. Моделирование грузовых потоков на магистралях с учетом меняющихся дорожных условий для агропромышленного комплекса / М.М. Умаров [и др.]// Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса. 2015. - С. 612-625.

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

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

УДК 665.7.038

ПОРТАТИВНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПРЕСС-СРАВНЕНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАСЕЛ

Дунаев А.В., д.т.н., главный специалист

Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, г. Москва, Россия

Ломовских А.Е., к.т.н., доцент

Солод А.Д., курсант

Стародубцев Д.А., курсант

Волокитин А.А., курсант

Кафедра автомобильной подготовки Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Россия

Чернышов А.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье представлена портативная установка трения для сравнения смазывающих свойств масел. Результаты испытаний на ней выводятся на монитор ПК.

Summary: The article presents the installation of friction to determine the lubricating properties of oils, allowing to compare the lubricating and cooling properties of different oils.

Ключевые слова: установка, трение, смазывающие свойства масел, триботехнический состав.

Keywords: installation, friction, lubricating properties of oils, tribotechnical composition.

При техническом обслуживании машин и оборудования всех отраслей агропромышленного комплекса (АПК) нужны наиболее эффективные методы, средства испытаний и контроля техники, что для сохранения и повышения её эксплуатационных и технических характеристик является важной и актуальной задачей. Следует отметить, что на грузовой автомобильной технике в качестве силовой установки используется двигатель внутреннего сгорания (ДВС), от технического состояния которого зависит работоспособность автомобиля в целом. Часть грузовой автомобильной техники эксплуатируется в тяжелых условиях, при полной загрузке и не всегда удаётся произвести полноценное её техническое обслуживание. Это приводит к повышенному износу машин, увлечению расхода топлива, масла, а также преждевременным отказам. Но наряду

с традиционными методами обслуживания и ремонта, с заменой деталей, существуют более дешевые, но не менее эффективные методы обеспечения работоспособности и продления ресурса техники [1,4,5,6,7].

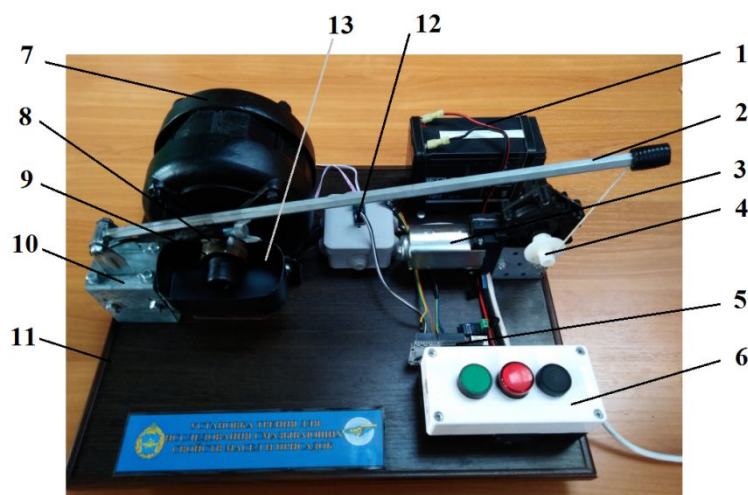
Существующие традиционные технологии ремонта ДВС не отвечают современным требованиям, предъявляемым к ресурсу и безотказности. Наряду с традиционными методами ремонта, связанными с заменой деталей, существуют более дешевые, но не менее эффективные методы решения проблем. Альтернативой классическому ремонту 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 безыносную эксплуатацию техники.

Как правило, это высокотехнологичные составы, разработанные на основе последних достижений науки и техники, в том числе нанотехнологий. Например, серпентиновых триботехнических составов: «СУПРОТЕК», «Fe-do», «РВД», РВС и некоторых других. Новая безразборная технология при введении в масло нетрадиционных добавок, в т.ч. широко апробированных с 1987 г. серпентиновых добавок, либо на порядок уменьшает скорость изнашивания, либо обеспечивает в сопряжениях трения образование противоизносных и антифрикционных (коэффициент трения примерно 0,04) трибополимерных углеродных покрытий. Их толщина от нескольких, обычно 10...20, редко сотен, а в уникальных случаях до 1000 мкм. В этой связи возрастает роль новых смазочных материалов с нетрадиционными добавками для «безразборного ремонта», позволяющих частично, а иногда – полностью скомпенсировать износ сопряжений машин в режиме их штатной эксплуатации. Поэтому проведение испытаний новых смазочных материалов с нетрадиционными добавками является важным аспектом.

При создании и использовании установок для испытания на трение и износ важное значение имеют экспресс-методики и портативные средства испытаний смазочных материалов для ДВС. Некачественные масла к ним повышают износ, расход топлива, угар масла, снижают мощность и эффективность эксплуатации автомобилей, повышают материальные издержками от простоя техники и её ремонта [2].

Для предотвращения применения некачественных масел к ДВС нужен их повсеместный триботехнический входной контроль. Здесь для испытаний, например, на трение используются специальные сложные и дорогостоящие машины и лабораторные трибометры. Поэтому, в противоположность им, для экспресс-исследования и оценки, а также сравнения смазывающих свойств масел, применяемых в ДВС военной автомобильной техники, авторами разработана портативная, но достаточно информативная установка. Внешний вид данной установки и основные элементы представлены на рисунке 1.

На установке в нажимной рукоятке закрепляется ролик роликоподшипника диаметром 8 мм к которому крепится датчик его температуры. Ролик роликоподшипника опирается на нижний стальной, диаметром 26 мм, вращаемом электродвигателем установки через редуктор с частотой 1000 мин⁻¹.



1 – аккумуляторная батарея; 2 – нагрузочная рукоятка; 3 – электродвигатель с редуктором; 4 – ролик с нитью; 5 – блок считывания информации; 6 – панель управления (питания); 7 – электродвигатель приводной; 8 – неподвижный ролик с датчиком температуры ролика; 9 – подвижный ролик; 10 – упорный кронштейн; 11 – платформа; 12 – датчик считывания силы тока; 13 – ёмкость для масла

Рисунок 1 – Вид установки для экспресс-исследования масел (выход блока считывания информации 4, соединённый с персональным компьютером, на рисунке не представлен)

В ёмкость 13 заливают 50 мл испытуемого масла, неподвижный сменный ролик 8 устанавливают в рукоятку, запускают электродвигатель 7 и вращается ролик 8. Постепенно, нажимая на рукоятку, надавливают роликом роликоподшипника на вращаемый нижний ролик и выдерживают требуемый режим до заданной температуры ролика роликоподшипника. При этом значения силы тока, потребляемого электродвигателем и температуры через блок считывания информации 4 с помощью разработанного программного продукта выводятся в режиме on-line на монитор персонального компьютера (ПК). Анализ полученных параметров, площади и вида пятна износа верхнего ролика позволяют сравнивать масла и определять те, которое имеет лучшие триботехнические свойства [3].

Данная установка перед аналогичным «трибометром» Гительмана Д.А. (ФГБОУ ВО ЧГАУ) имеет преимущество в выводе показаний тока и температуры на монитор ПК для протоколирования результатов испытаний, хранения, накопления и сравнительного анализа.

На установке весьма несложно проводить подобные испытания с вводом в масла различных, например, серпентиновых трибосоставов, а также с подачей на пластину, близко окружающую ролик в испытуемом свежем, а особенно важно, в проработавшем масле, напряжения постоянного тока от 50 до 100 В. Для этого имеются преобразователи +12 В/(50...100 В). Металлом пластин в масле желательны свинец, олово, медь, цинк, алюминий, серебро (столовые принадлежности), магний или магниевый сплав и кадмий. Как показали некоторые такие испытания в Москве, в СПб и в Иваново, такой прием позволяет уменьшить износ ролика роликоподшипника почти в 3 раза.

Данная установка сочетает в себе совокупность не сложных, технически совместимых промышленных общедоступных элементов. Её применение позволяет повысить оперативность сравнительных испытаний масел, значительно сократить материальные и временные затраты на их исследование. Поэтому применение высококачественных смазочных материалов для ДВС, в том числе с эмиссией в них электрозарядов позволяет:

- до 1,5...3-х раз продлить исправное состояние и ресурс новой и изношенной техники;
- в 1,5...2 раза снизить затраты на её обслуживание и ремонт;
- на 5...7 % экономить энергоресурсы.

Библиографический список

1. Повышение ресурса агрегатов тракторов ремонтно-восстановительными добавками к смазочным материалам. Технологические рекомендации (временные). М: ФГНУ «Росинфомагротех», 2013. 260 с.
2. Стуканов В.А., Леонтьев К.Н. Устройство автомобилей: учебное пособие М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. 496 с.
3. Ломовских А.Е., Тещин М.А., Шаров А.А., Ляпич Е.Н., Скопин И.А., Влияние антифрикционного материала на основные технические параметры двигателя внутреннего сгорания УМЗ-417 // Сборник материалов VII межвузовской научно-практической конференции (23 ноября 2018 г.). Часть 2. Омск: ОАБИИ, 2018. С. 107–111.
4. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие. [Текст] / Остриков В.В., Петрашев А.И., Сазонов С.Н., Оробинский В.И., Афоничев Д.Н., Поливаев О.И., Пухов Е.В. Воронеж ВГАУ.-2017 -395с.
5. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.
6. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.
7. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

УДК 621.311:625.717

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Казаков Е.Б., к.т.н., доцент, доцент

Глотов М.С., к.т.н., старший преподаватель

Авраменко С.Н., курсант

Кафедра автомобильной подготовки Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Россия

Чернышов А.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье обоснована возможность применения ветроэнергетических станций вертикального типа в качестве вторичных источников энергии объектов агро-промышленного комплекса.

Summary: The article substantiates the possibility of using vertical-type wind power stations as secondary energy sources of agro-industrial facilities.

Ключевые слова: энергетические установки, вторичные источники питания, мобильные ветроэнергетические установки

Keywords: power plants, secondary power supplies, mobile wind power plants

На современном этапе развития энергетического комплекса нашей страны, правительством поставлена задача, значительного снижения энергопотребления путем применения энергосберегающих технологий.

В настоящее время агропромышленный комплекс является мощным потребителем энергоресурсов, иногда жестко зависящим от поставщиков.

В рамках решения обозначенной проблемы были проанализированы объекты электропотребления с целью выявления практических условий применения ветроэнергетических установок (ВЭУ).

Современные ВЭУ - это машины, которые преобразуют энергию ветра в механическую энергию вращающегося ветроколеса, а затем в электрическую энергию. В настоящее время применяются две основные конструкции ветроагрегатов: горизонтально-осевые и вертикально-осевые ветродвигатели. Оба типа ВЭУ имеют примерно равный КПД, однако наибольшее распространение получили ветроагрегаты первого типа.

Расчетная скорость ветра для больших ВЭУ обычно принимается на уровне 11-15 м/с. Как правило, чем больше мощность агрегата, тем на большую скорость ветра он рассчитывается. Однако в связи с непостоянством скорости ветра большую часть времени ВЭУ вырабатывает меньшую мощность. Считается, что если среднегодовая скорость ветра в данном месте не менее 5-7 м/с, а эквивалентное число часов в году, при котором вырабатывается номинальная мощность не менее 2000, то такое место благоприятно для установки крупной ВЭУ.

Авторским коллективом был произведен статический анализ величины ветрового потока в приземном слое в районе аэродрома «Гремячье», за 2017 – 2018 год [1].

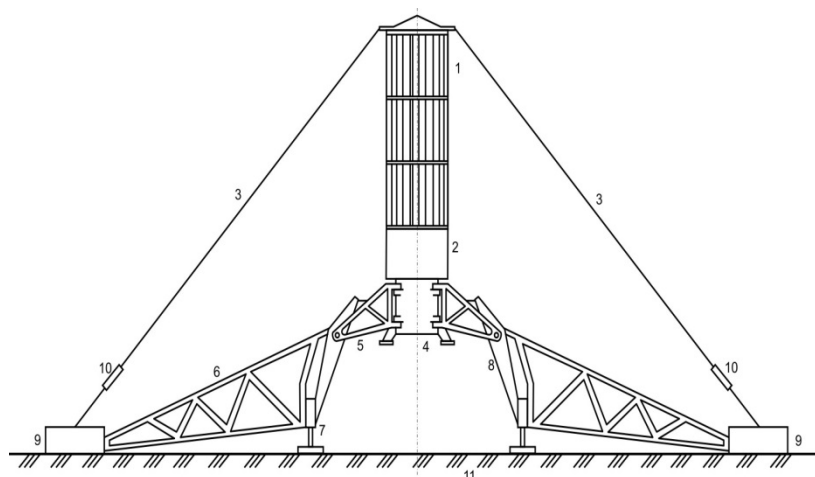
Полученные усредненные данные показали, что средняя скорость ветра за 2016 год составила 5,88 м/с, преобладающее направление 225°. Средняя скорость ветра за 2017 год составила 5,43 м/с, преобладающее направление 180°.

Проанализировав один из основных критериев применения ветроэнергетических установок (метеорологические условия) в районе аэродрома «Гремячье» можно сделать вывод о том, что условия для применения ВЭУ нового поколения являются благоприятными, т.к. средняя годовая скорость ветра на этом аэродроме не менее 4,0 м/с в течение всего года, а устойчивое направление ветрового потока позволяет устанавливать ВЭУ в местах обеспечивающих максимальное кпд установок. [3,4,5]

Обосновав целесообразность применения ВЭУ вертикального типа в качестве вторичного источника энергии нам необходимо определить тип установки.

Основными условиями выбора будут являться: низкая стоимость, вес, материалоемкость ветроэнергетической установки; мобильность, минимальные сроки монтажа ВЭУ и количество необходимого для этого персонала; универсальность, обеспечивающая возможность установки ВЭУ на рыхлых и скальных грунтах без их предварительной подготовки, а также возможность использования модульных узлов при монтаже; возможность изменения максимальной высоты ВЭУ при установке ее на рабочую позицию в конкретных условиях местности; повышенная надежность при работе ВЭУ в различных режимах эксплуатации, включая штормовые и работу при сильных ветрах.

На наш взгляд перечисленным критериям удовлетворяет ВЭУ [2] представленная на рисунке 1.



1 – секционное ветроколесо, 2 – машинный зал, 3 – гибкие тяги, 4 – силовая обойма, 5 – приобойменная ферма, 6 – периферийная ферма, 7 – опора (регулируемая по высоте), 8 – рычаг, 9 – периферийная опора, 10 – механизм изменения длины гибких тяг; 11 – грунт

Рисунок 1 – Общий вид передвижной ветроэнергетической установки в смонтированном состоянии

Передвижная ветроэнергетическая установка монтируется способом, включающим транспортировку к месту монтажа. Предварительно до транспортировки собирают часть установки, включающую силовую обойму, приобойменную ферму и рычаги, помещают ее на транспортную платформу и опирают к транспортной платформе нижней стороной обоймы, транспортную платформу перемещают к месту монтажа до совпадения основания с номинально необходимым положением и временно фиксируют, после чего с помощью приобойменной фермы и рычага осуществляют связь силовой обоймы с грунтом, приподнимают смонтированную на основании часть установки относительно транспортной платформы, затем удаляют транспортную платформу. На периферийных опорах опорные элементы выполняют в виде емкостей под жидкость или под сыпучий материал.

Важным моментом является обеспечение восприятия динамичных ветровых нагрузок, так как ветроколесо ВЭУ при работе создает большое аэродинамическое сопротивление, что, учитывая динамический характер ветровой нагрузки и большую ее величину, создает значительные сложности для обеспечения работы ВЭУ.

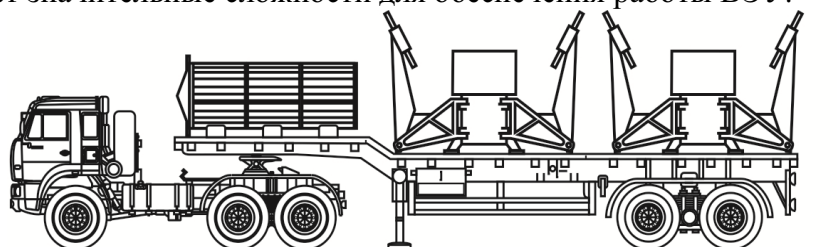


Рисунок 2 – Схема размещения мобильной ВЭУ на транспортной платформе в транспортном состоянии

Способ монтажа мобильной ветроэнергетической установки начинается со сборки части установки, состоящей из силовой обоймы, приобойменных ферм и рычагов. Помещают мобильную ВЭУ на транспортную платформу и опирают на нее нижней стороной обоймы согласно рисунка 2.

Транспортную платформу перемещают к месту монтажа до совпадения основания с номинально необходимым положением и временно фиксируют, после чего с помощью приобойменных ферм и рычагов осуществляют связь силовой обоймы с грунтом и приподнимают смонтированную на основании (силовой обойме) часть установки относительно транспортной платформы, рисунок 3. Подъем смонтированной на основании части установки относительно транспортной платформы производят с помощью регулируемых опор на рычагах, образуя арочный проем под силовой обоймой, затем убирают транспортную платформу.

Для гарантии неповреждения при транспортировке и перебазирования ВЭУ собранную часть установки опирают к транспортной платформе нижней стороной обоймы с помощью специальных опорных узлов.

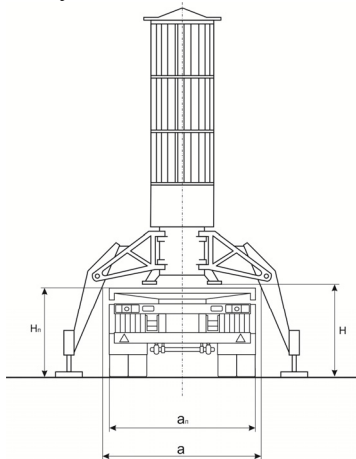


Рисунок 3 – Схема опирания мобильной ветроэнергетической установки на грунт

На одной транспортной платформе может устанавливаться ряд ВЭУ (1-5). В этом случае после установки на грунт первого из модулей ВЭУ и выведения платформы из арочного проема она может быть транспортирована на место монтажа следующего модуля ВЭУ.

Поскольку транспортная платформа нужна только при транспортировке, стоимость ВЭУ и ее монтажа резко сокращается. Данная мобильная ВЭУ не требует ни фундамента, ни практически никакой подготовительной работы на монтажной площадке. Безразличен и тип грунта. Рыхлый грунт потребует увеличенного диаметра опорной части периферийной опоры.

Выполнение периферийных опор в виде емкостей под жидкость или сыпучие материалы позволяет эффективно решать задачу уравнивания аэродинамических нагрузок при работе ВЭУ в бесфундаментном исполнении ВЭУ, позволяет значительно снизить транспортируемую массу ВЭУ. Например, периферийная опора в виде емкости объемом 1 м^3 при собственном весе 50,1 кг позволяет получить вес 1 т при заполнении жидкостью (водой), а при заполнении грунтом до 2,2 – 2,7 т, что эффективно решает вопрос устойчивости ВЭУ при работе.

При воздействии ветрового потока сила Q сопротивления см. рисунок 4 стремится опрокинуть ВЭУ. Развитый внешний контур не позволяет опрокинуть ВЭУ. Опрокидыванию противостоит вес ВЭУ и периферийных опор.

Условие равновесия неопрокидывания ВЭУ можно записать в виде:

$$QH = k \sum_{i=1}^n N_{G_{BH}} R_{BH_i} + G_{ВЭУ} R_{BH}, \quad (1)$$

где: H – высота расположения оси ветроколеса; Q – сила аэродинамического сопротивления ветроколеса ветропотoku при работе ВЭУ; k – коэффициент безопасности, учитывающий порывистость ветра и др. случайные факторы; $N_{ГВН}$ – реакция от веса i -той опоры внешнего опорного контура на направление ветропотока; $R_{ВНi}$ – i -тая проекция радиуса установки i -той опоры внешнего опорного контура на направление ветропотока; n – число опор внешнего опорного контура; $G_{ВЭУ}$ – вес ВЭУ; $R_{ВН}$ – расстояние от вертикальной оси ВЭУ до ближней внешней опоры в проекции на направление ветропотока.

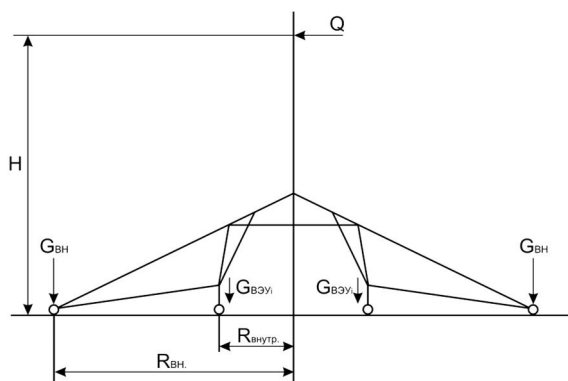


Рисунок 4 – Схема нагрузок, приложенных к мобильной ВЭУ при работе в ветровом потоке

Для обеспечения восприятия боковых нагрузок мачта ВЭУ должна быть постоянно нагруженной осевой сжимающей нагрузкой. Это достигается натяжением гибких связей, которые натянуты в смонтированном состоянии (при эксплуатации) и формирования за счет этого замкнутого силового треугольника. В зависимости от требований к жесткости смонтированной конструкции величина усилия натяжения гибких тяг может задаваться различной.

В качестве итога хотелось бы отметить, что применение ветроэнергетических станций вертикального типа в качестве вторичных источников энергии возможно, в том числе и для обеспечения других специальных объектов.

Библиографический список

1. Расчет ресурсов ветровой энергетики. Под ред. В.И.Виссарионова. М.: Издательство МЭИ, 1997. 32 с.
2. Передвижная ветроэнергетическая установка и способ ее монтажа: пат. 2075643 Рос. Федерация: МПК F03D11/04/ А.И. Забегаев и др.; заявитель и патентообладатель Товарищество с ограниченной ответственностью - Фирма "Общемашининжиниринг". – № 95101550/06; заявл. 31.01.1995; опубл. 20.03.1997, – 2 с.: 7 ил
3. Larionov A.N. Acoustic researches of liquid crystals and prospects of their application in electronic devices of automobile / Larionov A.N., Polivaev O.I. Larionova N.N., Kuznetsov A.N., Gorban L.K., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042060.
4. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Larionov A.N., Belyansky R.G., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042082.
5. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 C. 042083

АКТИВАТОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Ломовских А.Е., к.т.н, доцент

Свиридов А.А., к.п.н, старший преподаватель

Волокитин А.А., курсант

Жулин А.Д., курсант

Скопин И.А., курсант

Кафедра автомобильной подготовки Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье представлено устройство предназначенное для повышения степени гомогенности жидкофазной системы, которое устанавливается в штатную систему питания двигателя и позволяет повысить его экономические и экологические показатели.

Summary: The article presents a device designed to increase the degree of homogeneity of the liquid-phase system, which is installed in the standard engine power system and can improve its economic and environmental performance.

Ключевые слова: активатор, топливо, кавитационная обработка, система питания.

Keywords: activator, fuel, cavitation treatment, power system.

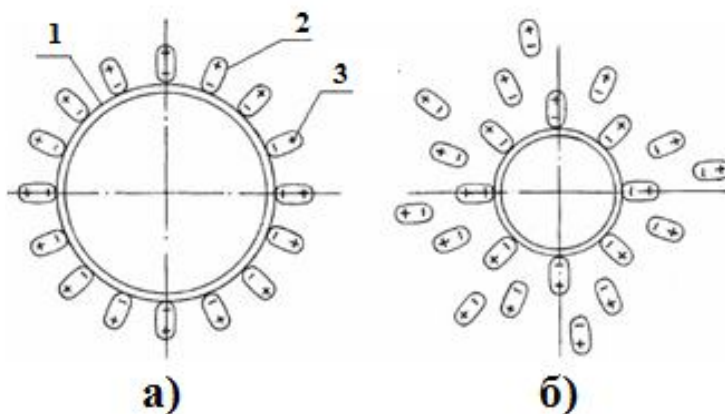
Улучшение экономических и экологических показателей двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в последнее время стало одной из актуальных проблем для ведущих мировых производителей и потребителей автотранспортных средств. Постоянное ужесточение экологических требований в связи с глобальным загрязнением планеты и «парниковым» эффектом, а также обострение общемирового энергетического кризиса активизировали в последние годы поиск перспективных решений.

В настоящее время известны устройства позволяющие осуществить дробление длинных полимерных цепочек ароматических углеводородов и парафинов, с целью получения легких углеводородов, увеличения числа алкенов, увеличения цетанового индекса, улучшения моющих свойств топлива, понижения температуры кристаллизации, снижения количества вредных выбросов – продуктов сгорания на дизельных двигателях. Данная технология представляет собой ряд мероприятий, в основу которых положены принципы гидродинамической кавитации, приводящих к обрыву полимерных связей, т. е. получению низкомолекулярных соединений, а как следствие, изменению (облегчению) фракционного состава обрабатываемого дизтоплива. Все перечисленное, в процессе эксплуатации дизельных двигателей, приводит к значительной экономии топлива, так как все ценнейшие углеводородные составляющие – ароматические, нафтеновые, парафиновые углеводороды и т. д., которые в обычной практике сепарируются и отфильтровываются, имеют более низкую молекулярную структуру и как следствие, лучшую сгораемость. Известно, что утяжеление фракционного состава увеличивает расход топлива на 2...3% и повышает дымность на 10...15%. Кроме того, в связи с высокими давлениями и температурами в камере сгорания, детали насосов и форсунок испытывают значительные механические и термические нагрузки. Эти факторы обуславливают жесткие требования к чистоте дизельного топлива, а также к вязкости и наличию смазочных свойств. Особые проблемы возникают в зимнее время. При снижении температуры в топливе образуются кристаллы парафинов (углеводороды с высокой

молекулярной массой и наиболее высокой массовой теплотой сгорания), его вязкость возрастает. При дальнейшем охлаждении возможна кристаллизация топлива и потеря его подвижности. Особую сложность представляет прокачка дизтоплива в зимнее время через фильтры тонкой очистки. По этим причинам в дизтопливах предназначенных для использования при низких температурах, не должны образовываться кристаллы парафинов, особенно больших размеров, а топливо должно сохранять способность к фильтрованию и подвижность[1].

Другим возможным вариантом решения данной проблемы является применение в системе питания ДВС активатора топлива относящегося к смесительным устройствам, содержащим несколько последовательно расположенных смесителей различного способа действия. Данное устройство представляет собой комбинированный статический смеситель-активатор для повышения степени гомогенности жидкофазной системы, которое состоит из трех последовательно установленных смесителей различного принципа действия.

Сущность разработанного устройства заключается в том, что при кавитационной обработке углеводородного топлива в секции 1 происходит деструкция молекул, вызванная микрокрекингом молекул и процессами ионизации, поэтому во второй секции накапливаются «активированные» частицы. Такие 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). 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. В процессе кавитации в секции 1 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).

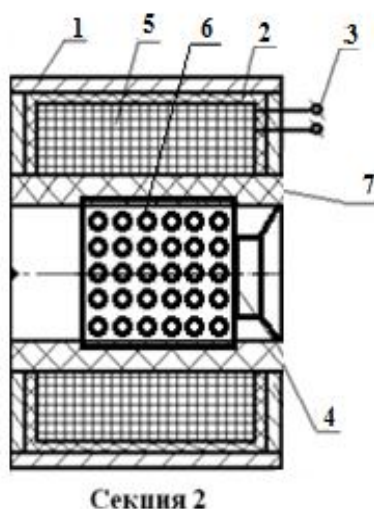


а) неподвижный кавитационный пузырек; б) сжимающийся кавитационный пузырек
1 – двойной электрический слой; 2 – дипольные молекулы; 3 – заряд дипольной молекулы

Рисунок 1 – Механизм образования «виртуального» заряда пузырька

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 исполь-

зована на преодоление активационного барьера химической реакции, образование радикалов или ионов. Магнитный усилитель соединенный через электрические выводы 3 с генератором постоянного тока двигателя, так чтобы магнитные силовые линии в активаторе совпадали с направлением потока топлива, что приводит к выстраиванию облака из молекул в ориентированный поток «активированных» частиц. Вариант предлагаемой конструкции устройства, представлен на рисунке 2[2].



1 – наружный магнитопровод; 2 – формирователь постоянного магнитного поля; 3 – электрические выводы; 4 – торцевые ферромагнитные шайбы; 5 – электрическая обмотка; 6 – вставка с размещенными в ней магнитами; 7 – корпус, выполненный из диамагнитного материала

Рисунок 2 – Схема активатора моторного топлива

Вставка 6 с размещенными в ней магнитами произвольной формы и размеров, через которые проходит весь объем углеводородного топлива, предназначена для ионизации всего состава топлива, проходящего через нее с распадом молекул тяжелых фракций, входящих в состав топлива и накоплением «активированных» частиц в его составе путем воздействия мощного электромагнитного поля, созданного этими магнитами и усиленного мощным наружным электромагнитом.

Наружный электромагнит, состоящий из наружного магнитопровода 1, выполненного в виде полового ферромагнитного кожуха, с размещенными внутри формирователем постоянного магнитного поля 2, который может быть выполнен в виде катушки с электрической обмоткой 5, соединенной через электрические выводы 3 с генератором постоянного тока ДВС. Предназначен для того, чтобы устройству в максимальной мере «загнать» электромагнитную энергию обмотки с помощью магнитной вставки 6 в струю проходящего топлива, в результате протекания этого процесса происходит изменение молекулярных свойств топлива и накапливаются «активированные» частицы: радикалы, ионы, ионно-радикальные образования, которые активно атакуют, как другие радикалы, так и нейтральные частицы.

Устройство работает следующим образом, топливо попадая во вторую секцию, корпус 7 которой выполнен из диамагнитного материала и снаружи крепится магнитопровод 1, выполненный в виде полового ферромагнитного кожуха с размещенными внутри формирователем постоянного магнитного поля 2 с электрической обмоткой 5, соединенной через электрические выводы 3 с генератором постоянного тока ДВС так, чтобы магнитные силовые линии в активаторе совпадали с направлением потока топлива.

Внутри корпуса 7 крепится вставка 6, с размещенными в ней магнитами произвольной формы и размеров, через которую проходит весь объем углеводородного топлива. В этой секции вся струя проходящего топлива подвергается воздействию мощного электромагнитного поля, созданного этими магнитами и усиленного мощным магнитным усилителем, состоящим из наружного магнитопровода 1 с размещенными внутри формирователем постоянного магнитного поля 2 с электрической обмоткой 5. В результате такой конструкции, во второй секции, происходит процесс ионизации всего состава топлива, проходящего через нее с изменением молекулярных свойств топлива и накоплением «активированных» частиц в его составе. Наличие в такой конструкции только наружного магнитопровода 1 позволяет устройству в максимальной мере "загнать" электромагнитную энергию обмотки с помощью магнитной вставки в струю проходящего топлива, в результате происходит более глубокое изменение молекулярных свойств топлива, и как следствие более полное его сгорание в двигателе.

Результаты апробации данного устройства на хроматографе Кристаллюкс-4000М показали, что:

- при обработке светлых нефтепродуктов устройством происходит существенное уменьшение концентрации углеводородов моторных топлив с числом атомов углерода в молекуле больше 20 (высококипящие фракции) с одновременно протекающим синтезом путем самоорганизации легких углеводородов (гексана, гептана, 3 н-пентана) представленные на хроматограмме 2;

- концентрация указанных легких углеводородов достигает более 20%;

- в результате обработки устройством в моторном топливе наблюдается снижение содержания массовой доли серы (в 1,5...2 раза) и концентрации фактических смол (до 9 раз);

- содержание в выхлопных газах токсичных соединений в зависимости от режима работы двигателя снижается по СО – до 79%; по NO и NO₂ – до 14%.

Представленное устройство для повышения качества дизельного топлива в условиях низких температур может быть рекомендовано для установки на всех видах транспортных средств с целью улучшения физико-химических свойств дизельного топлива залитого в штатный топливный бак автомобилей для повышения полноты сгорания топлива, особенно в условиях низких температур. Также, обработанное дизельное топливо в предлагаемом устройстве позволит уменьшить содержание количества токсичных соединений в выхлопных газах при работе дизеля первые несколько минут после пуска в холодном состоянии и соответственно снизить количество выбросов белого, токсичного дыма.

Библиографический список

1. Маргулис М.А. Звукохимические реакции и сонолюминесценция. М.: «Химия», 1986. 288с.; Липсон А.Г., В.А. Кузнецов, Дж. Майли. Выход DD-реакции в процессе электрического пробоя кавитационных пузырьков в диэлектрических дейтерированных жидкостях // Письма в ЖТФ. 2004. №10. С. 39–45.

2. Ломовских А.Е., Иванов В.П. и др. РПА для приготовления бензиновой смеси с дисперсной фазой на основе воды // Сборник материалов докладов по итогам Всероссийской НПК (29-30 ноября 2011 года), ч.3. Воронеж: ВАИУ, 2011. С.115.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНИКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Лыхин Н.Е., к.т.н., преподаватель 22 кафедры АТС

Белов Н.М., курсант

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Поливаев О.И., д.т.н., профессор

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассматривается применение беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственной сфере.

Summary: the article discusses the use of unmanned aerial vehicles in the agricultural sector.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, октокоптер, сельское хозяйство.

Keywords: unmanned aerial vehicle, octocopter, agriculture.

В настоящее время применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве является перспективным направлением. Беспилотные летательные аппараты (БЛА) могут быть эффективно использованы для планирования и контроля этапов сельскохозяйственного растениеводства, а также для химической обработки посевов и других растений (рисунок 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Применение БЛА для химической обработки посевов

На рисунке 1 (а) представлен октокоптер «DJI Agrab MG-1», предназначенный для распыления любой жидкости, может поднять до 10 кг жидкого реагента и время непрерывной работы составляет до 12 минут. За час работы может опрыскать от 2,8 до 4 га. Октокоптеры «Agro» (рисунок 1 (б)) латвийской компании «AirBoard» с 2015 года применяются для опрыскивания сельскохозяйственных посевов вместо пилотируемых вертолетов [1].

БЛА позволяют получать своевременную информацию, когда она необходима. Накопленная за длительный период информация позволяет анализировать процессы в динамике (рисунок 2) [1,3,4,5].



Рисунок 2 – Применение БЛА для прогноза урожайности

На рисунке 2 представлена неоднородность урожайности в пределах данной площади с гектара по полям (хозяйствам, районам).

По прогнозу ARK Invest [2], к 2020 году 32% БЛА будут заняты в сельском хозяйстве. На рисунке 3 представлено распределение по долям применения БЛА в различных сферах деятельности. Основным критерием для внедрения БЛА для химической обработки полей, а также мониторинга состояния и развития посевов является экономическая целесообразность.

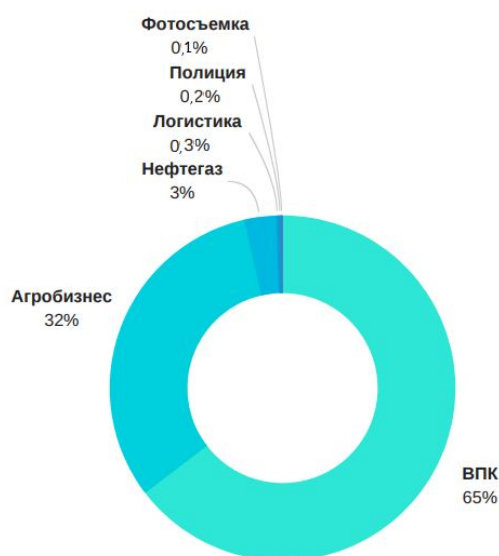


Рисунок 3 – Применение БЛА в основных сферах деятельности (ВПК – военно-промышленный комплекс)

Сравнивая БЛА по стоимости с пилотируемыми воздушными судами (ВС) малой авиации, цена на первые существенно меньше. К тому же, рассматривая эксплуатацию пилотируемых ВС необходимо учитывать затраты связанные на:

- необходимое наземное оборудование для обслуживания ВС;
- поддержание летного поля в надлежащем состоянии;

- соответствующую подготовку лётчика.

Перечисленные основные затраты на пилотируемые ВС малой авиации объясняют намеченную тенденцию роста доли применения БЛА в агробизнесе (см. рисунок 3).

Применение БЛА позволяет не только повысить качество и объем урожая, но и экономить денежные средства за счет:

- более точного планирования объемов работ;
- внесения только необходимого объема удобрений и только там где необходимо, т.е. «точечно» не используя сплошную подкормку, что в свою очередь снижает химическую нагрузку на почву;
- выявления недосево (некачественной работы).

Управлять БЛА можно со смартфона или планшета, что не требует специальной летной подготовки.

Эффективность применения БЛА в сельском хозяйстве можно оценить на примере отдельно взятого поля площадью до 1 га. В таблицу 1 сведены затраты приходящиеся на малые части площади поля при точечном внесении удобрений и в целом на всё поле.

Таблица 1 – Затраты на примере внесении удобрений от площади участка

п/п	Наименование параметра	Часть поля, 10 м ²	Часть поля, 100 м ²	Всё поле, 10000 м ²
1	Расход удобрений, руб./м ²	10	100	10000
2	Аренда пилотируемого ВС, руб.	-	-	от 10000
3	Затраты на авиационное топливо*, руб./л.	-	-	54...65
4	Применение БЛА**, руб./кВт	3	30	3000 / -
5	Затрачиваемое время, мин	менее 1	около 5	более 30 / -
6	Итого, руб.	13	130	13000 / от 20000+*

*зависит от расстояния от летного поля до обрабатываемого поля и типа ВС.

**без учета первоначальной стоимости БЛА (октокоптера).

Учитывая данные таблицы 1, применение пилотируемых ВС малой авиации (Ми-2, Ан-2) для участков поля малой площади экономически не целесообразно. Применение БЛА на большую площадь поля требует значительного времени и нескольких комплектов аккумуляторных батарей при этом процесс полета октокоптера должен быть автоматизирован. Разработка более мощных и малогабаритных источников питания, позволит увеличить время нахождения октокоптера в полете при большей грузоподъемности, что существенно расширит возможности БЛА по применению в сельском хозяйстве.

Учитывая вышеизложенное, применение БЛА в сельскохозяйственной сфере, вероятнее всего, будет только увеличиваться в основном пока для решения локальных проблем, возникающих на поле. Однако в будущем, возможно, что одни БЛА будут засекать нехватку питательных веществ, воды или присутствие грибов, а другие БЛА возьмут на себя непосредственное решение проблемы. В лучшем случае, фермер будущего получит текстовое сообщение в один из мессенджеров: «Автоматика зафиксировала и решила возникшую проблему. Расход пестицидов составил - X, ожидаемая прибыль в конце сезона - Y».[6]

Библиографический список

1. Бойко, А.А. Навигация веб-сайта: сельское хозяйство и беспилотники [Электронный ресурс], Области применения беспилотников 2017 / А.А. Бойко. – URL : <http://robotrends.ru/robopedia/selskoe-hozyaystvo-i-bespilotniki>.
2. Бутманов, А.С. Навигация веб-сайта: технобудущее [Электронный ресурс], Исследование рынка дронов 2018 / А.С. Бутманов. – URL : <http://blog.dti.team/issledovanie-rynka-dronov>.
3. Larionov A.N. Acoustic researches of liquid crystals and prospects of their application in electronic devices of automobile / Larionov A.N., Polivaev O.I. Larionova N.N., Kuznetsov A.N., Gorban L.K., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. С. 042060.
4. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Larionov A.N., Belyansky R.G., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. С. 042082.
5. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 С. 042083
6. Поливаев, О.И. Снижение уплотнения почвы движителями мобильных энергетических средств [Текст] / О.И. Поливаев, В.С. Воищев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013.-№ 1.-С.57-59.

УДК 629.33

МАЛОГАБАРИТНАЯ ЛЕБЕДКА ДЛЯ САМОВЫТАСКИВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Заварзин А.Т., к.т.н, доцент

Подуремья А.В., к.п.н, доцент, старший преподаватель

Галкин К.Д., курсант

Карнюшин И.И., курсант

Кафедра автомобильной подготовки, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Костиков О.М., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Представлена конструкция и принцип действия малогабаритной лебедки для самовытаскивания автомобиля

Summary: the design and principle of operation of a small-size self-recovery winch is presented.

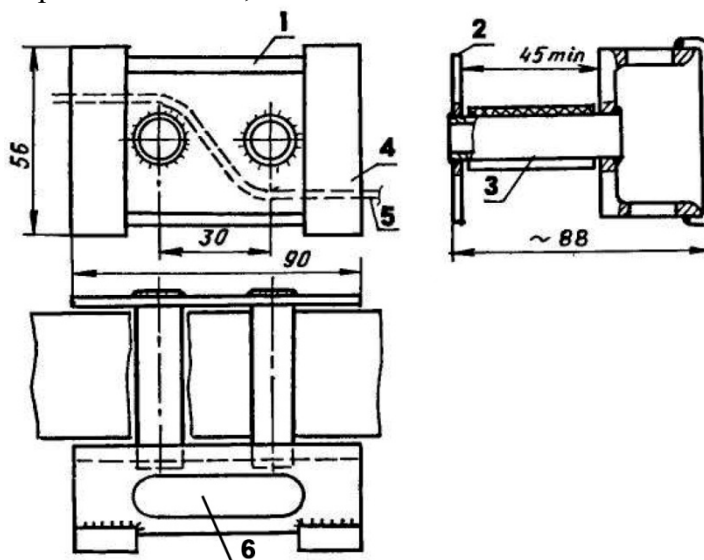
Ключевые слова: автомобиль, лебедка, самовытаскивание.

Keywords: car, self-recovery winch

Автомобильная техника, используемая в агропромышленном комплексе, должна обладать повышенной проходимостью, так как зачастую используется в условиях бездорожья. К средствам повышения проходимости относятся полноприводная трансмиссия, система регулирования давления воздуха в шинах, возможность включения понижающей передачи и блокировки дифференциалов, наличие штатной лебедки. Однако не на всех образцах автомобилей конструктивно предусмотрены такие средства. Шан-

цевый инструмент и буксирный трос не обеспечивают требуемый уровень проходимости. [1,3,4,5,6,7]

С целью повышения проходимости легковых автомобилей и малотоннажных грузовых автомобилей предлагается оснащать их малогабаритными лебедками. Работа предлагаемой лебедки (рисунок 1) основана на принципе рычага и ворота. Ворот состоит из корпуса, перемычек и щеки. В качестве рычага целесообразно применять автомобильную монтажную лопатку, удлиненную трубой, строительный лом или металлическую трубу диаметром 20 – 25 мм, длиной 750 – 800 мм.



1 – корпус; 2 – щека; 3 – перемычка; 4 – планка; 5 – лента;
6 – отверстие для рычага;

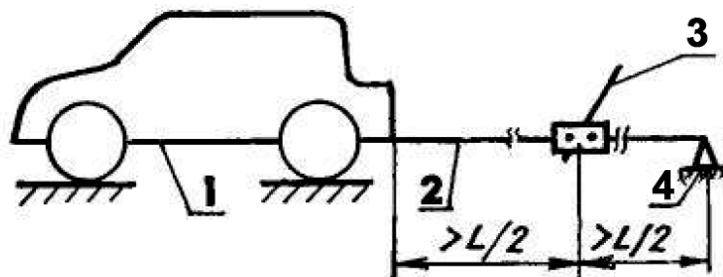
Рисунок 1 – Малогабаритная лебедка

Корпус лебедки изготавливается из швеллера №5. В вертикальной стенке сверлятся отверстия диаметром 13,2 мм под трубчатые перемычки, а в полках швеллера фрезеруются пазы для установки рычага (если нет возможности осуществить фрезерование, пазы можно сделать сверлением ряда отверстий с последующей обработкой напильником). Для обеспечения необходимой жесткости корпуса по краям швеллера со стороны, противоположной стенке, привариваются планки из стальной полосы 20x3 мм.

Щека представляет собой стальную прямоугольную пластину толщиной 3 мм с двумя отверстиями, такими же, как в корпусе.

При сборке лебедки сначала перемычки вставляются в отверстия корпуса и щеки и прихватываются сваркой, обеспечивая при этом их взаимно перпендикулярное расположение. Затем производится окончательная сварка со стороны фасок. Планки привариваются в последнюю очередь. Сварочные швы зачищаются, и лебедка окрашивается в два слоя (если есть возможность, вместо лакокрасочного лучше применить гальваническое покрытие, например, цинкование или фосфатирование).

Принцип работы лебедки показан на рисунке 2. Между двумя перемычками заводится капроновая лента, например, автомобильный буксирный трос (ширина 45 мм, толщина 3 мм). Один конец ленты закрепляется на перемещаемом грузе, например, автомобиле; второй – в натяг крепится к жесткой неподвижной опоре. В пазы корпуса вставляется рычаг, которым производится вращение корпуса, лента наматывается на перемычки, и в результате груз перемещается по направлению к опоре.



1 – груз; 2 – лента; 3 – корпус лебедки и рычаг; 4 – опора;
Рисунок 2 – Схема работы лебёдки

Максимальное расстояние, на которое можно переместить груз за один прием, ограничивается двумя факторами. Во-первых, это сила тяги T ленты. При $T = 600$ кг (этого достаточно, например, для вытягивания застрявшего в грязи или снегу автомобиля) и длине рычага $l_p = 750$ мм (большая длина создает неудобство в работе) на его конце необходимо приложить усилие P около 35 кг при первом обороте лебедки. С каждым последующим оборотом плечо действия силы T будет возрастать на 12 мм, и, соответственно, на 9 кг потребуются увеличение усилия P на рычаге. Таким образом, человек со средними физическими данными за один цикл сможет провернуть лебедку, скорее всего, не более двух раз. При этом груз будет перемещен приблизительно на 0,5 м.

Второй ограничительный фактор заключается в том, что намотанная на перемычку лента должна находиться в пределах хотя бы одного габарита щеки и стенки корпуса лебедки. В противном случае может произойти соскальзывание ленты и возникновение аварийной ситуации. При толщине ленты 3 мм и принятых в данной конструкции размерах лебедки на перемычки можно намотать восемь слоев ленты и переместить груз на 1,7 м.

При установке лебедки между опорой и грузом необходимо, чтобы лебедка находилась к ним не ближе $L/2$ – половины расстояния, на которое перемещается груз за один прием.

Для фиксации перемещаемого груза и предохранения лебедки от самопроизвольного раскручивания на ленту надевается металлическое кольцо внутренним диаметром 60 – 70 мм (изготавливается из 8-мм стального прутка). Когда необходимо застопорить груз, оно надвигается на рычаг лебедки.

При работе с лебедкой [2] необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные при работах с грузоподъемными механизмами.

Использование лебедки позволяет осуществлять самовытаскивание застрявших автомобилей.

Библиографический список

1. Леонтьев К.Н. Базовые двигатели и шасси средств наземного обслуживания общего применения. Особенности устройства автомобильных базовых шасси «Мустанг». Учебное пособие. – Воронеж: ВАИУ, 2012, – 158 с.
2. Капустин В.П., Гусев Ю.В., Носов Е.В. Автомобильная подготовка. Техническое обслуживание автомобилей. Учебное пособие. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016, – 99 с.
3. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.

4. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.

5. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

6. Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Механизация переработки сельскохозяйственной продукции": учебное пособие для студентов обучающихся по направлениям агрономического образования [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко. - М.: КНОРУС, - 2010. - 256 с.

7. Поливаев, О.И. Как улучшить тягово-сцепные свойства колесных тракторов / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин [Текст] // Сельский механизатор. - 2009. - №5. - С.6 - 7.

УДК 629.33

МЕТОДИКА РАБОТЫ ИНСТРУКТОРА ПО ВОЖДЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА

Заварзин А.Т., к.т.н, доцент
Гальцев Ю.М., преподаватель
Галкин К.Д., курсант

Кафедра автомобильной подготовки, Военный учебно–научный центр Военно–воздушных сил «Военно–воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Тесленко И.С., старший преподаватель
Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассматривается назначение автоматизированного рабочего места инструктора модульного тренажерного комплекса вождения и методика его работы при обучении вождению.

Summary: the purpose of the driving instructor's automated workplace of the modular simulator complex of driving and his operating procedure at driving training is considered.

Ключевые слова: методика, инструктор, вождение, тренажер.

Keywords: operating procedure, instructor, driving, simulator.

При использовании модульного тренажерного комплекса на практических занятиях по вождению автомобилей старшим на учебном месте является инструктор практического обучения вождению [1].

В его обязанности входит подготовка учебного места, постановка задачи обучаемому, контроль выполнения упражнений и соблюдения требований безопасности, а также оценка действий обучаемого.

Контроль действий обучаемых осуществляется с автоматизированного рабочего места (АРМ) инструктора. АРМ инструктора представляет собой отдельно стоящее рабочее место, включающее в свой состав комплект мебели, телекоммуникационный шкаф и комплект вычислительных средств (рисунок 1) [2,3,4,5,6,7].

АРМ инструктора предназначено для управления всеми функциями тренажера и обеспечивает:

- создание и редактирование упражнений;
- назначение упражнений на рабочее место обучаемого, проходящего подготов-

ку на тренажере;

- контроль действий обучаемого с рабочего места инструктора по графической информации на мониторах инструктора и остановку процесса обучения в любое время;
- хранение результатов выполненных упражнений в электронной базе данных и просмотр всех историй обучения.

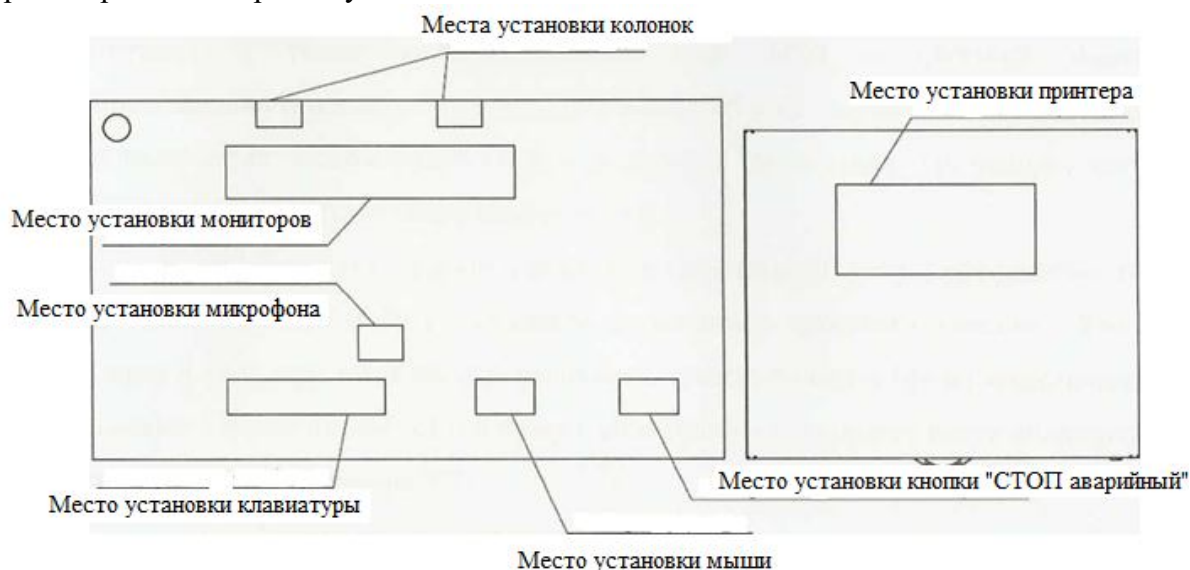


Рисунок 1 – Размещение органов управления и индикации, печатающего устройства на столешницах АРМ инструктора

АРМ инструктора позволяет создавать новые упражнения с различными начальными условиями, как-то:

- район упражнения;
- время суток;
- метеорологические условия.

Связь между инструктором и водителем обеспечивается акустической системой и видеокамерой, установленными в кабине АРМ водителя и позволяющей инструктору наблюдать за действиями обучаемого.

Инструктор управляет работой тренажера и контролирует его состояние при помощи контрольных мониторов, клавиатуры и манипулятора типа «мышь». Для печати результатов выполнения упражнений в состав АРМ инструктора входит печатающее устройство.

Функционирование тренажера полностью контролируется инструктором с его рабочего места. После включения оборудования инструктор регистрирует обучаемого и создает предназначенное ему упражнение. Инструктор выбирает задание, указывает время суток, погодные условия и назначает упражнение для выполнения. В соответствии с заданными условиями система визуализации отображает на мониторах тренажера рабочий район, и водитель приступает к тренировке.

Действия водителя контролируются инструктором, который может визуально наблюдать за действиями обучаемого на мониторах АРМ инструктора, вмешиваться в процесс выполнения упражнения, менять отдельные параметры упражнения или прекратить упражнение

Допуск обучаемых в кабину осуществляется исключительно с разрешения инструктора.

Перед включением тренажера убедиться в соблюдении всех требований безопасности.

При работе на тренажере инструктор обязан:

- строго следовать требованиям безопасности;
- следить за соответствием действий обучаемого вводному инструктажу;
- убедиться, что обучаемый пристегнут ремнем безопасности;
- убедиться, что двери кабины АРМ водителя закрыты.

Запуск программного обеспечения АРМ инструктора осуществляется автоматически после включения тренажера.

Интерфейс главного окна монитора содержит:

- закладку «Редактор упражнений», которая служит для создания, редактирования, удаления упражнений;
- закладку «Редактор обучаемых», которая служит для создания, редактирования, удаления сведений об обучаемых.

Для создания профиля обучаемого [2]:

- перейти на вкладку «Редактор обучаемых»;
- нажать на кнопку «Добавить» и в правой части окна заполнить поля:
 - взвод;
 - звание;
 - фамилия;
 - имя;
 - отчество;
 - категория обучаемого;
 - дата рождения.

Для создания упражнения [2]:

- перейти на вкладку «Редактор упражнений»;
- нажать на кнопку «Добавить».

В правой части формы «Информация по упражнению» необходимо заполнить поля:

- название (поле помечено звездочкой – обязательно для заполнения);
- район (осуществляется выбором из выпадающего списка);
- описание района;
- время суток (осуществляется выбором из выпадающего списка от 00:00 до 23:00);
- осадки (осуществляется выбором из выпадающего списка «без осадков/дождь/снег/туман»);
- глубина видимости (задается в процентах только для значения «туман» в поле Осадки);
- облачность (осуществляется выбором из выпадающего списка «ясно/облачно»);
- уровень трафика (задается в процентах только для Района «Загородные дороги, населенный пункт»).

Запуск упражнения осуществляется нажатием кнопки «Пуск».

Для завершения упражнения необходимо нажать на кнопку «Завершить».

Все данные об упражнениях, выполненных обучаемым водителем, сохраняются в базе данных в том случае, если упражнения ему назначались. Для получения статистической информации необходимо выбрать пункт меню «Статистика». Откроется вкладка, в левой части которой список групп обучения. При нажатии на название группы открывается список обучаемых.

После выбора в левой части окна фамилии обучаемого, в правой части окна отображается список выполненных им упражнений. Выбор конкретного упражнения влечет отображение информации об упражнении и сведений об ошибках обучаемого. При нажатии на кнопку «Отчет» формируется отчет, который можно распечатать.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вы-

звать пожарную службу, принять самостоятельные действия по пожаротушению, при необходимости провести эвакуацию людей из пожароопасной зоны.

К работе на тренажере могут быть допущены только инструкторы, изучившие руководство по эксплуатации и инструкции по требованиям безопасности, и имеющие допуск к работе с оборудованием до 1000 В.

Соблюдение вышеизложенной методики позволяет эффективно использовать модульный тренажерный комплекс при проведении практических занятий по вождению.

Библиографический список

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 декабря 2013 г. № 1408 г. «Об утверждении примерных программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий» (Зарегистрирован в Минюсте РФ 9 июля 2014 г. Регистрационный № 33026) // "Российская газета", № 172/1, 01.08.2014

2. Модульный тренажерный комплекс вождения КАМАЗ–5350. Руководство по эксплуатации. – М.: ЗАО «Транзас», 2016. – 70 с.

3. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.

4. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.

5. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

6. 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. С19-22

7. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия» [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведренский. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Воронежской государственной аграрный университет им К.Д. Глинки. Воронеж, 2008. - 96с.

УДК 629.33

МОНТАЖ МОДУЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ВОЖДЕНИЯ

Заварзин А.Т., к.т.н, доцент

Винокуров С.Д., к.т.н, преподаватель

Галкин К.Д., курсант

Кафедра автомобильной подготовки, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Тесленко И.С., старший преподаватель

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассматривается назначение, состав и методика установки модульного тренажерного комплекса вождения в специализированной аудитории.

Summary: The purpose, composition and method of installation of a driving modular simulator complex in a specialized classroom are considered

Ключевые слова: обучение, вождение, тренажер, монтаж.

Keywords: training, driving, simulator, installation.

Для привития практических навыков управления транспортным средством наряду с учебными автомобилями целесообразно использовать автомобильные водительские тренажеры [1].

С этой целью была подготовлена специализированная аудитория, в которой смонтировали модульный тренажерный комплекс вождения КАМАЗ-5350.

Тренажер предназначен для обучения водителей практическому вождению грузовых автомобилей КАМАЗ-5350 и для совершенствования или коррекции навыков управления, имеющих у опытных водителей [2,4,5,6].

Тренажерный комплекс состоит из двух автоматизированных рабочих мест (АРМ) водителя, двух приборов питания, двух АРМ инструктора и комплекса программных средств [3,7,8].

Габаритные размеры составных частей тренажера приведены в таблице 1.

Полная масса тренажера не более 1500 кг.

АРМ водителя представляет собой разборную электробезопасную кабину, полностью идентичную кабине автомобиля КАМАЗ-5350, установленную на динамической платформе.

Таблица 1 – Габаритные размеры

Характеристика	Значение
Габаритные размеры (ШхВхД), мм.	
АРМ инструктора	2138х720х757
АРМ водителя	3171 х 2537х2746
Прибор питания	650 х 1000х300

Имитация движения автомобиля обеспечивается колебаниями кабины водителя и соответствующими изменениями визуальной обстановки, наблюдаемой в полях зрения фронтальной и боковой систем наблюдения.

АРМ инструктора представляет собой отдельно стоящее рабочее место, включающее в свой состав комплект мебели, телекоммуникационный шкаф и комплект вычислительных средств и предназначено для управления работой тренажера, контроля его состояния при помощи контрольных мониторов, клавиатуры и манипулятора типа «мышь», а также для печати результатов выполнения упражнений на печатающее устройство.

Прибор питания представляет собой шкаф распределительный настенный, включающий в свой состав комплект электромонтажных компонентов и предназначен для подключения изделия к сети электропитания.

Помещение, в котором размещается тренажер, должно соответствовать требованиям по габаритам, нагрузке, электропитанию.

Рабочий объем специализированной аудитории условно разделили на две части:

- рабочий объем АРМ водителя;
- рабочий объем АРМ инструктора.

Тренажерный комплекс занимает суммарную площадь 15 м².

Для удобства использования была предусмотрена дополнительная площадь для подхода к тренажеру. Площадь аудитории составляет 55 м², что позволило смонтировать в помещении 2 комплекса.

Перекрытия пола помещения должны выдерживать статическую и динамическую нагрузку, создаваемую тренажером, обучаемым, инструктором и другими посетителями, допущенными в помещение инструктором.

Равномерно распределённая статическая нагрузка тренажера составляет не менее 200 кг/м^2 . Для обеспечения выполнения указанного требования были выполнены работы по заливке бетонного основания под АРМ водителя.

Потребляемая электрическая мощность тренажерного комплекса составляет 3000 Вт. Схема электропитания аудитории соответствует предъявляемым требованиям по мощности потребителей и имеет автомат защиты.

Наиболее сложным этапом монтажа являлась сборка АРМ водителя, создающего динамические нагрузки на опорную поверхность [3].

Сборка осуществлялась на месте установки АРМ в следующем порядке:

– установили центральную часть 1 основания каркаса платформы динамической (см. рисунок 1) на ровный пол с уклоном не более 1 градуса;

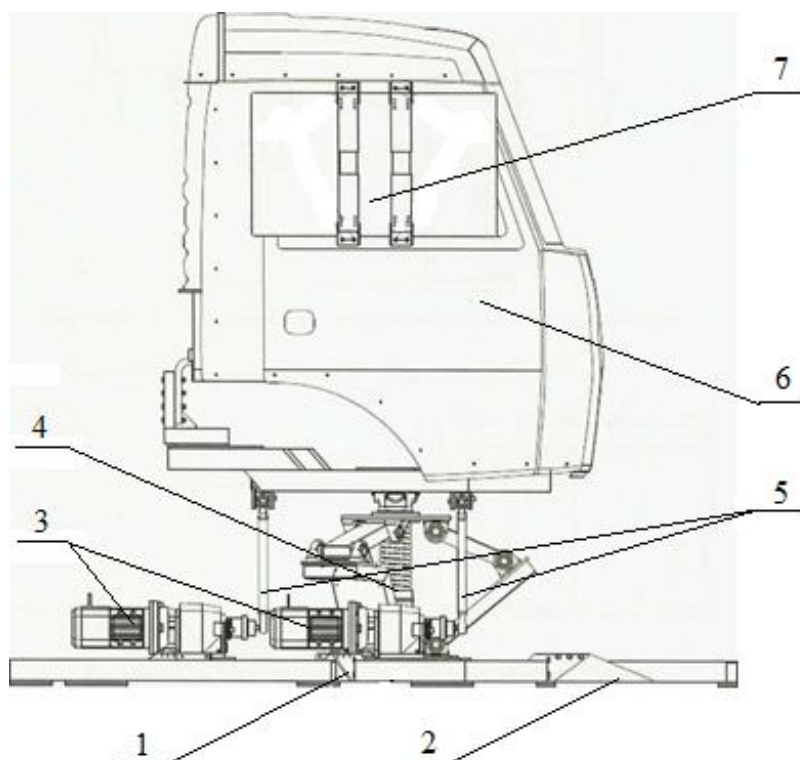


Рисунок 1 – Монтаж автоматизированного рабочего места водителя

1 – центральная часть основания каркаса платформы динамической; 2 - опора основания каркаса платформы динамической; 3 - мотор-редуктор; 4 - каркас платформы динамической; 5 – шатун; 6 - каркас кабины; 7 - боковые мониторы визуализации

– закрепили опоры 2 основания каркаса платформы динамической к центральной части болтами;

– закрепили три мотора-редуктора 3 к основанию каркаса платформы динамической 4 болтами;

– закрепили шатуны 5 каркаса платформы динамической на валы мотор-редукторов 3;

– установили каркас 6 кабины на каркас платформы динамической 4 и закрепили болтами;

– закрепили шатуны 5 каркаса платформы динамической к каркасу 6 кабины

болтами;

- закрепили боковые мониторы визуализации 7 с кронштейнами на каркасе кабины при помощи болтов.

- закрепили фронтальные мониторы визуализации с кронштейнами на каркасе кабины при помощи болтов.

При сборке АРМ инструктора собрали стол согласно инструкции; установили стол инструктора и блоки аппаратных средств в телекоммуникационный шкаф; разместили органы управления и индикации, а также печатающее устройство на столешницах АРМ инструктора.

Зону безопасности обозначили красной линией на полу помещения с установкой не менее 4х предупреждающих табличек на высоте 1000 мм от пола (по одной с каждой стороны) и ограждением при помощи троса на высоте 700 мм.

Помещение, в котором размещается тренажер оборудовано пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения.

Соблюдение вышеизложенной технологии подготовки специализированной аудитории и монтажа изделия позволило с максимальной эффективностью использовать модульный тренажерный комплекс при проведении практических занятий по вождению.

Библиографический список

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 декабря 2013 г. № 1408 г. «Об утверждении примерных программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий» (Зарегистрирован в Минюсте РФ 9 июля 2014 г. Регистрационный № 33026) // "Российская газета", № 172/1, 01.08.2014

2. Курс вождения автомобилей и гусеничных транспортеров-тягачей. - М.: Воениздат, 1993. – 128 с.

3. Модульный тренажерный комплекс вождения КАМАЗ-5350. Руководство по эксплуатации. – М.: ЗАО «Транзас», 2016. – 70 с.

4. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.

5. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.

6. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

7. 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. С19-22

8. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия» [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Воронежской государственной аграрный университет им К.Д. Глинки. Воронеж, 2008. - 96с.

**ДИНАМИЧЕСКАЯ АНИМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ
АВТОТОПЛИВОЗАПРАВЩИКА АТЗ-10-53501**

Павленко И.В., курсант
Виноградов Н.П., к.т.н., доцент

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Костиков О.М., к.т.н., доцент
Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье предлагается вариант порядка разработки динамической анимационной модели по изучению топливозаправщиков.

Abstract: The article proposes a variant of the procedure for developing a dynamic animation model for the study of tankers

Ключевые слова: Анимация, динамическая анимационная модель, топливозаправщик.

Keywords: Animation, dynamic animation model, tanker.

Среди разнообразных методов и средств повышения качества процесса обучения и эффективности учебной деятельности в технических учебных заведениях совместно с изучением техники на действующих образцах важное место отводится умелому и рациональному использованию компьютерных технологий.

Одним из направлений применения компьютерных технологий в современном обществе является информатизация образования - процесс обеспечения образовательного процесса методологией и практикой разработки, а так же оптимального использования новых информационных технологий, ориентированных на реализацию психолого - педагогических целей обучения и воспитания. Данный процесс обязывает профессорско-преподавательский состав кафедр на выполнение следующих мероприятий:

- совершенствование методов и форм обучения;
- разработку методик обучения с использованием тренажеров, ориентированных на самостоятельное приобретение знаний;
- разработку тестирующих программ;
- разработку статичных, динамичных электронных изданий, имитационных моделей и др..

Приведение содержания подготовки современных специалистов в соответствии с требованиями времени и достигнутым уровнем развития техники особенно остро стоит перед техническими учебными заведениями. Одним из путей решения этой проблемы является разработка и внедрение в учебный процесс новых методик обучения основанных на самостоятельных формах приобретения знаний выраженных в использовании анимационных моделей, позволяющих самостоятельно осуществить процесс изучения конструкции и принципа действия соответствующей техники.

В системе автоматизированной среды обучения мультимедийные средства играют немаловажную роль. Преимуществами мультимедийных систем являются:

- предоставление широкого спектра возможностей обучающимся;
- возможность неоднократной демонстрации усваиваемого учебного материала;
- возможность увеличивать или уменьшать размеры или объем изучаемого материала с помощью специальной компьютерной программы с целью его более де-

тального изучения.

Одним из вариантов автоматизированной среды являются динамические анимационные модели, выполненные с помощью технологии Flash, с использованием встроенного в Macromedia Flash 8 языка Action Script 2.0 [1,3,4,5,6,7].

Созданные проекты и приложения могут быть прекрасным визуальным и полностью интерактивным дополнением к программам и приложениям. Программа Flash основана на векторной графике, что позволяет создавать, как статические изображения, так и динамические модели (анимации).

Широкое внедрение информационных технологий в образование дает возможность выбора набора технологий для организации учебного процесса. При выборе необходимо учитывать их соответствие индивидуальным качествам обучаемых и специфическим особенностям конкретных предметных областей.

Исходя из вышесказанного была разработана динамическая анимационная модель топливозаправщика АТЗ-10-53501, которая предназначена для обучения специалистов работающих с данным образцом техники.

Алгоритм создания динамической анимационной модели АТЗ-10-53501 был выбран, исходя из требований предъявляемых к Единому стандарту электронного учебника в учебных заведениях Российской Федерации (рисунок 1).

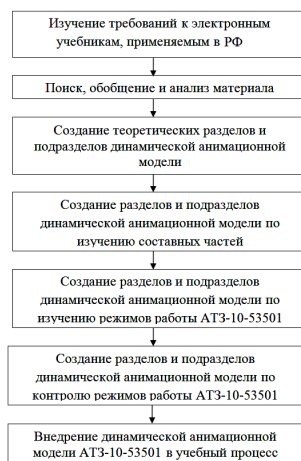


Рисунок 1 – Алгоритм создания динамической анимационной модели

Динамическая анимационная модель включает в себя следующие разделы: «Описание и работа изделия», «Описание и работа изделия», «Режимы работы», «Требования безопасности», «Внешний вид и состав АТЗ», «Техническое обслуживание», «Хранение», «Транспортирование», «Утилизация» и «Контроль», каждый из которых имеет свой подраздел, раскрывающий основные особенности данного топливозаправщика (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структура динамической анимационной модели АТЗ-10-53501

Особенностью данной модели является структурированность как теоретического, так и практического материала, полученного с завода-изготовителя АТЗ-10-53501 «Силач» г. Челябинск [2].

Теоретический материал содержащийся в семи разделах, раскрывает основные технические характеристики АТЗ-10-53501, предназначение, условия эксплуатации, правила хранения, утилизации и транспортирования АТЗ-10-53501, а практический материал, выполнен систематизированием практического и теоретического материала, содержится в следующих динамических разделах:

- описание и работа составных частей изделия;
- режимы работы;
- контроль.

Раздел «Описание и работа составных частей изделия» раскрывает состав, назначение и технические данные основных узлов и агрегатов топливозаправщика АТЗ-10-53501 (рисунок 3).

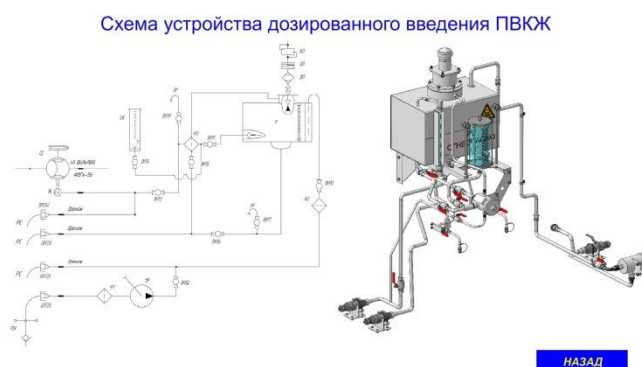


Рисунок 3 – Раздел «Описание и работа составных частей изделия»

Раздел «Режимы работы» раскрывает порядок действий оператора АТЗ-10-53501 при выполнении операций, выполняемых топливозаправщиком, а так же порядок работы узлов и агрегатов при выполнении операций, отраженных на принципиальной схеме топливозаправщика АТЗ-10-53501 (рисунок 4).

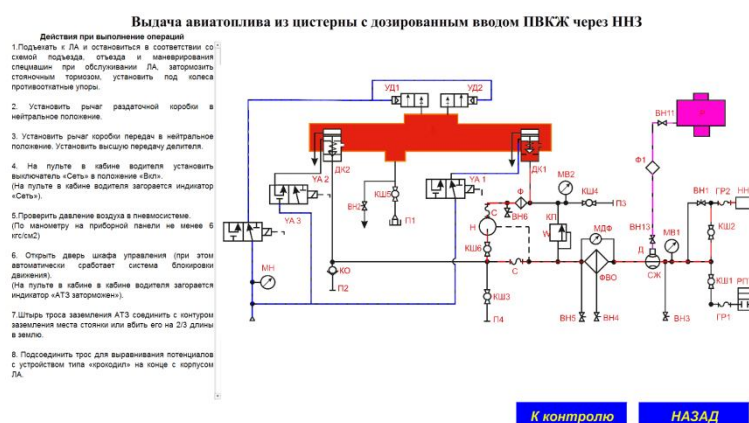


Рисунок 4 – Раздел «Режимы работы»

Раздел «Контроль» предназначен для проверки остаточных знаний, полученных при работе с разделом «Режимы работы». В данном разделе представлена таблица с перечнем операций, выполняемых топливозаправщиком АТЗ-10-53501, при работе, с которой, а именно для правильного выполнения предложенного задания необходимо вы-

7. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.

УДК 629.463.125

СПИРАЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ, КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Папилин П.И., к.т.н., преподаватель

Кобзев Е.А., курсант

Терехин В.О., курсант

Кафедра криогенных машин, установок и электрогазовой техники
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф.Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Россия

Ворохобин А.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены спиральные компрессоры, их классификация, конструкционные особенности и принцип действия

Abstract: The article deals with scroll compressors, their classification, design features and operating principle.

Ключевые слова: спиральный компрессор, классификация, конструкция, принцип действия.

Key words: scroll compressor, classification, construction, operating principle.

Спиральные, или улиточные, компрессоры являются компрессорами объемного типа. Они появились на рынке холодильного оборудования в начале 80-х гг., хотя еще в 1905 г. француз Leon Creux получил в США патент на "роторную машину", в основе которой был заложен принцип будущего спирального компрессора. Тем не менее вплоть до 1975 г. этот тип компрессора не разрабатывался и не изготавливался в силу технологических проблем, которые могли быть решены только с появлением станков с числовым программным управлением. [1,2,3,4,5,6]

Среди проблем, которые надо было решать, можно назвать сложность изготовления из литых заготовок кольцевых эвольвент - геометрических форм, которые лежат в основе конструкции спирального компрессора, а также задачу обеспечения герметичности между витками сопрягающихся спиралей, для решения которой требуется выдерживать размеры спиралей с точностью около 1 мкм на каждую сторону.

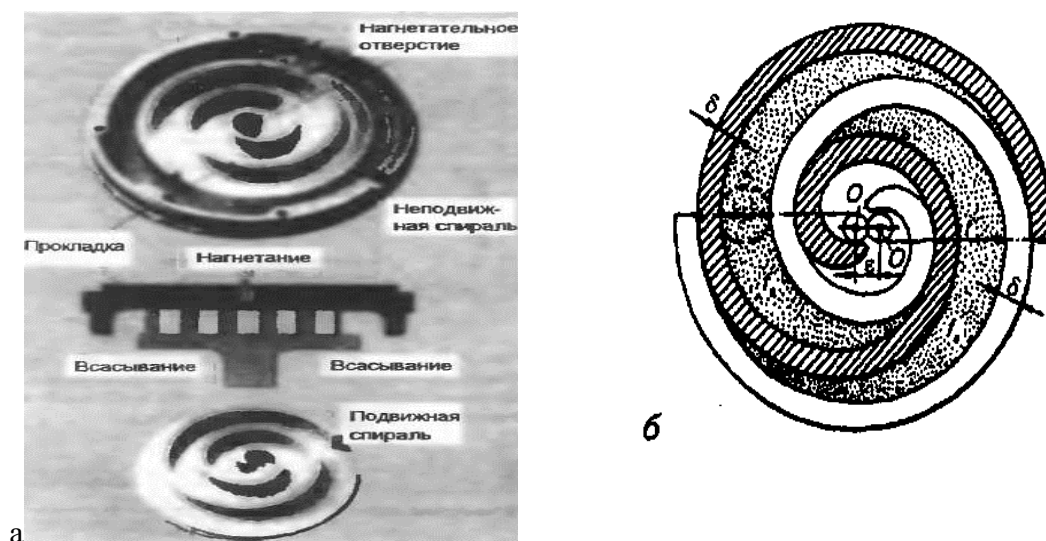
Появление такой машины в начале 80-х годов сначала в Японии, а затем и в некоторых других промышленно развитых странах создало ажиотаж вокруг нее. Фирмы «Hitachi» (Япония), «Arthur . Little» (США), «Copeland Corp» (США), «Trans» (США), «Volkswagen» (ФРГ) и другие стали проводить интенсивные исследования по совершенствованию конструкции, освоению технологии изготовления деталей и спирального компрессора в целом.

Основу любого спирального компрессора составляют две спиральные пластины, вставляемые друг в друга (рисунок1).

Верхняя спираль, в центре основания которой находится нагнетательное отверстие, неподвижна, тогда как центр нижней спирали движется по кругу. Всасывание осуществляется по периферии системы, а нагнетание обеспечивается через отверстие,

расположенное в центре основания неподвижной спирали. Каждая спираль снабжена прокладкой, расположенной на торцевой части стенки спирали и находящейся в контакте с основанием

противоположной спирали.



б-поперечное сечение ПСП и НСП в рабочем положении: δ - толщина ребра спирали; ε - эксцентриситет; f_v - площадь ячейки всасывания

Рисунок 1 - Подвижная и не подвижная спирали, составляющие основу любого спирального компрессора

Таким образом, прокладки ведут себя как уплотнительные кольца, обеспечивая герметичность между двумя спиралями. Принцип работы спиральных компрессоров состоит в следующем (рисунок 2):

- в положении "а" круговое движение центра подвижной спирали приводит к образованию замкнутых газовых полостей, а движение витков подвижной спирали относительно витков неподвижной перемещает эти полости к нагнетательному отверстию, расположенному в центре неподвижной спирали. Это перемещение сопровождается постепенным уменьшением объема полостей, занятых газом;

- в положении "б"- во время первого оборота вала двигателя, или в фазе всасывания, - стенки спиралей расходятся, обеспечивая доступ газа в пространство между ними;

- в положении "в" - в конце первого оборота - стенки вновь контактируют друг с другом, образуя герметичные газовые полости;

- в положении "г" - во время второго оборота вала двигателя, или в фазе сжатия, - объем полостей постепенно уменьшается;

- в положении "д" - в конце второго оборота - степень сжатия газа достигает максимального значения;

- в положении "е" - начинается фаза нагнетания, которая реализуется при третьем обороте вала двигателя; концы двух спиралей отодвигаются друг от друга, освобождая проход сжатого газа к нагнетательному отверстию;

- в положении "ж" - в конце третьего оборота - весь сжатый газ удален из полостей между спиралями, объем полостей на третьем обороте равен нулю.

Представляя цикл целиком (рисунок 2, з), можно заметить, что все три фазы: всасывания (А), сжатия (В) и нагнетания (С) - происходят одновременно в непрерывном движении.

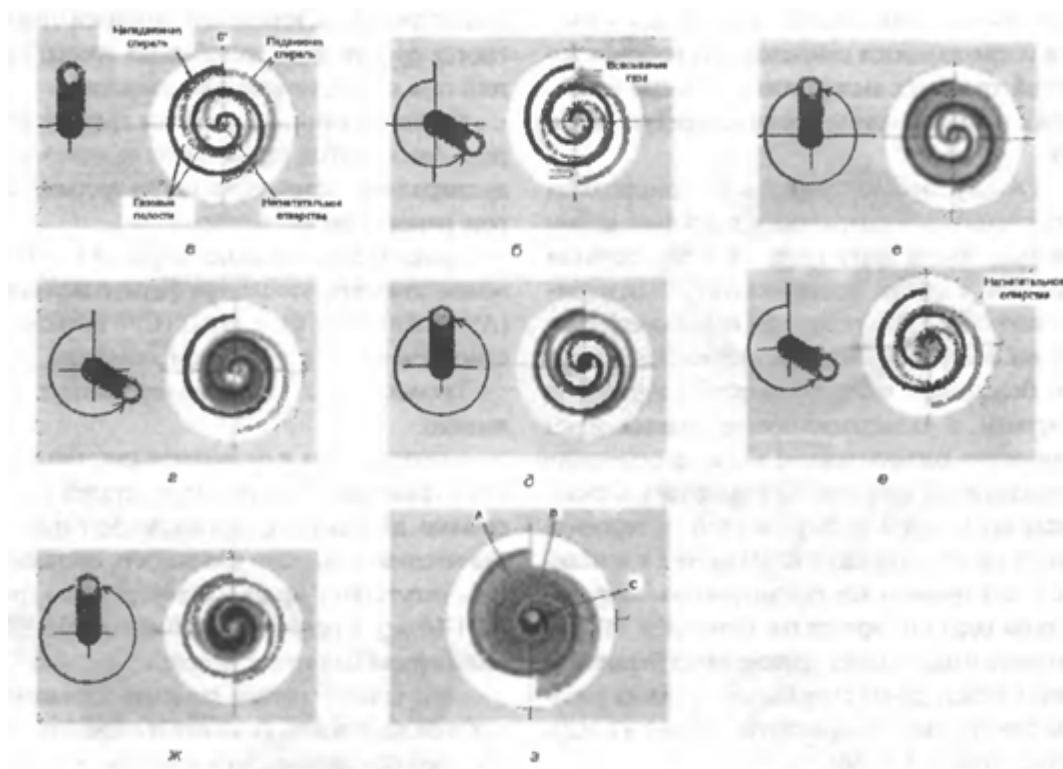


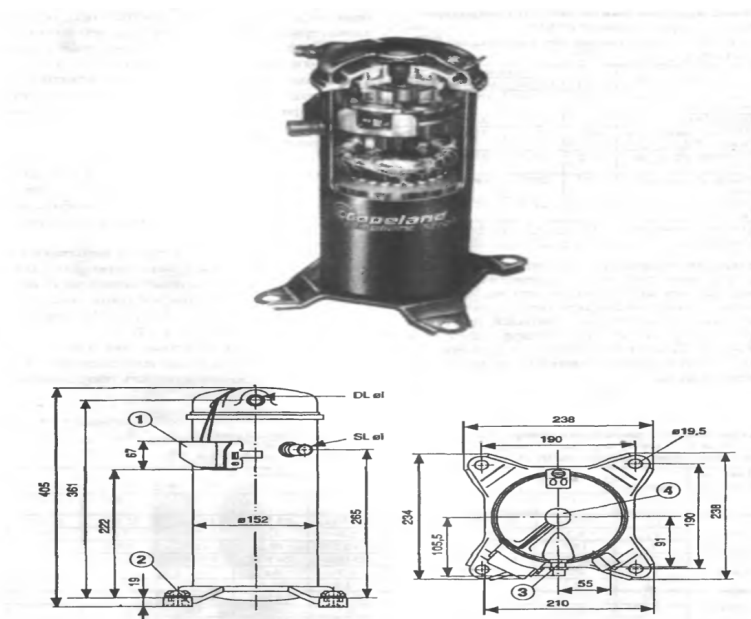
Рисунок 2. Принцип работы спирального компрессора

Такая система имеет ряд преимуществ, а именно:

- неподвижная и подвижная спирали заменяют примерно 15 подвижных деталей аналогичного двухцилиндрового компрессора, что значительно повышает надежность системы;
- отсутствует вредное пространство, в результате чего объемный КПД практически близок к единице;
- отсутствуют потери давления, адекватные потерям давления на клапанах поршневого компрессора при прохождении через них хладагента, из-за чего не снижается изотропный КПД;
- абсолютная симметрия полостей всасывания и сжатия, расположенных диаметрально противоположно, и центральный выхлоп сжатых газов обеспечивают свободную от пульсаций давления и шумов работу компрессора. Вследствие этого момент сопротивления вала чрезвычайно уравновешен и сопровождается очень слабыми циклическими пульсациями, которые не идут ни в какое сравнение с пульсациями вала поршневого компрессора. Эффективность работы спиральных компрессоров, так же как и винтовых, зависит от значения относительного объема V_1 действительная величина которого определяется таким образом, чтобы обеспечить максимум изотропного КПД в диапазоне степеней сжатия от 2,5 до 3,5.

Именно поэтому основным моментом, ограничивающим применение спиральных компрессоров, в настоящее время остается проблема регулирования производительности, которая для небольших значений холодопроизводительности, например, в кондиционерах, может быть решена либо путем изменения описываемого объема за счет изменения частоты колебаний подвижной спирали, либо с помощью установки двух подвижных спиралей, при отключении одной из которых производительность может меняться в отношении 2 к 1, либо, наконец, путем изменения скорости вращения приводного вала.

На рисунке 3 даны разрез и проекции общего вида спирального компрессора



1 — клеммная коробка; 2 — резиновые амортизаторы; 3 — обратный клапан; 4 — тепловая защита; SL — всасывающий патрубок, 3/4"; DL - нагнетательный патрубок, 1/2"

Рисунок 3 - Внутреннее устройство и габариты спирального компрессора модели ZR34K1 (Copeland), работающего на R22

Важны узлы компрессора, обеспечивающие орбитальное движение подвижной спирали и предотвращающие ее поворот вокруг собственной оси. Эти устройства имеют различное конструктивное оформление. В качестве противоповоротного устройства (ППУ) применяются: муфта Ольдгейма, поводковое, шестеренчатое и другие устройства.

Орбитальное движение подвижной спирали предъявляет специфические требования к конструкции упорного подшипника, который, помимо его прямого назначения, в ряде случаев может выполнять функции устройства, удерживающего спираль от вращения вокруг своей оси. Значительное количество трущихся деталей требует обильного смазывания и отвода теплоты трения, а одновременно и уплотнения щелей.

Спиральный компрессор может работать и как расширительная машина (детандер), если подвести к отверстию нагнетания сжатый газ. По этой причине после спирального компрессора необходимо предусматривать обратный клапан.

Спиральному компрессору в той или иной мере присущи все признаки роторных машин объемного принципа действия. Они мало чувствительны к изменению рода рабочего вещества, однако технико – экономические показатели этих компрессоров зависят в некоторой степени от рода газа. При работе на гелии или водороде вместо хладонов показатели их ухудшаются. Однако по этому признаку спиральные компрессора не классифицируются. По функциональному назначению спиральные машины подразделяются на спиральные компрессора общего назначения, холодильный и вакуумный насос, детандер (спиральная турбина) [1, 2].

По конструктивным признакам спиральные компрессоры подразделяются на: вертикальные и горизонтальные;

герметичные, бессальниковые и сальниковые. Применение того или иного типа зависит от назначения и условий эксплуатации, а также от рода сжимаемого вещества;

одинарные и двоянные. Одинарные имеют по одной подвижной и неподвижной спирали. У них неуравновешено осевое газовое усилие, действующее на неподвижную спираль; у двоянных имеется две неподвижные спирали, между которыми установле-

ны две подвижные спирали, имеющие общий эксцентриковый вал. В этом случае возможна полная уравновешенность по осевым газовым силам;

одно -, двух - и многоступенчатые;

с клапаном на нагнетании и без него;

маслозаполненные, сухого сжатия и с впрыском охлаждающей, в том числе быстроиспаряемой жидкости.

Спираль с орбитальным движением по окружности по типу профиля и по числу заходов разделяются на: спираль Архимеда; эвольвентную спираль;

одно-, двух- и многозаходные спирали.

В настоящее время в холодильной технике спиральные компрессоры используют в основном в бытовых и транспортных кондиционерах, тепловых насосах, холодильных машинах малой и средней мощности до 50 кВт. По мере совершенствования их конструкции и технологии изготовления их холодильную мощность можно существенно увеличить до 100 и более кВт [1, 2].

Библиографический список

1. Бараненко Н.Н., .И. и др. Холодильные машины.- СПб.: Политехника, 1997. – С.490 – 498.

2. Кочетова Г.С., Сакун И.А. Состояние и направление развития спиральных компрессоров.- Экспресс – информация. Серия ХМ-7.- М.:1988, с.1-11.

3. Папилин П.И. Основы теории специальных систем жизнеобеспечения. - Воронеж, ВУНЦ ВВС «ВВА», 2017, с.82 - 96.

4. Поливаев, О.И. Выбор оптимальных характеристик упругодемпфирующих приводов ведущих колес тракторов [Текст] / О.И. Поливаев, С.Н. Пиляев, А.Н. Беляев. Улучшение работоспособности деталей и узлов сельскохозяйственной техники // Воронеж, 1995. - С.31 - 38.

5. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.

6. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.

УДК 661.183.6/7

АНАЛИЗ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ АДСОРБЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОСУШКИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Игнатьев В.Г., к.т.н., доцент, заместитель начальника кафедры

Полухин Р.А., курсант

Кафедра криогенных машин, установок и электрогазовой техники
ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,

г. Воронеж, Россия

Божко А.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Представлен анализ свойств современных адсорбентов, применяемых для очистки и осушки атмосферного воздуха.

Summary: The analysis of the properties of modern adsorbents used for purification and drying of atmospheric air is presented.

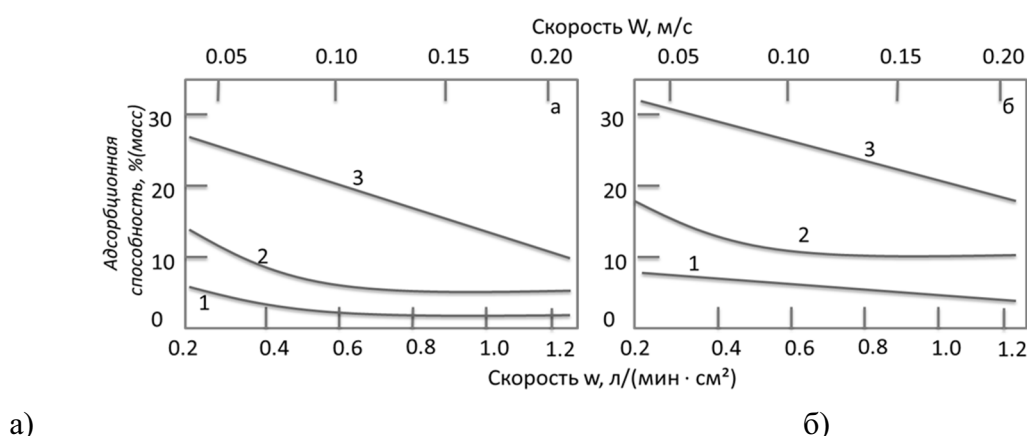
Ключевые слова: атмосферный воздух, силикагель, цеолит, сорбция.
Keywords: atmospheric air, silica gel, zeolite, sorption.

В современных промышленных установках для очистки и осушки атмосферного воздуха используют такие адсорбенты как силикагели и цеолиты.

Силикагели представляют собой твердые стекловидные прозрачные или матовые зерна насыпной плотностью в пределах $0,4\text{--}0,8\text{ г/см}^3$. В зависимости от формы зерна они делятся на две модификации: кусковой силикагель (зерна неправильной формы) и гранулированный силикагель (зерна сферической или овальной формы). В зависимости от характера пористой структуры кусковые и гранулированные силикагели делятся на крупно- и мелкопористые. Первые из них характеризуются средним радиусом пор 5 нм, а вторые – 1–1,5 нм. Промежуточную структуру составляют среднепористые силикагели.

Для осушки газа на промышленных установках наиболее эффективно применяется мелкопористый силикагель. Однако, следует учитывать, что мелкопористый силикагель быстро измельчается при наличии в газе капельной влаги, которая вызывает значительные напряжения в структуре гранулы как во время адсорбции, так и при регенерации. Более устойчив к пересыщенным влагой газам крупнопористый силикагель.

На рисунке представлена зависимость динамической адсорбционной способности силикагеля по влаге от размера зерна, скорости потока и содержания влаги в газе [1].



- а) осушка для «проскоковой» концентрации, соответствующей точки росы $t_p = -40^\circ\text{C}$;
 б) осушка для «проскоковой» концентрации, соответствующей точки росы $t = 0^\circ\text{C}$
 1 – крупнопористый силикагель; 2 – среднепористый силикагель; 3 – мелкопористый силикагель

Рисунок – Динамическая адсорбционная способность слоя силикагелей ($h=1\text{ м}$) при разной скорости потока

Кроме того, динамическая, адсорбционная способность силикагеля по влаге зависит от полноты регенерации, в свою очередь зависящей от температуры. В таблице 1 приводятся результаты исследования действия температуры регенерации на динамическую адсорбционную способность мелкопористого силикагеля при осушке до точки росы минус 40°C [2].

Таблица 1 – Результаты исследования действия температуры регенерации на динамическую адсорбционную способность мелкопористого силикагеля

Температура регенерации, °С	100	150	200	250	300	400
Шариковый силикагель (радиус пор 1 нм)	3,2	3,4	9,5	9,3	6,7	3,0
Гранулированный силикагель (радиус пор 1,4 нм)	0,1	3,9	6,6	6,3	5,1	2,8

Цеолиты подразделяют на две категории: природные цеолиты и синтетические цеолиты. Общая химическая формула цеолитов:



где Me – катион щелочного металла, а n – его валентность.

В природе в качестве катионов обычно в состав цеолитов входят натрий, калий, кальций, реже барий, стронций и магний. Кристаллическая структура цеолитов образована тетраэдрами SiO_4 и AlO_4 . Катионы компенсируют избыточный отрицательный заряд анионной части алюмосиликатного скелета цеолита.

Природные цеолиты с учетом общности их структурного строения объединены в группы. В таблице 2 приведена классификация природных цеолитов по структурному признаку с указанием идеализированного состава и размера окон [3,6].

Таблица 2 – Классификация природных цеолитов по структурному признаку

Структурные группы и цеолиты	Идеализированный химический состав	Число тетраэдров, образующих «окна»	Размер окон, нм
Группа натролита натролит эдингтонит	$\text{Na}_2(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	8	0,26–0,39
	$\text{Ba}(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	8	0,35–0,39
Группа шабазита шабазит гмелинит	$\text{Ca}_2(\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}) \cdot 13\text{H}_2\text{O}$	8	0,37–0,50
	$\text{Na}_2(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	12	0,69
Группа филлипсита филлипсит жисмондит	$(\text{K}, \text{Na})_5(\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32}) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	8	0,28–0,48
	$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	8	0,28–0,49
Группа морденита морденит дакиардит	$\text{Na}(\text{AlSi}_5\text{O}_{12}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	12	0,67–0,70
	$(\text{Na}_2\text{Ca})_2(\text{Al}_4\text{Si}_{20}\text{O}_{48}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	10	0,37–0,67

С 1964 года предприятия отечественной химической промышленности начали в промышленном масштабе выпускать цеолиты общего назначения: KA, NaA, CaA, CaX, NaX.

Структура цеолитов типа A состоит из больших и малых (содалитовых) адсорбционных полостей. Химическая формула цеолита NaA:



В состав элементарной ячейки входит одна большая и одна малая полость. Большая полость имеет практически сферическую форму диаметром 1,14 нм. Она соединена с шестью соседними большими полостями восьмичленными кислородными кольцами диаметром 0,42 нм и с восемью малыми полостями шестичленными кислородными кольцами диаметром 0,22 нм.

Объем большой полости составляет $0,776 \text{ нм}^3$. В ней при полном заполнении помещается 24 молекулы воды. Малая полость – также сферической формы, ее диаметр 0,66 нм, объем $0,150 \text{ нм}^3$.

Поскольку на каждую большую адсорбционную полость приходится одна малая адсорбционная полость, доля объема больших полостей составляет 0,84. Пористость кристалла составляет 50,2 %. Входы в малые адсорбционные полости цеолитов типа А настолько малы, что практически в них не проникают молекулы адсорбируемых веществ (кроме воды). Поэтому предельный адсорбционный объем кристаллита типа А, вычисленный из изотерм адсорбции паров, только в случае воды (0,325 см³/г) соответствует теоретическому объему кристаллов (0,334 см³/г).

Цеолиты типа А относятся к низкокремнистым формам. В них отношение SiO₂ : Al₂O₃ не выше 2. Кислотостойкость цеолитов последовательно повышается с увеличением этого показателя. Вследствие этого цеолиты типа А разрушаются в кислой среде. В состав цеолита входят катионы, являющиеся адсорбционными центрами, которые определяют в ряде случаев форму изотермы и избирательность адсорбции. В цеолите NaA отношение Na₂O : Al₂O₃ теоретически равно 1, а практически колеблется от 0,85 до 0,93. В одной элементарной ячейке находится 12 одновалентных катионов: восемь катионов натрия расположены в центре шестичленных кислородных колец, а четыре – на гранях вблизи восьмичленных кислородных колец.

Цеолиты типа X имеют в дегидратированном виде состав:



Мольное отношение SiO₂ : Al₂O₃ может изменяться от 2,2 до 3,3. Каждая большая полость имеет четыре входа, образованные 12-членными кислородными кольцами диаметром 0,8–0,9 нм. Вследствие этого структура цеолитов такого типа более открыта и доступна для поглощаемых молекул.

Объем большой адсорбционной полости цеолита NaX лишь незначительно отличается от объема соответствующей полости в цеолите NaA и равен 0,822 нм³. Малые полости имеют тот же объем, т.е. 0,150 нм³. Комплексы больших и малых полостей составляют элементарные ячейки. В каждой элементарной ячейке цеолита NaX содержится по 8 больших и 8 малых полостей. Элементарная ячейка содержит 192 иона алюминия и кремния, а также 384 иона кислорода; ее объем равен 7,776 нм³. Она вмещает 256 молекул воды. Поэтому предельный адсорбционный объем кристаллита типа X, вычисленный из адсорбционных измерений, близок к рассчитанному на основе геометрических размеров элементарных ячеек, т.е. 0,356 (NaX) или 0,362 (CaX) см³/г. Этим объясняется большая адсорбционная способность цеолитов типа X по сравнению с цеолитами типа А, достигаемая при относительно высоких степенях заполнения [4].

Основные свойства синтетических цеолитов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные свойства синтетических цеолитов

Наименование показателя	Характеристики цеолитов			
	NaA	CaA	NaX	CaX
Размер пор, ангстрем	около 4	5	9–10	8
Внутренняя удельная поверхность, м ² /г	750–800	750–800	1030	1030
Сорбирование веществ, в соответствии с величиной эффективного диаметра пор	вода, аммиак, сероводород, углекислый газ, метан, а также низшие (C2–C3) алкановые, диеновые и ацетиленовые углеводо-	вода, аммиак, сероводород, углекислый газ, метан, метил- и этилмеркаптаны, окись этилена, этиламин, диборан, а также	вода, аммиак, сероводород, углекислый газ, метан, метил- и этилмеркаптаны, окись этилена, этиламин, диборан, изопарафины и олефины, одно-	вода, аммиак, сероводород, углекислый газ, метан, метил- и этилмеркаптаны, окись этилена, этиламин, диборан, изопарафины и олефины, одно-

Наименование показателя	Характеристики цеолитов			
	NaA	CaA	NaX	CaX
	роды нормально-го строения и низшие спирты	нормальные углеводороды и спирты до C20	ядерные, много-ядерные простейшие и сложные нафтеновые и ароматические углеводороды и их производные, меркаптаны, тиофен, фуран, хинолин, пиридин, хлороформ, четыреххлористый углерод, фреоны, пентаборан, декаборан	ядерные и некоторые многоядерные простейшие нафтеновые и ароматические углеводороды, меркаптаны, тиофен, фуран, хинолин, пиридин, хлороформ, четыреххлористый углерод, фреоны, пентаборан, декаборан

Основываясь на приведенном выше анализе можно сделать вывод, что наиболее предпочтительным для очистки и осушки атмосферного воздуха в современных промышленных установках является цеолит NaX, который обладает рядом преимуществ, такими как высокая поглотительная способность, высокая и стабильная степень осушки, хорошие механические свойства.

Библиографический список

1. Мовсумзаде Э.М., Елисеева И.С., Савин Е.М. и др. Цеолиты – зарождение и пути их использования. Нефтепереработка и нефтехимия: Информ. сб. ЦНИИ Энефтехим, 1998. Вып. 2.
2. Регенеративные продукты нового поколения: технология и аппаратное оформление/ Н.Ф. Гладышев, Т.В. Гладышева, С.И. Дворецкий, С.Б. Путин, М.А. Ульянова, Ю.А. Ферапонтов. – Монография.– Изд. «Машиностроение», 2007.
3. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч. I. – С.-Пб.: АНО НПО «Профессионал», 2002. – 988 с.
4. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984.
5. Поливаев, О.И. Очиститель отработавших газов дизеля / О.И. Поливаев, В.А. Баибарин, А.В. Божко [Текст] // Тракторы и сельхозмашины. - 2007. - №6. - С.10.

УДК 658.012.011.56

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЕЛЬФЕРА

Афоничев Д.Н., д.т.н., заведующий кафедрой

Пиляев С.Н., к.т.н., доцент

Кафедра электротехники и автоматики

Беляев А.Н., д.т.н

Кафедра прикладной механики

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Разработана динамическая модель электропривода тельфера с учетом реальной механической системы и жесткости подъемного каната. Модель является универсальной, поскольку параметры асинхронного электродвигателя и механической части можно изменять в широких пределах.

Summary: A dynamic model of the electric hoist drive is developed taking into account the real mechanical system and the stiffness of the lifting rope. The model is universal, because the parameters of the asynchronous motor and the mechanical part can be changed within a wide range.

Ключевые слова: динамическая модель, электропривод, асинхронный электродвигатель, тельфер, переходный процесс.

Keywords: the dynamic model, electric drive, induction motor, hoist, the transition process.

Тельферы и кран-балки различных конструкций являются одним из основных механизмов ремонтных мастерских в сельском хозяйстве. На рисунке 1 представлена структурная схема простейшего тельфера. Она включает в себя приводной асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, который через упругую муфту подключается к механическому редуктору. На выходном валу редуктора находится барабан с подъемным тросом.

В современных условиях основным способом проектирования электропривода грузоподъемных, транспортирующих и технологических машин является построение их динамических моделей на основе математических моделей электродвигателя, системы управления и нагрузки двигателя [1, 2]. В классическом подходе нагрузка электродвигателя подъема груза представляется двухмассовой системой, где поступательное движение груза приводится к вращательному [1]. Однако характерной особенностью схемы рисунка 1 является то, что при подъеме или опускании груза при включении электродвигателя происходят достаточно большие колебания поднимаемого груза в вертикальной плоскости, что усложняет выполнение заданных операций. Эти колебания вызваны переходными процессами при пуске электродвигателя и наличием конечной жесткости в соединительной муфте и подъемном тросе [3, 4]. Для исследования процессов, происходящих в этом случае, необходимо построить более точную динамическую модель перемещения груза в вертикальной плоскости.

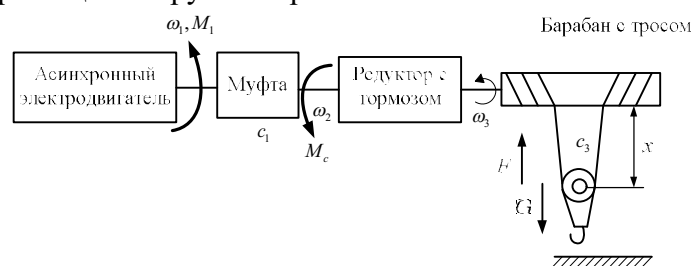


Рисунок 1 – Структурная схема тельфера с приводом от асинхронного электродвигателя

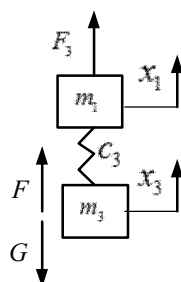


Рисунок 2 – Расчетная схема представления линейного перемещения груза

Представим груз и барабан в виде механической системы линейного перемещения, показанной на рисунке 2, где m_1 – приведенная к грузу масса канатного барабана, m_3 – масса груза, а канат представлен в виде пружины с жесткостью C_3 . К массе барабана приложена сила F_3 , обусловленная крутящим моментом с выхода редуктора $F_3 = M_3 / r$, где r – радиус барабана, м. На груз с одной стороны воздействует сила натяжения троса $F = c_3 \cdot (x_1 - x_3)$, а с другой – вес груза $G = m_3 \cdot g$, где g – ускорение свободного падения, м/с².

Уравнения динамики этой системы запишутся как

$$\begin{aligned} m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} &= F_3 - F; \\ m_3 \frac{d^2 x_3}{dt^2} &= F - G. \end{aligned} \quad (1)$$

Для упрощения задачи пренебрежем потерями и люфтами в соединительной муфте и механическом редукторе. В результате получим идеальное передаточное звено с коэффициентом редукции $i_p = \omega_3 / \omega_2$. Тогда частота вращения барабана запишется как $\omega_3 = i_p \cdot \omega_2$.

Для построения динамической модели электропривода тельфера с учетом системы уравнений (1) воспользуемся пакетом Matlab/Simulink [5, 6, 7], который является наиболее часто используемой информационной системой визуального «физического» моделирования. Термин «физическое» здесь означает то, что на экране строится схема исходной технической системы, где математическая модель каждого компонента скрыта за условным графическим обозначением, а последовательность их соединения отражает передачу информации или физических сигналов. Для этого в пакете Matlab/Simulink используется библиотека мультифизических компонентов Simscape [4].

На рисунке 3 представлена динамическая модель электропривода тельфера, построенная согласно принятым допущения.

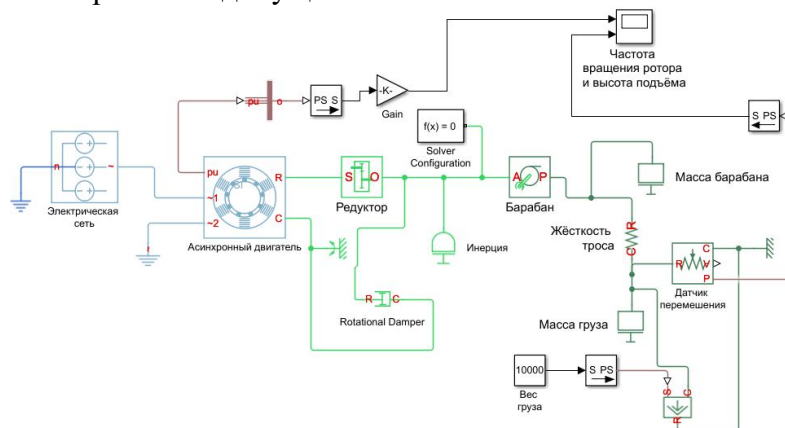


Рисунок 3 – Динамическая модель электропривода тельфера

Модель является универсальной, поскольку параметры асинхронного электродвигателя и механической части можно изменять в весьма широких пределах. На рисунке 4, в качестве примера, показаны кривые изменения частоты вращения электро-

двигателя и высоты подъема груза x_3 для шести полюсного электродвигателя мощностью 2,2 кВт при жесткости каната 10^7 Н/м.

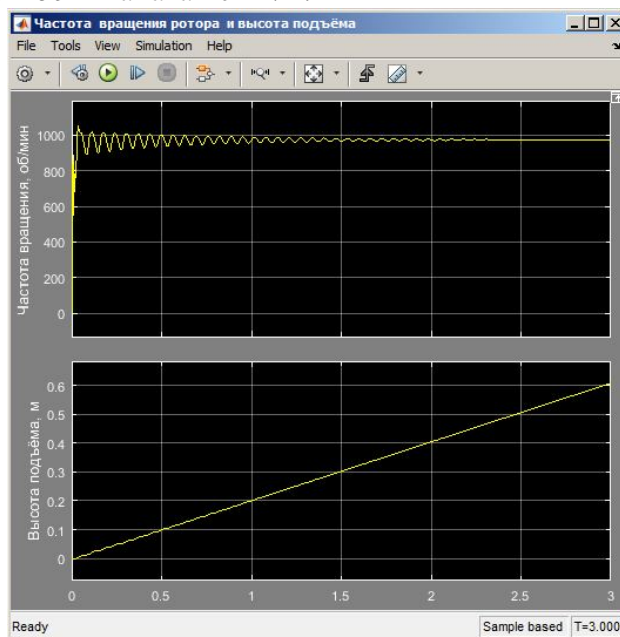


Рисунок 4 – Кривые изменения частоты вращения электродвигателя и высоты подъема груза

Нетрудно заметить, что во время пуска и разгона электродвигателя наблюдаются колебания груза в вертикальной плоскости. Одним из способов снижения колебаний груза и, соответственно, энергопотребления является применение в электроприводе тельфера устройств плавного пуска электродвигателя.

Библиографический список

1. Электропривод типовых производственных механизмов / Ю.Н. Дементьев и др. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 403 с.
2. Пиляев, С.Н. Динамическое моделирование сложных технических систем / С.Н. Пиляев, С.В. Кузьменко, И.И. Аксенов // Наука, образование и инновации в современном мире (НОИ-2019): матер. нац. научной конф. В 2-х ч., г. Воронеж, 17-18 апреля 2019 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – Ч. I. – С. 223–228.
3. Афони́чев, Д.Н. Математическая модель управляемого асинхронного электродвигателя / Д.Н. Афони́чев, 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: Воронежский ГАУ, 2017. – С. 10–15.
4. Еремин, М.Ю. Электротехника, электроника и электропривод / М.Ю. Еремин, Д.Н. Афони́чев, Н.А. Мазуха. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 165 с.
5. SIMULINK [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://matlab.ru/products/simulink>.
6. Афони́чев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве / Д.Н. Афони́чев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 122 с.
7. Афони́чев, Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве [Электронный ресурс] / Д.Н. Афони́чев, С.Н. Пиляев, И.И. Аксенов. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – 140 с. – <URL: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b107291.pdf>>.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ БУКСИРОВКИ И ЭВАКУАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Лазарев С.В., к.т.н., доцент, начальник кафедры

Полежаев А.С., курсант

ФГОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,

г. Воронеж, Россия

Поливаев О.И., д.т.н., профессор

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО

Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы развития средств буксировки и эвакуации воздушных судов на современном этапе. Обозначены проблемы буксировки поврежденных воздушных судов с помощью водителя и тягача, которыми являются следующее: невозможность буксировки и эвакуации воздушных судов с не вышедшей или надломленной передней стойкой самолета; большое количество обслуживающего персонала, как минимум 2-3 человека, для регулировки тягача и для сцепки и малая тяга на крюке при буксировке и др. Помимо этого, определены пути решения по данным вопросам при помощи универсальных устройств для буксировки и эвакуации воздушных судов, которые будут играть роль в итоговом процессе обеспечения безопасности полетов на аэродроме. Как показывает статистика, большинство авиационных инцидентов связано с выкатом воздушного судна за пределы ВПП. Для решения подобных вопросов эвакуации и сохранения воздушного судна в ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) разработано большое количество патентов направленных на создание различных средств и способов эвакуации. Среди них и перспективные тягачи, малогабаритные тележки, догружающие устройства, всевозможные способы буксировки и эвакуации и многое другое. Как пример, одним из методов повышения эффективности буксировки, не требующих значительных материальных затрат, является применение буксировочных устройств (тележек).

Abstract: The article considers the problems of towing and recovery of aircraft. Identified problems towing damaged aircraft using the driver and tractor, which are as follows: the impossibility of towing and recovery of aircraft from the title or a bruised Reed he will not a pillar of the aircraft; a large number of attendants, at least 2-3 person to adjust the tractor and for coupling and small thrust towing hook, etc. In addition, ways of solution on these questions with the help of universal devices for hauling and evacuation of the aircraft, which will play a role in the final process of aviation safety at the airport. Statistics show that the majority of aviation incidents linked to the path of an aircraft beyond the runway. To deal with such issues and the preservation of the evacuation of the aircraft in the AIR FORCE MILITARY TRAINING "VVA" (Voronezh) we developed a large number of patents aimed at creating various means and ways to escape. Among them and prospective movers, small carts, dogruzhajushhie device, all sorts of ways towing and recovery, and more. As an example, one of the methods of increasing the efficiency of towing, not requiring considerable expenses, is the application of towing devices (carts).

Ключевые слова: средства буксировки, эвакуация, воздушное судно, аэродром.

Keywords: a means of towing, evacuation, aircraft, airfield

В связи с интенсивным развитием авиационной техники в Воздушно-космических силах, внедрением новых поколений воздушных судов (ВС) поколения 4+

и 5-го поколения, реконструкцией и строительством аэродромов (в том числе и в Арктике), происходит широкое использование наземной авиационной специальной техники, а именно средств наземного обеспечения общего применения (СНО ОП). В нынешних условиях особое значение приобретает повышение эффективности применения всего комплекса средств аэродромно-технического обеспечения полётов, сокращение материальных и трудовых затрат на подготовку ВС к полётам, их обслуживание, хранение и сбережение [1].

Буксировка воздушного судна - это процесс, который в той или иной мере затрагивает многих участников, среди которых водители, техники или механики, буксировочная бригада, диспетчеры, представитель авиакомпании и другие.

Воздушные суда могут терять способность передвигаться по территории аэродрома или аэропорта, и причины этого могут быть самые различные — от инцидентов, связанных с выходом из строя передней стойки шасси, разрывом пневматиков колес или выкатыванием за пределы взлетно-посадочной полосы (ВПП), или рулежной дорожки (РД), до серьезных авиа происшествий, когда происходит частичное или полное разрушение ВС.

За последние 10 лет произошло 29 случаев выкатывания ВС российских ВКС и авиакомпаний за пределы ВПП. Два из них были связаны с необходимостью эвакуации широкофюзеляжных воздушных судов, что потребовало больших материальных затрат и времени (для примера - эвакуация Ил-86 длилась более суток).

Потерявшие способность двигаться воздушные суда, находящиеся на рабочей площади аэродрома или вблизи нее, создают серьезную проблему, из-за которой авиационные части несут временные потери связанные с боеготовностью авиационной части и сохранностью авиационной техники, а авиакомпании большие финансовые потери, связанные с необходимостью направлять находящиеся в полете ВС на запасные аэродромы, в результате чего аэропорты закрываются для приема воздушных судов, а пассажиры вынуждены испытывать неудобства в ожидании своего рейса.

В связи с этим возникает необходимость разработки специальных устройств и тягачей для буксировки неисправных воздушных судов. Однако основными проблемами буксировки поврежденных ВС с помощью водила и тягача является следующее:

- 1) невозможность буксировки и эвакуации ВС с не вышедшей или надломленной передней стойкой самолета;
- 2) большое количество обслуживающего персонала, как минимум 2-3 человека, для регулировки тягача и для сцепки;
- 3) малая тяга на крюке при буксировке и др.

Для решения второй и третьей проблемы промышленностью выпускаются аэродромные тягачи, для гражданских воздушных судов, выгодно отличаются от автомобильных тягачей, используемых в авиационных частях.

Главное их преимущество — повышенная тяга на крюке, что позволяет им буксировать практически все виды отечественных самолетов. Они имеют хорошую маневренность, которую создают поворотные оси колес. На тягачах применена гидромеханическая трансмиссия, что позволяет им надежно преодолевать силу инерции самолета в момент начала движения и тем самым плавно сдвигать самолет с места. Облегчение сдвига самолета, а также уменьшение вероятности пробуксовки тягача при буксировке самолетов по мокрой, заснеженной или обледенелой поверхности аэродрома обеспечивается за счет установкой на тягаче специального балласта, что увеличивает массу тягача и силу сцепления его колес с аэродромным покрытием.

Важной особенностью специальных тягачей является установка на них дополнительных кабин (передней и задней) для технического состава, который руководит буксировкой, при этом в задней кабине есть дублирование управления тягачом, что позволяет выполнять подъезд тягача к самолету с высокой точностью.

На сегодняшний день существует буксировщик, позволяющий снизить количество человек для обеспечения буксировки и сэкономить топливо самолета. Данный буксировщик (TaxiBot) буксирует самолеты от стоянки до взлетно-посадочной полосы, а управление тягачом выполняется из кабины самолета при выключенных авиационных двигателях [2,6,7,8]. Тем самым экономится, по данным компании Lufthansa, около 2,7 тысяч тонн топлива за год.



Рисунок 1 - Тягач TaxiBot

Новация в том, что специальная платформа для носового колеса в TaxiBot регистрирует все движения руля самолета, что позволяет эффективно управлять восемью колесами тягача. Таким образом, пилот управляет рулением тягача из кабины самолета в режиме «Pilot Control» с момента начала движения со стоянки и до тех пор, пока авиалайнер не выедет на взлетную полосу. В запуске авиационных двигателей нет необходимости до тех пор, пока тягач TaxiBot не отделится от воздушного судна.

Однако для решения первой проблемы не существует единых требований ни у промышленности, ни у военных заводов по изготовлению специальных устройств и буксировщиков для эвакуации воздушных судов.

На современном этапе в аэропортах имеются только стандартные передвижные аэродромно-транспортные тележки различной грузоподъемности, которые предназначены только для погрузки на них поврежденного фюзеляжа воздушного судна и транспортировки, и лишены универсальности.

А в авиационных частях эвакуация самолетов с такими повреждениями происходит и вовсе с погрузкой фюзеляжа самолета с помощью подъемного крана на прицеп.

Как показывает статистика, большинство авиационных инцидентов связано с выкатом воздушного судна за пределы ВПП. Для решения подобных вопросов эвакуации и сохранения воздушного судна в ВУНЦ ВВС «ВВА» (г.Воронеж) разработано большое количество патентов направленных на создание различных средств и способов эвакуации. Среди них и перспективные тягачи, малогабаритные тележки, догружающие устройства, всевозможные способы буксировки и эвакуации и многое другое. Как пример, одним из методов повышения эффективности буксировки, не требующих значительных материальных затрат, является применение буксировочных устройств (тележек).

Техническим результатом, который достигается предлагаемым устройством, является: поднятие передней стойки самолета над опорной поверхностью, что позволяет буксировать самолет с вышедшим из строя пневматиком или даже при

отсутствии колес передней стойки самолета, повышение тягово-сцепных качеств тягача за счет частичной догрузки его ведущих колес весом, приходящимся на переднюю стойку самолета, а также при установлении вместо колес на тележку пневмокатков (большого диаметра и (или) ширины), количество которых может быть увеличено, обеспечивается большая площадь пятна контакта, следовательно, снижается удельное давление на опорную поверхность, что позволяет буксировать самолет по поверхности малосвязанного грунта имеющего большой коэффициент сопротивления качению.

Предлагаемое устройство для эвакуации самолета содержит: тягач, тележку оборудованную колесами, количество которых может изменяться, в зависимости от состояния опорной поверхности и веса буксируемого самолета, изготовленную в виде несущей рамы и подвижной рамки оборудованной захватом взаимодействующим с передней стойкой шасси самолета, гидроцилиндра, гидравлическую систему тягача, позволяющую поднимать переднюю стойку шасси самолета над опорной поверхностью.

Данное устройство позволяет: буксировать самолет с поврежденным пневматиком и при отсутствии колес на передней стойке самолета, одновременно обеспечивать частичную догрузку ведущих колес тягача улучшая его тягово-сцепные качества, а при установке на нем пневмокатков с малым удельным давлением на опорную поверхность и буксировку по малосвязанному грунту на полевых аэродромах, имеющему большой коэффициент сопротивления качению, а также буксировку самолетов с большим взлетным весом.

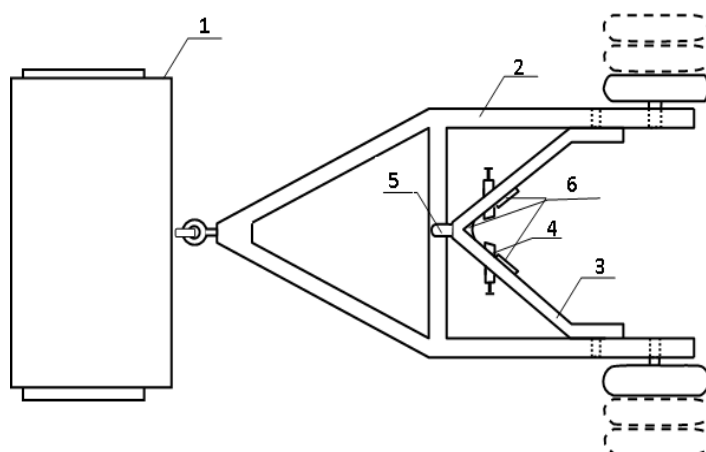
Заявляемое устройство изображено на рис.1 вид сверху; на рис 2.-вид сбоку; на рис. 3 принципиальная гидравлическая схема данного буксировочного устройства.

На рис. 1 и 2 изображено устройство для буксировки самолетов, включающее следующие элементы: тягач 1, несущая рама 2, подвижная рамка 3 с оборудованным на ней захватом 4 взаимодействующим с передней стойкой самолета 7, гидроцилиндр 5, демпферные резиновые подушки 6, сглаживающие возможные удары тележки о переднюю стойку самолета.

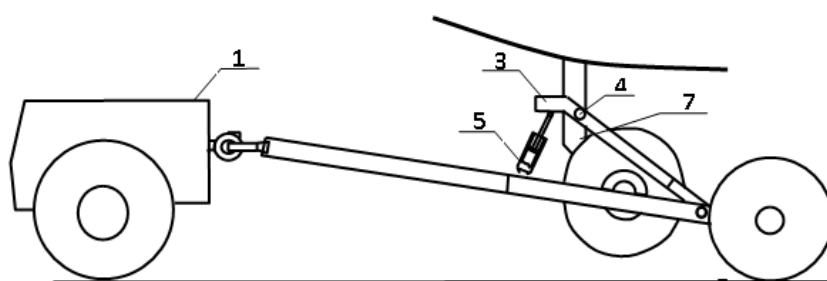
На рис. 3 изображена принципиальная гидравлическая схема устройства для буксировки самолётов, включающая следующие элементы: гидравлический силовой цилиндр 5, фильтры 16, манометры 12, 13, трехпозиционный электромагнитный клапан 15, гидравлический бак 14, гидравлический насос 10, перепускной клапан 17, обратный клапан 11.

Устройство работает следующим образом. Перед буксировкой тягач подъезжает к самолёту так чтобы передняя стойка самолета 7, оказалась возле вилкообразного захвата 4, находящегося на подвижной рамке 3, которая в свою очередь соединена с несущей рамой 2. Для предотвращения жестких ударов, на подвижной рамке 3 размещены демпферные резиновые подушки 6. После того как передняя стойка самолета окажется в нужном месте и будет произведен захват стойки, приводится в движение гидравлический насос 10, подающий под высоким давлением, величина которого определяется по манометру 13, гидравлическую жидкость из бака 14, к трехпозиционному электромагнитному клапану 15, с помощью которого производится управление гидравлическим силовым цилиндром при подъеме и опускании подвижной рамки 3. Регулировка догружающего усилия производится при помощи регулятора давления 17, выполняющего также функцию перепускного клапана. Контроль за величиной догружающего усилия осуществляется по манометру 12, тем самым достигается подъем передней стойки ВС и догрузка ведущих колес тягача, улучшая его тягово-сцепные качества. Для упрощения захвата передней стойки самолета на гидроцилиндре 5 смонтирована подвижная втулка 8, которая фиксируется

металлическим пальцем 9, при достижении штока гидроцилиндра упорной поверхности втулки.



а) – вид сверху



б) – вид сбоку

1 -тягач, 2 - несущая рама, 3 - подвижная рамка, 4 – захват, 5 - гидроцилиндр, 6 - демпферные резиновые подушки, 7 - передняя стойка самолета

Рисунок 2 - устройство для буксировки самолетов

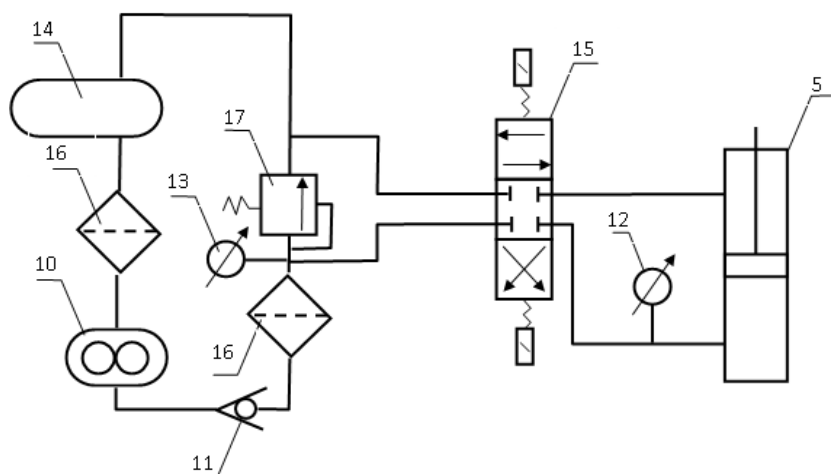


Рисунок 3 - Принципиальная гидравлическая схема устройства для буксировки самолётов

Но все эти разработки не имеют практического внедрения без соответствующего интереса, в первую очередь, со стороны Министерства обороны и поддержки со

стороны заводов и, наконец, государства. И сколько пройдет еще времени, прежде чем данный вопрос в России станет актуальным? Как гласит старая английская пословица: - «время покажет».

Библиографический список

1. Основы эксплуатации авиационной техники. Интернет-ресурс - <http://works.doklad.ru/view/yOm2pbWPfXk/all.html>.
2. Буксировка самолета. <https://www.aex.ru/docs/3/2015/3/2/2197>.
3. Патент ФРГ № 28124334, МКИ В64F1/22, опублик. 1978 г.
4. Международная заявка № 90/02080, РСТ(WO), МКИ ⁴ В64 F1/22, В60P3/11, Р.Ж. "Изобретения стран мира" № 9.-М.: 1990 г.
5. Международная заявка № 90/14269, РСТ(WO), МКИ ⁵ В64 F1/22, Р.Ж. "Изобретения стран мира" № 9.-М.: 1991 г.
6. Поливаев, О.И. Как улучшить тягово-сцепные свойства колесных тракторов / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин [Текст] // Сельский механизатор. - 2009. - №5. - С.6 - 7.
7. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.
8. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.

УДК 623.437.44 УРАЛ

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ АРМЕЙСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ УРАЛ-4320 И УРАЛ «МОТОВОЗ-М» ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА ФОРУМЕ АРМИЯ-2019

Сиденко В.А., курсант

Викулин С.В., зам. нач. кафедры

Кафедра эксплуатации и ремонта САТОП ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, Россия

Кузнецов А.Н., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье представлено сравнение узлов и агрегатов автомобиля Урал-4320 стоящего на вооружении с 1970-х годов и автомобиля Урал «МОТОВОЗ-М» представленного на форуме Армия-2019.

Abstract: The article presents a comparison of components and assemblies of the car Ural-4320 standing in service since the 1970s and the car Ural "MOTOVOZ" presented at the forum Army-2019.

Ключевые слова: Двигатель ЯМЗ, шасси, тяговитый дизельный двигатель, узлы, агрегаты, моторный отсек.

Keywords: YAMZ engine, chassis, traction diesel engine, components, assemblies, engine compartment.

Урал-4320 - грузовой автомобиль повышенной проходимости двойного назначения с колёсной формулой 6х6, производящийся на Уральском автомобильном заводе в Миассе (Россия), в том числе и для использования в вооружённых силах в семействе унифицированных армейских автомобилей «Суша» до 1998 года [1,4,5,6,7,8].

На сегодняшний день серия Урал-4320 производится с дизельными двигателями ЯМЗ мощностью 230—312 л. с. экологического класса от Евро-4. Размер шин - 14.00 R20 (370 R508). Модель ОИ-25 - выпускаемые заводами Кама, Росава. Модель Я-307М - выпускаемые заводами Белшина, Росава.

Производство грузовиков и шасси линейки «Урал-4320» было начато 17 ноября 1977 и фактически данная серия производится по настоящее время, хотя и в существенно модернизированном виде (рисунок 1).



Рисунок 1 - Армейский автомобиль Урал-4320

Основное отличие Урал-4320 от линейки карбюраторного Урал-375Д – экономичный и тяговитый дизельный двигатель. На 1986 год выпущено более миллиона грузовиков. Изначально Урал-4320 оснащался дизельным двигателем КАМАЗ-740, но в результате пожара на заводе двигателей КАМАЗ 14 апреля 1993 года, поставки данного двигателя сторонним производителям прекратились, и на Урал-4320 (а также всех последующих моделях и модификациях грузовиков Урал) стали устанавливаться двигатели ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 Ярославского моторного завода. Из-за образовавшегося дефицита дизельных двигателей некоторая часть Урал-4320 выпуска 1993—1994 гг. была вынужденно оснащена карбюраторным двигателем ЗИЛ-375, то есть фактически было продлено производство модели Урал-375Д, но с оперением моторного отсека типа 4320. Первоначально модификации с двигателем ЯМЗ-238 отличались внешне более длинным моторным отсеком, а машины с двигателем ЯМЗ-236 сохранили такой же моторный отсек, как у машин с двигателем КАМАЗ-740 (отличие – у машин с ЯМЗ-236 воздушный фильтр на правом крыле из-за иной, более плотной компоновки моторного отсека). С середины 2000-х все машины независимо от модели двигателя выпускаются с удлинённым моторным отсеком.

С середины 1990-х годов на Урал-4320 и Урал-5557 появился широкий бампер с фарами, а в крыльях, на старых местах крепления фар, появились пластиковые заглушки. Однако исключительно для нужд Министерства обороны, по специальному заказу, до сих пор поставляются машины с узким бампером и фарами в крыльях. С 1996 года начат выпуск облегченного двухосного (4x4) 4,2-тонного грузовика Урал-43206, конструктивно полностью идентичного трехосному Урал-4320.

Урал-43206 с бескапотной кабиной IVECO

В 2009—2014 гг. на автомобилях серии 4320 мелкосерийно устанавливали бескапотную кабину типа Iveco «Р» (производства СП «УралАЗ-ИВЕКО») с оригинальным скругленным интегральным стеклопластиковым капотным оперением (комплектации «-57» и «-58»). В дальнейшем такая кабина начала устанавливаться на шасси Урал-4320 и в бескапотном варианте. С переходом на двигатели стандарта Евро-4 на Урал-4320

начали применяться только современные дизели серий ЯМЗ-6565 и ЯМЗ-536.

В 2014 году с целью повышения надежности узлов и агрегатов шасси и увеличения пробега до капремонта серия Урал-4320 была модернизирована в серию «Урал-М» при сохранении кабины типа 4320 [2,9,10,11].

Осенью 2015 года серия «Урал-М» была модернизирована до серии Урал Next путём установки кабин нового поколения типа «ГАЗель Next» с оригинальным пластиковым оперением моторного отсека, а также рядом усовершенствованных узлов и агрегатов.

На армейском форуме Армия-2019 были приняты на снабжение и уже поступают в войска модернизированные автомобили Урал-4320 на базе семейства Урал-М получившие название Мотовоз-М (рисунок 2). Ярким отличием грузовиков Урал семейства «Мотовоз-М» от автомобилей «Урал-М» является каркасно-панельная кабина, предусматривающая возможность скрытого бронирования [3].

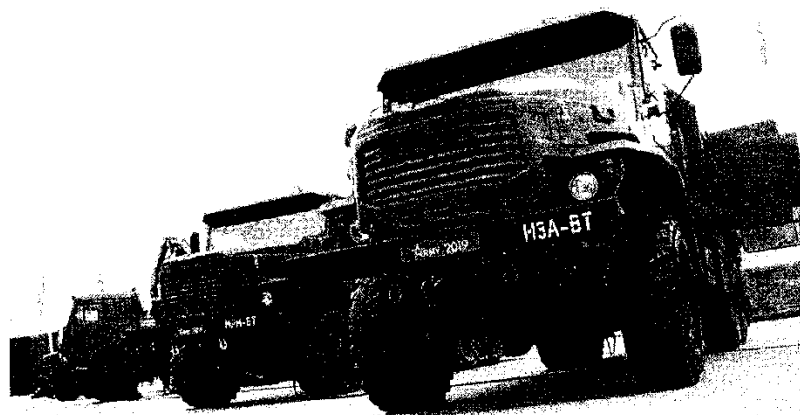


Рисунок 2 - Внешний вид Мотовоз-М

Автомобили повышенной проходимости «Мотовоз-М» по сути представляют собой дальнейшее развитие семейства 4320, имея аналогичную ходовую часть с зависимой подвеской и мостами собственного производства завода.

Главное отличие «Мотовоз-М» от классических грузовиков завода - кабина, полностью соответствующая современным требованиям российского министерства обороны. Она каркасно-панельная: металлический каркас с навешенными на него пластиковыми панелями. Элементы капота тоже изготовлены из пластика. Так что для «Мотовоз-М» не потребовалось закупать дорогостоящую штамповую оснастку. Вызывает некоторое удивление оснащение «Мотовоз-М» устаревшими ярославскими V-образными ЯМЗ-238, а не более современными ЯМЗ-536: видимо, выбор в их пользу сделан по причине полной локализации и сравнительно невысокой себестоимости.

На армейские уральские грузовики с односкатной ошиновкой начали устанавливать так называемые тактические колеса, то есть колеса, способные обеспечивать возможность движения автомобиля даже при проколе или пробитии шин. Такое колесо включает в свою конструкцию расположенный внутри шины алюминиевый облегченный диск и трехсегментную композитную вставку. Размерность колеса 20x10, максимальная скорость при движении на вставке 90 км/ч, дальность - 50 км с возможностью при необходимости увеличения до 100 км (рисунок 3).

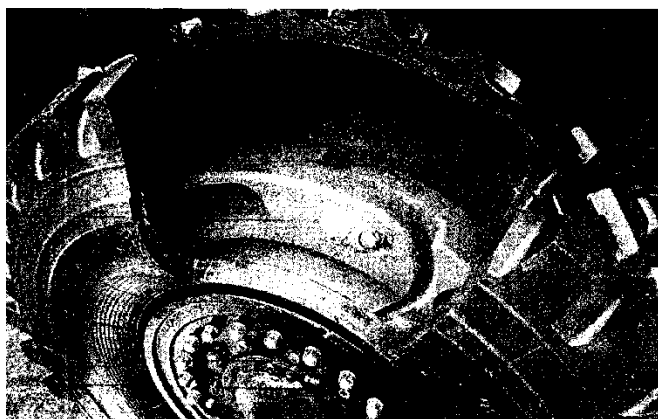


Рисунок 3 - Внешний вид тактического колеса

Таким образом, в данной статье было проведено сравнение узлов и агрегатов автомобиля Урал-4320 и автомобиля Урал «МОТОВОЗ-М» представленного на форуме Армия-2019.

Библиографический список

1. Автомобили КаМАЗ-5320 и Урал-4320 (В.И. Медведков, С.Т. Билык) - 1981 год
2. УРАЛ 43206-41 и его модификации. Руководство по эксплуатации 43206-3902035 РЭ
3. АРМИЯ-2019. Военная автотехника: новый призыв | Журнал СпецТехника и Коммерческий Транспорт
4. Гребнев, В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин.-М.: КНОРУС. 2013.- 259с.
5. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебник [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин // Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Воронеж, 2014- 319с.
6. Тракторы и автомобили. Конструкция: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Механизация переработки сельскохозяйственной продукции": учебное пособие для студентов обучающихся по направлениям агрономического образования [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, А.В. Божко. - М.: КНОРУС, - 2010. - 256 с.
7. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.
8. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.
9. Поливаев О.И. Эффективность использования упругодемпфирующего привода ведущих колес / О.И. Поливаев, А.В. Панков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008, №2 с.24-27.
10. Поливаев О.И. Упругодемпфирующий привод на колесных тракторах / О.И. Поливаев, Н.Е. Гусенко, А.С. Дурманов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1990. №3. С.53-55
11. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВХОДНОГО ПОТОКА ВОЗДУХА ДЛЯ ВОЗДУШНОГО ТРАКТА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Скрипкин В.В., к.т.н., доцент

Бруцкий Е.Ю., курсант

Кафедра криогенных машин, установок и электрогазовой техники
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Россия

Кузнецов А.Н., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрено моделирование процесса преобразования термодинамических параметров входного потока воздуха для воздушного тракта аэродромного кондиционера.

Abstract: The article describes the modeling of the conversion process of the thermodynamic parameters of the input air flow for the air path of the airfield conditioner.

Ключевые слова: процесс, уравнения материального и энергетического баланса, воздушный тракт, аэродромный кондиционер.

Keywords: process, equations of material and energy balance, air path, airfield conditioner.

В основе математического описания положены уравнения материального и энергетического баланса. Наиболее общий случай соединения ступеней предполагает возможности подачи на вход в i – ый элемент потоков из всех остальных элементов. На рисунке 1 схематично показано формирование потока на вход в i – ый элемент установки.

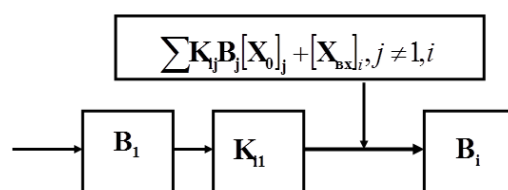


Рисунок 1 - Схема формирования потоков на входе в i – ый элемент установки

В основе математического аппарата лежат дифференциальные уравнения, полученные из баланса энергий и уравнения теплопередачи, имеющие вид, которые описывают изменение температуры [1,2,4,5]:

$$\begin{cases} \frac{dt_1}{dx} = -a_1(t_1 - t_2) \\ \frac{dt_2}{dx} = a_2(t_1 - t_2) \end{cases}, \quad (1)$$

где $a_1 = \frac{Lk}{c_1 G_1}$ и $a_2 = \frac{Lk}{c_2 G_2}$ - коэффициенты пропорциональности, k - коэффициент теплопередачи, c - удельная теплоемкость, G - расход,

t - температура теплоносителя, L - характерная ширина теплообмена, x - координата, определяющая поверхность теплообмена.

Запишем решение системы дифференциальных уравнений в виде $t_1(x) = \alpha e^{kx}$, $t_2(x) = \beta e^{kx}$, где α, β, k - неизвестные коэффициенты.

Решим характеристическое уравнение системы (2) и найдем k_1 и k_2 :

$$\begin{vmatrix} -a_1 - k & a_1 \\ a_2 & -a_2 - k \end{vmatrix} = 0, \quad (2)$$

$$(-a_1 - k)(-a_2 - k) - a_1 a_2 = 0 \Rightarrow a_1 a_2 + a_1 k + a_2 k + k^2 - a_1 a_2 = 0,$$

$$k^2 + (a_1 + a_2)k = 0 \Rightarrow k(k + a_1 + a_2) = 0, \text{ тогда } k_1 = 0 \text{ и } k_2 = -a_1 - a_2.$$

При $k = 0$:

$$\begin{cases} (-a_1 - k)\alpha + a_1 \beta = 0 \\ a_2 \alpha + (-a_2 - k)\beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -a_1 \alpha + a_1 \beta = 0 \\ a_2 \alpha - a_2 \beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -\alpha + \beta = 0 \\ \alpha - \beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \alpha = \beta.$$

Пусть $\alpha = 1 \Rightarrow \beta = 1$.

При $k_2 = -a_1 - a_2$ получим:

$$\begin{cases} (-a_1 - k)\alpha + a_1 \beta = 0 \\ a_2 \alpha + (-a_2 - k)\beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (-a_1 + a_1 + a_2)\alpha + a_1 \beta = 0 \\ a_2 \alpha + (-a_2 + a_1 + a_2)\beta = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a_2 \alpha + a_1 \beta = 0 \\ a_2 \alpha + a_1 \beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = -\frac{a_1}{a_2} \beta \\ \alpha = -\frac{a_1}{a_2} \beta \end{cases}.$$

Найдем фундаментальную систему решений дифференциальных уравнений (1).

Первое решение:

$$t_{11}(x) = \alpha_1 e^{k_1 x}, t_{21}(x) = \beta_1 e^{k_1 x},$$

$$t_{11}(x) = 1 e^{0x} = 1, t_{21}(x) = 1 e^{0x} = 1.$$

Второе решение:

$$t_{12}(x) = \alpha_2 e^{k_2 x}, t_{22}(x) = \beta_2 e^{k_2 x},$$

$$t_{12}(x) = 1 e^{-(a_1 + a_2)x}, t_{22}(x) = -a_1/a_2 e^{-(a_1 + a_2)x}.$$

Общее решение системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} t_1(x) = C_1 + C_2 e^{-(a_1 + a_2)x} \\ t_2(x) = C_1 - C_2 \cdot \frac{a_1}{a_2} e^{-(a_1 + a_2)x} \end{cases}. \quad (3)$$

На вход в первый элемент подается поток воздуха, который характеризуется набором признаков $[X_0]_1$, индекс «0» внутри квадратных скобок указывает на входные параметры, индекс «1» за квадратными скобками относится к номеру ступени. Процесс теплообмена, массообмена или их совместное протекание описывается матрицей процесса B , произведение которой на вектор входных параметров позволяет определить выходные параметры ступени $[X]_1 = B_1[X_0]_1$. Для указания направления движения потока после ступени сформируем матрицу коммутации K_{11} , элементы которой показывают доли потока из первой ступени в i -ю. Матричное произведение $K_{11}B_1[X_0]_1$ определяет параметры потока, подаваемого первого элемента в i -й [3].

Процесс теплообмена, массообмена и их совместное протекание описывается матрицей процесса В:

$$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Элементы матрицы В с использованием выражения (4), имеют вид:

$$\begin{aligned} b_{11} &= \frac{a_1}{a_2} + \exp(-(a_1 + a_2)x) \\ b_{12} &= 1 - \exp(-(a_1 + a_2)x) \\ b_{21} &= \frac{a_2}{a_1} (1 - \exp(-(a_1 + a_2)x)) \\ b_{22} &= (1 + \frac{a_2}{a_1} \exp(-(a_1 + a_2)x)) \end{aligned} \quad (5)$$

На вход в первую ступень подается поток воздуха, который характеризуется набором признаков:

$$[\mathbf{x}_0]_1 = \begin{bmatrix} t_1 \\ G_1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Выходные параметры ступени:

$$\begin{aligned} [\mathbf{x}]_1 &= \mathbf{B}_1 [\mathbf{x}_0]_1 \\ [\mathbf{x}]_{вых} &= \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t_1 \\ G_1 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (7)$$

Математическая модель позволяет определить выходные параметры воздуха: температуру, расход воздуха и давление. Данные параметры необходимы для конструирования модели воздухоочистительных систем для перспективного аэродромного кондиционера, эксплуатируемого в условиях применения оружия массового поражения.

Библиографический список

1. Евсина Е.М. Математическое моделирование систем очистки воздуха от различных токсикантов: сб. науч. ст. Изд-во АИСИ. Астрахань, 2007. С. 46 – 49.
2. Браиловская И.Ю. Явные разностные методы расчета отрывных течений вязкого сжимаемого газа. Вып. IV (Вязкие течения сжимаемого газа). М.: МГУ, 1971. 165с.
3. Рахматуллин Х.А. и др. Газовая динамика. М.: Высшая школа, 1965. 230с.
4. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Larionov A.N., Belyansky R.G., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042082.
5. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 C. 042083

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ БЛОКА РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ СТАНЦИЙ

Водопьянов Ю.И., преподаватель

Коркищенко А.В., курсант

Кафедра Криогенных Машин, Установок и Электрогазовой Техники Военного
учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-Воздушная академии имени
профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Россия

Ведренский О.С., старший преподаватель

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассмотрен вариант автоматизации блока разделения воздуха газодобывающих станций.

Summary: Automation of the air separation unit.

Ключевые слова: механизм, автоматика, вентиль.

Keywords: Mechanism, automation, valve.

В статье рассмотрен вариант автоматизации блока разделения воздуха газодобывающих станций.

Многолетний опыт эксплуатации и отзывы персонала газодобывающих станций типа АКДС-70М2 и ТКДС -100В призывает и позволяет ввести элементы автоматизации процессов регулирования и управления запорной, регулирующей арматуры вышеперечисленных установок.

В блоке разделения газодобывающих станций АКДС-70М2 и ТКДС -100В имеются дроссельные и запорные вентили, регулирующие процессы разделения воздуха на составляющие. И в зависимости от режима работы блоков разделения данные дроссельные и запорные вентили находятся в различных положениях (регулирующих оборотах). Штатная работа блока разделения воздуха (БРВ) позволяет «многократно запомнить» эти положения, для последующего «многократного» применения. То есть запомнить это положение и перевести автоматически дроссельные и запорные вентили в требуемое положение в зависимости от режима работы БРВ.

Для этих целей предлагается применить «Устройство запоминания режимов» БРВ на основе задатчика механического запоминания режимов. В стабилизирующих регуляторах параметры задатчика остаются неизменными в течение длительного времени, в результате чего обеспечивается поддержание регулируемой величины на постоянном заданном уровне, т.е. применить стабилизирующий регулятор плавного действия- задатчик [1].

В регуляторах плавного действия величина регулирования может принимать любые значения в пределах между максимальным и минимальным. Так, регулирующий вентиль, приводимый в движение электрическим исполнительным механизмом, может плавно изменять расход (поток) газа.

Задатчик в данном случае имеет исполнительный механизм, показан на рис. 1 и регулирующий орган. Задатчики представляют собой элементы связи между персоналом и регулятором, прибором. При необходимости изменить настройку (установку), настройку осуществляют вручную. Задатчики используются со шкалами настройки.

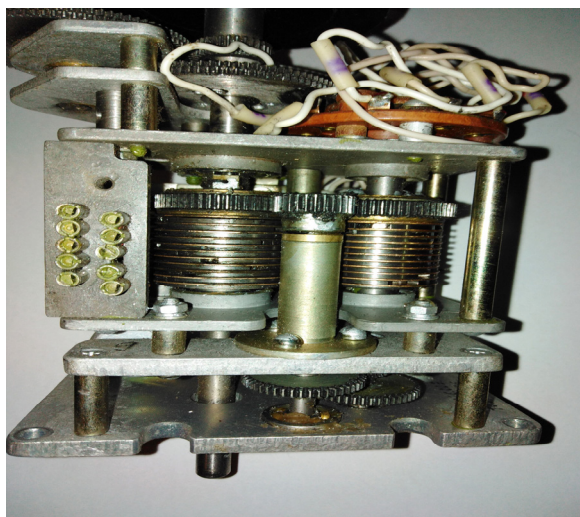


Рисунок 1- Исполнительный механизм.

Исполнительный механизм электродвигательного исполнения - это устройство, преобразующее сигнал отклонения в механическое перемещение и служащее для перемещения регулирующего органа. Исполнительные механизмы электромеханические, обеспечивают вращательное и поступательное движение выходного элемента. Эти механизмы предназначены для двухпозиционных систем регулирования. Данные механизмы относят к классу реверсивных механизмов постоянной скорости с плавной характеристикой. Привод осуществляется от электродвигателя-редуктора, поэтому основным типом является исполнительный механизм с вращательным движением выходного вала. Исполнительный механизм может быть однооборотным, если угол поворота выходного вала $0 \leq \alpha \leq 360^\circ$, и многооборотным, если угол $\alpha > 360^\circ$.

Электродвигатель через редуктор приводит во вращение выходной вал. К двигателю подходят одна или две линии питания, которые обеспечивают прямое и обратное вращение: при включении одной из них выходной вал вращается в одном направлении, при включении другой — в обратном.

Во избежание перегрузки привода и его выхода из строя в состав исполнительного механизма может входить муфта, которая выключит двигатель при достижении предельного момента на валу.

Требуемый угол поворота устанавливается предварительной ручной настройкой положения данного дроссельного и запорного вентиля, отключающим двигатель при достижении заданного положения вала. Это устройство можно использовать для дистанционного указания положения вала.

Управление работой исполнительного механизма осуществляется переключателем режимов работы БРВ, при переключении которого двигатель включается в то или иное направление вращения до заранее определенного нами положения.

Выходным элементом механического исполнительного механизма является шток, совершающий поступательное перемещение. Вид регулирующего органа, используемого в системе автоматического регулирования, зависит от выполняемых функций. Это могут быть устройства, изменяющие расход воздуха (газа) через тот или иной трубопровод, и т. д. Изменение расхода воздуха (газа), протекающего через трубопровод, достигается изменением проходного сечения регулирующего органа и связанного с ним перепада давления.

Предлагаемое «Устройство запоминания режимов» является пассивным полуавтоматическим, поскольку предварительная настройка на одно из 10 заданных режимов осуществляется оператором БРВ вручную, по показателям приборов на БРВ. Электри-

ческая схема упрощенно представлена на рис 2. После настройки положение органов управления БРВ «запоминается» в «Устройствах запоминания режимов-1, 2....» и с помощью контактных замыкателей «Переключателя режимов БРВ». Включение автоматики происходит при подаче напряжения питания на один из входов «Устройства запоминания режимов». Для запуска режима автоматической настройки необходимо установить «Переключатель режимов» на соответствующие входы системы автоматической перестройки. Управление перестройки осуществится подачей напряжения на одну из клемм «Устройства запоминания режимов-1, 2....».

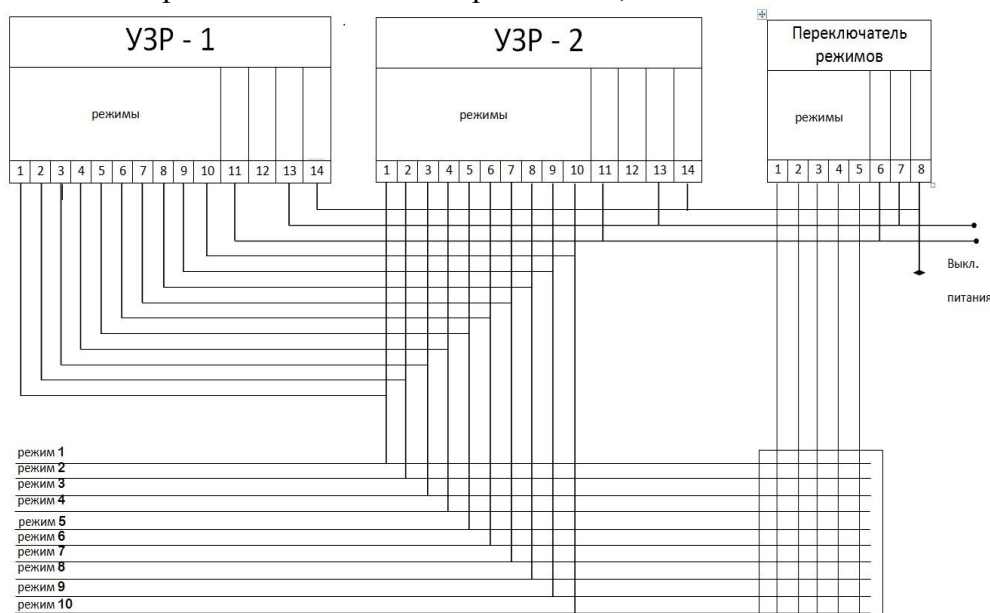


Рисунок 2. Электрическая схема «Устройства запоминания режимов»

Для задания необходимых режимов «Устройства запоминания режимов» необходимо выполнить следующие мероприятия:

- переключатель «Переключатель режимов 1-10» установить в требуемое положение работы дроссельного и запорного вентиля БРВ;
- расфиксировать зажим рукоятки настройки дроссельного и запорного вентиля БРВ;
- на колодке запоминания поддиапазонов регулирования установить контактный замыкатель в соответствии с режимом работы БРВ;
- отрегулировать БРВ по показаниям приборов необходимого режима БРВ;
- зафиксировать зажим рукоятки настройки вентиля;
- если необходимо - повторить операцию для каждого из 10 фиксированных положений.

В дальнейшем при выборе переключателем «Переключатель режимов 1-10» соответствующего положения вентилях перестройка БРВ будет осуществляться автоматически. Максимальное время перестройки (регулирования) или перевода БРВ – не более 20-30 секунд. Таким образом применение данного устройства позволит оператору БРВ в автоматическом режиме осуществлять регулировку или перевод БРВ. Это может позволить устранить ошибки регулирования и перевода БРВ на различные режимы работы газодобывающей станции, сэкономить время регулирования и перевода БРВ.

Библиографический список

1. Малафеев Р.С. Основы автоматики и системы автоматического управления.- Академия, 2010, с.200

ПОВЫШЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИЗЕЛЕЙ

Лиховидов Д.В., к.т.н., доцент

Мартыщенко К.В., курсант

Кафедра автомобильной подготовки ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора
Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина», г. Воронеж, Россия

Божко А.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье проведен анализ производства и применения топлив, изготавливаемых из растительных масел. Приведены некоторые результаты испытаний отечественно двигателя на биодизельном топливе.

Summary: The article analyzes the production and use of fuels made from vegetable oils. Some results of tests of the engine on biodiesel fuel are given.

Ключевые слова: биодизельное топливо, дизельный двигатель, топливная экономичность.

Keywords: biodiesel, diesel engine, fuel efficiency.

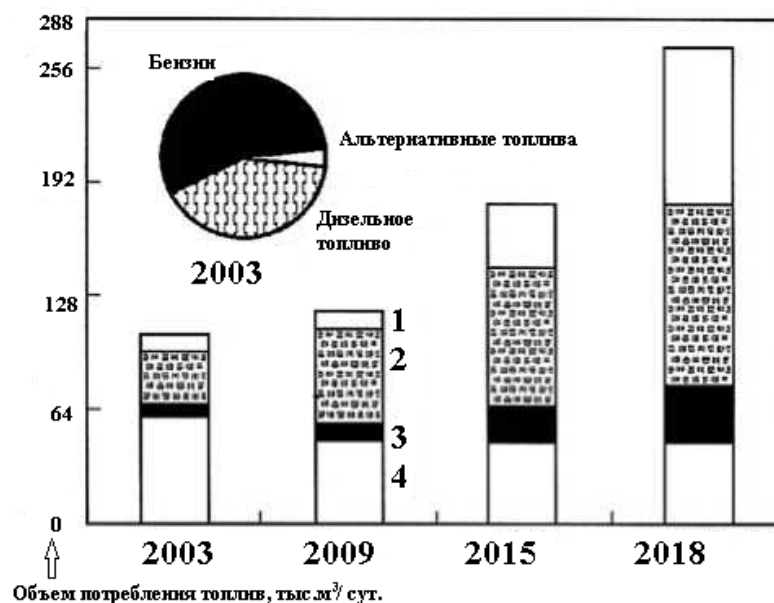
Постепенное уменьшение мировых запасов нефти наряду с нарастающим дефицитом нефтепродуктов и как следствие повышение цен на автомобильные топлива вынуждают производителей двигателей внутреннего сгорания (ДВС) искать им замену. Также ужесточающиеся требования к токсичности отработавших газов двигателей являются дополнительной причиной интенсивных поисков альтернативных энергоносителей. Важность этой проблемы подтверждается растущими выбросами CO₂ в окружающую среду, значения которых достигло в настоящее время 25 млн. т в год, а к 2020 г. ежегодные выбросы CO₂ в окружающую среду достигнут 35 млн. т [1].

Европейским союзом к 2020 году планируется перевести на альтернативные топлива около четверти (23 %) всего автомобильного парка. Наиболее перспективными альтернативными источниками энергии ДВС являются различные синтетические топлива, биодизельное топливо (топливо Biodiesel), биоэтанол, биогаз и водород [2,6,7,8]. В Европе биодизельное топливо производится в основном из рапсового масла (84 % метилового эфира рапсового масла МЭРМ), 13 % составляет метиловый эфир подсолнечного масла (МЭПМ) и по 1 % - сложные эфиры, производимые из соевого масла, пальмового масла и остальных масел [1].

На рисунке 1 представлен прогноз мирового использования альтернативных топлив, в том числе из возобновляемых источников энергии.

На сегодняшний день в качестве топлива для дизелей все более широкое применение находят топлива, изготавливаемые из растительных масел [2,9,10]. Это связано с несложным, недорогим и экологичным процессом получения растительных масел, а также приемлемой воспламеняемостью в условиях камеры сгорания дизеля с малым выделением CO₂ (столько же CO₂, сколько растения, являющиеся сырьем для производства биотоплива, поглотили из окружающей среды за период их выращивания).

Одним из важных факторов использования растительных масел в качестве топлив для дизелей является их хорошие экологические качества, такие как высокая биоразлагаемость (разлагаются в течение нескольких недель), малое содержание серы и полициклических ароматических углеводородов, большое количество атомов кислорода (от 10 до 12 %, которые позволяют снизить выбросы в атмосферу продуктов неполного сгорания топлива).



- 1 - синтетические топлива
(продукты переработки по технологии GTL-gas to liquid);
2 - этанол; 3 - биодизельное топливо (метиловый эфир рапсового масла);
4 - МТБЭ (метил-трет-бутиловый эфир) и др.

Рисунок 1 - Прогноз мирового использования альтернативных топлив

В дополнение необходимо отметить, что себестоимость производства топлив растительного происхождения (рапсовое масло, метилового эфира рапсового масла, биоэтанолов и т.д.) варьируется от 0,5 до 0,98 евро/литр. Эти цифры также подтверждают целесообразность внедрения такого вида топлива на автомобильный транспорт.

В настоящее время производство биодизельного топлива в мировых масштабах стремительно растет. На рисунке 2 представлено производство биодизельного топлива, где наглядно видно, что в 2005 г. его производство в странах Европы составляло около 3,2 млн т [2], когда как в 2010 г. в было произведено уже около 18 млн. т. биодизельного топлива и в последующие годы это производство только наращивает темпы. В общемировом масштабе динамика производства такого топлива растет с большим показателем.

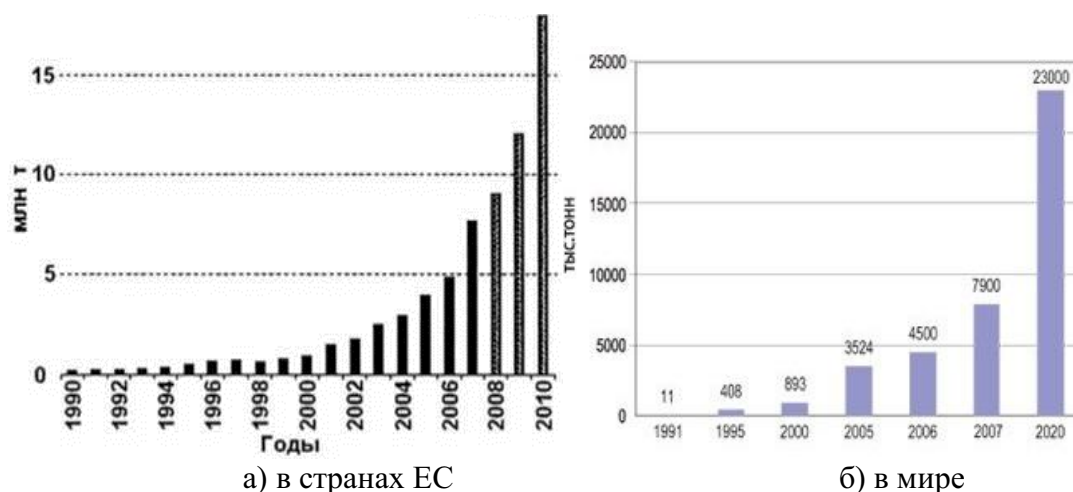


Рисунок 2 - Динамика производства биодизельного топлива.

В России в 2006 г. было открыто опытное производство, которое производило около 20 тыс. тонн биодизельного топлива [3]. Выпущенный ГОСТ Р 52368—2005 «Топливо дизельное ЕВРО» установил норму содержания 5 % биодизельного топлива в ДТ.

В Российской Федерации наиболее распространенным растительным маслом является подсолнечное масло, поэтому его использование для производства биотоплива является привлекательным. Еще одним аргументом для производства биотоплива является большое наличие площадей для засева масляничных культур. На рисунке 3 представлено наличие пахотных земель в России и некоторых других государств [4].

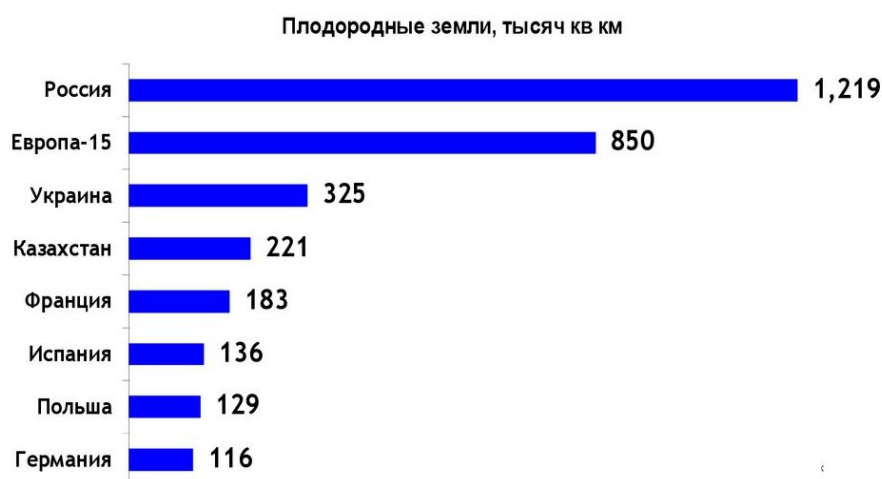


Рисунок 3 – Наличие пахотных земель

В тоже время в России пока не существует единой государственной программы развития биодизельного топлива. Министерство сельского хозяйства России разработал законопроект, согласно которому в России будут созданы условия для развития сектора биоиндустрии. В ведомстве полагают, что потенциально в России можно ежегодно производить до 5,5 миллиона тонн растительного масла, из них 2,5 миллиона тонн использовать внутри страны как биотопливо [4].

Согласно планам министерства до 2020 году в России биотопливо должно увеличить свою долю на рынке до 8 % и составить 6–6,5 млн. тонн.

Интерес к масличным в России продолжает расти, что подтверждает дальнейшее увеличение посевных площадей в сезоне 2018/19 годов до 13,9 млн. га, что на 11% выше прошлогоднего уровня.

Вопрос о применении смесей МЭПМ и ДТ в качестве топлива для отечественных транспортных дизелей является недостаточно изученным. Для подтверждения возможности использования этих смесей в качестве моторного топлива проведены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С (4ЧН 11/12,5) Минского моторного завода, устанавливаемого на грузовые автомобили ЗИЛ-5301 "Бычок". Некоторые положения испытаний представлены в работе [5].

Исследовались ДТ и его смесь с метиловым эфиром подсолнечного масла, содержащая 95 % ДТ и 5 % МЭПМ. Некоторые физико-химические свойства ДТ и указанной смеси, а также свойства МЭРМ и МЭПМ представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические свойства топлив

Физико-химические свойства	Топлива			
	ДТ	МЭРМ	МЭПМ	95 % ДТ + + 5 % МЭПМ
Плотность при 20 °С, кг/м ³	830	877	886	833
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм ² /с	3,8	8,0	7,0	4,5
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42 500	37 800	37 200	42 200
Цетановое число	45	48	47	—
Температура самовоспламенения, °С	250	230	—	—
Температура помутнения, °С	-25	-13	-13	—
Температура застывания, °С	-35	-21	-17	—
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,3	12,67	12,53	14,23
Общее содержание серы, % по массе	0,20	0,002	—	—

Анализ представленных свойств в таблице показывает отличительную особенность МЭПМ, выраженную в более тяжелом фракционном составе, поэтому МЭПМ отличается от ДТ большими значениями плотности и вязкости. Биотопливо, содержащее 95 % ДТ и 5 % МЭПМ, также имеет повышенные плотность и вязкость, но эти его свойства более близкие к аналогичным свойствам ДТ. Указанные отличия физических свойств сравниваемых топлив влияют на параметры процесса топливоподачи дизеля и, следовательно, на показатели топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля, работающего на указанных топливах.

Библиографический список

1. Девянин, С. Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей [Текст] / С. Н. Девянин, В. А. Марков, В. Г. Семенов. - М.: Издательский центр, ФГОУ ВПО "МГАУ им. В. П. Горячкина", 2008. - 340 с.
2. Работа дизелей на нетрадиционных топливах: учебное пособие [Текст] / В. А. Марков, А. И. Гайворонский, Л. В. Грехов и др. - М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2008. - 464 с.
3. Биоэнергетика: Мировой опыт и прогнозы развития [Текст] / Л. С. Орлик, Н. Т. Сорокин, В. Ф. Федоренко и др. Под ред. В. Ф. Федоренко. - М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2008. - 404 с.
4. Материалы интернет - ресурса www.biotoplivo.ru, дата обращения 13.09.2019.
5. В. Нечаев. Соперник солярки диметиловый эфир (ДМЭ), материалы интернет - ресурса <http://www.gruzovikpress.ru/>.
6. Larionov A.N. Acoustic researches of liquid crystals and prospects of their application in electronic devices of automobile / Larionov A.N., Polivaev O.I. Larionova N.N., Kuznetsov A.N., Gorban L.K., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042060.
7. Polivaev O.I. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Larionov A.N., Belyansky R.G., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. C. 042082.

8. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 C. 042083

9. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.

10. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.

УДК 621.574.041

СПОСОБЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПАРОЭЖЕКТОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Маслов В.А., к.т.н., доцент

Маслов Д.Д., курсант

Кафедра криогенных машин, установок и электрогазовой техники ВУНЦ
ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»,
г.Воронеж, Россия

Лощенко А.В., ассистент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в данной статье рассмотрены вопросы автоматизации пароэжекторных холодильных установок с целью повышения их энергоэффективности.

Summary: this article discusses the issues of automation of steam ejector refrigeration units with the aim of increasing their energy efficiency.

Ключевые слова: кондиционирование, холодильная машина, энергоэффективность, окружающая среда, температура, автоматизация.

Keywords: conditioning, conditioning system, power efficiency, enviroment, temperature, automation.

Вопросы хранения сельскохозяйственной продукции в последние десятилетия постоянно возникают в связи с глобализацией экономики ведущих и развивающихся стран. Следствием глобализации является увеличение количества наименований сельскохозяйственной продукции, поставляемой для потребления населению, что в свою очередь ведет к повышению требований к холодильным установкам, обеспечивающим условия хранения.

Для удешевления стоимости продукции сельскохозяйственного назначения необходимо: во-первых, обеспечить оптимальные условия хранения (для исключения перехода продуктов в некачественное состояние), во-вторых, максимально снизить затраты на работу холодильных установок.

Наиболее приемлимыми с точки зрения экономичности работы являются пароэжекторные холодильные установки, которые относятся к классу теплоиспользующих холодильных машин. Основным преимуществом данного типа машин является принцип получения в них холода за счет использования теплоты греющих источников (низкопотенциальной энергии), а также использование дешевого хладагента (воды) Для привода насосов в ПЭХМ необходимо небольшое количество электроэнергии, которое практически не учитывают в их тепловых балансах, повышая их эффективность. За последние годы интерес к пароэжекторным холодильным машинам значительно возрос в

связи с настоятельной необходимостью более полного использования теплоты, создания безотходной технологии производства, экономии топливно-энергетических ресурсов. В соответствии с этим увеличился объем исследований в области процессов и схем парожекторных машин и значительно расширился диапазон применения этих машин в промышленности [1].

В парожекторных машинах через испаритель циркулирует охлажденная вода, являющаяся одновременно рабочим телом и хладоносителем. Охлаждение воды происходит путем ее испарения, при этом скрытая теплота парообразования отводится от основной массы воды, поступающей в испаритель через регулирующий вентиль. Из конденсатора в испаритель возвращается конденсат, компенсирующий испарившуюся часть воды. Поскольку рабочим телом парожекторных холодильных машин служит вода, в них можно получить относительно высокие температуры (не ниже $5\div 7^{\circ}\text{C}$). Для получения 1000 ккал холода необходимо испарить 1,68 кг воды, однако при глубоком вакууме, который приходится поддерживать в испарителе парожекторной машины, удельный объем паров резко возрастает (при $+5^{\circ}\text{C}$ он составляет 147, $\text{м}^3/\text{кг}$) [2].

Однако необходимо отметить и недостатки парожекторных холодильных установок. Во-первых, требуется поддержание в испарителе установки вакуума для снижения температуры кипения воды, во-вторых, непостоянство температурного уровня источников низкопотенциальной энергии (ветровая энергия, солнечная энергия) и греющих источников (выбросы котельных, производств). Эти недостатки повышают затраты, снижают энергоэффективность холодильной установки и повышают конечную стоимость сельскохозяйственной продукции.

Оптимизировать работу холодильных установок теплоиспользующего типа вполне способна система комплексной автоматизации, которая при относительно небольших вложениях на закупку, установку и обслуживание обеспечит повышение безопасности работы холодильной машины, увеличение удельной холодопроизводительности, устойчивость и бесперебойность работы и снижение конечной стоимости продукции [3].

Система комплексной автоматизации парожекторной холодильной установки включает в себя три узла: измерительный, анализирующий и исполнительный. В измерительном узле основным прибором является расходомер, который определяет расход рабочего пара, проходящего по трубопроводу от парогенератора к эжектору. Оптимальный расход рабочего пара обеспечивает достаточную скорость его движения в эжекторе, и, соответственно, увлечение за собой холодного пара и устойчивое разрежение в испарителе до давления 1 кПа, что снижает температуру кипения хладагента (воды) до $6,7^{\circ}\text{C}$. При отклонениях расхода от оптимального в меньшую сторону вакуум в испарителе будет недостаточен, и температура кипения хладагента снизится, что приведет к нарушению условий хранения продукции. При высоком расходе рабочего газа снижается энергоэффективность холодильной установки (повышается стоимость единицы холода). Анализирующий узел сравнивает действительный и оптимальный расходы рабочего газа и передает команду на исполнительный узел: автоматический регулирующий вентиль и теплоаккумулятор. В зависимости от команды анализирующего узла теплота греющего источника пропорционально подается через регулирующий вентиль в парогенератор или в теплоаккумулятор.

Решение задачи по экономии энергоресурсов при охлаждении сельскохозяйственной продукции с помощью парожекторной холодильной машины, применяя комплексную автоматизацию, позволяет экономить на энергоресурсах до 10%, что в свою очередь, обеспечивает сохранность скоропортящихся продуктов и снижает их себестоимость и конечную цену реализации.

Библиографический список

1. Калнинь И.М. Энергоэффективность и экологическая безопасность холодильных систем//Холодильная техника. 2008. № 3.
2. Эрлихман В.Н. Снижение энергозатрат в процессах производства и хранения замороженных продуктов// Вестник МАХ. 2010. № 1.
3. Калюнов В.С., Рукавишников А.М. Холод – цена или качество?//Холодильная техника. 2011. № 12.

УДК 629.3.027

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ КОЛЕС С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Пурусов Ю.М., к.т.н, профессор

Леонтьев К.Н., доцент

Гриценко Д.В., курсант

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Ведренский О.С., старший преподаватель

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Анотация: проведен анализ безопасных колес и предложены вставки в колеса для обеспечения подвижности транспортного средства в случае полного снижения давления в колесе.

Summary: the safe wheels have been analysed and inserts have been proposed to ensure the mobility of the vehicle in the event of a complete reduction in the pressure in the wheel.

Ключевые слова: транспортные средства специального назначения, безопасные колеса, пневматические шины, вставки

Keywords: special purpose vehicles, safe wheels, pneumatic tyres, inserts

Сохранение работоспособности транспортных средств специального назначения используемых в качестве буксировщиков воздушных судов – одна из главных проблем, стоящих перед разработчиками.

Применение на транспортных средствах специального назначения системы централизованного регулирования давления воздуха в пневматических шинах, которая позволяет продолжать движение при незначительных повреждениях шины, частично решает проблему повышения надежности. Однако, при полном снижении давления в шинах в случае разрыва колеса автомобиль полностью теряет способность продолжить движение. Сохранить подвижность в этом случае позволяет применение колес с вставками из жестких или упругих материалов внутри пневматических шин. [1,2,3,4]

Колесо системы CRF имеет в качестве опорного элемента две полусферических вставки, в соответствии с рисунком 1, выполненных из материала, выдерживающего температуру свыше 393 К, которые стягиваются между собой болтами. При снижении давления в шинах или при его полной потере автомобиль может продолжать движение на расстояние не менее 50 км. У этой опоры небольшая ширина, а, следовательно, и небольшая жесткость выступа, на который опирается беговая дорожка при падении давления в шине. Это может вызывать боковые колебания автомобиля, кроме того возни-

кает недостаточная курсовая устойчивость и снижается проходимость по деформируемым поверхностям.

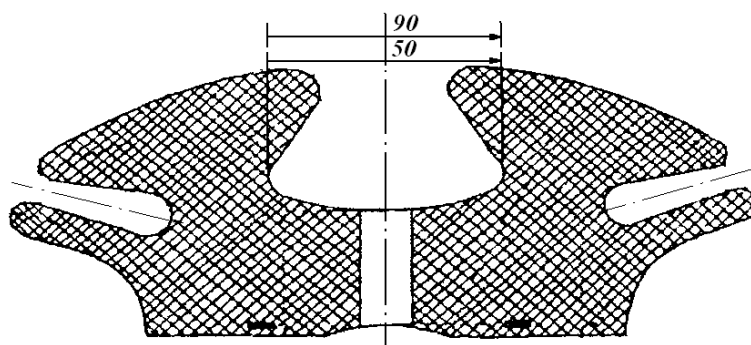


Рисунок 1 – Внутренняя вставка колеса системы CRF

Колесо системы VFI, представленное на рисунке 2, выпускается для легковых и грузовых военных, легких бронированных, полицейских автомобилей, фургонов для перевозки ценностей и для другой колесной техники. Оно имеет упругую опорную вставку, которая крепится с помощью двух ремней с защелками, легко монтируется в бескамерную шину на разборный герметичный обод и позволяет автомобилю двигаться без давления в шинах на расстояние 50 км со скоростью 50 км/ч.

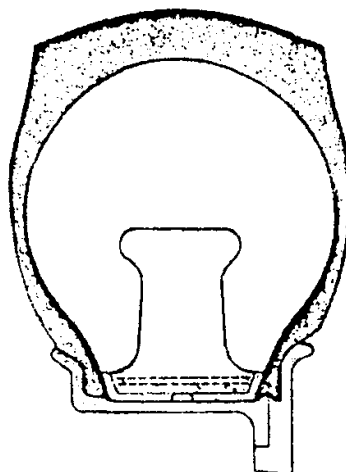
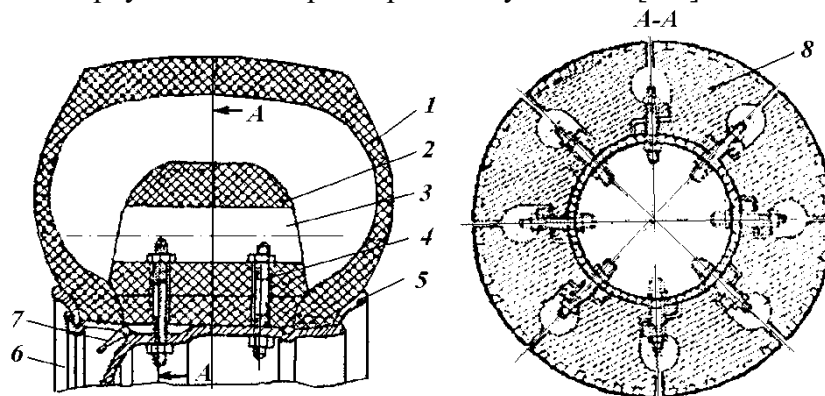


Рисунок 2 – Колесо системы VFI

Колеса системы VPPV, с вставками в виде ячеистого тора, в котором каждая ячейка в процессе изготовления заполняется азотом до определенного давления, обеспечивающего шине заданный прогиб под нагрузкой. Эта система позволяет транспортному средству продолжать движение с поврежденными шинами на расстояние 3 км с максимальной скоростью 48 км/ч.

Колесо, разработанное группой ученых под руководством д.т.н. Абрамова В.Н., представлено на рисунке 3. Оно состоит из разборного обода 5 и пневматической бескамерной шины 1, в полости которой установлена упругая внутренняя опора 2, ограничивающая радиальную деформацию шины и обеспечивающая необходимую ее работоспособность при полной потере внутреннего давления из-за сквозных повреждений (проколов, порезов, пулевых пробоев и др.). Эта опора – разборная, включает восемь сегментов 8, каждый из которых закреплен на ободе резьбовыми шпильками 4, устанавливаемыми через цилиндрические полости 3 (окна). Окна, кроме того, снижают массу опоры, повышают ее эластичность, обеспечивают необходимую жесткость кон-

струкции при качении колеса с поврежденной шиной по деформируемому грунту, а также улучшают теплоотвод от шины. Боковая жесткость достигается за счет применения эластичного материала с низким гистерезисом, армированного по выступу и у его основания высокопрочным кордом 2. Все это исключает проскальзывание опоры в местах ее контакта с внутренней поверхностью шины. Разрезная конструкция опор позволяет осуществлять сборку колес и опор в дорожных условиях.[5-9]



1 – шина; 2 – внутренняя опора; 3 – окно; 4 – шпилька; 5 – бортовое кольцо; 6 – диск; 7 – вентиль; 8 – сегмент

Рисунок 3 – Колесо Абрамова

Сохранение подвижности транспортного средства, достигается за счет прижатия и распора шины разборными элементами внутренней опоры при их креплении и подтягивания резьбовыми шпильками к ободу колеса. Поверхность опоры, прилегающая к ободу, имеет центральный канал диаметром 6 мм и два диаметрально расположенных радиальных канала диаметром 10 мм, выходящих во внутреннюю полость шины. Их назначение – подача воздуха в шину при ее накачивании. Основным недостатком колеса Абрамова является негарантированная герметичность в местах установки стяжных шпилек, для которых сверлятся отверстия в ободе. Исключить указанный недостаток позволит безопасное колесо оригинальной конструкции, представленное на рисунке 4.

Вставка в колесо представляет собой сборную конструкцию, состоящую из четырех сегментов 4, имеющих на внутренней поверхности пазы для установки на приваренные к ободу 1 колеса выступы 5 с целью надежного удержания их на ободе, предотвращения проворачивания и перекосов во время движения. Сегменты вставки изготавливаются из полиуретана.

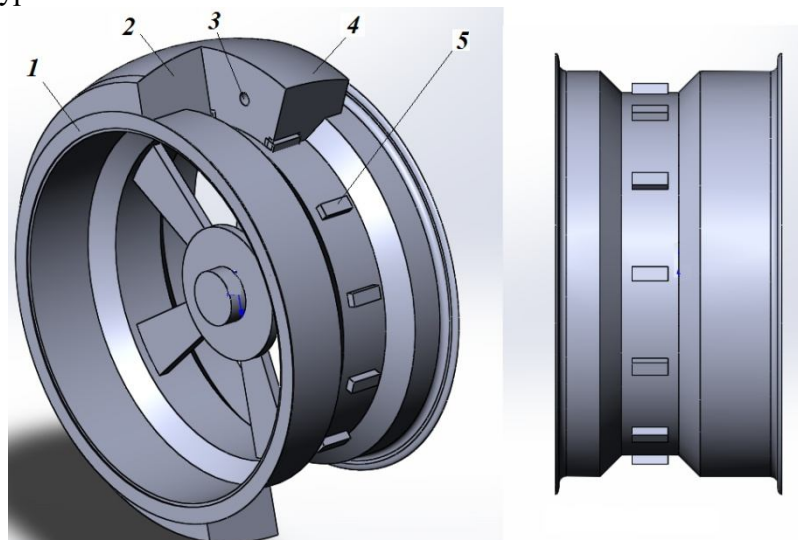


Рисунок 4 – Безопасное колесо оригинальной конструкции

Благодаря этому повышается износостойкость и устойчивость к разрывам в сравнении с резиной. Форма сегмента армируется высокопрочным кордом. Каждая из вставок имеет на концах вырезы с выполненными в них отверстиями 3 для крепления сегментов друг к другу стяжными болтами, в соответствии с рисунком 5. При этом головки болтов и гайки утапливаются в теле сегмента в целях избегания их соприкосновения с шиной.

Данная конструкция обеспечивает легкость сборки в любых условиях и гарантирует герметичность шины в обычных условиях, обладает необходимой боковой жесткостью, что предотвращает поперечный изгиб шины, уменьшает ее давление на грунт. Уширение профиля вставок по основанию при изготовлении, наличие крепежных элементов на ободке и вставках и выполнение поперечных грунтозацепов гарантируют достаточно хорошее сцепление с деформируемыми грунтами в случае полного разрушения шины.

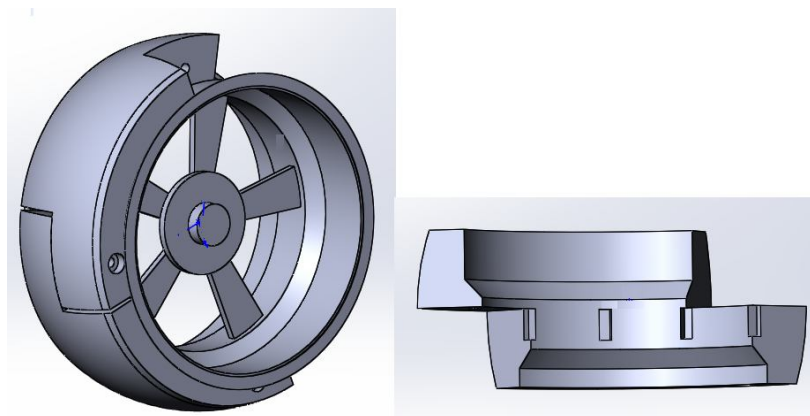


Рисунок 5 – Установка сегментных вставок на ободке колеса

При статическом нагружении безопасного колеса, а также при его качении по ровному покрытию и деформируемому грунту с нормальным давлением воздуха в шине или сниженным до минимально допустимого его работа ничем не отличается от работы колеса без внутренней вставки. При дальнейшем снижении или отсутствии давления в результате повреждения шины в работу вступают сегментные вставки. Они прижимаются к боковинам шины и распирают их. Таким образом, при поврежденных шинах транспортное средство может двигаться на расстояние до 50 км при скорости 40 км/ч, а также обеспечивать выполнение задач на аэродромах.

Применение безопасных колес с внутренними вставками позволит значительно повысить безопасность дорожного движения и надежность транспортных средств специального назначения.

Библиографический список

1. Стуканов В.А. Устройство автомобилей: учебное пособие/ В.А. Стуканов, К.Н. Леонтьев. - М.: Форум, 2013. - 496 с.
2. Мазур В.В. Способы повышения живучести и безопасности автомобильных шин // Системы. Методы. Технологии. - 2009. - № 1. - С. 41 - 45.
3. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебник [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин // Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Воронеж, 2014- 319с.
4. Поливаев, О.И. Выбор оптимальных характеристик упругодемпфирующих приводов ведущих колес тракторов [Текст] / О.И. Поливаев, С.Н. Пиляев, А.Н. Беляев. Улучшение работоспособности деталей и узлов сельскохозяйственной техники // Воронеж, 1995. - С.31 - 38.

5. Polivaev O.I. Decrease of dynamic loads in mobile energy means/ Polivaev O.I., O.S. Vedrensky, A.V. Vorohobin, L.K. Gorban, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018 С. 042083

6. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

7. 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. С19-22

8. Кондрашова Е.В. К вопросу оценки надежности автотранспорта / Е.В. Кондрашова [и др.] // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. - 2015. - № 4. - С. 103-106.

9. Сковрцова Т.В. Исследование эксплуатационной надежности лесовозных автопоездов / Т.В. Сковрцова [и др.] // Наука и образование в современных условиях: матер. международной научной конференции. 2016. С. 250-255.

УДК 628.33:621.357

МЕМБРАННАЯ АЭРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ ЗАМКНУТЫХ РЫБОВОДЧЕСКИХ СИСТЕМ

Мищенко М. В., к.т.н., доцент

Зайцев М.С., курсант

Кафедра аэродромно-технических средств

ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, Россия

Поливаев О.И., д.т.н., профессор

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: приведен краткий анализ эффективности мембранной аэрации технических водоемов рыбоводческих хозяйств.

Summary: a brief analysis of the efficiency of membrane aeration of technical reservoirs of fish farms.

Ключевые слова: разделение воздуха, мембранная технология, аэрация воды, выращивание рыбы.

Keywords: air separation, membrane technology, water aeration, fish farming.

Выращивание рыбы в технических водоемах с замкнутой системой, как правило, не обеспечено устойчивым водоснабжением, что порождает дефицит кислорода, приводящий к заморам и гибели рыб. Особенно острые ситуации возникают в летний период, когда температура воды достигает 30–35 °С. Кроме того, при подрачивании рыб, трудно увеличить проточность, так как их личинки прижимаются током воды к ограждающим сеткам и гибнут.

Основная масса рыбы в рыбоводных хозяйствах выращивается в сетчатых садках при интенсивном кормлении. Неполное усвоение корма в районе установки садковых линий приводит к образованию отложений органических веществ, для окисления которых также требуется значительное количество кислорода.

Анализ литературных данных, а также практический опыт работы рыбоводческих хозяйств показывает, что традиционными способами принудительного насыщения воды кислородом является «аэрация», при которой используется атмосферный воздух (с 21% O₂) [1-3]. Однако современные некриогенные технологии разделения атмосфер-

ного воздуха позволяют широко внедрять «оксигенирование», которое предусматривает использование воздуха, обогащенного кислородом (более 35% O₂).

Оксигенирование воды осуществляется: подачей воздуха, обогащенного кислородом в аэратор, используя внешний источник кислорода - воздухоразделительную установку (ВРУ), и обогащая воздух кислородом непосредственно в устройстве, совмещающем в себе функции аэратора и ВРУ – «оксигенаторе».

В современных воздухоразделительных установках широкое распространение получили два основных метода концентрирования кислорода: криогенный и адсорбционный с содержанием кислорода на выходе по объему 95-99.5% и 93-99.9% соответственно. Однако, проведенные исследования позволяют положительно оценить возможность применения мембранного метода разделения воздуха. Принципиальными его преимуществами являются отсутствие фазовых превращений, связанных с этим дополнительных затрат энергии и непрерывность технологического процесса. Кроме того, мембранные аппараты компактны, долговечны, просты и безопасны в эксплуатации, и в то же время относительно дешевы. Что указывает на очевидную перспективность данного метода разделения воздуха.

Сущность мембранного разделения состоит в различной скорости проникания разных компонентов смеси через мембрану, в результате чего концентрации легко- и труднопроникающих компонентов различны по обе стороны мембраны. Этот процесс характеризуется наличием трех потоков [2]: потока подходящего к мембране j_0 , потока, проходящего через мембрану j_1' (пермеата), и потока, отходящего от мембраны j' (ретанта). Отношение величины потока j_1' к величине потока j_0 называют конверсией процесса и обычно выражают в процентах. Разделяющую способность мембран принято характеризовать значением селективности R :

$$R = \frac{C_2 - C_2'}{C_2} \cdot 100\% \quad (1)$$

где C_2 – концентрация задерживаемого вещества в потоке j_0 ; C_2' – концентрация этого же вещества в потоке j_1' .

В случае решения задачи оксигенирования воды с использованием мембранного оксигенатора (рис 1), движущей силой процесса разделения является перепад давлений Δp . При этом поток вещества, проходящего через мембрану, можно выразить уравнением:

$$j_1 = K \cdot \Delta p \quad (2)$$

где K – коэффициент, учитывающий химическую природу материала мембраны, ее структуру, геометрические характеристики и взаимодействие мембраны с разделяемой средой, а в данном, конкретном случае применяемая мембрана имеет лучшую проницаемость по кислороду относительно азота, а форму полого волокна уложенного в пучок (половолоконную упаковку).

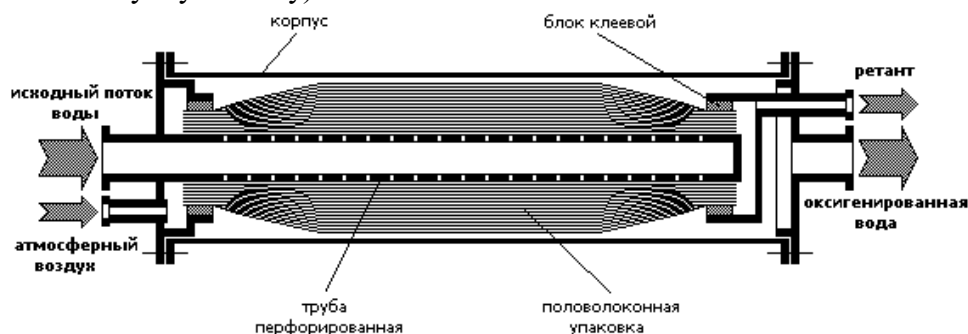


Рисунок 1 - Конструкция мембранного половолоконного оксигенатора

Атмосферный воздух нагнетается внутрь полых волокон и кислород, преимущественно диффундирующий сквозь вещество мембраны, растворяется в воде, омывающей внешнюю поверхность волокон, тем самым, насыщая ее более чем до 75 мг/дм³ (900%) [1]. На практике через оксигенатор целесообразно пропускать часть воды, после смешения с водой рыбообразного бассейна содержание в ней кислорода снижается до рабочего уровня (4-8 мг/дм³).

Актуальность вопроса повышения содержания кислорода в воде при промышленном рыбоводстве неоспорима. На основании экспериментальных исследований с личинками белого амура определены интерполяционные соотношения, выражающие влияние содержания кислорода в воде на затраты корма и продолжительность роста рыб:

$$M = a - b \cdot \theta_{O_2} + c \cdot \theta_{O_2}^2 - d \cdot \theta_{O_2}^3 \quad (3)$$

где М – относительные затраты корма (или относительная продолжительность выращивания личинок рыб); θ_{O_2} – содержание кислорода в воде, мг/дм³; a=34.14, b=11.04, c=1.87, d=0.11 – эмпирические коэффициенты для расчета относительных затрат корма; a=97.35, b=37.15, c=5.44, d=0.27 – эмпирические коэффициенты для расчета относительной продолжительности роста рыб.

Экспериментальными исследованиями установлено, что уменьшение массовой доли кислорода в воде при выращивании личинок снижает темп роста рыбы в 7 раз. Это приводит к неоправданным затратам корма на прирост ихтиомассы, а также к увеличению продолжительности выращивания личинок до одинакового веса [3].

Таким образом, оксигенирование воды является эффективным технологическим приемом, повышающим выживаемость рыбы и стимулирующим ее рост при выращивании.

Библиографический список

1. Казарян Т. С., Седых А. Д., Гайнуллин Ф. Г., Шевченко А. И. Мембранная технология в решении экологических проблем газовой промышленности.- М.: Недра, 1997. С. 58-61.
2. Дубяга В. П., Перепечкин Л. П., Каталевский Е. Е. Полимерные мембраны.- М.: Химия, 1981. С. 124-125.
3. Акимов В. А., Гуенко В. С., Савченко Ю. Н. Технические средства аэрации рыбоводных продуктов. –М.: 1990. С. 12-56.

УДК 629.7.08

СИЛОВЫЕ ПРИВОДЫ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАЗЕМНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Химич А.В., курсант

Тюнин А.Б., к.т.н., доцент

Скребов Н.Н., к.т.н., преподаватель

ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Лощенко А.В., ассистент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассмотрена возможность применения гибридной энергоустановки с инерционным аккумулятором в силовом приводе энергосистем средств технического

обслуживания воздушных судов.

Abstract: The possibility of using a hybrid power plant with an inertial accumulator in the power drive of power systems of aircraft maintenance facilities is considered.

Ключевые слова: Гибридная энергоустановка, инерционный аккумулятор, силовой привод, средства технического обслуживания воздушных судов.

Keyword: Hybrid power plant, inertial accumulator, power drive, aircraft maintenance facilities.

Источники энергии для привода средств технического обслуживания воздушных судов подразделяются на автономные и неавтономные. Традиционные автономные источники используют энергию химических связей топлива, преобразованную двигателем внутреннего сгорания (ДВС) и энергию химических реакций, накопленную в аккумуляторе. Неавтономные источники являются преобразователями энергии, вырабатываемой стационарными или автономными источниками.

В качестве силовых (энергетических) установок на передвижных агрегатах используются асинхронные и синхронные электрические двигатели. На подвижных агрегатах наибольшее распространение получили двигатели внутреннего сгорания – самый распространённый в настоящее время тип двигателей. Он использует доступное топливо, имеет высокую удельную мощность и отработанную конструкцию. Недостатками ДВС являются: низкий коэффициент полезного действия в силу второго начала термодинамики (наибольшее значение КПД дизеля около 45 %, а карбюраторного двигателя – 30 % на оптимальных режимах); сложность конструкции; высокую стоимость и уровень загрязнения воздуха; повышенную шумность и вибрацию.

В качестве накопителей энергии в автономных энергоустановках наиболее широкое распространение получили аккумуляторные батареи различных типов. Они отличаются высокой надежностью, стабильностью напряжения при изменении тока нагрузки и температуры. Их основными недостатками являются: низкая плотность запасаемой энергии, продолжительное время заряда, высокая стоимость (для их создания применяются цветные и драгоценные металлы, например: серебро, литий и др.), ограниченный срок службы (свинцовые – 500 циклов заряда/разряда, литий-ионные – 1000, никель-кадмиевые – 1500); необходимость утилизации после окончания срока эксплуатации.

Как вариант применения источника энергии в силовом приводе рассматриваются малые газотурбинные двигатели. Они имеют ряд преимуществ перед поршневыми: рабочие органы совершают в них только вращательное движение и легко уравниваются; характеристика крутящего момента протекает весьма благоприятно; могут работать на любом малосернистом жидком или газообразном топливе с большим избытком воздуха, поэтому продукты сгорания их имеют меньшую концентрацию токсичных веществ; легко запускаются при низких температурах и отличаются большой габаритной мощностью; имеют более простое обслуживание, так как отпадает необходимость замены масла, которое не взаимодействует с горячими газами; минимальные потери трения в подшипниках; малый износ и большая долговечность; отсутствие вибраций, так как вращающиеся детали можно легко сбалансировать; малая шумность и возможность ее дальнейшего снижения; возможность повышения КПД, при использовании керамических материалов.

Однако газотурбинные двигатели сложны и дороги в производстве. Рабочая частота вращения вала тяговой турбины составляют 30—50 тыс. в минуту, что усложняет передачу крутящего момента. Без теплообменника газотурбинные двигатели имеют сравнительно низкую экономичность, а существующие теплообменники громоздки и сложны в изготовлении.

Наряду с ростом количественных показателей энергопотребления, важную роль играют показатели качества использования энергии. Значительное место в решении возникающих при этом проблем отводится накопителям энергии, обеспечивающих решение вопросов накопления, хранения, преобразования энергии, реализацию оптимальных режимов работы оборудования.

Взаимосвязь параметров накопителя при заряде и разряде определяется законом сохранения энергии:

$$P_z t_z \eta = P_p t_p \quad (1)$$

где P_z и P_p – средние значения мощностей зарядного и разрядного процессов; t_z – период заряда, t_p – период разряда, η – КПД накопителя.

Существует два основных направления использования накопителей.

Во-первых, улучшение показателей энергосистем при кратковременном включении потребителей повышенной мощности – компенсация пиковых нагрузок.

Во-вторых, накопители в соответствующих режимах обеспечивают преобразование необходимых показателей определенного вида энергии. Если в накопителе любого типа $t_p \ll t_z$ то из (1) следует, что $P_p \gg P_z$, т. е. мощность, отдаваемая накопителем нагрузке, во много раз превышает мощность, потребляемую им при заряде от первичного источника энергии [1].

Основным критерием для сравнения различных накопителей является плотность энергии, приходящаяся на единицу массы или объема.

Анализ таблицы показывает, что в качестве перспективных источников и накопителей энергии пригодных для использования в наземных энергоустановках целесообразно рассмотреть:

- топливные элементы (ТЭ), представляют собой электрохимические генераторы, способные преобразовывать химическую энергию в электрическую, минуя процессы горения, превращения тепловой энергии в механическую, а механической – в электроэнергию. Недостатки: высокая стоимость, проблема производства и хранения водорода, высокие требования к чистоте горючего и окислителя;

- использование энергии сжатого газа. В этом классе устройств энергия накапливается за счёт упругости сжатого газа. Сжатый газ подаётся в турбину, непосредственно выполняющую механическую работу или вращающую генератор;

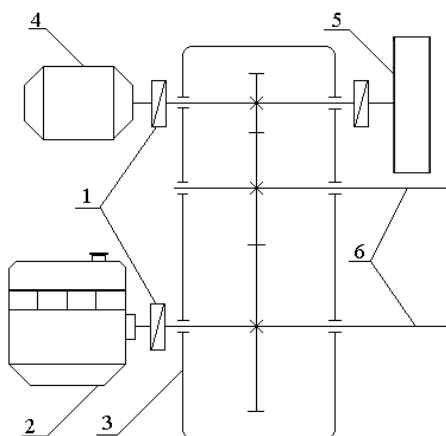
- ёмкостные накопители энергии относятся к разряду наиболее мощных энергоисточников. Они надежны в работе, обладают высокой эффективностью передачи накопленной энергии в нагрузку, допускают возможность изменения в широких пределах параметров импульса. Для зарядки ёмкостных накопителей могут быть использованы маломощные зарядные устройства, но вследствие малой удельной энергоемкости $\sim 0,1$ Дж/г, $\sim 0,3$ Дж/см³ создание ёмкостных накопителей с запасаемой энергией более 10 МДж затруднительно. Главное достоинство ионисторов это – на несколько порядков большая ёмкость, чем у любых других классов конденсаторов.;

- инерционные накопители накапливают энергию путем преобразования механической энергии в кинетическую и отдают ее потребителю по мере необходимости, они способны запасать больше энергии на единицу массы (5 – 15 МДж/кг или 1,4 – 4,17 кВт·час/кг), чем все известные накопители энергии. Наибольшая эффективность достигается на больших частотах вращения (свыше 30 000 мин⁻¹) при использовании маховиков из композитных материалов. Маховик также позволяет изолировать источник энергии от колебаний, вызываемых крутящим моментом на валах силовых приводов. Инерционные накопители компактны, надежны, могут работать в широком диапазоне температур, имеют длительный срок эксплуатации, высокий КПД [2,3,4,5,6,7].

Поскольку в ряде накопительных установок время заряд может намного превосходить время разряда ($t_z \gg t_p$), возможно существенное превышение среднеразрядной мощности P_p над средней мощностью P_z заряда. Таким образом, при использовании инерционных аккумуляторов возможно накапливать энергию с помощью сравнительно маломощных источников.

Так как из вышеизложенного следует, что не существует идеального по всем параметрам источника первичной энергии, и все имеют свои недостатки, то следует выбрать путь рационального использования вырабатываемой энергии. Обычно в энергоустановке приходится использовать двигатель с мощностью, заведомо большей, чем требуется. Это необходимо для создания требуемого крутящего момента при пиковых нагрузках. Однако пиковые нагрузки занимают короткий интервал времени, а основное время силовая установка работает с недостаточной нагрузкой.

В перспективе в качестве источника энергии для наземных мобильных энергоустановок предлагается использовать унифицированную комбинированную энергетическую установку. Приемлемым техническим решением является симбиоз электродвигателя и ДВС (поршневого или ГТД) малой мощности совместно с инерционным накопителем энергии (рисунок 1).



1 – муфта выключения; 2 – ДВС $n=2600 \text{ мин}^{-1}$; 3 – редуктор;
4 – электродвигатель или ГТД $n=18000 \text{ мин}^{-1}$; 5 – инерционный аккумулятор; 6 – выходные валы

Рисунок 1 – Схема гибридного силового агрегата с инерционным накопителем и электромеханическим приводом

При наличии промышленной сети для привода энергоблока используется электродвигатель, а при её отсутствии – ДВС (поршневой или газотурбинный). В качестве ДВС в установке предполагается использовать дизельный силовой агрегат малой мощности, поскольку на выходной вал подается сумма энергии от двух источников – двигателя и маховика. Работает ДВС на постоянной, оптимальной частоте вращения, следовательно, при минимальном расходе топлива, и выбросах в окружающую среду.

Основной путь рационального использования энергии средствами энергопривода – подача конечному потребителю необходимой в каждый момент мощности. Одним из способов достижения результата является применения описанной установки.

Библиографический список

1. Гулиа Н.В. Удивительная физика – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2005. – 411с.
2. Бут Д.А., Алиевский Б.Л., Мизюрин С.Р., Васюкевич П.В. Накопители

энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 400 с.

3. Поливаев, О.И. Выбор оптимальных характеристик упругодемпфирующих приводов ведущих колес тракторов [Текст] / О.И. Поливаев, С.Н. Пиляев, А.Н. Беляев. Улучшение работоспособности деталей и узлов сельскохозяйственной техники // Воронеж, 1995. - С.31 - 38.

4. Павленко, С.Т. Влияние упруго-демпфирующих элементов трансмиссии на некоторые показатели работы трактора [Текст] / С.Т. Павленко, О.И. Поливаев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1976.-№ 1.-С.15-17.

5. Поливаев О.И. Эффективность использования упругодемпфирующего привода ведущих колес / О.И. Поливаев, А.В. Панков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008, №2 с.24-27.

6. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

7. 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. С19-22

УДК 629.114.2.011.5:62-784.2

ДИСТАНЦИОННЫЙ ПРИВОД ОТКЛЮЧЕНИЯ ГИДРОМУФТЫ ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА ПРИ ЕЕ РАБОТЕ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ НА АВТОМОБИЛЯХ СЕМЕЙСТВА КАМАЗ

Викулин С.В., заместитель начальника кафедры

Кривцов В.А., курсант

Янин А.Н., старший преподаватель

Кафедра эксплуатации и ремонта САТОП ВУНЦ ВВС

«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Ворохобин А.В., к.т.н., доцент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: При движении на затяжных спусках и при преодолении водных преград на автомобиле необходимо отключать гидромufту вентилятора, для чего водителю необходимо выходить из кабины. Поэтому чтобы облегчить выполнение данной операции, предлагается установить на автомобиле КАМАЗ дистанционное отключение гидромufты вентилятора.

Abstract: When driving on prolonged descents and when overcoming water obstacles in a car, it is necessary to disconnect the fan fluid coupling, for which the driver needs to leave the cab. Therefore, in order to facilitate the performance of this operation, it is proposed to install on the KAMAZ vehicle remote shutdown of the fan fluid coupling.

Ключевые слова: гидромufта, вентилятор, переключатель, серийный, электромагнит, привод.

Key words: fluid coupling, fan, switch, serial, electromagnet, drive.

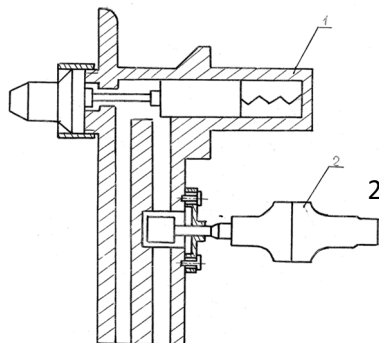
Дистанционный привод отключения гидромufты привода вентилятора при ее работе в автоматическом режиме.

Данный привод аналогичен приводу включения переднего моста на автомобиле ЗИЛ-131 и состоит из: реле отключения гидромufты, электромагнитного кла-

пана отключения гидромуфты, переключателя принудительного отключения гидромуфты, контрольной лампы гидромуфты и соединительных проводов.[1,2,3,4,5,6]

В отличие от ЗИЛ-131 предлагаются некоторые изменения в конструкции самого регулятора-выключателя гидромуфты.

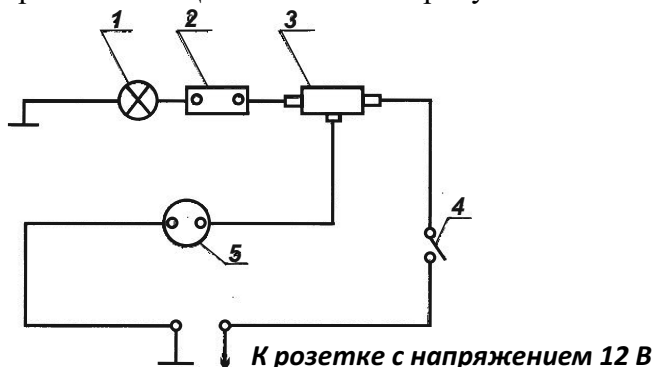
Режимный переключатель, устанавливаемый на серийных автомобилях, убирается. На его место в корпусе регулятора, показанного на рисунке 1, высверливается отверстие для поршня, который связан с сердечником электромагнита через шток поршня и для болтов крепления уплотнительной крышки. [7,8,9,10,11,12]



1 – регулятор-выключатель гидромуфты; 2 – электромагнит

Рисунок 1 – Регулятор-выключатель гидромуфты с электромагнитным приводом

При переключении переключателя в положение «Отключено» замыкается электрическая цепь электромагнита. Цепь показана на рисунке 2.



1 – контрольная лампа отключения гидромуфты; 2 – электромагнитный клапан отключения гидромуфты; 3 – реле отключения гидромуфты; 4 – переключатель принудительного отключения гидромуфты; 5 – разъем

Рисунок 2 – Схема электромагнитного привода отключения гидромуфты вентилятора

Электромагнит выталкивает сердечник и двигает шток с поршнем. Поршень перекрывает подводящий канал регулятора, вследствие чего прекращается поступление масла в гидромуфту вентилятора. Включение гидромуфты вентилятора происходит при переключении переключателя в положение «включено». Размыкается электрическая цепь электромагнита и сердечник возвращается в исходное положение, перемещая за собой поршень. Поршень открывает подводящий канал регулятора выключения, и масло по каналу поступает в гидромуфту вентилятора. Конструкция данного привода позволит при включенном положении переключателя иметь автоматический режим. Данный привод позволяет, не выходя из кабины осуществить отключение или включение гидромуфты вентилятора.

Библиографический список

1. Автомобили КамАЗ. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию. – М.: Воениздат, 2001.
2. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобиля: учебник для ВУЗов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин. – М.: Транспорт, 1991. – С. 135–147.
3. Крамаренко, Г.В. Безгаражное хранение автомобилей при низких температурах / Г.В. Крамаренко, В.А. Николаев, А.И. Шаталов. – М.: Транспорт, 1994. – С. 68–76.
4. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобиля. – М.: Транспорт, 1990. – С.91–98.
5. Армейский автомобиль КАМАЗ-4310. – М.: изд. ДОСААФ, 2012.
6. Руководство по эксплуатации ТО и ТР КАМАЗ. – Изд. ОАО КАМАЗ, 2002.
7. Гребнев, В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин.-М.: КНОРУС. 2013.- 259с.\
8. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебник [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин // Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Воронеж, 2014- 319с.
9. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.
10. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.
11. Тарасенко А.П. Механизация и электрофикация сельскохозяйственного производства / А.П. Тарасенко, В.П. Солнцев, В.П. Гребнев, О.И. Поливаев и др. Учебное пособие М.:2002.-с404.
12. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

УДК 504.3.054:621.431.73.068

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЫБОРОЧНОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ (SCR) В СОВРЕМЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Кузнецов А. Н., к.т.н. доцент

Ярошенко Н.Л., студент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье описан метод выборочного каталитического восстановления, широко применяемый для повышения экологических параметров современных дизельных двигателей, а также описан состав спец жидкости, обуславливающей применение метода.

Summary: The article describes the method of selective catalytic reduction, which is widely used to increase the environmental parameters of modern diesel engines, as well as describes the composition of the special liquid that causes the application of the method.

Ключевые слова: двигатели, отработавшие газы, экологические требования

Keywords: engines, exhaust gases, environmental requirements

Впервые в мире люди заговорили о необходимости создания некоего общего экологического стандарта для автотранспортных средств еще в 1950-е годы. Уже тогда

учеными проводились исследования, показывающие повышенную загрязненность воздуха в крупных городах и появившееся негативное влияние выхлопных газов на изменение климата. Также в те времена уже велась активная борьба против применения тетраэтилсвинца, с помощью которого повышали детонационную стойкость бензинового топлива. Такой бензин называется этилированным, и содержащийся в выхлопных газах свинец приводил к серьезным заболеваниям нервной системы человека. Во второй половине XX века дизельные двигатели вообще мало использовались на автомобилях, т.к. были слишком металлоёмкими, а их эксплуатация была очень грязной, тяжелой и проблемной. И только в 1970-х годах новые технологии позволили автопроизводителям создавать компактные дизеля для легкового транспорта.

В 1988 году в Европе появляются первые стандарты выхлопа автотранспортных средств (как их потом назовут – Euro 0). Европейские стандарты регулируют содержание в выхлопе автотранспортных средств 4 веществ: углекислого газа, углеводородов, оксидов азота и твердых частиц. Выбросы углекислого газа пока что можно избежать только использованием водородных двигателей.

Для того чтобы двигатели соответствовали постоянно ужесточающимся нормам выхлопа, автопроизводителям приходилось разрабатывать новые системы, позволяющие достигать этих целей. Например, стали модернизировать системы впрыска топлива, для того чтобы точнее контролировать смесеобразование и топливо более полностью сгорало в цилиндре. Но и наряду с появлением таких технологий необходимо было повышать качество топлива. В бензиновом топливе перестали использовать свинец, снизили количество содержания серы, ароматических и низкокипящих углеводородов, различных смол и примесей. С модернизацией систем впрыска и наддува в двигателях приходилось бороться с детонацией, вследствие чего начали повышать октановое число топлива. С дизельным топливом оказалось все гораздо сложнее: вместе с ограничениями на выбросы серы, сажи, оксидов азота требовалось обеспечить дизельное топливо нужными показателями смазывающей способности, так как с развитием дизельных двигателей давление в топливных магистралях возрастало в разы и её узлы стали очень капризны к качеству смазки прецизионных пар. Помимо этого дизельное топливо сильно увеличивает свою вязкость и кристаллизуется при пониженных температурах, и для этого приходилось использовать различные присадки в зимнему ДТ [1, 3].

Начиная с 2000 года в странах ЕС вводятся нормы выхлопа на оксиды азота и твердые частицы. Бензиновые двигатели от этого никак не пострадали, а вот у дизелей начались проблемы. Дело в том, что дизель работает при высокой степени сжатия. Подавать топливо в начале такта сжатия нельзя, так как еще при движении поршня от НМТ к ВМТ будет происходить детонация. Поэтому топливо распыляется в камеру сгорания уже в конце этого такта, и начинает гореть по краям, где оно смешивается с воздухом. Далее уже начинает гореть и середина, но все равно оно полностью не сгорает и остается немало воздуха, который вступает в реакцию с азотом. Вследствие этого также остается и много солянки, которой не хватило кислорода для полноценного сгорания, что влечет за собой появление NO_x и несгоревшие углеводороды. Для борьбы с сажей стали использовать сажевый фильтр, и все же одновременно снизить содержание данных вредных веществ в выхлопе никак не представляется возможным. Конструкторы тщательно работали с давлением, моментом впрыска, применяли решения для усиления завихрений в цилиндре для наилучшего перемешивания топлива с воздухом, добившись тем самым соответствия нормам Euro-3.

Законодательство продолжало ужесточать нормы выхлопа, и уже в скором времени автопроизводителям придется подстраиваться под стандарт четвертый стандарт экологических требований [2]. Именно тогда стали применяться внутренние электронные системы контроля токсичности, которые фиксировали все сбои систем экологии в

блоке управления двигателем. Была придумана система рециркуляции отработавших газов. Принцип её работы следующий: часть выхлопных газов отправлялась снова во впускной трубопровод, замещая тем самым небольшое количество воздуха. Благодаря снижению количества воздуха в камере сгорания удалось снизить температуру и количество окислов азота в выхлопных газах заметно сократилось.

При появлении норм Евро-5 также не обошлось без создания новой системы снижения выбросов дизельных двигателей. Речь пойдет о новой системе SCR (Selective Catalytic Reduction), в основе действия которой лежит метод выборочного каталитического восстановления.

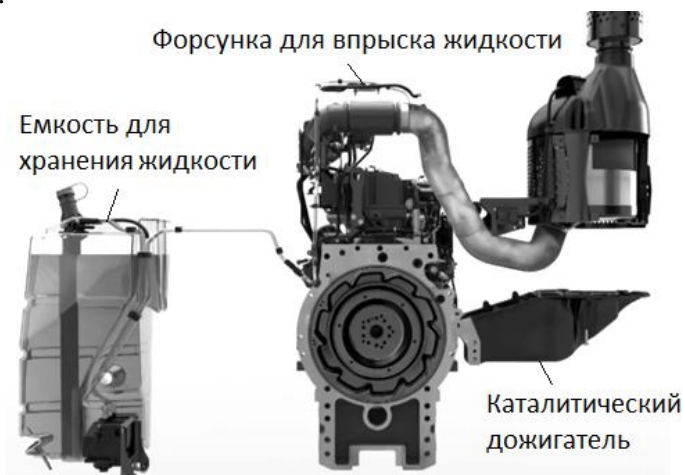


Рисунок 1 - Схема устройства системы SCR на дизельном двигателе

Основная цель такого подхода – разложение оксидов азота в выхлопе автомобиля на безвредные соединения: газообразный азот, водяной пар и углекислый газ, а также заметно снижается содержание ядовитых для человека оксидов азота – диоксида и монооксида. Такой метод очень эффективен, однако требует введение в конструкцию ДВС дополнительных узлов и нового расходного материала – раствора мочевины AdBlue.

AdBlue – жидкостный раствор, состоящий из 2-х компонентов – мочевины (32-33%) и воды, очищенной от солей (66-67%). Для работы системы можно было бы использовать и аммиак, но применение аммиака на автомобилях противоречит требованиям их безопасной эксплуатации, так как он является сильнейшим ядом. Права на торговую марку AdBlue принадлежат Ассоциации автомобильной промышленности Германии (VDA). Требования к качеству определяются международным стандартом ISO22241, в Германии - DIN70070, AUS 32 в некоторых странах и DEF в Северной Америке.

Жидкостный раствор имеет температуру кристаллизации 11-12 градусов Цельсия, поэтому для него устанавливается отдельный бак с синей крышкой встроенным подогревателем. Для опустошения трубопровода подачи мочевины включается жидкостный насос модуля-дозатора в режиме обратного вращения, но даже если раствор замерзает, то после возвращения в жидкую фазу не теряет своих свойств. Наиболее благоприятная температура для AdBlue – от 0 до 10 градусов Цельсия, так как в таких условиях выдерживается максимальный срок годности. При более высоких температурах срок хранения может снижаться в 2 раза.

В состав системы входят:

1. Отдельный резервуар для раствора мочевины
2. Модуль-дозатор
3. Инжектор для впрыска рабочей жидкости

4. Нагревательное устройство для магистралей и резервуара
5. Керамический катализатор в выхлопной трубе
6. Электрооборудование системы

Принцип работы SCR достаточно прост: рабочая жидкость (раствор карбамида с деминерализованной водой) впрыскивается распылителем в выпускной тракт перед катализатором, разогревается от контакта с выхлопными газами и далее попадает в катализатор, где при высокой температуре протекают следующие процессы:

1. Термическое разложение мочевины на метан и изоциановую кислоту



2. Изоциановая кислота разлагается на аммиак и углекислый газ



3. Азот восстанавливается из оксидов азота при температуре 260 °С:



4. Азот продолжает восстанавливаться уже при 240 °С:



Алгоритм работы системы заложен в прошивке электронного блока управления двигателем. На основе полученных данных от датчиков температур двигателя и выхлопных газов он математически вычисляет момент подачи и количество раствора, и в автоматическом режиме управляет модулем-дозатором. Дозатор отвечает за накачивание раствора через трубопроводы к форсунке. Форсункой также управляет основной ЭБУ двигателя, и в нужный момент он подает напряжение на форсунку, и мочевина впрыскивается в выхлопной тракт. До и после каталитического нейтрализатора установлены датчики NO_x , которые снимают показания содержания оксидов азота до очистки и после. С помощью этих датчиков система способна отследить эффективность работы системы SCR и если появится отклонение, ЭБУ двигателем выдаст ошибку на панели приборов и ограничит мощность двигателя на 2/3. В баке для Adblue установлен датчик уровня жидкости, и при низком её уровне на щитке приборов загорится соответствующий индикатор, а при полном отсутствии система точно также практически полностью отключит крутящий момент мотора.

После распылителя в выходной трубе располагается керамический катализатор, который выполнен в виде блока в виде сот с маленькими продольными отверстиями, за счет которых увеличивается площадь контакта выхлопных газов с катализатором. На его рабочую поверхность нанесены различные драгметаллы, которые вступают в реакцию с газами и в результате из выхлопной трубы автомобиля выходят безвредные вещества.

Вся система подачи раствора (бак, жидкостный насос в модуле-дозаторе и сам дозатор, нагнетательная магистраль и все трубопроводы системы) оснащена подогревателем. Внутри бака и модуля установлены специальные спирали, через которые пропускается ток, а на трубопроводах используется оплетка с тем же принципом спирали.

Стоит сказать, что система SCR – высокотехнологичная разработка европейских учёных для снижения выбросов оксидов азота в окружающую среду. Законодательство европейских стран четко отслеживает исполнение требований к выхлопу двигателей.

Однако в России ситуация совершенно иная. Прохождение технического осмотра имеет формальный характер, состояние ТС никак не контролируется, и следовательно, нет никаких проблем с тем, чтобы данную систему отключить, что собственно и делают абсолютно все владельцы таких автомобилей, как только заканчивается гарантийный срок на их автомобили. Полное отключение системы обходится гораздо дешевле, нежели ремонт этой системы и постоянная её заправка раствором. Опытные электронщики без особых проблем перепрограммируют ЭБУ двигателя таких автомобилей, отключая эту систему. Такой подход касается не только SCR, но и любой другой системой экологии на автомобилях. Любую можно отключить, и ТС будет работать в штатном режиме, будто бы этих систем и вовсе не было.

Библиографический список

1. Bosch: Системы управления дизельными двигателями: Пер. с немецк. М.: Изд-во «За рулём», 2004. - 480 с.
2. ГОСТ Р 52408-2005. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. М.: Стандартинформ, 2006.-26 с.
3. Кузнецов А.Г. Разработка методов и средств повышения эффективности работы дизелей на динамических режимах: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.04.02 / Кузнецов Александр Гаврилович. М., 2010. -281 с.

УДК 629.114.2.011.5:62-784.2

СИСТЕМА ПОДОГРЕВА ЭЛЕКТРОЛИТА В АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕЕ АВТОМОБИЛЯ

Викулин С.В., заместитель начальника

Янин А.Н., старший преподаватель

Завьялов А.А., курсант

Кафедра эксплуатации и ремонта САТОП ВУНЦ ВВС
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Лощенко А.В., ассистент

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены процессы эксплуатации автомобилей высокогорных районах, которая характеризуются резкой переменной температуры окружающей среды в зависимости от высоты над уровнем моря. Повышение надежности работы АКБ, при низких температурах, в особенности при больших перепадах температур.

Annotation: The article discusses the processes of operation of cars in mountainous regions, which are characterized by a sharp change in ambient temperature depending on the height above sea level. Improving the reliability of the battery at low temperatures, especially at large temperature differences.

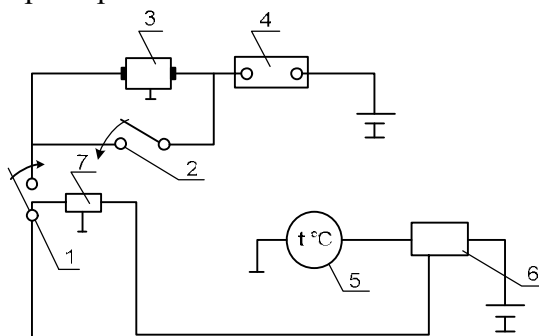
Ключевые слова: аккумулятор, температура, термометр, выключатель, термореле, электролит.

Keywords: battery, temperature, thermometer, switch, thermal relay, electrolyte.

Понижение температуры воздуха ведет к понижению температуры электролита, что ухудшает характеристики аккумуляторных батарей. Поэтому при понижении температуры электролита его необходимо подогреть.[1,2,3,4,5,6,7]

Данная система состоит из термореле нагревателя, который встроен в корпус батареи 6СТ–190Т, дублирующего выключателя, термометра, реле отключения системы. Схема системы представлена на рисунке 1.

Работа системы заключается в следующем: при понижении температуры воздуха до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ срабатывает датчик термореле, который запитывает термореле, оно срабатывает, замыкает контакты в цепи и включает нагревательный элемент, находящийся в корпусе батареи, электролит разогревается.



- 1 – выключатель системы; 2 – дублирующий выключатель;
3 – термореле с датчиком температуры воздуха; 4 – нагревательный элемент аккумуляторной батареи; 5 – термометр; 6 – датчик температуры электролита;
7 – реле отключения системы

Рисунок 1– Схема автоматической системы подогрева электролита

Нагревательный элемент обеспечивает темп разогрева электролита $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{час}$. При достижении температуры воздуха $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ отключается нагревательный элемент. Если температура окружающего воздуха не поднимается до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, электролит продолжает греться до оптимальной величины, далее срабатывает датчик, встроенный в корпус батареи и через реле 7 отключает систему независимо от температуры воздуха. При падении температуры электролита на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, система вновь включится.[8,9,10,11,12]

В случае выхода реле из строя управлять подогревом можно от дублирующего выключателя. Температуру электролита водитель может контролировать по термометру, который установлен в кабине автомобиля. Термометр имеет свою электрическую схему и показывает постоянно температуру электролита. Для включения системы необходимо перевести выключатель 1 в положение «Вкл.».

Применение данной системы позволяет автоматически регулировать температуру электролита, что увеличит срок службы аккумуляторных батарей, а это в свою очередь повысит надежность автомобиля.

Библиографический список

1. Методическое пособие по ведению аккумуляторного хозяйства воинской части, содержанию и эксплуатации стартерных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, 2013.
2. Аккумуляторные батареи и энергоблок: устройство, обслуживание, предупреждение и устранение неисправностей. Учебное пособие, 2011.
3. Кузнецов А.С. Автомобили КАМАЗ с колесной формулой 6x4 и 6x6. Руководство по эксплуатации, ТО и ТР. - Изд. «Третий Рим», 2012.
4. Автомобили КАМАЗ. Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию. - Изд. Русь Авто книга, 2009.
5. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебник [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин // Воронежский госу-

дарственный аграрный университет имени императора Петра I. Воронеж, 2014- 319с.

6. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2011.-429с.

7. Поливаев О.И. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведренский: учебное пособие для ВУЗов, Воронежский ГАУ Воронеж, 2014.-258с.

9. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили, теория и эксплуатационные свойства / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин // М:КНОРУС-2011-259с.

10. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия» [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. – Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Воронежский государственный аграрный университет им К.Д. Глинки. Воронеж, 2008. - 96с.

11. Костиков, О.М. Эффективность использования тракторов JOHN DEERE серии 8520 в сравнении с тракторами NEW HOLLAND T8040 [Текст] / О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.И. Поливаев // Техника в сельском хозяйстве. 2009.-№5. -С.30-31.

12. Гребнев, В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебное пособие [Текст] / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин.-М.: КНОРУС. 2013.- 259с.\

УДК 631.3.072

ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ДЕФОРМИРУЕМЫМ ГРУНТАМ

Кузнецов А.Н., к.т.н. доцент

Кондобарова Е.А., магистр

Авдеев А.В., магистр

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье описан анализ схемы передвижения ведомого колеса по деформируемому грунту и выведено уравнение, описывающее взаимосвязь между силой сопротивления уплотнению, весовой нагрузкой на колесо параметрами движителя и грунта.

Summary: The article describes the analysis of the driven wheel movement scheme on the deformed soil and draws an equation describing the relationship between the resistance force to the seal, the weight load on the wheel by the parameters of the wheel and the soil.

Ключевые слова: проходимость, пневматическая шина, деформация грунта

Keywords: flotation ability, pneumatic tire, soil deformation

При движении автомобилей повышенной проходимости по деформируемым грунтам наблюдаемое взаимодействие пневматических шин с поверхностью весьма близко описывается механикой качения абсолютно жесткого колеса по неподготовленной местности, независимо от давления воздуха внутри шин [2, 3].

Согласно общепринятой методике исследования поведения деформируемых поверхностей местности примем, что точечная реакция грунта равна нормальному давлению на данной глубине под поверхностью.

Используя предложенную на рисунке 1 схему, можно составить уравнения равновесия для процесса вынужденного качения жесткого колеса:

$$F_c = b \cdot \int_0^{\alpha_0} \sigma \cdot r \cdot \sin(\alpha) \cdot d\alpha \quad (1)$$

где F_c – сила сопротивления качению;

α_0 – угол охвата колеса грунтом;

σ – нормальное напряжение;

b – ширина колеса, м;

G – вес, приходящийся на ось колеса.

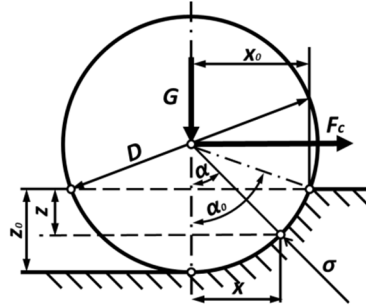


Рисунок 1 – Схема вынужденного качения абсолютно жесткого колеса по деформируемому грунту

Вертикальная нагрузка определяется из следующего выражения:

$$G = b \cdot \int_0^{\alpha_0} \sigma \cdot r \cdot \cos(\alpha) \cdot d\alpha \quad (2)$$

Исходя из описанного ограничения предлагаемой модели взаимодействия жесткого колеса с грунтом, согласно которой нормальное давление p на определенной глубине z от поверхности равно действующему на той же глубине напряжению σ , можем получить следующие тождества:

$$\sigma \cdot r \cdot \sin(\alpha) d\alpha = p \cdot dz \quad (3)$$

$$\sigma \cdot r \cdot \cos(\alpha) d\alpha = p \cdot dx$$

Предложенная Беккером теоретическая модель зависимости между давлением на грунт и его деформацией описывается следующим уравнением:

$$p = \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \cdot z^n \quad (4)$$

где k_c и k_φ – стационарные коэффициенты деформации, характерные для данного типа грунта;

n – показатель степени деформации;

b – минимальный размер деформирующей пластины (ширина колеса);

z – величина вертикальной деформации (осадки) грунта.

Используя зависимость (4) преобразуем уравнение (1) к следующему виду:

$$F_c = b \cdot \int_0^{z_0} \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \cdot z^n \cdot dz = b \cdot \left[\frac{z_0^{n+1}}{n+1} \right] \cdot \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \quad (5)$$

Физический смысл полученного выражения поясняется следующим образом: сила, требуемая для качения колеса по деформируемому грунту равна работе на один метр, необходимой для погружения пластины шириной b в грунт на глубину z_0 . Другими словами, это работа на образование колеи шириной b и глубиной z . Данную силу принято называть сопротивлением уплотнению.

Если деформацию грунта z_0 выразить используя уравнение (5), то получим взаимосвязь параметров колеса и свойств грунта с вертикальной нагрузкой:

$$G = -b \cdot \int_0^{z_0} p \cdot dx = -b \cdot \int_0^{z_0} \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \cdot z^n \cdot dx \quad (6)$$

Согласно представленной на рисунке 1 схеме, имеем:

$$x^2 = (D - [z_0 - z]) \cdot (z_0 - z) \quad (7)$$

где D — диаметр колеса.

При малых величинах деформации грунтов имеем:

$$x^2 = D \cdot (z_0 - z) \quad (8)$$

Продифференцировав уравнение (8) имеем:

$$2x \cdot dx = -D \cdot dz \quad (9)$$

Связав выражения (6) и (9) получим следующее выражение:

$$G = b \cdot \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \int_0^{z_0} \frac{z^n \sqrt{D}}{2\sqrt{z_0 - z}} \cdot dz \quad (10)$$

Осуществим замену переменной, приняв

$$z_0 - z = t^2$$

Тогда, продифференцировав данное выражение получим:

$$dz = -2t \cdot dt$$

В результате имеем выражение для подсчета вертикальной нагрузки, через параметры обода и грунта:

$$G = b \cdot \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \sqrt{D} \int_0^{\sqrt{z_0}} (z_0 - t^2)^n \cdot dt \quad (11)$$

Выражение $(z_0 - t^2)^n$ достаточно сложно интегрировать, но вследствие малости значений t^2 при анализе можно учитывать только первые два члена раскрытого выражения $(z_0^n - n \cdot z_0^{n-1} \cdot t^2 + \dots)$. Тогда получаем:

$$G = \frac{b}{3} \cdot \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \sqrt{z_0 \cdot D} \cdot z_0^n (3 - n) \quad (12)$$

Перенеся значение деформации грунта в левую часть уравнения (12), а весовую нагрузку на ось в правую, получим:

$$\frac{z_0^{\frac{2n+1}{2}}}{2} = \frac{3G}{b \cdot \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \cdot \sqrt{D} (3 - n)}$$

Отсюда глубина колеи (осадка грунта) равна:

$$z_0 = \left[\frac{3G}{b \cdot \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right) \cdot \sqrt{D} (3 - n)} \right]^{\frac{2}{2n+1}} \quad (13)$$

Подставляя уравнение (1) в выражение (13), можем получить искомую силу сопротивления уплотнению F_c :

$$F_c = \frac{1}{(3 - n)^{\frac{2n+2}{2n+1}} \cdot (n + 1) \cdot b^{\frac{1}{2n+1}} \cdot \left(\frac{k_c}{b} + k_\varphi \right)^{\frac{1}{2n+1}}} \cdot \left[\frac{3G}{\sqrt{D}} \right]^{\frac{2n+2}{2n+1}} \quad (14)$$

Предложенная модель может быть использована для дальнейших расчётов крутящих моментов и нагрузок, действующих на элементы трансмиссии и ходовой части современных автомобилей и тракторов. Входные параметры для практического расчёта могут быть получены из различных литературных источников [1, 4].

Из уравнения (14) можно видеть, что для снижения сопротивления уплотнению более эффективным является увеличение диаметра D, чем ширины колеса, так как D входит в уравнение в более высокой степени, чем b.

Приемлемое определение среднего значения осадки (т. е. при $z_0 \approx D/6$) может быть получено при использовании уравнения (14) и что, чем больше диаметр и меньше осадка, тем будет более точное определение этого значения.

Библиографический список

1. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств / Дж. Вонг; Перевод с англ. А. И. Аксенова. - М. : Машиностроение, 1982. - 284 с.
2. Гребнев В.П. Мобильные энергетические средства : Учеб.пособие для вузов по направлению «Агроинженерия» / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев ; Воронеж. гос. аграр. ун-т .— Воронеж, 1999 .— 108с.
3. Поливаев О.И. Повышение эксплуатационных свойств мобильных энергетических средств за счет совершенствования приводов ведущих колес : монография / О. И. Поливаев, О. М. Костиков ; Воронеж. гос. аграр. ун-т .— Воронеж : Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2013 .— 210 с.
4. Тракторы: Теория: учебник для студентов ВУЗов / В.В. Гуськов, Н.Н Велев, Ю.Е. Атаманов и др.; Под общ. ред. В. В. Гуськова.— М.: Машиностроение, 1988 —376 с.

УДК 631.365.2:62–932

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ОЗОНИРОВАНИЯ ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА НА ЗДОРОВЬЕ ПЕРСОНАЛА

Гончаров А.С., студент

Афонин С.А., студент

Внуков С.К., студент

Подорванов Д.А., студент

Корнев А.С., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В данной статье проведен анализ применения озоновых технологий в агропромышленном комплексе. А так же рассмотрены вопросы техники безопасности с этим оборудованием.

Annotation: This article analyzes the application of ozone technologies in agroindustrial complex. As well as considered safety issues with this equipment.

В настоящее время применение озонных технологий находит очень широкое распространение в сельском хозяйстве. Одной из главных операций по обработке зерна и семян является сушка. Имеются разнообразные способы внедрения и реализации этого процесса. Известные способы сушки зерна и семян путем пропускания через него слоя теплоносителя различаются различными технологиями и температурными характеристиками теплоагента.

Однако эти способы сушки довольно энергозатратны.

В структуре затрат на сушку зерна более 50% приходится на топливо и электро-энергию, поэтому поиск способов снижения энергоемкости процесса весьма актуален. [1, 2]

Одним из способов снижения энергозатратности рассматриваемого процесса, является снижение скорости сушки семян путем пропускания через слой агента сушки озонозооушной смеси, с помощью озонаторных установок (рисунок 1), с концентрацией озона в интервале 2...10 мг/м³. [3, 4]



Рисунок 1 – Озонаторная установка

Но вместе с этими положительными свойствами, этот газ может наносить довольно большой вред для здоровья человека.

Ученые выяснили, что высокие концентрации данного химического вещества наносят серьезный вред здоровью человека. Дело в том, что в больших количествах данный газ крайне токсичен, потому так важно соблюдать все меры безопасности при его использовании. [11].

Озон является сильным окислителем, так же как хлор и фтор, его воздействие на микроорганизмы приводит к их уничтожению, именно поэтому его используют для дезинфекции. [5, 6] Что касается человека, то клетки его организма защищены от данного газа с помощью антиоксидантов.

Основной вред, получаемый от озона для организма человека заключается в том, что он оказывает негативное влияние на слизистые оболочки, (горло, легкие и т.д.). При вдыхании значительных концентраций может развиваться отравление и наступить смерть.

Увеличение содержания его в организме человека вызывает образование нерастворимых форм холестерина и атеросклероз, и вместе с этим убивает сперматозоиды, что при длительном вдыхании, может, привести к бесплодию. [9, 10].

Приведенные выше сведения говорят о необходимости определенных правил обращения с этим газом. В помещениях, где проводится обработка, нельзя допускать утечки озона. Его содержание в воздухе не должно превышать предельно допустимой концентрации — $0,1 \text{ мг/м}^3$.

При разработке технологии использования озона, установки для обработки должны находиться в изолированном помещении и даже здании, находящимся вдали от мест с сильным влагосодержанием воздуха не менее чем на 200 м. [7, 8]. Наличие озона в воздухе в количестве $0,2 \text{ мг/м}^3$ уже очень плохо влияет на организм человека, усиливает спазм легких, ухудшает дыхание, а при длительном воздействии вызывает морфологические изменения в легких (бронхит, эмфизему, пневмонию), убивает эритроциты, снижая гемоглобин, окисляя липиды различных тканей, ослабляет организм к воздействию респираторных инфекций, подавляет рефлексорную и секреторную функции желудка.

В результате высокой чувствительности человека к озону к работе с озонаторными установками не должны допускаться люди, имеющие заболевания дыхательных путей, сердечные проблемы, различные аллергические заболевания, а так же лица име-

ющие низкий уровень гемоглобина в крови, повышенное артериальное давление, заболевания почек.

Обслуживающие озонаторные системы специалисты, должны получать профилактическое питание с увеличенным содержанием жиров и витамина Е, что помогает снизить риск повреждения клеток организма от окисления их газом.

Для снижения выраженности этих процессов, работающим в помещениях с озонаторными ими установками, а так же контактирующим с озоном нужно обязательно заниматься дополнительной физической нагрузкой на организм, которая, в свою очередь стимулирует работу легких, снижая воздействие озона. Например следует проводить дыхательную гимнастику 10–15 минут с периодичностью в несколько часов, в течение рабочего дня. Такие физические занятия нужно внести в трудовой распорядок.

Для защиты организма от озона помещения следует регулярно вентилировать.

В том числе требуется обязательно помнить, что озон быстро утомляет органы обоняния, и они теряют способность к его восприятию; человек при этом теряет чувство самоконтроля и незаметно для себя может подвергнуться воздействию токсических доз озона. В следствие этого в помещениях, где используют озон, следует постоянно следить за концентрацией озона в воздухе. При утечке озона в помещении необходимо немедленно одеть противогаз и запустить вентиляцию, при этом использовать фильтрующий противогаз с поглотителем из йодистого калия и натронной извести, в котором проводить поиск неисправности.

Так же в помещениях с озонаторной аппаратурой обязательно должны быть чувствительные к озону растения, такие как, табак. Он реагирует как индикатор на наличие в воздухе озона в концентрациях 0,1 мг/м³ воздуха изменением цвета листьев, наличием на них бурых пятен, усыханием участков, начиная с периферии.

Необходимо обязательно знать симптомы отравления озоном. Они характеризуются сначала возбуждением, затем снижением общей и рефлекторной деятельности, расстройством двигательной функции, дыхания, потерей ориентации в пространстве, в восприятии окружающей среды и т. п. В таком случае пострадавшему необходимо обеспечить свежий воздух, покой и тепло.

В связи с вышеперечисленным ясно, что использование в сельском хозяйстве озонаторов и озоновых технологий – перспективно, но требует большего внимания к условиям труда работников занятых при их эксплуатации.

Библиографический список

1. Патент № 1095899 СССР, МПК А01F 25/08. Способ сушки семян зерновых культур / Н.А. Глущенко, Л.Ф. Глущенко, Т.П. Троцкая; патентообладатель Гродненский сельскохозяйственный институт. – 2.№3355297; заявлено 04.09.1981; опубл. 07.06.1984. Бюл. №21. – 5 с.
2. № 2196417 РФ, МПК А01F 25/00, А01F 25/08, А01F25/22, А23В 9/08, А23В 8/18. Способ сушки зерна и семян / А.В. Голубкович, А.Г. Чижиков; патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. – №2001110265/13; заявлено 16.04.2001; опубл. 20.01.2003. Бюл. №2. – 8 с.
3. Баскаков И.В. Влияние озона на процесс сушки зерна / И.В. Баскаков, В.В. Чистохвалов // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства : матер. I Международной науч.-практ. конф. (Макеевка, 26 апреля 2018 г.). – Макеевка : ГОУ ВПО Донбасская аграрная академия, 2018. – Т. III. – С. 31–36.
4. Влияние процесса озонирования на эффективность сушки зерна кукурузы [Текст] / И.В. Баскаков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Вып. 4 (59). – С. 127-133.

5. Влияние процесса озонирования на эффективность сушки семян [Текст] / 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.

6. Стаканов, И.Н. Влияние предварительного озонирования семян перед сушкой на их всхожесть и энергию прорастания [Текст] / И.Н. Стаканов, И.В. Баскаков, В.И. Оробинский // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения», посвящённой 40-летию Белгородского ГАУ (Россия, п. Майский, 19 ноября 2018 г.). – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 265-269.

7. Троцкая Т.П. Электроактивирование процессов сушки растительных материалов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / Т.П. Троцкая. – Москва, 1998. – 31 с.

8. Штанько Р.И. Электроозонаторная установка для сушки зерна : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / Р.И. Штанько. – зерноград, 2000. – 143 с.

9. Склизкоухих А.О. Влияние вредных производственных условий труда на экономические показатели предприятия / А.О. Склизкоухих, А.С. Корнев, А.Н. Кузнецов // В книге: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Ефима Мироновича. 2017. С. 56-61.

10. 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.

11. Колесников В.Н., Оценка вредных производственных факторов, вызывающих развитие профзаболеваний/Колесников В.Н., Шередекин П.В., Корнев А.С./В сборнике: МОЛОДЕЖНЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ материалы 68-й студенческой научной конференции. 2017. С. 48-53.

УДК 62-791

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Скрипников Р.П., студент

Турищев Д.В., студент

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассмотрены измерительные средства для деталей сельскохозяйственной техники. Выделены недостатки и преимущества приборов для измерений. Рассмотрены контактные и бесконтактные средства измерений.

Abstract: the article deals with measuring tools for agricultural machinery parts. Disadvantages and advantages of measuring devices are highlighted. Contact and non-contact measuring instruments are considered.

Ключевые слова: измерительные инструменты, калибры, меры, оптико-электронные приборы.

Keywords: measuring instruments, gauges, measures, optoelectronic devices.

В настоящее время сельское хозяйство играет важную роль в социальной и экономической жизни страны. Одним из фактором экономической стабильности России является направление на подъем сельского хозяйства. В свою очередь устойчивость сельскохозяйственного производства напрямую зависит от качества применяемой техники.

Оснащение предприятий, осуществляющих ремонт сельскохозяйственной техники, контрольно-измерительным оборудованием и инструментом напрямую влияет на качество оказываемых услуг. Правильный подбор измерительных средств деталей машин дает возможность уменьшить себестоимость ремонта техники без потери качества услуг. Цена снижается за счет минимизации внутренних и внешних потерь [2].

В машиностроении применяются разнообразные измерительные средства, которые классифицируются на:

- измерительные инструменты и приборы;
- контрольные приспособления и калибры;
- меры (концевые, угловые и штриховые).

Остановимся на измерительных инструментах и приборах. К этой категории можно отнести штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмусы а также микрометры, микрометрические нутромеры, рычажные микрометры, рычажные скобы [3]. Самым простым средством измерения данной категории является линейка (с точностью 1 или 0,5 мм), которую относят к средствам грубого измерения. Во всех универсальных измерительных инструментах имеется шкала с отметками в виде рисок или точек (рисунк 1).

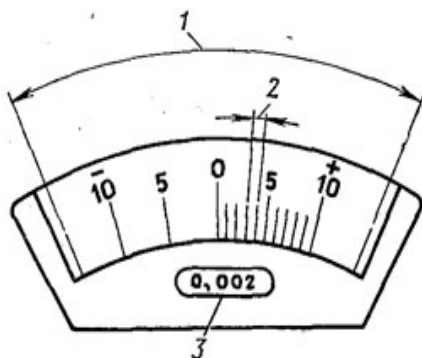


Рисунок 1 – Метрологические показатели измерительного инструмента и прибора

Чаще всего для определения линейных размеров деталей с некоторой, заранее известной точностью используется штангенциркуль [4]. Такой прибор применяют для оценки наружных и внутренних размеров деталей, а также глубины отверстий при условии наличия выдвижной штанги. Возможность использования такого прибора ограничивается лишь размером шкалы и требованиями точности (для электронных приборов до 0,01 мм.).

Для определения глубины, высоты деталей и измерения зазоров до буртиков или выступов используют такие приборы, как штангенглубиномеры с различными диапазонами измерений (0-160; 0-250 и 0-400 мм) [3]. Их допустимая погрешность не превышает 0,05 мм. По сравнению с штангенциркулем, измерение штангенглубиномером более точное, так практически исключается воздействие контролера на величину зажимного усилия, которое является важным составляющим фактором процесса измерения.

Для измерения наружных размеров деталей применяются микрометрические измерительные инструменты (микрометры). Это универсальные инструменты, которые

имеют погрешность от 2 до 50 мм и используются для высокоточного измерения (рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – Механический микрометр



Рисунок 3 – Электронный микрометр

Для измерения внутренних размеров используются рычажные (пределы измерения 11 – 120 мм) и клиновые (пределы измерения 5 – 250 мм) нутромеры [4].

В настоящее время в роли основного контрольно-измерительного оборудования используется комплект измерительных устройств КИ 5953М. Оно широко используется на станциях технического обслуживания тракторов; МТС; фермерских, хозяйствах; ремонтных и сервисных мастерских (рисунок 4).



Рисунок 4 – Комплект измерительного инструмента КИ-5953М

Сюда входят все основные измерительные приборы (штангенциркуль, штанген-глубиномер, микрометр нутромер индикаторный, щуп и д.т.).

Эта группа контактных измерительных приборов имеют как ряд определенных преимуществ, так и недостатков. К последним можно отнести низкую производительность измерений и невозможность оценки размеров некоторых деталей из-за ограниченной разрешающей способности средств измерения и риска повлиять на геометрию изделия во время контроля.

К специальным измерительным инструментам относят калибры [4]. В настоящее время существуют следующие их виды: калибр-пробка, -кольцо, -скоба и специальные контрольные приспособления. Их используют для оценки соответствия размера контролируемой детали некоторому заранее заданному диапазону. Калибры позволяют определить действительный размер, форму и расположение поверхностей деталей.

Калибры можно классифицировать следующим образом: гладкие (полные/неполные); для резьбы (метрической, дюймовой, трубной, трапецеидальной, упорной); для оценки средних диаметров; для контроля уступов, высот, глубин и т.п. Для определения годности изготовленной детали используются нормальные и предельные калибры. Их главное различие заключается в том, что первые воспроизводят среднее значение определяемой величины, а последние контролируют параметры в заданном диапазоне (между наименьшим и наибольшим значением). Для сельскохозяйственной техники чаще всего используют предельные калибры (рисунок 5).

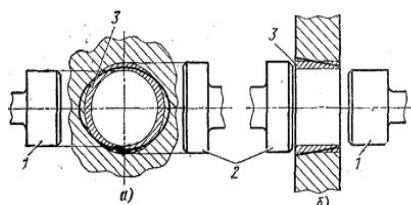


Рисунок 5 – Схема контроля отверстий полными предельными калибрами

К пневматическим измерительным средствам чаще всего прибегают при производстве деталей в массовом или серийном масштабе. Их используют для контроля линейных размеров деталей (наружных и внутренних цилиндрических поверхностей, конусов, высотных размеров деталей).

Продолжая рассматривать средства измерений деталей можно сказать, что меры являются основой измерений [4]. Это также подтверждает и наука метрология, которая опирается на процесс передачи размера единицы от одного прибора к другому [2]. Меры подразделяются на концевые и штриховые.

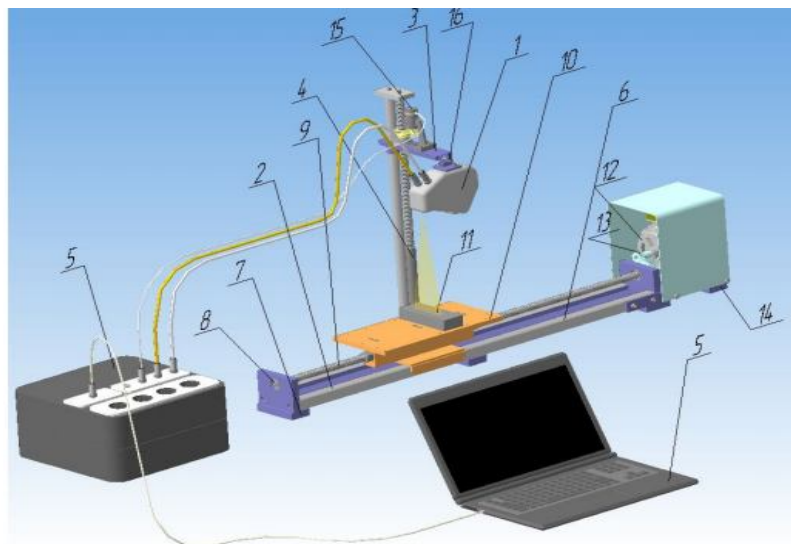
Концевые меры длины закаливают до высокой прочности и при этом изготавливают из высокопрочной стали. Штриховые меры длины представляют собой шкалы, используемые в различных средствах измерения.

И в заключение хочется остановиться на разработке устройств с бесконтактными измерениями БИ геометрических размеров [1]. БИ позволяет осуществлять угловые и линейные измерения деталей с высокой точностью. При этом обработка результатов отображается в режиме реального времени на ПК. К таким приборам относят оптико-электронные приборы. Примером бесконтактного средства измерения служит прибор БИС Т-250, работа которого основан на лазерном (триангуляционном) датчике (рисунок 6).

Использование таких приборов для измерения сельскохозяйственной техники имеет ряд трудностей:

- широкий диапазон геометрических размеров изделий;
- сложный процесс обработки полученных измерений и изображений, отсутствие электронных баз данных геометрических размеров изделий.

В связи с рассмотренными достоинствами и возможностями средств измерения можно сделать следующее заключение, что указанные трудности в процессе измерения ограничивают их применение, что не позволяет их использовать полноценно во всех жизненных циклах эксплуатации сельскохозяйственной техники. Это указывает на необходимость разработки более совершенных конструкций измерительных приборов или отработки новых методик измерения.



1 – триангуляционный лазерный сканер; 2 – однокоординатное высокоточное перемещающее устройство; 3 – кронштейн для крепления сканера; 4 – винтовая стойка; 5 – система управления и обработки данных; 6 – направляющая; 7 – опоры направляющей; 8 – станина с подшипниковыми узлами; 9 – винт; 10 – стол для размещения объектов измерения; 11 – объект измерения; 12 – электродвигатель переменного тока; 13 – цилиндрическая прямозубая зубчатая передача; 14 – рама для электродвигателя; 15, 16 – устройство для рационального позиционирования положения сканера.

Рисунок 6 – Бесконтактное измерительное устройство БИС Т-250

Библиографический список

1. Кирилловский, Владимир Константинович. Современные оптические исследования и измерения [электронный ресурс]: учеб. пособие / В. К. Кирилловский. — Москва : Лань, 2010. — 304 с. <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=555>.
2. Кузнецов, Валерий Владимирович. Метрологические основы и технические измерения в агроинженерии: учеб. пособие / В. В. Кузнецов, В. И. Трухачев; Воронеж. гос. аграр. ун-т. — Воронеж: ВГАУ, 2007. — 74 с.
3. Методические указания к лабораторным работам «Организация поверки средств измерения и обработка ряда измерений» по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов, обучающихся по направлению 190600 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и по специальности 190109 «Наземные транспортно-технологические средства» / Воронеж. гос. аграр. ун-т; [сост. В.И. Трухачев]. — Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. — 40 с.
4. Методические указания к лабораторным работам «Организация поверки средств измерения и контроль предельных гладких калибров» по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов, обучающихся по направлению 110800 «Агроинженерия» / Воронеж. гос. аграр. ун-т; [сост.: В.И. Трухачев, Т.В. Тришина]. — Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. — 50 с. — <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/books/b85786.pdf>>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЭРОДРОМНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КРИОГЕННЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Козлов А.В., к.т.н., доцент

Васильев Е.И., курсант

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная
академия им. Профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»

г. Воронеж, Россия

Заболотная А.А., старший преподаватель

Кафедра прикладной механики

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Статья посвящена проектированию аэродромной энергетической системы на основе криогенных накопителей энергии.

Summari: The article is devoted to the design of the aerodrome energy system based on cryogenic energy storage

Ключевые слова: электричество, воздух, энергия, воздухоразделительная установка.

Keywords: electricity, air, energy, air separation unit.

На аэродроме криогенные накопители энергии могут использоваться в качестве резервного источника питания. В качестве источника электрической энергии возможно использование газодобывающих станций типа ТКДС – 100В. Источником энергии целесообразно использовать полученные путем двукратной ректификации при криогенных температурах продукты разделения атмосферного воздуха в сжиженном состоянии. Хранение жидких криопродуктов возможно на аэродроме в цистернах для хранения и транспортирования криопродуктов, последующую газификацию и выделение необходимой энергии для питания электропотребителей. Этот метод получения энергии намного экономичнее, чем на традиционных аварийных электростанциях. В этом случае важность работы газодобывающей станции возрастает.

Длительное время в промышленной зоне Слау недалеко от лондонского аэропорта Хитроу суточные перепады в нагрузке региональных энергосетей успешно компенсирует первый в мире холодильник для электричества — 300-киловаттная криогенная аккумулирующая электростанция Highview Power Storage. Энергия в повседневной жизни ассоциируется с теплом. Однако в случае криогенной аккумулирующей электростанции ключ к сохранению энергии — это холод. Невостребованная в течение дня электроэнергия превращается в криогенную жидкость.

Работоспособность концепции криоаккумуляторной электростанции была доказана на первой же экспериментальной установке мощностью 5 кВт, построенной в 2010 году компанией Highview Power Storage на крупнейшей в Британии 100-мегаваттной ТЭЦ Слау, которая работает на древесных отходах. В течение девяти месяцев установка исправно вырабатывала в сеть запасенные ночью дешевые киловатты с эффективностью более 50%, а в режиме принудительного прогрева жидкого воздуха при помощи отработанного теплоносителя с температурой 110–115°C КПД установки достигал солидных 70%, вплотную приближаясь к КПД ГАЭС [1].

Процессы, происходящие в криогенной электростанции делятся на три этапа: сжижение воздуха в цикле среднего давления (заряд аккумулятора), хранение «сжиженного» электричества и восстановление энергии с высоким давлением. На первом этапе атмосферный воздух, нагнетаемый в систему при помощи винтовых компрессо-

ров, подвергается тщательной очистке от примесей: пыль и твердые частицы оседают на фильтрах, а влага, углеводороды и CO_2 отделяются при помощи двухслойного адсорбера из алюмогеля и синтетических цеолитов. Цеолиты — это группа минералов, известных своими впитывающими качествами и способностью к ионному обмену[2]. Периодически адсорберы засоряются и для их восстановления, а также для очистки от примесей применяется стандартная процедура сброса давления, нагрева и последующего охлаждения.

Подготовленный таким образом и сжатый до 40 кгс/см^2 сухой и горячий газ проходит через двухступенчатый турбодетандер — холодильную машину, в которой он дважды расширяется и теряет большую часть своей тепловой энергии (охлаждается), раскручивая лопатки турбин до 50 000 об/мин. Дополнительное охлаждение происходит также при дросселировании за счет эффекта Джоуля-Томпсона[2]: находясь еще под давлением, газ медленно проходит в расширительную камеру через пористую перегородку — дроссель. В результате огромная доля закачанного в систему газа превращается в жидкий криопродукт с температурой до -196°C , а остатки охлажденного газа, не успевшие потерять всю тепловую энергию, закачиваются в турбодетандер повторно. Хранение жидкого криопродукта осуществляется при атмосферном давлении в стандартных криогенных емкостях.

Восстановление энергии в криогенных накопителях энергии происходит за счет регазификации газ. Выход электростанции с нулевой генерации на полную мощность занимает не более 20 минут. Итак, когда сети нуждаются в дополнительном электричестве, жидкий криопродукт откачивается из термоса и при помощи мощных поршневых насосов, создающих в трубопроводе давление порядка 70 атм, подается на разогретый до 110°C теплообменник-испаритель. Попадая на эту «сковородку», газ расширяется и с огромной скоростью устремляется на лопатки 4-ступенчатой турбины. Крутящий момент турбины через понижающий редуктор передается на генератор переменного тока, а отработанный воздух с давлением 0,5 атм и температурой порядка -40°C возвращается на вторичную переработку, проходя по пути через резервный тепловой аккумулятор с твердой засыпкой из гравия и песка[3].

Хранение жидкого азота намного безопаснее, чем хранение природного газа, мазута, дизтоплива, а самый экзотический материал для изготовления криогенного оборудования — нержавеющая сталь.[4]

С помощью модульных криогенных накопителей энергии мощностью 10–40 МВт, легко выдерживающих более 13 000 циклов разряда, как утверждается, можно покрыть весь диапазон потребностей сетей любого масштаба. Жидкий воздух или продукты его разделения имеет отличные шансы стать надежным буфером для нестабильных ветровых источников энергии и гелиостанций, оперативно гасить суточные пиковые нагрузки и переваривать сбросы реактивной мощности независимо от наличия водных ресурсов и геологии в точке расположения. По расчетам эксплуатация генерирующего модуля Cryo GenSet компании Highview например в небольших населенных пунктах обойдется потребителям вдвое дешевле, чем обслуживание автономной дизельной установки.

На основе данного опыта предлагается схема, представленная на рисунке 1, для использования транспортабельных воздухоразделительных установок малой производительности типа ТКДС-100В в качестве производителя источника энергии в виде сжиженных продуктов разделения атмосферного воздуха.

Чтобы накопить временно ненужное электричество газ в криогенных накопителях энергии охлаждается вплоть до -196°C . Полученный при этом жидкий азота или жидкий кислород заряжается в систему накопления — емкости для хранения и транспортирования криогенных жидкостей типа ЦТК 3,2/0,25, где с минимальными потерями

ми (испарение менее 0,5% в сутки) и при атмосферном давлении может храниться продолжительное время. В моменты, когда сети начинают не справляться с нагрузкой, жидкий криопродукт поступает на испаритель и расширяется в 700 раз, раскручивает турбину. Необязательно предварительно нагревать испаритель, так как разница в 210–230 градусов между криогенной и температурой окружающей среды вполне достаточно для мощного выброса скрытой энергии смеси. Совершивший работу холодный газ почти полностью возвращается в рабочий цикл.

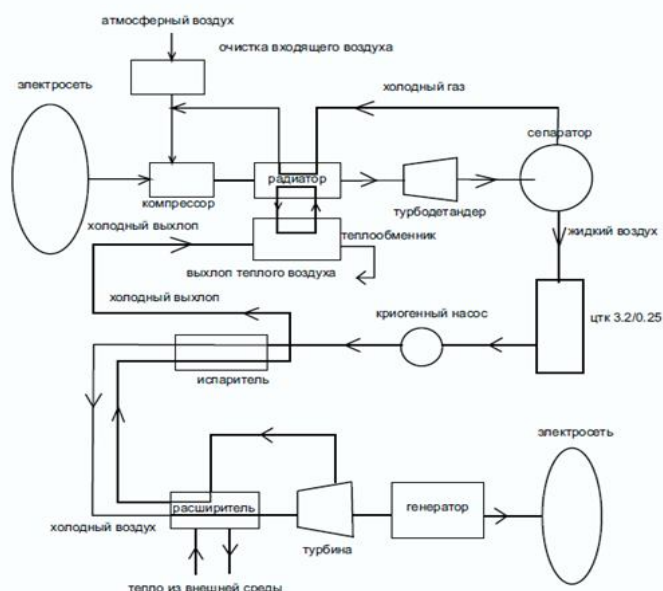


Рисунок 1 - Схема криогенной аккумулирующей электростанции

Таким образом, вырабатываемые газодобывающей станцией жидкие криопродукты разделения атмосферного воздуха в процессе накопления и хранения могут использоваться в качестве криогенного аккумулятора энергии для аварийного источника электроэнергии объектов аэродрома.

Библиографический список

1. Санников В. Криоэнергетика: Криогенная электростанция. // Популярная механика [Электронный ресурс]. URL: <http://www.popmech.ru>. 14.05.2012.
2. Архаров А.М. и др. Криогенные системы: Учебник для студентов вузов по специальности «Техника и физика низких температур» и «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование»: В2т. Т.2. Основы проектирования аппаратов, установок и систем -2 изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1999.-720с.
3. Highview Power Storage [Электронный ресурс]. URL: <http://www.highviewpower.com> (дата обращения 20.11.2017).
4. Жидкий азот. Передовые технологии производства газов N₂ [Электронный ресурс]. URL: http://www.ndva.ru/gazi/zhidkiy_azot.html (дата обращения 20.11.2017).

НАДЕЖНОСТЬ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ФОРСУНКИ ФД-22 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ

Бурдыкин В.Д., к.т.н., доцент

Кафедра прикладной механики

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Спицын И.А., д.т.н., профессор

Кафедра «Основы конструирования машин и механизмов»

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», Россия

Аннотация: приведены результаты исследования влияния регулировочных и конструктивных параметров форсунки на закоксовывание распылителей.

Abstract: the results of the study of the influence of the adjusting and design parameters of the nozzle on the coking of the sprayers are presented.
development is presented...

Ключевые слова: форсунка, распылитель, закоксовывание, надежность.

Keywords: nozzle, sprayer, coking, reliability.

Срок службы многоструйных форсунок дизелей определяется прежде всего долговечностью распылителей. Одна из причин выхода из строя распылителей - закоксовывание сопл.

В настоящее время существуют различные предположения о причинах проникновения газов в распылитель. В работах [1,2] автор считает, что горячие газы проникают из цилиндра двигателя в сопла в результате сужения струи. При этом в зоне отжима потока скапливаются пары топлива, которые затем вырываются наружу, а на их место проникают горячие газы.

В работе [3,4] проанализированы причины проникновения горячих газов из цилиндра двигателя в распылитель и высказано мнение, что наиболее вероятные причины - кавитация топлива под конусом иглы в конечной фазе впрыска и опрокидывание потока (падение давления топлива в форсунке ниже давления газов в цилиндре двигателя). Следует отметить, что эти предположения не объясняют всех случаев закоксовывания форсунок и поэтому выявление причин, вызывающих коксование распылителей, - важная задача в вопросах исследования топливной аппаратуры.

Ниже приводятся результаты исследований закоксовывания форсунок ФД-22 тракторного дизеля Д-65Н и определено влияние массы штанги форсунки, давления начала впрыска и жесткости пружины на отложение кокса на поверхности иглы и в соплах распылителя. В процессе проведения испытаний в форсунках устанавливались штанги с массами 15,5 г (серийные), 6,6 и 31 г. Давление начала впрыска изменялось от 7,5 до 22,5 МПа через каждые 2,5 МПа. Применялись пружины форсунок с жесткостью 190 кН/м (серийный вариант), с уменьшенной жесткостью до 100 кН/м и с увеличенной свыше 306 кН/м. Исследования проводились в лабораторных условиях на двигателе Д-65Н по четырехчасовому циклу. Из этого времени двигатель работал 3 ч 10 мин на номинальном режиме, 30 мин - на режиме максимального крутящего момента и 20 мин - на холостом ходу. Одновременно с лабораторными испытаниями четыре комплекта форсунок находились на испытаниях в условиях эксплуатации на двигателях тракторов.

Закоксовывание сопл как при лабораторных, так и при эксплуатационных испытаниях определялось по относительному снижению их пропускной способности (в %).

Пропускная способность сопел измерялась проливкой их на установке постоянного напора при давлении 5 МПа.

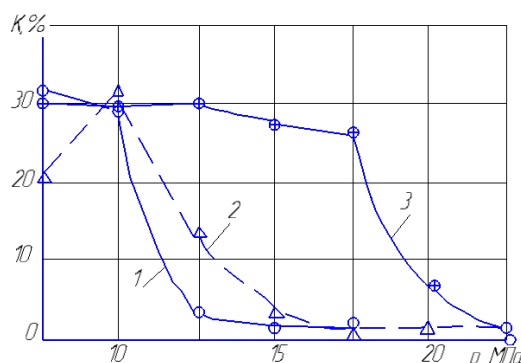


Рисунок 1 - Закоксовывание распылителей в зависимости от давления начала впрыска и массы штанги: 1; 2 и 3 — массы штанг 6,6; 15 и 31 г

На рис. 1 приведены кривые, показывающие зависимость закоксовывания сопел распылителей от давления начала впрыска.

Точки кривых соответствуют среднему значению коксуемости для комплекта из четырех форсунок. Из рис. 1 видно, что средняя величина закоксовывания распылителей увеличивается по мере снижения давления начала впрыскивания. Характер кривых существенно зависит от массы штанги форсунки. Когда в форсунках были установлены штанги с массой 15,5 г, сопла не закоксовывались при давлениях начала впрыска 20 и 17,5 МПа. Закоксовывание резко возросло при снижении давления впрыска до 12,5 и 10 МПа.

При увеличении массы штанги форсунки до 31 г распылители не закоксовывались, если давление затяжки пружины было 22,5 МПа, снижение давления начала впрыска до 20 МПа привело к закоксовыванию распылителей на 6%, а при давлениях от 17,5 МПа и ниже средняя коксуемость составила 26—30%.

Установка в форсунках штанг с массой 6,6 г, т. е. в 2,3 раза меньше серийных, привела к снижению закоксовывания при давлении затяжки пружины форсунки 12,5 МПа до 3% против 13 и 30% в двух предыдущих вариантах. При давлении начала впрыска 10 и 7,5 МПа закоксовывание форсунок с облегченными штангами составило 29 и 32%.

Из анализа рис. 1 видно, что с уменьшением массы штанги понижается давление начала впрыска, при котором отмечается существенное закоксовывание распылителей.

На рис. 2 приведена зависимость средней величины закоксовывания сопел от давления начала впрыска при установке в форсунках серийных штанг с массой 15,5 г и пружин с увеличенной и уменьшенной жесткостями. Максимальное закоксовывание как у форсунок с увеличенной, так и с уменьшенной жесткостями пружин отмечается при давлении начала впрыска 10 МПа.

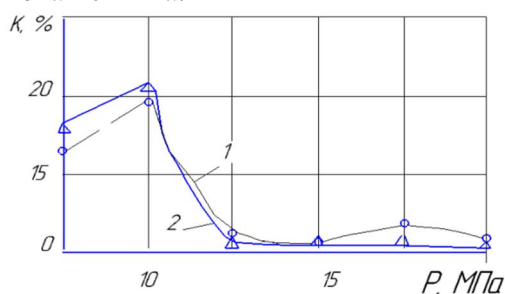


Рисунок 2 - Закоксовывание распылителей в зависимости от давления начала впрыска и жесткости пружины: 1, 2 - жесткости пружины 100 и свыше 360 кН/м

Снижение давления затяжки пружины до 7,5 МПа привело к некоторому уменьшению коксуемости. Из рис. 2 видно, что при одинаковом давлении затяжки, пружины форсунок изменение жесткости мало влияет на закоксовывание.

Кривые на рис. 1 и 2 построены для средней величины коксуемости комплекта из четырех форсунок. Между различными форсунками почти в каждом опыте наблюдается большая неравномерность. При этом в отдельности для каждой форсунки не всегда можно установить такую же зависимость коксуемости от давления начала впрыскивания, как для всего комплекта в целом.

Такое неравномерное изменение коксуемости можно объяснить частичным смывом кокса топливом в тех случаях, когда имеет непрочное сцепление с поверхностью сопл. Частичный смыв кокса наблюдался на безмоторном стенде. Комплект форсунок с закоксованными соплами от 15,5 до 40,5% устанавливался на безмоторном стенде с насосом УТН-5. В течение 5 мин через форсунки подавалось топливо при средней величине цикловой подачи 70 мм^3 и частоте вращения кулачкового вала 875 мин^{-1} (соответствующих номинальному режиму дизеля Д-65Н). После этого распылители были вновь пролиты на стенде постоянного напора. Оказалось, что их пропускная способность увеличилась от 8 до 15%. Опыты подтвердили возможность частичного смыва кокса топливом из сопл распылителей. Интенсивное закоксовывание сопл всегда сопровождалось отложением кокса у вершины конуса иглы, на ее нижней части над уплотняющим пояском и в колодце распылителя перед соплами. Толщина слоя кокса у вершины конуса иглы достигала 0,1 мм. Очевидно, кокс на поверхности иглы образовывался под воздействием горячих газов, проникавших из цилиндра двигателя в распылитель.

Анализ приведенных результатов лабораторных исследований показал, что влияние конструктивных и регулировочных параметров форсунки на закоксовывание сопл весьма сложно. Закоксовывание сопл существенно зависит от давления начала впрыска и массы штанги форсунки. Однако для различных форсунок одного комплекта зависимость коксуемости от давления начала впрыска неодинакова.

В эксплуатационных условиях испытывались форсунки, укомплектованные серийными пружинами и штангами. За каждый период работы на двигателе трактора от 500 до 1000 ч давление начала впрыска снижалось от 17,5 до 15-16 МПа. Закоксовывание распылителей достигало 5-10%. Коксование сопл у форсунок, работавших на тракторах, всегда сопровождалось отложением кокса на поверхности иглы распылителя. Часто наблюдался срыв кокса с конуса иглы до обнажения ее металлической поверхности. В некоторых случаях кокс отлагался вновь в месте срыва, в результате чего его слой становился неровным, бугристым. В тех случаях, когда кокс был сорван со значительной части поверхности иглы, сопла не закоксовывались или же их коксование было незначительным.

Предполагаемая причина срыва кокса — попадание небольшого количества воды в топливо. В процессе впрыска капельки воды прогревались до высокой температуры, а затем при колебаниях давлений вскипали. В результате разрушался кокс на поверхностях иглы и в соплах и они очищались.

Из анализа результата исследования коксуемости форсунок ФД-22 можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее существенно закоксовывание сопл зависит от давления начала впрыска и массы штанги форсунки. Кокс отлагается в соплах и на игле распылителя, что свидетельствует о проникновении горячих газов под конус иглы из цилиндра двигателя.

2. Изменение жесткости пружины при установке в форсунке серийной штанги не оказывает существенного влияния на коксуемость распылителя.

3. В эксплуатационных условиях одновременно с закоксовыванием наблюдалось частичное очищение иглы распылителя и сопл от кокса. В результате коксуемость форсунок уменьшилась.

Библиографический список

1. Трусов В. И. Форсунки автотракторных дизелей. - М.: Машиностроение, 1977.- С. 148-160.

2. Бурдыкин В.Д. Влияние температуры распылителя на лаковые отложения в его полости [Текст]/ Остриков В.В.// Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения; материалы международной науч.-практ. конф.- Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.- 2018.- С. 77-81.

3. Бурдыкин В.Д. Закоксовывание многоструйных распылителей [Текст]/В.Б. Бурдыкин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. -1983.- № 12.- С. 13-14.

4. Бурдыкин В.Д. Повышение работоспособности форсунок дизелей [Текст]/В.Д. Бурдыкин // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения; материалы международной науч.-практ. конф.- Воронеж ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017.- С. 89-95.

**Секция 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ И
КАДРОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА**

УДК 625.46(470.324)(09)

ИЗ ИСТОРИИ ВОРОНЕЖСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАМВАЯ

Филоненко Н.В., д.и.н., профессор

Черникова В.В., студент

Кафедра гуманитарных дисциплин, гражданского и уголовного права
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в статье рассмотрены этапы становления, развития и деградации трамвайной системы в Воронеже от строительства первых трамвайных линий в 1920-1930 годы до их демонтажа в 2000 годы.

Abstract: the article considers the stages of formation, development and degradation of the tram system in Voronezh from the construction of the first tram lines in 1920-1930 to their dismantling in 2000.

Ключевые слова: трамвай, трамвайная сеть, трамвайное сообщение, трамвайные линии, общественный транспорт, маршрут, депо.

Keywords: tram, tram network, tram communication, tram lines, public transport, route, depot.

На сегодняшний день Воронеж – крупнейший город Европы, в котором отсутствует трамвайная система. Воронежский трамвай просуществовал с 1926 по 2009 год, в 2019 году ему исполнилось бы 93 года. Для нашего города трамвай на протяжении многих десятилетий имел огромное значение как один из основных видов транспорта. Сейчас Воронеж – город для автомобилей, поэтому одной из главных проблем, серьезно влияющих на качество жизни в нем, остаются автомобильные пробки. Данную проблему можно решить, развивая общественный транспорт. В этом вопросе альтернативным решением может выступить электротранспорт с его экологичностью и высокой провозной способностью. В последнее время данная тема весьма актуальна и является предметом острых дискуссий.

Первым видом транспорта в Воронеже была конка. История Воронежского трамвая началась в 1911 году, когда отсутствие централизованной системы общественного транспорта стало сдерживать дальнейшее развитие города. В 1914 году начались работы по укладке путей и постройке депо. Но в годы Первой мировой и Гражданской войн запуск трамвайной системы стал невозможным. Город стремительно развивался, поэтому в 1925 году из-за отсутствия централизованной системы общественного транспорта начинается прокладка трамвайных линий. 16 мая 1926 года в Воронеже состоялось торжественное открытие трамвая, которое описано в романе Ильфа и Петрова «Двенадцать стульев». На линию вышли 4 вагона по маршруту «Вокзал – Маслозавод».

После запуска трамвайного движения парк трамваев пополнялся новыми вагонами. Интенсивное развитие трамвайная сеть получила в годы первой пятилетки, когда открылось 5 новых линий: от Кольцовского сквера до площади Заставы, от Петровского сквера до Чернавского моста, от парка культуры и отдыха к району СХИ и от площади Заставы до завода им. Коминтерна. В Воронеже к началу 1930-х годов крупным промышленным центром становится левый берег, поэтому к ул. Г.Стратосферы через Вогрэсовский мост прокладывается новая линия.

Нагрузка на трамваи возрастала, поэтому закупки подвижного состава продол-

жались. К 1936 году трамвайной сетью были охвачены основные районы города. Ежедневно вагоны перевозили до 180 тыс. человек. В 1938 году были проложены трамвайные линии на ул. Плехановской и к району «Придача». В начале 1941 года в Воронеже насчитывалось 152 трамвайных вагона и 11 маршрутов протяженностью 60 км.

После начала Великой Отечественной войны вагоноремонтные мастерские трамвайного депо переходят на производство военной продукции. Необходимо отметить важнейшую роль трамваев, которые в военные годы оставались единственным транспортом в нашем городе, перевозившим боеприпасы и продукты питания и доставлявшим раненых в госпитали. После освобождения Воронежа было разрушено 64 км трамвайного пути, полностью снята контактная сеть. К 1 мая 1943 года принимается решение запустить первую очередь трамваев. К концу 1946 года уже функционирует большинство довоенных маршрутов.

В городе возрастает число трамвайных перевозок, и в 1955 году в эксплуатацию вводится Левобережное депо № 2. Строятся новые линии. В 1956 году на улицах Воронежа работало 180 трамвайных вагонов. В 1969 году началось строительство ВРТТЗ. В 1970 году в Воронеж поставляются новые отечественные вагоны – КТМ-5М. К концу 1970 года выпуск вагонов на линию составил 255 единиц в день, себестоимость перевозки пассажира – 2,8 копеек.

В 1974 году проводится реконструкция трамвайного пути на Вогрэсовском мосту. В 1977 году в город поступает 25 чешских вагонов Tatra T3, начинает функционировать линия через Северный район к общежитиям ВПИ. В 1981 году в Юго-Западном районе открывается трамвайное депо № 3. В 1983 году проводятся приемочные испытания автоматической системы диспетчерского управления, разработанной на заводе «Электросигнал», которая по своим техническим характеристикам не уступала зарубежным аналогам.

В 1985 году в Воронеже открывается Северный мост, ставший единственным двухэтажным мостом в СССР. Первый ярус предназначался для автомобилей, второй – для трамваев. С августа 1986 года трамвайные депо № 1 и 2 полностью перешли на эксплуатацию чешских вагонов Tatra T3. В ноябре 1986 года была проложена вторая колея пути от ул. Новгородской до ВРТТЗ, ставшая последней трамвайной линией, открытой в нашем городе. В 1987 году в Воронеже на линию вышел единственный трамвай-кафе «Сладкая прогулка». По вторникам и четвергам в нем устраивались экскурсии по городу.

В 1991 году протяженность трамвайных путей составляла 175 км. В 90-е годы из-за отсутствия финансирования прекращаются централизованные поставки транспортного оборудования, вагоны начинают ветшать, однако трамвайная система сохраняет свою жизнеспособность. Открывается линия от Северо-Восточного района к СХИ. В 1996 году в Воронеж происходит последняя поставка подержанных немецких вагонов Tatra T6B5.

В июне 2001 года на Московском проспекте для увеличения пропускной способности улицы и расширения дорожного полотна для автомобилей демонтируют трамвайные пути, что наряду со старением и износом подвижного состава существенно влияет на сокращение объемов пассажирских перевозок. С ноября 2001 года закрывается маршрут ЖД вокзал - ул. Циолковского. С марта 2002 года до 90 % всех трамваев переведено на работу в коммерческом режиме. По решению мэра А.Я. Ковалёва прекращает работу депо № 2, что приводит к закрытию 6 маршрутов. 1 января 2003 года за большие долги закрывается депо № 1 и еще 4 маршрута. С этого времени на улицах функционируют только одиночные вагоны.

В марте 2003 года начинается демонтаж трамвайной линии по Ленинскому проспекту. Удаленные районы города перестают быть охвачены трамвайным сообщением,

трамваи стремительно уходят с рынка пассажирских перевозок: на их долю приходится лишь 2% от всего числа перевезенных пассажиров. С 2003 года прекращается ремонт вагонов на ВРТТЗ. Ситуация, сложившаяся с Воронежским трамваем, была катастрофической: за 4 года количество маршрутов сократилось с 21 до 4. В 2005 году было образовано общественное движение «Воронежцы за трамвай», которое отсрочило закрытие трамвайной системы на 3 года.

В 2007 году проходят торги по продаже депо № 3. В муниципальной собственности не остается ни одного электротранспортного парка. Таким образом, город окончательно теряет перспективы развития трамвайного движения. В июле 2008 года начинается демонтаж контактной сети на левом берегу. 14 апреля 2009 года трамваи Воронежа работали последний день. На линию вышло только 2 вагона по маршрутам № 1 и 2. Последний линейный рейс совершил вагон с бортовым номером 400. После прекращения трамвайного сообщения начался демонтаж линий. Многие улицы были реконструированы таким образом, чтобы автомобили получили дополнительные полосы для движения. Демонтаж трамвайных линий, который должен был улучшить пропускную способность автомобильных дорог в городе и значительно улучшить ситуацию с автомобильными пробками, не привёл к ожидаемым результатам.

Можно ли было спасти Воронежский трамвай? В этом вопросе особенно показательны примеры Екатеринбурга и Краснодара, которые сейчас обладают одними из лучших транспортных систем в России.

Более 80 лет Воронежский трамвай был неотъемлемой частью города. Однако экономические и политические изменения последних десятилетий привели к упадку и потере трамвайной системы. По требованию воронежцев в генплан развития города был внесен пункт о строительстве метро, рассмотрение которого начнется после 2020 года.

Автомобильный бум в России повторяет события 1950-1980 годов в Западной Европе и Америке, когда города отказывались от трамвая, чтобы через несколько десятилетий вернуться к нему. В Воронеже, по всей видимости, скоростной транспорт появится в ближайшей исторической перспективе, так как другого пути у миллионного города нет. Его придется создавать заново, и тогда история Воронежского трамвая может оказаться бесценной.

Библиографический список

1. Справка «О восстановлении трамвайного хозяйства в г. Воронеже после его освобождения от немецко-фашистских захватчиков 25 января 1943 года». [электронный ресурс] URL.: <http://grape-frukt.livejournal.com/5172.html#comments>.

2. Фурсов А. История Воронежского трамвая / А. Фурсов. – Воронеж: Кварта, 2010. – С. 10-79.

3. Пашенко В., Фомин Р. Трамвай и троллейбус в Воронеже / В. Пашенко, Р. Фомин. – М.: «Железнодорожное дело», 2013. – С. 204-208.

4. Ежова А. Тем же маршрутом / А. Ежова // Коммерсант Черноземье. Приложение № 146 от 16.08.2013.

5. Воронежский трамвай. [электронный ресурс] URL.: <https://ru.wikipedia.org/wikidjhjyt;crbq>.

6. Буслов А. Осмыслим, как же все-таки подходить к планированию транспорта в городах / А. Буслов [электронный ресурс]. – URL.: <http://mymaster.livejournal.com/http://grape-frukt.livejournal.com/>.

**В БОЯХ ЗА КОРОТОЯКСКИЙ ПЛАЦДАРМ - ПОДВИГ ГВАРДИИ
СЕРЖАНТА ПАНГАНИСА И.В. В АВГУСТЕ 1942 Г.**

Малютина Т.П., к.ист. н., доцент

Тройных Н.А., студент

Кафедра гуманитарных дисциплин, гражданского и уголовного права
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье исследуются жизненный путь и подвиг командира артиллерийского орудия 73-го гвардейского стрелкового полка, 25-й гвардейской стрелковой дивизии, 6-й армии Воронежского фронта гвардии сержанта Панганиса И.В. в боях за коротоякский плацдарм в августе 1942 г.

Abstract: the article examines the life path and feat of the commander of the artillery gun of the 73rd guards rifle regiment, the 25th guards rifle division, the 6th army of the Voronezh front guard Sergeant Panganis I. V. in the battles for the korotoyak bridgehead in August 1942.

Ключевые слова: Великая Отечественная война, Воронежский фронт, Коротоякский плацдарм, Панганис Игорь Владимирович, 6-я армия, 25-я гвардейская стрелковая дивизия, 73-й гвардейский стрелковый полк.

Keywords: Great Patriotic war, Voronezh front, Korotoyaksy bridgehead, Panganis Igor Vladimirovich, 6th army, 25th guards rifle division, 73rd guards rifle regiment.

Бои за донские плацдармы летом 1942 года изучены историками достаточно подробно [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7], но остаются события, которые ждут своих исследователей. К таким историческим событиям относится подвиг сержанта Панганиса И.В.

Игорь Владимирович Панганис родился в 1922 году в г. Москва. Родители не прочили сыну какого-то исключительного, великого будущего, не внушали ему чувства превосходства над сверстниками. В итоге Игорь стал на ноги. Пока в смысле чисто физического. Ходил, бегал, любил движения. С улицы возвращался довольный, часто промокший, грязный. Умер отец. Жить стало труднее. Мать делала всё, чтобы не печалились глаза сына и всегда звучал его звонкий смех. Конечно, приучала и к житейским заботам.

Игорь тянулся к сверстникам, те к нему. Случалось, что задибался с мальчишками, но девочек никогда не обижал. Парень имел загадки рыцаря. Игорь рос сообразительным, исполнительным и аккуратным. Внутреннее благородство, стремление к справедливости, ещё не осознанные им, эти качества помогали Игорю ориентироваться в житейской обстановке, выбирать верные пути.

Он записался в шахматно-шашечный кружок. Тренеры заметили у юноши нужные качества такие как сила воли и хорошая память. У мужчин он вызывал расположение ещё той сдержанностью, рассудительностью, которые отличают серьёзных, работающих людей. Игорь делал успехи. За удачные выступления на соревнованиях ему вручали грамоты, книги, статуэтки. Он ездил даже с командой спортсменов в другие города. И с занятиями в машиностроительном техникуме, куда поступил он учиться, был полный порядок. Науки давались ему легко.

Но неожиданно Игорь решительно бросил занятия в техникуме, расстался с шахматно-шашечным клубом и устроился на завод учеником токаря. Обладая трезвым взглядом на жизнь, юноша решил не торопить события. Работать, помогать матери, прилично одеваться самому...

В каждой жизни происходят перемены. Панганис, статный, с фигурой борца, вызвал интерес у одной девушки по имени Тоня. Это была настоящая любовь-первая и настоящая. Игорю было восемнадцать, Тоне чуть поменьше. Мать приняла девушку, как родную дочь.

Неожиданно приходит Игорю повестка в военкомат. Поначалу и смех был тот же, и милое ребячество молодых людей вызывало радость матери. Вскоре за Игорем приходит командир, представившись он позвал Панганиса к себе. Настало время прощания и Игорь с чувством гордости и отваги пошел в армию. Пожениться с Тоней они так и не успели, решив это сделать после армейской службы [8].

Армейскую форму Игорь надел в октябре 1941 года. Военная служба казалось ему скучной и неинтересной. Однажды он сказал сержанту: «Тут всё одно и то же, а мне на фронт хочется». Но на это сержант резко разозлился и добавил: «Ух, герой нашелся, нечего вперёд батьки в пекло лезть, на фронте от такого неуча, как ты, толку не будет». Интерес к военному делу Игорь вскоре всё же проявил. Он убедился, что знания в войне нужны не меньше, чем в техникуме. Игорь стал увлекаться артиллерийским делом. И теперь его окружали только книги. Он чертил на доске, а иногда и на песке, часто проводил различные расчёты. С интересом высчитывал косинусы, синусы, секунды, метры, градусы и всё это у него складывалось в формулы.

Так, раздел за разделом, учили они науку о «боге войны». А когда молодым присвоили сержантские звания, когда построили их перед отправкой на фронт, Игорь сказал стоящему рядом командиру: «За науку спасибо. Не обижайтесь за ранее сказанные мной слова». На что командир ответил: «Добрым будешь воякой, бей фашистов чтоб знали Русь матушку»! По окончании многих сержантов отправили в г. Санково, где формировалась 25-я гвардейская стрелковая дивизия. И снова учёба. Но теперь уже Игорь обучал молодое поколение воевать. Незаметно промелькнули 3 месяца. В начале июля генерал-майор Р. И. Панин и член Военного совета комиссар А. Н. Киселёв дали высокую оценку о подготовке солдат. В этом была не малая заслуга командира 73-го гвардейского стрелкового полка гвардии сержанта Панганиса.

11 июля дивизия получила приказ о направлении соединения на Воронежский фронт. Уже через час полки находились на марше к станциям погрузки. Утром 12 июля последний эшелон покинул станцию. 25-я гвардейская стрелковая дивизия начала свой боевой путь. Эшелоны двигались на юго-запад. Чем ближе к фронту, тем чаще встречались санитарные поезда, товарные составы с разбитой военной техникой, эвакуируемыми на восток заводами, рабочими и их семьями. Попал под бомбёжку и их эшелон, но хорошее прикрытие уберегло их от значительных потерь, и после небольших задержек движение продолжалось. Эшелон прибыл на станцию Хреновая и вошла в состав 6-й армии генерал-майора Ф. М. Харитонов. Ей было поставлена задача занять и оборудовать вторую полосу обороны по реке Битюг в районе города Бобров. С этого момента стремительно развивались события. Нарастало напряжение от тренировок. Парни готовились к боевым действиям. Игорь пишет письмо любимой в котором говорит, что добрался до Воронежской земли без происшествий, что очень любит её и признаётся ей, что не верит в своё возвращение на Родину.

12.07.1942 в 13 часов был получен приказ довести до части через делегатов командования, что дивизия перебрасывалась 14-ю эшелонами. Был приказ о подготовке материальной части к стрельбе из пулемётов. Гвардии майор Матвеев составил в пути следования временную инструкцию по ПВО. 1 августа 1942 года дивизия была переброшена к берегам Тихого Дона в район Давыдовки. И стала готовиться к его форсированию. Это были дни о которых писал Тоне гвардии артиллерист. «...Пишу по возвращению из похода, в котором мы пробыли 4 дня. Впервые 15 часов отшагали около 60 километров без пищи. По-суворовски. И настроение, представь, у нас не упало».

В ночь на 5-е августа дивизия заняла исходное положение для наступления. К берегу Дона подвезли тщательно замаскированные переправочные средства. Это было в районе села Сторожевое. 73-й гвардейский полк первоначально оставался в резерве командующего 6-й армией. Но вскоре его временно придали 174-й стрелковой дивизии, и он длительное время участвовал в боях под городом Коротояк [3].

В августе 1942 года немецкие полчища, закованные в броню, поддержанные самолётами с воздуха, решили взять реванш и ликвидировать плацдарм у сел Коротояк, Урыв и Сторожевое, которые играли важную роль, так как сковывали крупные силы противника, не давая возможности их перебросить под Воронеж и Сталинград. Пресса того времени ставила данные бои в один ряд с боями за Сталинград. Войны 73-го гвардейского стрелкового полка дали клятву стоять, до последний капли крови, последнего солдата и всеми силами не дать врагу захватить плацдарм села Коротояк.

8 августа 1942 года гвардейцы форсировали реку Дон и заняли плацдарм на правом берегу. Орудийный расчёт 45-мм пушки, огонь которой принёс немалый вред фашистам, выполнял задачу: выдвинуться с орудием вперёд и с ротой стрелков оседлать дорогу Коротояк-Воронеж. По ней противник осуществлял интенсивную переброску частей, техники и обоза. Первоначальная задача артиллеристами была выполнена. Движение немцев по дороге прекратилось. За это время Игорь подбил и сжёг 15 автомашин врага и убил более 100 фашистских солдат.

12 августа 1942 года. Раннее утро. Фашисты фронтом в один километр контратаковали расположение 73-го гвардейского стрелкового полка у хуторов Авериного и Мастище. Орудие Панганиса заняло хорошую огневую позицию, выдвинувшись из леса в мелкий кустарник. Метрах в восьмистах впереди враг спускался с пологого склона. Было тихо, если не считать гула двигателей. Гитлеровские автоматчики не стреляли. Молчала и пушка Панганиса. Игорь рассудил, что основной целью должны быть танки, в случае промаха пехота всё равно понесёт потери от снарядов.

- По танкам! - звенящим голосом прокричал Игорь,

- По головному огонь!

После первого выстрела фашисты открыли сильный огонь. Пули летели со всех сторон. Три снаряда орудия Панганиса не попали по танку, но нанесли значимый урон пехоте. Четвёртый выстрел оказался точным и застал вражеский танк врасплох. Пехота ускорила шаг. Игорь всё с радостью кричал: «Огонь, огонь, огонь, знай наших!».

13 августа 1942 гвардии-сержанту И. В. Панганису был отдан приказ: «Разместить орудийный расчёт на удобное для отражения атаки место и держать позиции до прибытия подкрепления». Видя, что советских воинов пехотой не остановить, враг решил всеми силами остановить советских солдат и приказал 15 танкам с поддержкой пехоты уничтожить пушку Панганиса. Вблизи хутора Аверино разгорелся жесточайший бой. Последний для Игоря [8].

Из наградного листа : «Орудийному расчету 45 - мм пушки гвардии сержанта Панганиса была поставлена задача - выдвинуться с пушкой вперед и вместе с ротой стрелков оседлать дорогу, идущую из г. Воронеж в с. Коротояк, по которой шло двустороннее движение немецких частей, автотранспорта и обоза. Задача была выполнена. Орудийный расчет со стрелковым подразделением прочно укрепился на указанном рубеже. Движение немцев по дороге прекратилось. Семь дней подряд немецкие автоматчики и венгерская пехота бросались в многочисленные контратаки, стремясь вернуть потерянный рубеж. И каждый раз, оставляя на поле боя десятки трупов своих солдат. Откатывались назад. За 7 дней ожесточенных боев орудийный расчет товарищей Панганиса разбил и сжег 15 вражеских машин, пытавшихся подвозить боеприпасы. Более 100 немецких и венгерских солдат нашли себе могилу от огня орудия. Немцы, видя, что одной пехотой дороги им не вернуть, решили пустить в ход танки. 15 августа 1942 года

на правом берегу реки Дон, южнее хутора Авериного Воронежской области, разгорелся ожесточенный неравный бой между немецкими танками и 45-мм пушкой гвардии сержанта Панганиса. С рассвет бронированные чудовища развернутым фронтом стали приближаться к дороге. Они шли медленно. Хорошо замаскированная пушка была невидимой для танкистов. Головной танк двигался вправо на стрелковые окопы. Товарищ Панганис произвел два выстрела. Снаряды угодили в бок, и танк замер на месте.

- Танк слева! – крикнул подносчик снарядов.

Второй немецкий танк, лязгая гусеницами, быстро приближался к пушке. Товарищ Панганис, не медля развернул орудие и первым снарядом перебил ему гусеницу. Машина завертелась на месте, пытаясь уйти обратно, но от третьего снаряда вражеский танк был объят пламенем. Остальные танки повернули обратно.

Не прошло и одного часа времени, как танки снова вышли и пошли в атаку. Ведя на ходу пушечный и пулеметный огонь. На орудие теперь шли три танка. От разрыва вражеского снаряда вышли из строя его товарищи. Сам он был тяжело ранен. Орудие прекратило огонь.

Немецкие танкисты, заметив прекращение огня, решили, что с пушкой все кончено. Но они жестоко просчитались. Товарищ Панганис, собравшись с силами. Забыв про острую боль от раны, снова встал к орудию. Бесстрашному войну пришлось одному заменить целый оружейный расчет. Герою удалось несколькими снарядами подбить третий немецкий танк. Четвертому танку противника удалось прорваться и подойти к орудию на расстояние 30 метров. Прямым попаданием снаряда пушка была выведена из строя. Вражеский танк подходил к пушке намереваясь своими гусеницами раздавить бесстрашного артиллериста.

Товарищ Панганис прибегнул к последнему средству: он решил пойти на смерть, но не отступить. Он заткнул за пояс 4 противотанковые гранаты и бросился под гусеницы танка. Вражеская машина была подорвана. Остальные танки, прекратив атаку повернули обратно. На поле боя осталось четыре подбитых танка.

Товарищ Панганис погиб смертью героя, но не уступил врагу своей позиции...» [9].

Уцелевший немецкий солдат, попавший в плен, поражался смелостью русского воина. Он говорил, «капут». У него спросили, что значит капут, конец Гитлеру? На что он ответил «Нет, мой командир будет жить, но мы вряд ли завоюем вашу страну, если все будут бросаться под танки, как этот». Качая головой, он повторял «капут, капут, капут». Он не мог понять, как можно жертвовать собой. Фашисты не представляли, что их ждет за их разбойничьи войны, за океаны разлитого горя. Игорь не ошибся. Советский народ победит в этой войне. И этот народ память о своих героях будет оберегать, как святыню.

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 28 апреля 1945 года за мужество, отвагу и героизм, проявленные в борьбе с немецко-фашистскими захватчиками, гвардии сержанту Панганису Игорю Владимировичу посмертно присвоено звание Героя Советского Союза. Также посмертно был награжден орденом Ленина и навечно зачислен в списки личного состава воинской части.

Похоронен Игорь на месте совершения подвига. На этом месте стоит гранитный камень, на котором написано: «На этом месте 15 августа 1942 года совершил свой подвиг Герой Советского Союза гвардии сержант Панганис Игорь Владимирович». Каждый год 15 августа в селе Коротояк проходит велопробег посвященный герою Советского Союза - Панганису И. В. Именно этим событием жители сёл Коротояк, Покровка, Петропавловка, Давыдовка и Сторожевое хотят донести до младшего поколения память о герое, который ценой своей жизни погиб за друзей и за Родину [10].

В заключении хочется сказать, что не каждый человек способен пойти на столь героический поступок. Советские воины погибали, но знали, что жизнь станет лучше. Так будем мы им благодарны, за то, что они, жертвуя собой, освободили нас от тех мук, которые им довелось испытать. Вечная память героям, отдавшим свои жизни за свободу и не зависимость нашей Родины!

Библиографический список

1. Филоненко Н.В. Бои за плацдармы в районе Костенки - Александровка Воронежской области в годы Великой Отечественной войны / Н.В. Филоненко // Берегиня. 777. Сова. Научный журнал. – 2010. – № 1(3). – С. 52-56.
2. Филоненко Н.В. Бои советских войск с подразделениями 2-й венгерской армии за Щучьенский плацдарм на Дону летом 1942 г. / Н.В. Филоненко // Берегиня. 777. Сова. Научный журнал. – 2010. – № 2(4). – С. 32-36.
3. Филоненко Н.В. Хроника боев 174-й сд против частей 2-й венгерской армии в районе г. Коротояк в августе-сентябре 1942 г. / Н.В. Филоненко // Сражения на Дону: от Воронежа до Сталинграда 1942-1943.: Мат. междунар. науч. конф. – Воронеж, 2014. – С. 249-259.
4. Филоненко Н.В. Бои советских войск с подразделениями 2-й венгерской армии за Урывский плацдарм на Дону летом 1942 г. (на основе доклада венгерского генерального штаба «Обобщение опыта боевых действий венгерской армии на Восточном фронте в 1942 г.») / Н.В. Филоненко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1-2 (40-41). – С. 342-353.
5. Филоненко Н.В. Бои за донские плацдармы: август-сентябрь 1942 года / Н.В. Филоненко // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный журнал. – 2017. – №3 (23). – С. 261-274.
6. Филоненко Н.В. Бои советских войск за плацдармы на Дону в июле 1942 г. / Н.В. Филоненко // Известия Воронежского государственного педагогического университета. – 2017. – №3 (276). – С. 86-92.
7. Филоненко Н.В. Хорти против Сталина: вторжение венгерских войск и их разгром в СССР. 1941-1944 гг. / Н.В. Филоненко. – Воронеж, 2017. – 394 с.
8. Гринько А. И. Солдаты в каменных шинелях [Очерки]. – Воронеж : Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1969. – 79 с.
9. Золотарев П.М. «Подвиг сержанта Панганиса». Серия «Воинская слава земли Воронежской». –М.: Издательство Олега Пахмутова. – 2013. – 56 с.
10. Фонды музея и библиотеки села Коротояк Острогожского района Воронежской области.

УДК 631.153 «405»

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СЕЛЬКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Шалаев А.В., к.э.н., доцент

Гафурова Д.Х., магистрант

Кафедра организации производства и предпринимательской деятельности в
АПК, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: рассмотрены перспективные планы, использующиеся в сельскохозяйственном производстве.

Abstract: the perspective plans used in agricultural production are considered.

Ключевые слова: стратегическое планирование, бизнес-планирование.
Keywords: strategic planning, business planning.

На текущий момент перспективное планирование в нашей стране представлено двумя видами – стратегическим и бизнес-планированием.

Несмотря на то, что в области стратегического планирования принимались определенные законы (ФЗ «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития РФ» 1995 г., и ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» 2014 г.) большее распространение в хозяйственной практике предприятий получил бизнес-план [5].

Во многом это вызывает недоумение: как один план, рекомендованный на государственном уровне, предприятиями практически не реализуется, а другой вполне успешно действует?

Попробуем разобраться.

Попытки перехода от долгосрочного «советского» планирования к рыночному осуществлялись еще в 90-х годах прошлого века, когда был принят закон «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития РФ». В нем рассматривались такие базовые понятия как индикативный план, государственный сектор экономики, прогноз, концепция, однако стратегия развития совершенно не отражалась. Ситуацию должен был исправить «О стратегическом планировании в Российской Федерации» 2014 года, однако и он не принес никакой ясности – все программные документы были направлены на уровни от общегосударственного до муниципального, при этом уровень предприятия как и в предыдущем законе был проигнорирован.

Однако наши исследования показывают, что рекомендации по стратегическому планированию на предприятии существуют. Так, в трудах А.И. Ильина [2], Т.П. Любановой [3], К.С. Терновых [4] можно встретить различные подходы и варианты разработки стратегического плана предприятия. На наш взгляд, наиболее предпочтительной является структура стратегического плана предложенная К.С. Терновых [4]:

- предисловие (резюме);
- цели и задачи предприятия;
- текущая деятельность и долгосрочные задачи;
- стратегия маркетинга;
- стратегия использования конкурентных преимуществ предприятия;
- стратегия производства;
- социальная стратегия;
- стратегия ресурсного обеспечения производства;
- стратегический финансовый план предприятия;
- стратегия НИОКР;
- стратегия внешнеэкономических отношений предприятия;
- стратегия развития системы менеджмента предприятия;
- организация реализации и контроля выполнения стратегического плана;
- приложения.

Необходимо отметить что предложенная структура носит рекомендательный характер, поскольку заполняемость разделов плана зависит, прежде всего, от размеров предприятия и масштабов его деятельности.

Согласно литературных источников, бизнес-план должен состоять из следующих разделов [1]:

1. Резюме
2. Общая характеристика сельскохозяйственного предприятия

3. Характеристика сельскохозяйственных товаров и услуг
4. Рынки сбыта товаров
5. Конкуренция и другие внешние факторы
6. Стратегия маркетинга
7. Производственный план
8. Организационный план
9. Юридический план
10. Оценка рисков, управление ими
11. Финансовый план
12. Стратегия финансирования.

К причинам более широкого распространения бизнес-плана по сравнению со стратегическим можно отнести:

1. Отсутствие методологии в области стратегического планирования. В бизнес-планировании на сегодняшний день существует широкий выбор как «открытых», так и «закрытых» компьютерных программ, что позволяет разработать план даже неподготовленному пользователю.

2. Отсутствие подготовки кадров необходимой квалификации. На данный момент выпускники ВУЗов не получают необходимые знания не только по перспективному планированию, но и зачастую, даже по годовому.

Библиографический список

1. Бизнес-планирование / К.С. Терновых, Н.А. Звягин, А.В. Шалаев. – Воронеж.: ВГАУ, 2004. – 177 с.
2. Ильин А.И. Планирование на предприятии: учеб. пособие / А.И. Ильин. – 7-е изд., испр. и доп. – Мн.: Новое знание, 2006. – 668 с.
3. Любанова Т.П. Стратегическое планирование на предприятии: Учебное пособие для вузов. / Т.П. Любанова, Л.В. Мясоедова, Ю. А. Олейникова. – 2-е изд., перераб. и доп. Серия «Экономика и управление». – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2005. – 400 с.
4. Планирование на предприятии АПК / К.С. Терновых, А.С. Алексеенко, А.С. Анненко и др.; Под ред. К.С. Терновых. – М.: КолосС, 2006. – 333 с.
- Романюк М.А. О формировании системы стратегического планирования. / 5. М.А. Романюк // Известия ТСХА. Вып. 5. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010. – С. 121-129
- 5 Шалаев А.В. Вопросы организации стратегического планирования в сельскохозяйственных предприятиях./ А.В. Шалаев // Потенциал развития российского АПК: Материалы межрегиональной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и магистрантов, 7-8 ноября 2013 г./ колл. авторов: - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – С. 141-144

УДК 331.526

БЕЗРАБОТИЦА КАК ЭЛЕМЕНТ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ТРУДА В АПК СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Однодворцев А.Ю., студент
Федотова О.А., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматривается проблема безработицы в АПК. Анализируя этот вопрос, можно выделить её как острую проблему социально-экономического

плана, и, если не рассматривать основные теоретические принципы, найти решение практической задачи не является простыми. Изучения категорий безработицы, её социально-экономической сущности представляется собой особо важным, не только в российской экономике, но и в сельском хозяйстве. Но к сожалению этот вопрос достаточно новый и является ещё не до конца освещённым.

Abstract: the article deals with the problem of unemployment in agriculture. Analyzing this issue, we can distinguish it as an acute problem of socio-economic plan, and, if we do not consider the basic theoretical principles, to find a solution to the practical problem is not simple. Studying the categories of unemployment, its socio-economic essence is particularly important, not only in the Russian economy, but also in agriculture. But unfortunately this issue is quite new and is not yet fully covered.

Ключевые слова: безработица, рынок труда, занятость, агропромышленный комплекс.

Key words: unemployment, labor market, employment, agro-industrial complex.

Вопрос безработицы в АПК возникла в ходе преобразования экономики аграрного сектора, из-за не распланированной, быстрой переработки кооперативных форм собственности в частную, всё это привело к множеству проблем. Произошёл упадок сельскохозяйственных предприятий, уменьшилось число рабочих и появилось огромное количество безработицы, также повлияло сдерживание рабочей силы для ослабления напряжённости в обществе. Всё это осложнило ситуацию в сельском секторе, а также в прочих отраслях [1].

Рассматривая особенности экономически активного населения, занятость людей, снабжённости базы сырья, ростом производительности труда, привлекательностью территории и количеством инвестиций в неё, но и других факторов, именно они будут характеризовать занятость, показатели безработицы, функционирования рынка труда в АПК региона [3].

Поэтому можно выделить главные факторы, отражающие тенденцию безработицы и рынок труда в регионе [2].

1. Демографический (количество населения и его динамика, объём экономически активного населения и тенденции изменения и т.д.).
2. Экономический (размеры и устройство производства, производительность труда, уровень инфляции, эволюция рыночных отношений и т.д.).
3. Социальный (уровень жизни, качество и мотивация труда и квалификация работников, уровень социального обеспечения и т.д.).
4. Правовых отношений (основные регулирующие законы, налогообложение, регламентация труда и отдыха, условия найма и т.д.).

Но вопрос безработицы в селе является гораздо глубже, чем в городе, он обладает своими характерными чертами, определяющие свойства ее формирования, особенности управления и регулирования. Хотя у жителей села присутствует наличие самозанятости в виде личного подсобного хозяйства, но у них не особо много вариантов наличия новой работы, но также можно выделить наличие достаточного количества видимых и скрытых безработных в сочетании с дефицитом квалификации кадров [1].

Так же одной из главных сторон безработицы АПК России стала неравномерность при разделении трудовых ресурсов по различным регионам, что влечёт за собой переизбыток рабочей силы в отдельных местах. В некоторых территориях службы занятости «увеличивают» уровень безработицы, получая финансирование для пособий, но есть и те, кто «занижают» этот показатель, для разрешения в разряде благополучных регионов [3].

Проблема безработицы в АПК связана со спецификой переходного периода:

- Осложнение финансово-экономического положения сельхоз предприятий и промышленности мешает поддерживать и наращивать темпы производства.

- Ситуация, связанная с неравномерным отношением сокращения рабочих мест с нарастающим предложением рабочих рук. Предложение осуществляется в основном путём высвобождения рабочих, а не трудоустройства квалифицированных рабочих, обучающихся в специальных учреждениях и миграции.

- Также одним из негативных моментов является пособие по безработице, ведь оно рассчитывается из среднего уровня оплаты труда, но у безработных сельского сектора она относительно не высокая, в отличии работников других отраслей народного хозяйства.

Так как АПК является монопроизводственной сферой труда, что показывает ограниченность в видах организации деятельности, причём часть видов несельскохозяйственной деятельности, находится в сильном упадке, сокращая наличие рабочих мест, приводя к осложнению решение проблемы. В итоге основой росту безработицы стали упадок производства и снижение занятости населения [2].

Согласно статистике, на 2017 год доля безработных мужчины была 55,7% от общего числа безработных. Если обратить внимание на распределение безработных по возрасту, то большая часть населения — это люди 20...49 лет, наименьшая — 15...19 лет и 50...72 лет. Рассматривая статистику по семейному положению 49% лиц, находящихся в браке, а 51% — на одиноких. Статистика безработицы исходя из образования показывает, что доля безработных лиц с средним общим - 35,6%, средним профессиональным - 37,4% образованием, высшим профессиональным образованием - 11,6% [4].

Учитывая, что всего 35% были на регистрационном учете, а другая часть безработных оставалась социально незащищёнными на рынке труда, не получая пособия по безработице, поддержки в виде трудоустройства и профессиональной ориентации [4].

Реально доля безработицы на рынке труда в сельском секторе, который не полностью координируется государством, в разы больше что демонстрирует официальная статистика. Это исходит из того, что расчёт производится по методологии международной организации труда и статус безработного обозначаются не все граждане, не имеющие доходного занятия и выразившие желание работать. Так же к группе безработных не относят население, занятое поиском работы, но не готовое на момент документации вопроса о занятости начать её и то число людей, переставших искать работу, а также отчаявшихся найти её [4].

Огромное несоответствие доли безработных, рассчитанных по методологии МОТ, к доли находящихся на регистрационном учете состоит в том, что престиж государственных служб занятости как органа, который разбирается с вопросом безработицы, достаточно мал, поэтому использование людьми служб занятости для помощи в трудоустройстве особо не востребовано.

Если рассматривать методы нахождения работы безработной категории населения, то наибольшее количество людей обращалось к знакомым, родственникам за помощью - 65,5%, обратившихся в средства массовой информации и в интернет - 45,3%, обратившихся напрямую к работодателю - 33,3% и самая немногочисленная группа обращалась в государственную службу занятости - 31,3% [4].

Так же главной проблемой в решении вопроса стала слишком низкая материальная помощь безработным, должно не замещая утраченного заработка, нужного хотя бы для поддержания нормального здоровья человека и обеспечения жизнедеятельности, рекомендованные вакансии не соответствуют спросам нуждающихся в трудоустройстве, из-за того, оплата труда на этих рабочих местах либо не соответствует прожиточному минимуму, либо работа происходит в тяжелых условиях труда. Также очень низ-

ким остаётся уровня и отношения максимального размера пособия к размеру прожиточного минимума трудоспособного населения, причём ещё постепенно снижаясь [1].

Также в АПК ситуация усложняется отдаленностью от основных центров занятости, нехваткой работ по месту жительства, низкой информированностью людей о помощи, оказываемой службами занятости [2].

Сельским жителям также свойственна долговременная безработица, например, в 2017 году около 33,7% населения были без работы более года, а в 2015 году в сельской местности насчитывалось около 26,8% безработных [4].

Таким образом, меры по решению долговременной безработицы стали одной из главнейших проблем рынка труда сельских территорий. Из-за проблемы происходит понижение квалификации рабочей силы, незамедлительно происходит обесценивание человеческого капитала, растёт бедность и экономическое неравенство, уменьшается мотивация нахождения работы. К тому же, хроническая безработица не обладает способностью антиинфляционного сдерживания и координации спроса и предложения рынка труда. Исследование учёными также выражают зависимость понижения вероятности выхода из безработицы от продолжительности долговременной безработицы. Размеры экономических потерь хронических безработных во основном обуславливаются размером пособий по безработицам. Регламентируя необходимо найти грань в необходимости создания стимулов к поиску работы для неработающих к стремлению в урегулирование их материальных проблем [2].

Но безработица отрицательно влияет не только материальное положение людей, но и на психическое и физическое здоровье населения сельских территорий. Исходя из социологических опросов, 40...75% безработных людей чувствуют разочарование, ненужность, беспокойство, неуверенность, отчаяние, что влияет на сон, настроение, поведение в обществе, а также на жизненный тонус. Поэтому осуществляя меры помощи с доходами безработных, стоит и обращать внимание на улучшение физического и психического здоровья, а также проводить мероприятия по социальной адаптации [4].

Одной из главных последствий безработицы в обществе стала бедность. Сельская бедность обособляется массовым характером и глубиной вопроса. В некоторых областях, исходя из исследования, ее уровень составляет около 80%. Что приводит к усложнению развития экономики АПК и социальной сферы села, затрудняя выполнения основных возложенных функций сельское хозяйство [3].

Исходя из этого, сельские безработные являются социальную группу со своими отличительными характерными чертами, требуя нормального взаимоотношения с государственными и местными органами власти, общественными организациями. И вопрос об трудоустройстве безработных на достойные рабочие места является хорошим методом решения проблемы бедности, приближая переход сельских территорий к стабильному развитию.

Таким образом, приоритеты политики государства должны заключаться в создание выгодных условий экономик с целью создания улучшенной модели занятости для уменьшения уровня безработицы. Также стоит отбросить устаревшие подходов к ведению политики, заключавшихся в том, что сельская отрасль - «донор трудовых ресурсов» городов и промышленных центров, а население села в основном работники аграрного сектора [3].

Развитие современных тенденций занятости должно определяется исходя из специфики регионов и приоритетных отраслей сельского хозяйства и включать в себя инвестиции для развития, нахождении колебаний занятости, выработку методов создания рабочих мест. Переработанная модель в основном будет основываться на обращении избыточной занятости в совокупности с низкой производительностью труда к низ-

кому уровню безработицы при повышенной производительности, поэтому при следует сконцентрироваться на качестве рабочей силы [4].

Учитывая переработанный подход к вопросу основополагающими установками будут: реконструкция и наращивание размеров сельхоз производства непосредственно из резервирования и организации новых рабочих мест; подъем многовариативных направлений занятости; организация совершенной нормативно-правовой базы регулирования занятости, социальной поддержки безработных и самозанятых; создание баланса предложения и числа рабочих мест; улучшение условий рабочих мест и охраны труда; повышение квалификации кадров с целью повышения конкурентоспособности, усовершенствованию социальной помощи временно незанятых [1].

Поэтому государственное регулирование АПК в сфере занятости следует направить прежде на образование новых рабочих мест, а также обеспечение для развития предпринимательства, ведь сельское хозяйство является крупнейшей частью экономики, отражающая уровень занятости и благосостояния сельского населения. И поэтому при полном инвестиционном кризисе проведение процесса организации новых рабочих мест в АПК способствуют также и появлению новых рабочих мест в прочих отраслях и сферах деятельности [2].

Библиографический список

1. Беркович М.И. Безработица в современных условиях: региональные особенности и формы поддержки / М.И. Беркович, А.Л. Папина, С.Э. Сущикова // Сборник научных трудов вузов России "Проблемы экономики, финансов и управления производством". - 2010.- № 28. – С. 107-111.
2. Федотова О.А. Анализ молочной отрасли пищевой промышленности / О.А. Федотова // «Современные концепции научных исследований» XII международная научно-практическая конференция Сборник научных работ. – часть 2 – Москва. - 2015. – № 3. – С.94-96.
3. Социально-экономические условия снижения безработицы в сельском районе: [Сайт]. – URL: <https://mirprom.ru/public/sovremennye-materialy-i-instrumenty.html>
4. Спахов С.В. Анализ направлений и методов обеспечения занятости в Воронежской области / С.В.Спахов, О.А. Федотова // Экономика и предпринимательство. – 2018. - №1 (90). –С. 338-344.

УДК 631.153 «405»

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Шалаев А.В., к.э.н., доцент

Гафурова Д.Х., магистрант

Кафедра организации производства и предпринимательской деятельности в
АПК, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: рассмотрено текущее состояние стратегического планирования в сельскохозяйственных организациях, предложены этапы его реализации.

Abstract: the current state of strategic planning in agricultural organizations is considered, the stages of its implementation are proposed.

Ключевые слова: планирование, стратегическое планирование.

Keywords: planning, strategic planning.

Планирование – неотъемлемая часть существования любого предприятия. Если в советское время планирование на предприятии на любой срок (долгосрочное, текущее) было относительно простым, что было связано с тем, что государство регулировало или устанавливало нормативы абсолютно на все, то с переходом к рыночным отношениям оно значительно усложнилось в связи с постоянными изменениями внешней среды.

Если касательно оперативного и годового планирования изменения практически не коснулись, то в области перспективного планирования на смену плану организационно-хозяйственного устройства пришел стратегический план. Однако за годы реформ он не получил популярности и широкого распространения в планировании хозяйственной деятельности предприятий.

Необходимо отметить, что определенные попытки изменить отношение к перспективному планированию осуществлялись на законодательном уровне. Так, в 1995 году был принят ФЗ «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития РФ» основной целью которого являлось упорядочение системы планирования на различных уровнях управления. В данном документе были освещены понятия таких экономических категорий, как прогноз, концепция, программа, индикативный план, но при этом совершенно не рассматривалась такое понятие как «стратегия», а принятый закон преимущественно был направлен на разработку прогнозов, чем на планирование. К документам, относящимся к планированию в данном законе можно отнести только концепцию и программу социально-экономического развития на долгосрочную и среднесрочную перспективы, которые регулировались и контролировались на федеральном уровне (хотя аналогичные программы и концепции при этом разрабатывались и утверждались и на ниже стоящих уровнях управления). Однако как при рекомендации по разработке стратегических планов на уровне хозяйствующих субъектов не были разработаны. Изменить ситуацию предполагалось законом «О стратегическом планировании в Российской Федерации», который был принят в 2014 году. Согласно его определялись требования разработке перспективных планов различных уровней управления начиная от федерального до муниципального, а также рассматривался механизм их взаимоувязки [1]. За прошедшие после его принятия годы на соответствующих уровнях соответствующие документы стратегического планирования на всех управления документы стратегического планирования были разработаны и приняты к исполнению, однако уровень предприятия, как и в ФЗ «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития РФ» был также проигнорирован [5].

Необходимо отметить, что ученые-экономисты не оставались в стороне. Так, в научной литературе ряд авторов (в частности, А.И. Ильин [2], Т.П. Любанова [3], К.С. Терновых [4]) рассматривают этапы и разделы формирования стратегического плана предприятия.

По нашему мнению разработка стратегического плана развития предприятия должна осуществляться в определенной последовательности.

Так, первоначально должен быть проведен анализ перспектив развития предприятия. Для этого необходимо провести анализ финансово-хозяйственной деятельности с этой целью определения ресурсного потенциала и выявления потенциальных «точек роста». Затем руководство предприятия должно сформулировать миссию, определить комплекс стратегических целей и задач, которые должны быть достигнуты в плановом периоде. После этого на основании экспертных оценок должно быть осуществлено долгосрочное прогнозирование будущего состояния предприятия. Поскольку сельскохозяйственное производство значительно зависит от природно-метеорологических условий необходимо осуществлять варианты прогнозы, оформленные в форме сценариев.

На следующем этапе необходимо провести стратегический анализ полученных результатов долгосрочного прогнозирования. Основной целью при этом является сравнение намеченных предприятием ориентиров и имеющихся возможностей, а также определения вариантов их «заполнения». При этом каждый из альтернативных вариантов развития предприятия должен быть проанализирован и оценен с точки зрения достижения результатов, наличия необходимых ресурсов и эффективности их использования.

На заключительном этапе стратегического планирования должны разрабатываться годовые и оперативные планы для предприятия и его структурных подразделений.

Однако необходимо не забывать и о периодическом контроле и перепланировании. Для этого нужно отслеживать следующие ориентиры:

- увеличение доли продаж на соответствующих рынках или их сегментах;
- степень проникновения на новый рынок;
- определенные финансово-экономические цели и результаты;
- соответствие определенным внешним условиям;
- степень инновационного воспроизводства, дающего возможность осуществить технологический и другой инновационный прорыв;
- способность отвечать за действия конкурентов;
- степень снижения риска и использования риск-менеджмента для получения предпринимательского дохода.

Таким образом, процесс стратегического планирования на предприятии должен представлять собой замкнутый цикл с прямой (от разработки стратегии до реализации и контроля) и обратной (от учета результатов выполнения к корректировке плана в случае необходимости) связью. В результате предложенная система стратегического планирования может обеспечить устойчивое развитие аграрного формирования в долгосрочной перспективе.

Библиографический список

1. Федеральный закон Российской Федерации от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2014/07/03/strategia-dok.html> (дата обращения 21.09.2019).
2. Ильин А.И. Планирование на предприятии: учеб. пособие / А.И. Ильин. – 7-е изд., испр. и доп. – Мн.: Новое знание, 2006. – 668 с.
3. Любанова Т.П. Стратегическое планирование на предприятии: Учебное пособие для вузов. / Т.П. Любанова, Л.В. Мясоедова, Ю. А. Олейникова. – 2-е изд., перераб. и доп. Серия «Экономика и управление». – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2005. – 400 с.
4. Планирование на предприятии АПК / К.С. Терновых, А.С. Алексеенко, А.С. Анненко и др.; Под ред. К.С. Терновых. – М.: КолосС, 2006. – 333 с.
- Романюк М.А. О формировании системы стратегического планирования. / 5. М.А. Романюк // Известия ТСХА. Вып. 5. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010. – С. 121-129
- 5 Шалаев А.В. Вопросы организации стратегического планирования в сельскохозяйственных предприятиях./ А.В. Шалаев // Потенциал развития российского АПК: Материалы межрегиональной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и магистрантов, 7-8 ноября 2013 г./ колл. авторов: - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – С. 141-144

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО УРОВНЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РЕГИОНЕ

Коробков Е.В., к.э.н., доцент

Морозов С.И., магистрант

Кафедра организации производства и предпринимательской деятельности в АПК
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Рассмотрены актуальные вопросы и определены основные перспективы развития молочного скотоводства в Воронежской области. Дана оценка современному состоянию производства молока в регионе, а также рассмотрены меры государственной поддержки молочного скотоводства инициированные федеральными и региональными органами власти. Определены основные задачи, стоящие перед органами управления регионального АПК на уровне хозяйствующих субъектов, комплексное решение которых, позволит обеспечить инновационно-ориентированного ведения отрасли.

Annotation: Topical issues are considered and the main prospects for the development of dairy cattle breeding in the Voronezh region are determined. The assessment of the current state of milk production in the region is given, as well as the measures of state support of dairy cattle breeding initiated by Federal and regional authorities are considered. The main tasks facing the regional agribusiness management bodies at the level of economic entities, the complex solution of which will allow to provide innovation-oriented management of the industry, are defined.

Ключевые слова: молочное скотоводство, продовольственная безопасность, производство молока, дойное стадо, субсидии, племенная база, издержки производства.

Keywords: dairy cattle breeding, food security, milk production, milking herd, subsidies, breeding base, production costs.

Молочное скотоводство является стратегической отраслью, а его развитие является одной из приоритетных задач сельского хозяйства России.

При этом необходимо отметить, что в настоящее время молочное скотоводство переживает тяжелое время, связанное с адаптацией отрасли к рыночным условиям, когда отрасль вследствие разрушения кормовой базы и других условий функционирования оказалась низкоэффективной.

В целях реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. разработана Подпрограмма «Развитие молочного скотоводства», основная цель которой – увеличение производства молока сельскохозяйственными товаропроизводителями Российской Федерации. Она направлена на увеличение объемов производства молока, повышение инвестиционной привлекательности молочного скотоводства, выравнивание сезонности производства молока, увеличение поголовья крупного рогатого скота, в том числе коров, создание условий для воспроизводства стада, повышение уровня товарности молока во всех формах хозяйствования [2].

В настоящее время население страны обеспечено молоком отечественного производства на 83% при пороговом значении, предусмотренном Доктриной продовольственной безопасности, – 90% [1].

Сложившаяся ситуация с производством молока не обеспечивает население этим важным пищевым продуктом, являющимся в прямом и переносном смысле показателем здоровья нации, за которое отвечает, прежде всего, государство [4]. По существу

молочное скотоводство не соответствует стратегическому назначению подотрасли, хотя и располагает значительными площадями естественных кормовых угодий и кормовых культур, возделываемых на пашне, и поголовьем коров. Этим во многом объясняется тот факт, что потребление молока населением составляет 235 кг, или 72,3 % к рекомендованной норме, равной 325 кг. За счет молока обеспечивается только около одной трети объема произведенных в стране белков животного происхождения, вместо 45 %, необходимых по норме. Однако в силу разного рода причин молочное скотоводство за годы реализации двух государственных программ развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия так и не смогло встать на путь устойчивого импортозамещения.

Недостаточное производство молока в последние годы обусловлено резким снижением, как маточного поголовья, так и его продуктивностью.

На многих сельскохозяйственных предприятиях неэффективно и нерационально используются технологические возможности и генетический потенциал животных [5]. Имеет место систематическое нарушение технологической дисциплины, что выступает одним из основных факторов неэффективности отрасли.

В то же время, необходимость совершенствования организации производства отечественных субъектов в отрасли молочного скотоводства, сопоставимой с уровнем конкурентов на внутреннем и внешнем рынке никогда не была так очевидна, как в преддверии вступления в ВТО. А комплекс факторов, который воздействует на производство молока никогда ещё не рассматривался применительно к объектам хозяйствования не только как к технологической цепочке в рамках аграрно-промышленного комплекса, но и как к совокупности конкурирующих друг в другом и сотрудничающих в определенных аспектах субъектов.

Молочное скотоводство является одной из ведущих подотраслей животноводства в регионе. Основными производителями молока в регионе являются сельскохозяйственные предприятия.

Анализ молочно-продуктового подкомплекса Воронежской области показывает, что в настоящее время функционирует не достаточно эффективно, причиной этому являются результаты псевдо реформ прошлых лет. Эти реформы привели к тому, что материально-техническая база сельскохозяйственных предприятий морально и физически устарела, произошло резкое сокращение поголовья, что повлекло за собой сокращение инвестиций в отрасль, отсутствию собственной кормовой базы у предприятий занимающихся животноводством и диспаритету цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию. В этих тяжелых условиях для отрасли молочного скотоводства основными направлениями выхода из кризисного состояния является повышения эффективности производства за счет внедрения инновационно-ориентированных технологий организации и производства, технологической модернизации производства, в том числе и через механизм агролизинговых отношений, а также совершенствование механизма реализации молока и молочной продукции.

Развитие молочной отрасли региона столкнулось с дефицитом государственной поддержки из-за стремительного роста: субсидий из федерального бюджета, рассчитанных на изначально заявленные объемы производства, просто не хватает для нужд отрасли, которая развивалась в регионе опережающими темпами. Потери молочных компаний от снижения субсидирования на один литр молока составляют сотни миллионов рублей, но это не должно помешать реализации уже заявленных холдингами проектов.

На долю сельского хозяйства в 2018 г пришлось 14,3% валового регионального продукта, а объем производства продукции, по предварительным данным, составил около 200 млрд руб. Аграрии региона получили более 12 млрд руб. субсидий, в том

числе 8,49 млрд руб. из федерального бюджета (с учетом дополнительно направленных в конце декабря). По объему господдержки регион стал одним из лидеров в РФ.

Однако в 2019 г ряд ключевых для субъекта отраслей может столкнуться с уменьшением господдержки. В первую очередь речь идет о молочном животноводстве, которое власти определили одним из приоритетных направлений развития регионального АПК (в 2018 году 40% субсидий было направлено на молочное скотоводство). С 2014 по 2018 г производство молока в Воронежской области выросло с 470 до 680 тыс. т. Но объем господдержки, предоставляемой из федерального бюджета, сопоставимо не увеличивался. В результате субсидия на килограмм молока высшего сорта снизилась с 1,5 руб. в 2015 г до 63 копеек в 2018, а в 2019 г может составить 55 коп. В ЦЧЗ проблема снижения субсидирования произведенного молока характерна в первую очередь для Воронежской области: соседние регионы демонстрируют гораздо меньшие темпы развития отрасли, и субсидии «размываются» не так сильно. Но даже сохранение нынешнего уровня поддержки не должно помешать крупным компаниям реализовывать проекты в регионе.

В связи с этим основными задачами органов управления регионального АПК на уровне хозяйствующих субъектов станут: организация материально-технического обеспечения производства продукции; реализация инвестиционных проектов по обновлению технологической базы производства молока; изыскание резервов увеличения объемов производства молока и снижения себестоимости единицы продукции за счёт укрепления кормовой базы, обеспечения поголовья животных полноценными и сбалансированными кормами, совершенствования селекционно-племенной работы и улучшения воспроизводства молочного стада [3]. Комплексное решение обозначенных проблем позволит обеспечить дальнейшее развитие молочной отрасли, создать условия для увеличения объема производства молока и молочной продукции, снизить количество некачественных молочных продуктов.

Объем финансирования мероприятий по реализации подпрограммы «Развитие отрасли молочного животноводства» в 2013 - 2020 гг. составляет 13661,7 млн руб. за счет средств бюджета Воронежской области.

Оценивая работу сельскохозяйственных предприятий региона в отрасли скотоводства за прошедшие пять лет, необходимо отметить положительные сдвиги. Так общее поголовье КРС и в том числе дойное стада увеличилось на 36277 и 20739 голов или на 13,6 и 20,2 % соответственно. Поголовье коров в 2017 г в общей структуре, стада составило более 40 %.

Анализируя маточное поголовье на предприятиях Воронежской области в разрезе районов, необходимо отметить, что основное увеличение поголовья наблюдается в Кантемировском и Петропавловском районах, так за 2013-2017 гг. оно увеличилось в 3,6 и 6,6 раза соответственно. Однако основное поголовье дойного стада находится в Лискинском, Рамонском и Бобровском районах, их доля в общей структуре в 2017 г составила 19,04, 10,81 и 8,46 % соответственно.

Увеличение дойного стада повлекло за собой наращивание объемов производства продукции. Так за 2013-2017 гг. производство молока увеличилось на 174,4 тыс. т, а среднегодовой удой в расчете на 1 корову по сельскохозяйственным предприятиям в 2017 г составил 4708 кг, что на 18,9 % больше аналогичного показателя за 2013 г. Также необходимо отметить увеличение среднесуточного прироста живой массы 1 головы скота поставленного на откорм, на 29,4 % и как следствие увеличение выхода живой массы КРС на 9449,1 тонн, за аналогичный период.

На сегодняшний день в области успешно функционируют целый ряд предприятий, прогрессивные методы ведения скотоводства, это «ЭкоНиваАгро» (филиалы в Лискинском, Каменском, Каширском и Бобровском районах); «АгроТехГарант» (фили-

алы в Аннинском, Рамонском и Эртильском районах); «Дон Агро» (объединяет три предприятия в Россошанском районе) и тд., а на региональном уровне происходит формирование молочного кластера.

Доля агрохолдингов в 2017 г составила более 53% от областного объема производства сырого молока. В целом, в Воронежской области производство молока осуществляет более 200 сельскохозяйственных предприятий и крестьянско-фермерских хозяйств. Их удельный вес в общем объеме составляет свыше 60% и ежегодно увеличивается с учетом неуклонного снижения (приведения в соответствие) численности поголовья и объемов производства в личные подсобные хозяйства.

Подводя итог необходимо сказать, что наряду с положительными тенденциями наблюдающимися в последнее время в молочном подкомплексе региона особенно актуальными остаются проблемы совершенствования организации производства молока за счет инновационно-ориентированных способов, предусматривающих: использование технико-технологических и организационно-экономических инноваций, включающих в себя систему кормления, доения, содержанием животных, навозоудаления, создания оптимального климата в животноводческих помещениях, воспроизводства стада, плана осеменения, ветеринарную работу, а также организацию и оплату труда. Все эти мероприятия должны быть направлены на увеличение объемов производства молока, как каждым его производителем, так и отраслью в целом.

Для дальнейшего расширения производства и повышения качества и конкурентоспособности молочной продукции необходимо вести работу по таким стратегическим направлениям, как развитие инфраструктуры, переработки, кооперации и выстраивание эффективного взаимодействия между производителями, в том числе малыми формами и переработчиками молока.

Библиографический список

1. Алтухов А.И. Развитие молочного скотоводства в стране: проблемы и возможные пути их решения / А.И. Алтухов // АПК: экономика, управление. - 2018. - № 9. - С. 86-92.
2. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 – 2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rshb.ru/download-file/130122/gosprogram.pdf> (дата обращения: 10.09.2019).
3. Грудкина М.А. Государственное регулирование в системе экономического механизма молочного скотоводства / М.А. Грудкина, А.А. Полухина // Вестник сельского развития социальной политики. - 2018. –№3 (19). – С. 18-22.
4. Коробков Е.В. Интенсификация скотоводства и резервы повышения эффективности развития отрасли / НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ИННОВАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ материалы национальной научно-практической конференции. 2018. С. 193-200.
5. Коробков Е.В. Состояние и тенденции развития молочного скотоводства в Воронежской области / Современные научно-практические решения в АПК Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 46-53.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САДОВОДСТВА И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Леонова Н.В., к.э.н. доцент

Кафедра экономики АПК

Маркова А.Л., к.э.н. доцент

Кафедра организации производства и предпринимательской

деятельности в АПК

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье дана классификация производственных типов садоводческих предприятий; раскрыты особенности организации интенсивного садоводства, соблюдение которых с учетом внедрения комплексной современной механизации производственных процессов при выращивании плодовых и ягодных культур, может дать большой экономический эффект.

Summary: The article gives the classification of production types of horticultural companies; features of the organization of intensive gardening are demonstrated, the observance of which, taking into account the introduction of integrated modern mechanization of production processes in the cultivation of fruit and berry crops, can give great economic effect.

Ключевые слова: садоводство, типы предприятий, инновации, приоритетными направлениями развития отрасли, экономическая эффективность.

Keywords: horticulture, company types, innovations, priority company's development directions, economic efficiency

В настоящее время садоводство является одной из приоритетных отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивающей население страны высококачественными плодами, ягодами и продуктами их переработки.

Отрасли свойственна важная особенность, которую можно назвать многовариантностью, то есть закономерное сосуществование и параллельное использование не одной, а нескольких конструкций интенсивных садов, разных типов крон, способов обрезки и т.д., достигающихся правильным ведением садоводства. В свою очередь это возможно лишь при соблюдении следующих требований: использование благоприятных условий различных зон и рациональной специализации районов; наличие на предприятиях источников водообеспечения; правильного выбора сортооборота, использование высокоэффективных типов садов и технологий производства, своевременное и качественное выполнение технологических регламентов [4, 8].

В зависимости от особенностей садоводческих предприятий их подразделяют на следующие основные производственные типы (табл.1).

В связи с востребованностью продукции садоводства как для промышленности, так и для личного потребления особую роль приобретают инновационные процессы в развитии отрасли, способствующие увеличению рентабельности производства плодов, повышению их инвестиционной привлекательности. Поэтому инновационные технологии, применяемые в процессе производства плодов и ягод, имеют основной целью повышение эффективности производства отрасли.

Инновации в отрасли садоводства, ориентированные на совершенствование производственного процесса, включают следующие направления:

- селекцию высокопродуктивных насаждений плодовых культур путем применения малогабаритных крон плодовых деревьев;

Таблица 1 – Классификация садоводческих предприятий

Типы предприятий	Характеристика
плодовые	занимаются производством преимущественно семечковых культур для бесперебойного обеспечения продукцией садоводства магазинов и промышленных центров
плодово-ягодные	наибольший удельный вес занимает производство ранней малотранспортабельной и скоропортящейся продукции
плодоконсервные	занимаются выращиванием плодов и ягод для консервирования, в структуре их насаждений до 70% занимают косточковые культуры
плодопитомнические	наряду с производством плодов и ягод развито питомниководство
садово-виноградарские и виноградно-садоводческие	в структуре их насаждений и товарной продукции преобладает соответственно садоводство или виноградарство
виноградарские	основной вид продукции занимает виноград как для потребления в свежем виде, так и для переработки
виноградно-винодельческие	специализируются на производстве продукции в основном для технических целей
виноградно-плодовинодельческие	занимаются выращиванием плодов, ягод и винограда, в основном, для виноделия

- совершенствование сортооборота плодовых и ягодных насаждений (внедрение в производство сортов, устойчивых как к природно-климатическим условиям, так и к болезням и вредителям, при этом обладающих заданными качественно-вкусовыми параметрами и высокой урожайностью);

- применение современных прогрессивных способов орошения многолетних насаждений (капельное орошение);

- использование современных комплексных удобрений и средств защиты растений;

- внедрение поточной системы уборки плодов и ягод;

- воспроизводство многолетних насаждений на основе садооборота с учетом конъюнктуры рынка плодов [3, 7].

Проведенный анализ показывает, что в повышении эффективности садоводства большую роль играет качество продукции, формируемое как на стадии производства плодов и ягод, так и в процессе его реализации.

Эффективная организация предпринимательства в садоводстве должна обязательно учитывать следующие особенности функционирования: плоды и ягоды относятся к теплолюбивым культурам, возделывание которых требует существенных затрат труда; территориальная обособленность отрасли; с целью замедления протекания биохимических процессов требуется изоляция убранных плодов и ягод; высокий уровень насыщенности плодов и ягод влагой, что предъявляет особые требования к их хранению; большинство плодов и ягод относятся к продуктам, плохо переносящим механические и гидротермические воздействия [6].

В последние годы большое внимание уделяется развитию инновационно-ориентированного садоводства, основанного на уплотненном размещении плодовых деревьев с применением капельного орошения, но географические и природно-

климатические условия не всех регионов позволяют осуществлять закладку таких садов.

По мнению Трунова А.И., приоритетными направлениями развития отрасли садоводства являются: формирование системы специализированных предприятий, расположенных в регионах с благоприятными для товарного садоводства условиями; увеличение площади насаждений на слаборослых клоновых подвоях; строительство современных хранилищ, обеспечивающих максимальное сохранение потребительских свойств продукции; создание необходимой социальной инфраструктуры сельских территорий для трудовых ресурсов [9]. Причем реализацию этих направлений целесообразно предусматривать с учетом форм и способов государственного регулирования развития садоводства: субсидирования закладки садов по научно обоснованным проектам и применения льготных процентных ставок по кредитам; разработки выгодных условий предоставления субсидий; защиты рынка отечественных товаропроизводителей; регулирования монопольных цен на средства производства для продукции садоводства; устранения административного и коррупционного давления на производство; усиления госконтроля за ввозом импортного посадочного материала и развитие своих питомников; поддержание потребительского спроса на плодово-ягодную продукцию отечественного производства [4].

Куликов И.М. одним из направлений повышения эффективности отрасли садоводства определяет подбор сортов плодовых деревьев, которые были бы слаборослыми, скороплодными и давали плоды высокого качества. А изменения требований к сортам приводят к рождению новых селекционных идей. Необходимо отметить и тот факт, что селекционный процесс в садоводстве достаточно сложен (длительный, дорогостоящий, а селекционные идеи, используемые при выведении новых сортов, тщательно охраняются) [1].

Важно учитывать и то, что даже самые устойчивые сорта не смогут развиваться без полива, а применение современных систем капельного орошения значительно увеличивает степень управляемости садом, снижает зависимость от стрессовых факторов, позволяет максимально раскрыть потенциал сортоподвойных комбинаций [2].

Эффективность выращивания продукции садоводства зависит не только от продуктивности плодовых насаждений, но и от сохранности и качества плодов. В последнее время наиболее эффективной из применяемых технологий хранения является регулируемая атмосфера (РА), основывающаяся на создании особого микроклимата и газовой среды в комплексе с препаратом «Фитомаг». Она позволяет повысить товарные и вкусовые качества продукции в течение длительного времени с сохранением всех вкусовых и питательных свойств [4, 5].

Кроме того, применение инноваций в отрасли садоводства может быть достигнуто осуществлением основных направлений структурной перестройки и реализацией инновационной политики в сфере биотехнологий. К таким направлениям следует отнести: решение проблем повышения экономической и экологической безопасности отрасли садоводства; осуществление поддержки эффективных и конкурентоспособных товаропроизводителей продукции садоводства при последовательном свертывании бесперспективных и устаревших; развитие инфраструктуры отрасли садоводства, необходимой для реализации структурных преобразований; обеспечение эффективного и экономного использования всех видов ресурсов; адаптирование садоводческих предприятий к рыночным условиям.

Таким образом, для обеспечения эффективности инновационных технологий необходимо: закладывать на хранение качественные плоды, обладающие высокой лежкостью, формируемой путем целенаправленного использования при выращивании сада комплекса агротехнических мер; полностью перевести специализированные садоводче-

ские предприятия на сады на слаборослых клоновых подвоях (карликовые и полукарликовые); выбирать наиболее устойчивые и урожайные сорта плодов и ягод, производить закладку сада с густотой посадки свыше 800 саженцев; применять современные средства защиты растений и комплексные удобрения, направленные на сохранение и повышение плодородия почвы; осуществлять полив и систему питания капельным орошением; своевременно производить качественную механизацию обрезки плодовых деревьев, на которую приходится 25–30% затрат по уходу за садом; развивать маркетинг в системе садоводства; применять современные методы морального и материального стимулирования работников, занятых в отрасли. То есть внедрение комплексной современной механизации производственных процессов при выращивании плодовых и ягодных культур и применение системы капельного орошения совместно с современными комплексными удобрениями могут дать большой экономический эффект.

Библиографический список

1. Куликов И.М. Научно-методические основы эффективного ведения садоводства / И.М. Куликов // АПК: Экономика, управление. – 2012. – № 6. – С. 15–21.
2. Куликов И.М. Развитие и эффективность садоводства в сельскохозяйственных организациях / И.М. Куликов, И.А. Минаков // Садоводство и виноградарство. – 2017. – № 2. – С. 11–17.
3. Леонова Н.В. Методический подход к оценке экономической эффективности / Н.В. Леонова // Стратегия инновационного развития агропромышленного комплекса в условиях глобализации экономики: матер. международной науч.-практ. конф., – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 72–75.
4. Леонова Н.В. Основные направления повышения экономической эффективности садоводства : дис. ...канд. экон. наук : 08.00.05 / Н.В. Леонова . – Воронеж, 2019. – 174 с.
5. Леонова Н.В. Основные направления повышения экономической эффективности садоводства : автореф. ...канд. экон. наук : 08.00.05 / Н.В. Леонова. – Воронеж, 2019. – 24 с.
6. Минаков И.А Основные направления и эффективность интенсификации садоводства / И.А. Минаков // Аграрная Россия, 2014. – №12. – С. 22–27.
7. Терновых К.С. Инновационные технологии в садоводстве региона / К.С. Терновых, Н.В. Леонова // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения ВГАУ имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7–9 ноября 2018 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. I. – С. 398–404.
8. Терновых К.С. Эффективность развития отрасли садоводства в агрофирме / К.С. Терновых, Н.В. Леонова // Современное состояние и организационно-экономические проблемы развития АПК : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 65-летию кафедры экономики АПК экономического факультета Воронежского ГАУ имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 15–17 ноября 2018 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 388–394.
9. Трунов Ю.В. Роль научных исследований и государственной поддержки садоводства в эффективном развитии отрасли / Ю.В. Трунов, Н.Я. Каширская, А.В. Соловьёв // Научно-практические основы повышения эффективности садоводства для улучшения структуры питания населения отечественной экологически безопасной плодоовощной продукцией. матер. науч.-практ. конф. 4-6 сентября 2014 года в г. Мичуринске Тамбовской области. – Мичуринск - наукоград РФ, 2014. – С. 109–115.

ПРИЧИНЫ И ПРОЦЕССЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРАРНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Успенская В.В., магистрант
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г.Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены этапы процесса стратегического планирования и его особенности для аграрной сферы. Выдвинуты предположения об основных аспектах стратегического менеджмента, способных сформировать выгоды и преимущества для аграрной компании.

Summary: The article discusses the stages of the strategic planning process and its features for the agricultural sector. Assumptions are made about the key aspects of strategic management that can generate benefits and advantages for an agricultural company.

Ключевые слова: стратегия, стратегическое управление, аграрное предприятие, анализ, факторы, среда

Keywords: strategy, strategic management, agricultural company, analysis, factors, environment

Процесс формирования стратегии деятельности аграрного предприятия с принципиальной точки зрения схож с любым процессом планирования [2]. Он предполагает сочетание формулировки и проработки целей с отбором путей и способов их практического достижения [6]. Стратегия предполагает постановку наиболее общих и масштабных целей ведения бизнеса, начиная с формирования его миссии, тогда как для их достижения необходимо их уточнение в задачи, производственные задания, тактики и алгоритмы их реализации [4]. Однако и сама стратегия зачастую не может быть представлена в единой, монолитной форме (рис. 1).

Успешное формирование новой или преобразование ранее сформированной стратегии неосуществимо без подробного анализа сложившейся ситуации и трендов в ее развитии, причем должны быть учтены как внутренние, так и внешние факторы, определяющие специфику деятельности предприятия (рис. 2).



Рисунок 1 – Этапы формирования группы стратегических документов предприятия

Если говорить о специфике факторов, влияющих на аграрные предприятия и их стратегическое развитие, следует отметить такие моменты:

1. Среди важнейших ресурсов начинать анализ обычно приходится с земельных ресурсов и природно-климатических условий [5]. Мы признаем, что в современных условиях корпоративные знания и развитие человеческих ресурсов являются основными факторами в любых отраслях, однако компания может целенаправленно изменять их, тогда как воздействовать на естественные факторы невозможно.



Рисунок 2 – Факторы, подлежащие анализу при формировании стратегии

2. Микросреда аграрных предприятий зачастую агрессивна, и те ее факторы, которые в норме способствуют достижению целей бизнеса, в данном случае могут этому препятствовать [3]. Так, покупатели аграрной продукции могут выступать на локальных рынках в качестве монополистов и использовать свои возможности по давлению на поставщиков для обеспечения выгодных для себя цен на продукцию и условий поставки в ущерб аграрным производителям.

3. В настоящее время в российской практике весьма высока степень государственного воздействия на деятельность аграрных компаний, причем как опосредованного – через политико-правовую систему, так и методами прямого регулирования. Предсказать, насколько долго продлится такая ситуация, в настоящее время практически невозможно.

Аграрные предприятия могут получить существенные выгоды от стратегического планирования, хотя многие из них уделяют данному вопросу недостаточно внимания. Очевидно, что выгоды являются следствием лишь корректного планирования, основанного на полной и достоверной информации [1]. К таким выгодам и преимуществам мы считаем возможным отнести:

- поддержание существования и развития предприятия в течение длительного срока за счет понимания приоритетов и концентрации усилий на этих аспектах работы;
- глубокое понимание внешней среды, активное использование предоставляемых ей возможностей и успешное противостояние угрозам, основанные на хорошей осведомленности о них;
- неизменная основа для оперативно-тактического планирования, обеспечивающая преемственность планов разного уровня на весь срок стратегии развития компании;
- база для успешного управления изменениями, которое возможно, если весь коллектив осознает, по каким причинам и ради каких результатов эти изменения происходят;
- фактор стабилизации работы и снижения уровня неопределенности.

Библиографический список

1. Житная, И.П. Формирование и реализация стратегии развития сельскохозяйственного предприятия / И.П.Житная, Ю.А.Горячкова // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики "Луганский национальный аграрный университет". – Луганск, 2019. - № S5. - С. 74-79.
2. Запорожцева, Л.А. Формирование стратегии устойчивого развития коммерческих организаций / Л.А.Запорожцева, Т.В. Сабетова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2016. - № 2 (68). - С. 350-355.
3. Коновалова, С.Н. Маркетинговые стратегии устойчивого развития аграрного рынка / С.Н.Коновалова, И.Ю.Федулова // Актуальные вопросы устойчивого развития АПК и сельских территорий: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию со дня образования кафедры экономического анализа, статистики и прикладной математики. – Воронеж, ВГАУ, 2018. - С. 269-273.
4. Сабетова, Т.В. Эталонные стратегии применительно к индивидуальному профессиональному и социальному развитию / Т.В.Сабетова // Социально-экономический потенциал развития аграрной экономики и сельских территорий: материалы научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2019. - С. 236-241.
5. Федулова, И.Ю. Формирование стратегии устойчивого экономического развития территорий / И.Ю.Федулова // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. - С. 254-258.
6. Федулова, И.Ю. Аспекты стратегического управления сельскохозяйственным предприятием / И.Ю.Федулова // Экономика, управление, образование: история, исследования, перспективы: Сборник статей по итогам межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 60-летию ОГАПОУ "Алексеевский колледж". – Воронеж, Кварта, 2018. - С. 145-148.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАШИН, ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Материалы международной научно-технической конференции



Издается в авторской редакции.

Подписано в печать 28.11.2019г. Формат 60x84¹/₈
Бумага кн.-журн. П.л. 49,25. Гарнитура Таймс.
Тираж 33 экз. Заказ №20236.

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.

