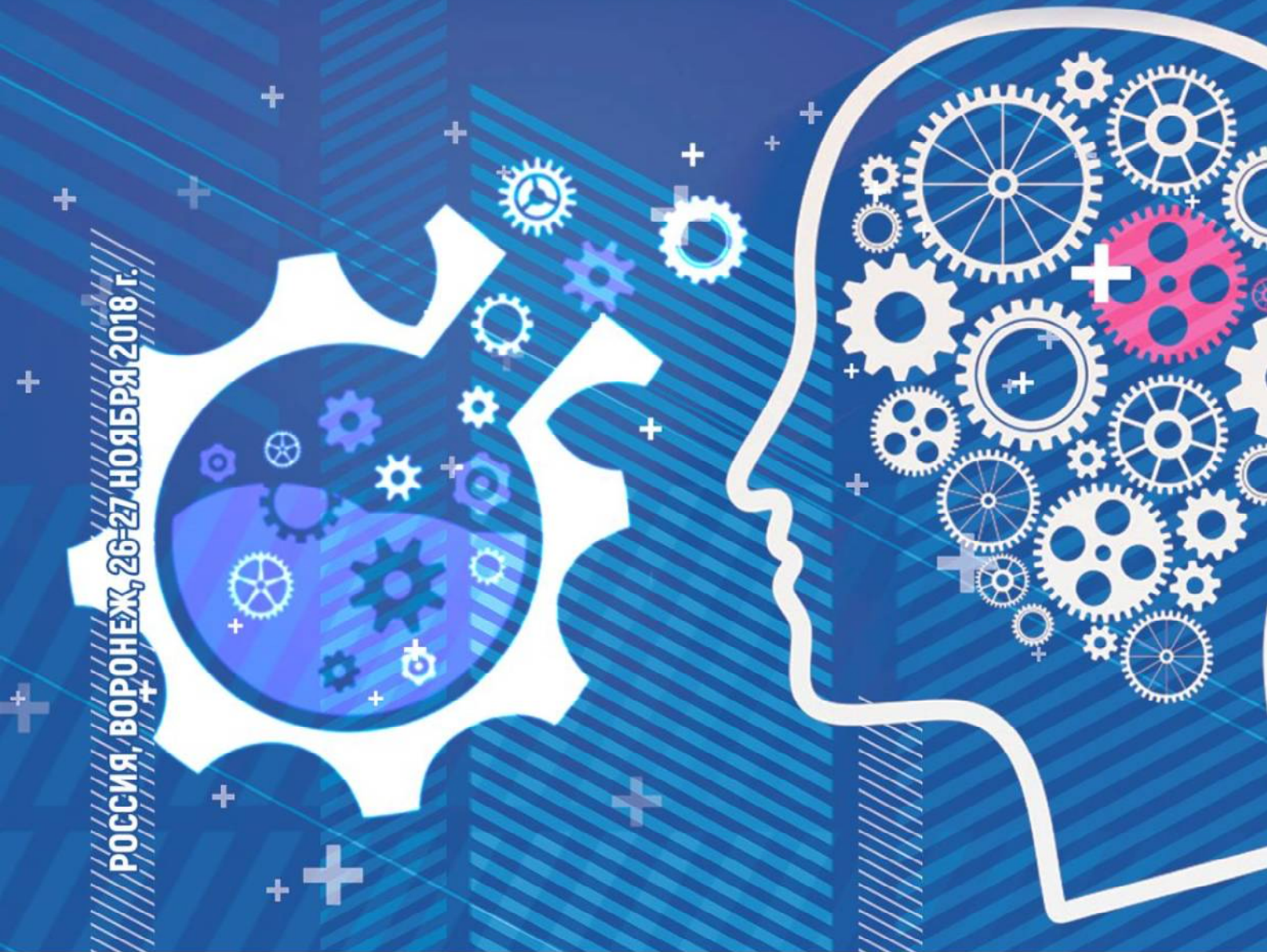
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ: ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

ЧАСТЬ I



РОССИЯ, ВОРОНЕЖ, 26-27 НОЯБРЯ 2018 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

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

АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ: ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Россия, Воронеж, 26-27 ноября 2018 г.)

ЧАСТЬ I

Воронеж 2018

УДК 631.3:001:005.745(06)
ББК 40.7:72я431
Н 34

Н34 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. – 574 с.

Международная научно-практическая конференция, посвященная актуальным проблемам науки и образования на современном этапе развития, состоялась 26-27 ноября 2018 года в Воронежском государственном аграрном университете. Участники представили свои исследования по актуальным научным проблемам в области инженерно-технического обеспечения, технологии производства, переработки, хранения продукции и обеспечение безопасности, экономики, права, математического моделирование и компьютерной оптимизации АПК и других отраслей экономики, а также актуальным вопросам высшего образования.

Редакционная коллегия:
В.А. Гулевский, А.Н. Беляев, В.И. Оробинский,
А.Н. Брюховецкий, А.Е. Тарабрин, Т.В. Тришина

ISBN 978-5-7267-1078-5
ISBN 978-5-7267-1079-2(Ч. I)

© Коллектив авторов, 2018
© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АПК И ДРУГИХ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ» 12

Беляев А.Н., Оробинский В.И., Тришина Т.В.
АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ НАВЕСНОГО МТА 12

Беляев А.Н., Оробинский В.И., Тришина Т.В., Шередекин В.В.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ БОКОВОГО УВОДА ШИН КОЛЕС ТРАКТОРА.. 16

Василенко В.В., Василенко С.В., Скурятин Н.Ф.
РАЦИОНАЛЬНАЯ НОРМА ВЫСЕВА СЕМЯН САХАРНОЙ СВЁКЛЫ..... 23

Оробинский В.И., Шатохин И.В., Шередекин В.В., Тарасенко А.П.
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ВОЗДУШНО-РЕШЕТНОЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ..... 28

Беляев А.Н., Шередекин В.В., Шередекин П.В.
ОЦЕНКА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ 32

Чупахин В. А., Чупахин А. В., Коржов С.И.
ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗМЕЩЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ 35

Кузнецов А.Н., Поливаев О.И., Лощенко А.В., Заболотнаяя А.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ СИДЕНЬЯ С НЕЛИНЕЙНОЙ УПРУГОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ..... 43

Кузнецов А.Н., Лощенко А.В.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДВЕСКИ СИДЕНЬЯ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ВИДЕ ЖЕСТКИХ ПЛАСТИН 48

Поливаев О.И., Ведринский О.С.
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УПРУГОДЕМПФИРУЮЩЕГО ПРИВОДА ВЕДУЩИХ КОЛЕС НА ИХ БУКСОВАНИЕ ПРИ РАЗГОНЕ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА 53

Поливаев О.И., Гиевский А.М., Ведринский О.С., Бирюков Д.С.
СНИЖЕНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫМИ ТРАКТОРАМИ 56

Соломников С.В., Тарасов В.А., Абасов М.А., Самцов В.В., Заболотная А.А., Петрищев И.М.
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗОЛОТНИКОВОЙ ПАРЫ РЕГУЛЯТОРА В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ..... 60

Заболотная А.А., Козлова Е.В., Сатышев А.В., Могутнов Р.В., Самцов В.В., Абасов М.А., Никитин В.В.
ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА 64

Божко А.В., Заболотная А.А., Зобов С.Ю., Деркачев Н.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С УЧЕТОМ ЕГО КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМА РАБОТЫ 71
Божко А.В., Заболотная А.А., Зобов С.Ю., Деркачев Н.А.
ВЛИЯНИЕ ГОМОГЕНИЗАЦИИ СМЕСИ В ДВИГАТЕЛЯХ С ВОСПЛАМЕНЕНИЕМ ОТ ИСКРЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ 73
Бурдыкин В.Д., Зобов С.Ю.
ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УСИЛИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ 77
Бурдыкин В.Д., Остриков В.В.
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЫЛИТЕЛЯ НА ЛАКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ЕГО ПОЛОСТИ 81
Гудков В.В., Сокол П.А., Янин А.Н.
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТКИ МНОГООСНЫХ КОЛЕСНЫХ ШАССИ С ЭЛЕКТРОТРАНСМИССИЕЙ 86
Рябчук С.П., Туленинов Ю.А., Спицын И.А.
ПУСК ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740 В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРСУНОК ХОЛОДНОГО ПУСКА 92
Баскаков И.В., Чернышов А.В., Посохов Д.Н., Гиевский В.А., Подорванов Д.А.
ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ ГОРИЗОНТА ХЛЕБОСТОЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА КАЧЕСТВО СЕМЯН 96
Мазуха Н. А., Афоничев Д. Н.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗА ПРИ НЕОЖИДАННОМ ИЗМЕНЕНИИ ПОРЯДКА СЛЕДОВАНИЯ ФАЗ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ КРАН- БАЛКИ 101
Чернышов А.В., Ворохобин А.В., Баскаков И.В., Гиевский В.А.
К ВОПРОСУ ВЫБОРА ТИПА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ УБОРКИ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ 107
Королев А.И., Жуков И.А., Горбань А.Р.
ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ 112
Репин А.А., Текутьев М.В.
РАСЧЕТНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НАЗЕМНОГО ОБЪЕКТА 116
Филатов Н.Е.
ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА 120
Чернышов А.В., Ворохобин А.В., Баскаков И.В., Гиевский В.А., Коржов С.И.
ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ СРЕЗА ХЛЕБНОЙ МАССЫ НА СОСТАВ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА 123

Волокитин А.А., Гусев Ю.В., Борисов С.В., Ломовских А.Е., Стародубцев Д.А.
СПОСОБ БЕЗРАЗБОРНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ОТ НАГАРА 128
Германович А.С., Андреев И.В., Князев С.И., Пашков П.В.
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВПРЫСКА ТОПЛИВА COMMONRAIL НА ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-5350 135
Дмитриев Н.И., Черноиванов В.И.
СПОСОБ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ 141
Зибров И.М., Капустин В.П., Князев С.И., Трубенко К.П.
ПРОБЛЕМА ДОРАБОТОК АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИЙСЯ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ 146
Глотов М.С., Князев С.И., Давыдов А.О., Чекризов К.Ю.
ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СИСТЕМАМИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА БАЗЕ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС/GPS 151
Косинов С.А., Лиховидов Д.В.
К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИБЛОКИРОВОЧНОЙ СИСТЕМЫ НА АВТОМОБИЛЕ КАМАЗ-5350 155
Ляпич Е.Н., Ломовских А.Е., Чужиков Д.А., Сыромятников А.Н.
АНАЛИЗ РАБОТЫ ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ 160
Маслов В.А., Кобзев Е.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРОЭЖЕКТОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН 162
Новиков К.И., Капустин В.П., Гусев Ю.В., Марков Н.С.
ДИЗЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ И ПРЕДЛОЖЕННЫЕ СПОСОБЫ ЕЁ МОДЕРНИЗАЦИИ 165
Родионов Ю.В., Ломовских А.Е., Воробьев Ю.В., Карманов В.П., Баронин Г.С., Воронин Н.В.
ВНЕДРЕНИЕ В ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ АВИАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ОРБИТАЛЬНОГО ТИПА 172
Шевченко Д.А., Попов А.Н.
ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ 178
Казаров К.Р., Черников В.А., Солдатов Ю.И., Лукина И.К.
ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ НА ВЕС КОРНЕПЛОДА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ 185
Тещин М.А., Ломовских А.Е., Черноиванов В.И., Сафонов А.С., Логойда В.С.
АНТИФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПАР ТРЕНИЯ .. 190
Томилов А.А., Ломовских А.Е., Поспелов А.О., Галныкин Е.А., Логойда В.С.

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЛИЧНОГО СОСТАВА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ К ПРИМЕНЕНИЮ 196
Стародубцев Д.А., Ломовских А.Е., Галныкин Е.А., Черноиванов В.И., Шаров А.А.
ИСПЫТАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ-236 НА ВОДНО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ 203
Ломовских А.Е., Иванов В.П, Тещин М.А., Шаров А. А., Свиридов А.А.
ИСПЫТАНИЕ АВТОМОБИЛЯ ЗИЛ-131 ПРИ СЛИТОМ МАСЛЕ ИЗ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ 209
Малыхин Е.В. , Чупахин А. В., Филонов С.А.
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА 214
Астанин В. К., Брюховецкий О.А., Спицин И.А.
ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ МЕТОДОМ..... 218
Климкина Е.В., Климкин А.Ф., Светашова Л.А.
БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – ВЕДУЩИЙ ТРЕНД ЭКОНОМИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АПК 221
Семыкин В.В., Колесников Н.П.
ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН НА ПРИМЕРЕ СЕЛЬКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ LPA KALTENSUNDHEIM (ГЕРМАНИЯ)..... 227
Деревянченко С.О., Свиридов А.С., Королев А.И.
СИСТЕМА ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ..... 232
Булыгин Н.Н., Боев И.О.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕНННЕГО СГОРАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНДИЦИОНЕРОВ МЕТАЛЛА..... 238
Рачков П.В., Грешнов А.С., Кровяков В.Б., Короленко В.В.
КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ 241
Ляпич Е.Н., Рачинский О.В., Чужиков Д.А., Варварин А.М.
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ КОЛЕСНЫХ ШАССИ 252
Секретарев А.П., Шварц А.А.
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ 256
Деревянченко С.О., Барыкин К.В., Титова И.В.
СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВС В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ..... 260
Деревянченко С.О., Ливенцев Д.Н., Королев А.И.

СОВРЕМЕННЫЕ ФИЛЬТРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМОБИЛЯ 266
Титова И.В., Пухов Е.В., Пивненко А.Е.
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ 272
Деревянченко С.О., Ливенцев Д.Н., Титова И.В.
СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ В ДИЗЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЯХ 278
Ливенцев Д.Н., Деревянченко С.О., Титова И.В.
РАЗВИТИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ 282
Ливенцев Д.Н., Деревянченко С.О., Титова И.В.
ТИПЫ ДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ... 288
Барыкин К.В., Деревянченко С.О., Титова И.В.
СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК .. 292
Фокша Е.Г., Астанин В.К.
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕМ ЖЕЛЕЗИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ МАШИН 298
Сидоренков В.Л., Титова И.В, Астанин В.К.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ 300
Костиков О.М.
ВЛИЯНИЕ ВЫКЛЮЧЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ НА ВИБРАЦИОННУЮ НАГРУЖЕННОСТЬ ТРАКТОРА БЕЛАРУС-1221 304
Булыгин Н.Н., Ожерельев В.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ГНЕЗДОВОГО ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР 308
Костиков О.М.
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ И ТРАНСМИССИИ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ TOYOTA 313
Кречко Л.М., Бородин Ю.В., Субботин Е.А.
О МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ЛИНЕЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР – КАРБИНА И НАНОТРУБОК 318
Булыгин Н.Н., Трофимова Т.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР И ИХ СВЯЗЬ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ СЕМЯН 326
Троянов И.Н., Абрамов В.В., Афоничев Д.Н., Бухтояров Л.Д., Базула И.А.
ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕК ПО СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ПОДРОСТА НА ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ 330

Васильев Е.И., Козлов А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ В СИСТЕМАХ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ ПРИ ХРАНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ 335
Пастухов Д.А., Козлов А.В.
ОХЛАЖДЕНИЕ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В КРИОГЕННОЙ УСТАНОВКЕ ПРИ ХРАНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА СКЛАДАХ ГСМ 339
Могутнов Р.В., Гудков В. В, Сокол П. А.
КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ УРАЛ – 4320 ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ 344
Крупин Е.О.
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭНЕРГОПРОТЕИНОВЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК В РАЦИОНАХ КОРМЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ 349
Попов Н.А., Мерзликин Е.А.
ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЗОН ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНИКИ 353
Бурдыкин В.Д., Остриков В.В.
ФОРСУНКА ДЛЯ СТУПЕНЧАТОГО ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЕ 358
Брюховецкий А.Н., Коршенко К.В., Сударкин В.Н., Белоусов В.И.
НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА..... 361
Панков А.А., Щеглов А.В., Стахорская А.Г.
ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АПК... 366
Шаров Ю.В., Заболотная А.А., Лукьяненко В.Д., Швачкина О.Г.
ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ 376
Чернухин Е.Н., Булыгин Н.Н.
ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДИСКОВЫХ БОРОН..... 379
Заболотная А.А., Гиевский А.М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И МАТЕРИАЛОВ НА ЕЕ ОСНОВЕ В ЛЕСНОМ И СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИИ..... 383
Свиридов А.С., Тришина Т.В., Заболотная А.А.
К ВОПРОСУ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ 386

СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ» 390

Ожерельев В.Н., Сомин В.В.
ТЕЛЕЖКА ДЛЯ СБОРА ЯГОД ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 390
Оробинский В.И., Корнев А.С., Подорванов Д.А., Посохов Д.Н.
ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА 394
Григорьев А.Р., Дикарев Р.А., Дружинин Р.А., Суханова М.Ю.
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ РАБОЧИХ МЕСТ В ООО «ЧАПЛЫГИН МОЛОКО» 400
Манойлина С.З., Журавец М.А., Сазонов С.Н., Сапрыкин Н.К.
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ С ПОМОЩЬЮ ОРГАНИЧЕСКИХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЦИКЛОВ 405
Золотарев А.М., Труфанов В.В., Дружинин Р.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА В УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ДРОБИЛКЕ 411
Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Баскаков И.В., Гиевский В.А.
ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА 415
Востриков П.С., Павлюченко В.С., Дерканосова Н.М.
ЗАТВОР-РЕГУЛЯТОР ЗЕРНОВОГО ПОТОКА 421
Востриков П.С., Павлюченко В.С., Тертычная Т.Н.
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ДЕЛЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ПОТОКА 424
Внукова С.В., Солод А.Д., Калинин Н.С., Кочетова Ж.Ю.
СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ КЕРОСИНОВЫХ ЛИНЗ НА АЭРОДРОМАХ 429
Голубцов Д.Н., Жижина Е.Ю., Климкин А.Ф., Нищук Д.С.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУХ ВИДОВ КОКЦИНЕЛЛИД КАК ЭНТОМОФАГОВ ЗЕРНОВЫХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР 433
Пожидаева М.В., Ветков А.В.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ВОЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ 437
Пенькова И.А., Швачкина О.Г., Воропаева М.А., Андрианов А.А.
ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ 441
Джамалов Р.Д.
ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ РЫХЛЕНИЯ 446

Трофимова Т.А., Коржов С.И.

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ В СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ЦЧР 449
Баскаков И.В., Оробинский В.И., Чернова О.В., Чернова А.В.,Трофимова Т.А.
ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ИЗ ГЛАЗКОВ..... 453
Шварц А.А., Копытина А.В.
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА И ИХ ОСОБЕННОСТИ..... 457
Яцевич М.Г.
МИНИМАЛИЗАЦИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ СВЕКЛОВИЧНОМ СЕВООБОРОТЕ..... 461
Гранкин Е.А.
ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ ДОСТУПНОЙ ВЛАГИ В МЕТРОВОМ СЛОЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ 465
Вострикова П.С., Тарасенко А.П., Полянский К.К
ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОВОЙ НАГРУЗКИ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН 469
Кузьменко С.В., Сорокин Н.Н., Швачкина О.Г.
ВЫДЕЛЕНИЕ ТРУДНООТДЕЛИМЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН 474
Сорокин Н.Н., Швачкина О.Г., Калашников Г.В.
ВЛИЯНИЕ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН 480
Дранников А.В., Ситников Н.Ю., Костина Д.К., Ходякова В.А.
ВЛИЯНИЕ ВВОДА ХОЛИНХЛОРИДА В ПРЕМИКС НА АКТИВНОСТЬ ВИТАМИНОВ ПРИ ХРАНЕНИИ..... 487
Кузьменко С.В., Василенко С.В., Кузьменко Е.Л.
УСЛОВИЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА С МНОГОКРАТНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОГО ПОРОШКА..... 491
Хропач А.И., Шварц А.А.
ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕТАНЫ 494
Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов В.Ю.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УФ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ ЗЕРНА НА КОРМ ЖИВОТНЫМ 498
Гиевский А.М., Сапрыкин И.К., Павлюченко В.С.
МАШИНЫ ДЛЯ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СЕМЯН 502
Кочетова Ж.Ю., Кравченко А.А., Верхов С.В.
ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 509

БЕСПРОВОДНОЙ МОНИТОРИНГ УТЕЧЕК ТОПЛИВА НА ОБЪЕКТАХ ВОЕННОЙ И ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ..... 513
Зотов П.Ю., Корнев А.С.
ЗЕРНОВАЯ ПЫЛЬ – СПОСОБЫ БОРЬБЫ И МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ... 517
Плахов С. А., Карпухин С. А.
СТАБИЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОЛЕСНЫХ МОДУЛЕЙ ПРИ АГРИГАТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН .. 522
Мануйленко А.Н., Вендин С.В.
ОЗОНИРОВАНИЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ..... 526
Несмеянова М.А., Пушина А.А., Новикова Л.А., Дедов А.В.
УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ..... 530
Яровой М.Н.,Овчарова Н.А., Захарова Т.А.
АНАЛИЗ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖИВОТНОВДЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ 534
Волков А.И.
ОСНОВНЫЕ БОЛЕЗНИ КЛУБНЯ КАРТОФЕЛЯ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ 537
Сапрыкин И.К., Рыбалкин А.Н.,Федоринов В.Н.,Гиевский А.М.
ВЫБОР РАЗМЕРА РЕШЕТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СОИ 542
Гиевский А.М., Федоринов В.Н., Рыбалкин А.Н. Павлюченко В.С.
РАЗМЕЩЕНИЕ РЕШЕТ НА СОВРЕМЕННЫХ ВОЗДУШНЫХ МАШИН . 546
Дикорев Д.В., Пономарев В.А., Андрианов А.А.
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ. ВЛИЯНИЕ ИХ НА ЧЕЛОВЕКА 552
Пономарев В.А., Дикорев Д.В.
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ 556
Пащенко Н.В., Чуев А.С.
ОПИСТОРХОЗ КАК ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА 563
Швачкина О.Г., Тришина Т.В., Лукьяненко В.Д., Шаров Ю.В.
ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ..... 566
Ромась С.В., Попов Н.А.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬХОЗ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ..... 569

СЕКЦИЯ «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АПК И ДРУГИХ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ»

УДК 629.114.2.001

Беляев А.Н., Оробинский В.И., Тришина Т.В.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ НАВЕСНОГО МТА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация: *предложена методика и аналитическая зависимость для определения положения горизонтальной координаты центра тяжести навесного комбинированного агрегата.*

Ключевые слова: *центр тяжести, навесной МТА, трактор, уравнения равновесия.*

Abstract: *the technique and analytical dependence for definition of provision of horizontal coordinate of the center of gravity of the hinged combined unit is offered.*

Key words: *center of gravity, hinged CTU, tractor, balance equations.*

Одним из путей повышения эффективности функционирования машинно-тракторного агрегата (МТА) является нахождение его центра тяжести (масс) и, особенно его продольной (горизонтальной) координаты [7], в оптимальном положении.

Известно, что при агрегатировании с сельскохозяйственной машиной центр тяжести МТА смещается от центра тяжести трактора в зависимости от приложенной нагрузки. При этом изменяются величины вертикальных реакций на его мостах. Очевидно, что на значение положения продольной координаты центра масс МТА наибольшее влияние оказывают двигатель (энергетическая установка) и навешенные орудия, как элементы с наибольшим весом, расположенные на самых больших расстояниях от предполагаемого центра масс [6].

Повышение энергоемкости трактора приводит к увеличению числа и/или массы навешенных на него орудий. И первый, и второй из перечисленных факторов приводит к изменению величины горизонтальной координаты центра тяжести МТА (его смещению по направлению к навескам трактора), что приводит во многих случаях к увеличению негативного воздействия колес трактора на почву [1, 5]. При этом возникает ряд вопросов, связанных с эксплуатацией МТА [6, 8]: на колесо теперь будут действовать ничем не компенсируемые силы, которые могут привести к перегрузке его шины и выходу из строя конечной передачи; изменятся тягово-сцепные свойства,

зависящие от взаимодействия ходовой системы с опорной поверхностью, действующих нагрузок и почвенных условий; увеличится момент сопротивления повороту, снизятся управляемость и устойчивость при криволинейном движении [7] и др.

Следовательно, задача определения положения центра тяжести МТА является актуальной, как на стадии вновь проектируемых тракторов, так и в процессе эксплуатации их уже имеющихся типажей.

Координаты центра тяжести для вновь проектируемого трактора находят графическим или графоаналитическим методами, для уже созданного или модернизированного – лабораторными [4].

Указанными методами в условиях реальной эксплуатации при агрегатировании тракторов с сельскохозяйственными машинами задача определения положения центра масс МТА не выполнима.

Вертикальную координату центра тяжести МТА можно, при необходимости, определить по методике, изложенной в работе [2].

Нами предлагается методика аналитического определения положения продольной координаты центра масс на примере навесного комбинированного МТА.

Расчетная схема для определения продольной координаты центра масс МТА с передней и задней навесками машин приведена на рисунке, где обозначено: точкой C – положение центр тяжести трактора, точкой C' – положение центр тяжести МТА.

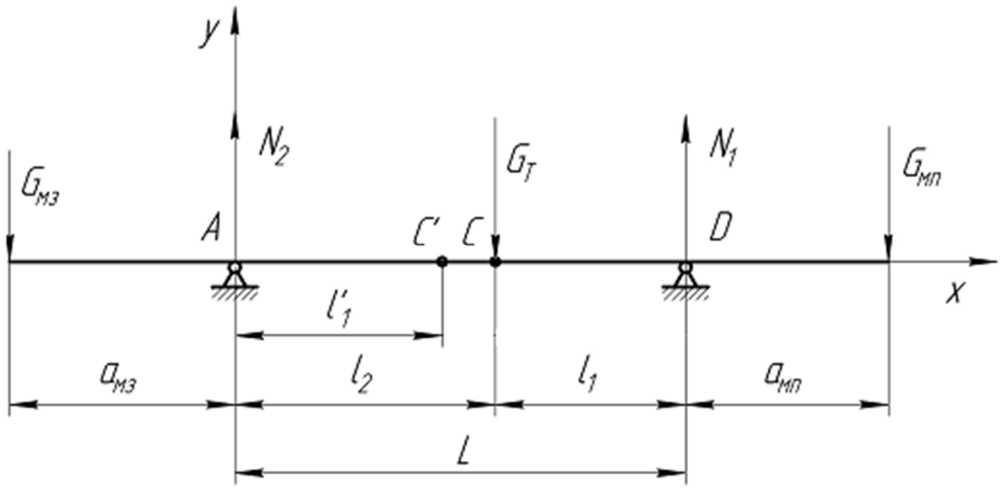


Рисунок. Расчетная схема для определения продольной координаты центра масс комбинированного МТА

Составим уравнения равновесия комбинированного навесного МТА (см. рисунок) [3]

$$\sum M_A = 0 : -G_{\text{МП}}(a_{\text{МП}} + L) + N_1 L - G_{\text{Т}}(L - l_1') + G_{\text{МЗ}} a_{\text{МЗ}} = 0; \quad (1)$$

$$\sum M_D = 0 : G_{\text{МЗ}}(a_{\text{МЗ}} + L) - N_2 L + G_{\text{Т}} l_1' - G_{\text{МП}} a_{\text{МП}} = 0; \quad (2)$$

$$\sum F_{iy} : -G_{\text{МЗ}} + N_2 - G_{\text{Т}} + N_1 - G_{\text{МП}} = 0, \quad (3)$$

где $G_{\text{Т}}$; $G_{\text{МП}}$; $G_{\text{МЗ}}$ – соответственно силы тяжести трактора, передней и задней навесных машин, *Н*;

$a_{\text{МП}}$ – расстояние от центра тяжести передней навесной машины до переднего моста трактора, *м*;

$a_{\text{МЗ}}$ – расстояние от центра тяжести задней навесной машины до заднего моста трактора, *м*;

l_1' – расстояние от переднего моста трактора до центра тяжести МТА (искомая продольная координата центра масс МТА), *м*

L – база трактора, *м*;

N_1 – суммарная вертикальная реакция на передних колесах трактора, *Н*;

N_2 – суммарная вертикальная реакция на задних колесах трактора, *Н*.

При составлении уравнений равновесия (1, 2) принято допущение: сила $G_{\text{Т}}$ приложена в центре масс МТА, что, в прочем, не отразится на конечном результате и вызвано необходимостью «участия» искомого размера l_1' в расчетах.

Из совместного решения уравнений (1, 2 и 3) получить требуемый результат оказалось не возможно, в виду получаемых тождеств.

Поэтому нами составлено дополнительное уравнение совместности действия сил [3], исходя из того, что центр масс трактора находится посредине его базы *L*

$$\frac{G_{\text{МП}} a_{\text{МП}}}{G_{\text{МЗ}} a_{\text{МЗ}}} = \frac{N_1}{N_2}. \qquad (4)$$

Выражая N_1 из уравнения (1) и, подставляя его в уравнение (3), получаем зависимость для N_2. Выразив из (2) l_1' и подставляя в него N_2 с учетом взаимосвязи с N_1 (4), получаем формулу для определения положения центра тяжести комбинированного агрегата в предположении, что центр тяжести трактора лежит посередине длины базы *L*

$$l_1'' = \frac{2a_{\text{МП}} G_{\text{МП}} - 2(a_{\text{МЗ}} + L) G_{\text{МЗ}} + 2L \left(\dfrac{G_a}{1 + \dfrac{\dfrac{a_{\text{МП}}}{a_{\text{МЗ}}} G_{\text{МП}}}{G_{\text{МЗ}}}} \right)}{2G_{\text{Т}}},$$

где $G_a = G_{\text{Т}} + G_{\text{МП}} + G_{\text{МЗ}}$ – сила тяжести МТА.

Исходя из схемы рисунка, с учетом исходного положения точки *С* – центра масс трактора, окончательно получаем аналитическое выражение для определения положения горизонтальной координаты центра масс комбинированного МТА

$$x' = \frac{L}{2} - \frac{2a_{\text{МП}}G_{\text{МП}} - 2(a_{\text{МЗ}} + L)G_{\text{МЗ}} + 2L\left(\dfrac{G_a}{1 + \dfrac{\dfrac{a_{\text{МП}}}{a_{\text{МЗ}}}G_{\text{МП}}}{G_{\text{МЗ}}}}\right)}{2G_{\text{Т}}} + l_2 . \qquad (5)$$

Например, при исходных значениях L=2,6 *м*, l_1=1,1 *м*, l_2=1,5 *м*, $a_{\text{МП}}$ =2,7 *м*, $a_{\text{МЗ}}$=1,65 *м*, $G_{\text{Т}}$=57540 *Н*, $G_{\text{МП}} = G_{\text{МЗ}}$=22000 *Н*, по (5) получаем l_1' =1,65 *м*, что согласуется с результатами расчетов, проведенным по методике, изложенной в работе [2].

Таким образом, предложенная формула (5) позволит определить положение продольной координаты центра масс навесного комбинированного МТА и провести затем по уравнениям (1, 2, 3) оценку распределения нормальных нагрузок по осям трактора.

Список литературы

1. Беляев, А. Н. Влияние передних и задних навесных орудий на физико-механические свойства почвы [Текст] / А. Н. Беляев, В. И Крюков // Высокие технологии в экологии: труды 11-ой междунар. научно-практич. конференции.– Воронеж: Воронежское отделение Российской экологической академии, 2008. – С. 119-122.

2. Беляев, А. Н. Определение момента инерции трактора [Текст]/ А. Н. Беляев, А. В. Кочегаров, Т. В. Тришина// Лесотехнический журнал. – 2013. – № 4 (12). – С. 151-155.

3. Беляев, А. Н. Сопротивление материалов: учебное пособие [Текст] / А. Н. Беляев, В. В. Шередекин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – 2013. – 559 с.

4. ГОСТ 30752-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Определение положения центра тяжести . – Введ. 2003-01-01 [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 9 с.

5. Исследование физико-механических свойств почвы на поворотной полосе [Текст] / А. Н. Беляев [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 3. – С. 11-12.

6. Кала, В. П. Влияние продольной базы трактора на управляемость [Текст] / В. П. Кала // Сб. науч. тр. Эстонской с.-х. акад., 1964. – № 36. – С. 41-46.

7. Смирнов, Г. А. Теория движения колесных машин [Текст] / Г. А. Смирнов. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

8. Тракторы. Теория [Текст] // В. В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В. В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.

УДК 629.016

Беляев А.Н., Оробинский В.И., Тришина Т.В., Шередекин В.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ БОКОВОГО УВОДА ШИН КОЛЕС ТРАКТОРА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация: предложены аналитические зависимости для определения углов бокового увода шин колес при криволинейном движении трактора со всеми управляемыми колесами.

Ключевые слова: уравнения кинематических связей, колесный трактор, угол бокового увода.

Abstract: *analytical dependences for definition of angles of side withdrawal of tires of wheels at the curvilinear movement of the tractor with all operated wheels are offered.*

Key words: *equations of kinematic communications, wheel tractor, angle of side withdrawal.*

В настоящее время исследователями получен большой объём теоретических и экспериментальных данных о влиянии на увод шины колеса трактора её конструктивных параметров: давления воздуха, нормальных, боковых, продольных сил и других факторов. Результатом этих работ явилось создание и совершенствование, разработанных для автомобиля при его движении по твердому основанию, ряда теорий бокового увода шины, которые в необходимой степени, упростив её сложную структуру, позволили определить силы и моменты, действующие в контакте колеса с податливой опорной поверхностью и установить зависимость параметров деформации пневматика от действующих нагрузок [10, 11, 12, 13]. Большая потребность в экспериментальных исследованиях и теоретическом объяснении процесса качения колеса с эластичной шиной связана с разнообразными задачами по устойчивости движения и управляемости тракторов, автомобилей и других транспортных средств, где боковой увод играет существенную роль, нарушая однозначность связи между изменением направления движения машины и траекторией её характерных точек [3, 5, 6].

Для описания явления бокового увода исследователями в большинстве случаев применяется теория, основанная на гипотезе бокового увода И. Рокара [9]. Сущность её заключается в том, что боковая сила $P_{\text{у}}$, действующая на колесо, считается пропорциональной углу его бокового увода δ

$$P_{\text{у}} = k_{\text{у}} \cdot \delta \,, \qquad (1)$$

где $k_{\text{у}}$ – коэффициент сопротивления боковому уводу.

Деформация опорного основания в этой теории не учитывается, так как сам подход к составлению уравнений кинематических связей для определения углов бокового увода и принятые при этом допущения отрицают наличие податливого опорного основания. Упрощённая задача качения колеса в этом

случае не выходит за рамки механики, имеющей дело с качением без проскальзывания абсолютно твёрдого тела по твёрдой поверхности с той разницей, что абсолютно твёрдому телу придаются свойства увода.

На величину углов бокового увода существенное влияние оказывает податливость опорного основания. Так, при движении колеса по грунту боковой увод определяется не только деформацией шины и проскальзыванием контакта в боковом направлении, но и боковой деформацией, и сдвигом грунта в опорном основании.

Применение линейной теории бокового увода пневматического колеса затрудняет и то обстоятельство, что коэффициент $k_{\text{у}}$ хотя и постоянен для малых значений δ, но различен для разных условий. Следовательно, для эффективного применения линейной теории увода необходимо располагать множеством значений коэффициентов сопротивления боковому уводу, полученных экспериментально при различных условиях движения.

Линейная теория бокового увода не отражает действительную картину взаимодействия деформируемых колес с почвой и дает положительный результат лишь при малых углах поворота управляемых колес и при малых скоростях движения трактора.

И всё же линейная теория, несмотря на эти недостатки, открыла пути изучения многих свойств колёсных машин и, в частности, заложила основу исследований такого важного динамического свойства как устойчивость движения [2, 4, 8].

Существует ряд теорий выбора уравнений и описания связей между напряжениями и деформациями, возникающими при взаимодействии колеса с почвой, каждая из которых имеет свои преимущества, недостатки и некоторое соответствие расчетных и экспериментальных результатов

Сущность одной из них заключается в том, что при проведении экспериментальных исследований влияние эксплуатационных факторов на коэффициент сопротивления боковому уводу в (1) учтено соответствующими коэффициентами коррекции, например, по формуле [7, 8]

$$k_{\text{у}} = k \cdot k_0$$

или

$$k_{\text{у}} = k_{\varphi} \cdot k_{\text{N}} \cdot k_{\text{Т}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot k_{\text{В}} \cdot k_{\text{П}} \cdot k_{\text{гр}} \cdot k_{\text{неуст}} \cdot k_0 ,$$

где k_0 – коэффициент сопротивления боковому уводу при свободном режиме качения колеса, когда значение коэффициента коррекции равно единице.

Общий коэффициент коррекции представляет собой произведение частных коэффициентов коррекции, величины которых учитывают соответственно: движение по поверхности с определённым коэффициентом сцепления, изменение нормальной нагрузки, изменение продольной реакции, отклонение давления воздуха в шинах от рекомендуемого, наклон колеса к опорной поверхности, колебание колеса на неровной поверхности, движение по деформируемому грунту, качение колеса в режиме неустановившегося увода.

Все эти зависимости определены и их можно учесть по мере необходимости и в соответствии с характером решаемой задачи.

Как правило, углы бокового увода определяются для мостов трактора и с допущениями, предполагающими малые углы поворотов колес [11]. Исходя из вышеизложенного, нами была поставлена задача определения углов бокового увода шин колес трактора для всего диапазона углов поворота его колес.

Так как на большинстве современных тракторах для управления применяются кинематические способы поворота, которые реализуются, как правило, поворотом управляемых колес относительно остова [11], то для достижения поставленной цели предметом исследований выберем наиболее универсальный способ поворота, при котором изменение направления движения осуществляется поворотом передних и задних управляемых колес относительно его остова в разные стороны.

Координаты середины каждого тракторного колёса, выраженные из геометрических соотношений через координаты центра масс трактора x_C и y_C в неподвижной системе координат xy, определены нами в работе [3] (рис. 1, 2):

- левое переднее колесо:

$$x_1' = x_C + l_1 \cdot \sin\beta - \frac{B}{2} \cdot \cos\beta - a \cdot \cos(\beta + \alpha_1'); \quad (2)$$

$$y_1' = y_C + l_1 \cdot \cos\beta + \frac{B}{2} \cdot \sin\beta + a \cdot \sin(\beta + \alpha_1'); \quad (3)$$

- правое переднее колесо:

$$x_1'' = x_C + l_1 \cdot \sin\beta + \frac{B}{2} \cdot \cos\beta + a \cdot \cos(\beta + \alpha_1''); \quad (4)$$

$$y_1'' = y_C + l_1 \cdot \cos\beta - \frac{B}{2} \cdot \sin\beta - a \cdot \sin(\beta + \alpha_1''); \quad (5)$$

- левое заднее колесо:

$$x_2' = x_C - l_2 \cdot \sin\beta - \frac{B}{2} \cdot \cos\beta - a \cdot \cos(\beta - \alpha_2'); \quad (6)$$

$$y_2' = y_C - l_2 \cdot \cos\alpha + \frac{B}{2} \cdot \sin\beta + a \cdot \sin(\beta - \alpha_2'); \quad (7)$$

- правое заднее колесо:

$$x_2'' = x_C - l_2 \cdot \sin\beta + \frac{B}{2} \cdot \cos\beta + a \cdot \cos(\beta - \alpha_2''); \quad (8)$$

$$y_2'' = y_C - l_2 \cdot \cos\beta - \frac{B}{2} \cdot \sin\beta - a \cdot \sin(\beta - \alpha_2''), \quad (9)$$

где l_1– расстояние от передней оси до центра тяжести C, *м*;

l_2 – расстояние от задней оси до центра тяжести C, *м*;

β – курсовой угол, *рад*;

B – расстояние между осями шкворней, *м*;

а – плечо обката, *м*;

α_1', α_1'', α_2' и α_2'' – углы поворотов передних и задних управляемых колес, *рад*.

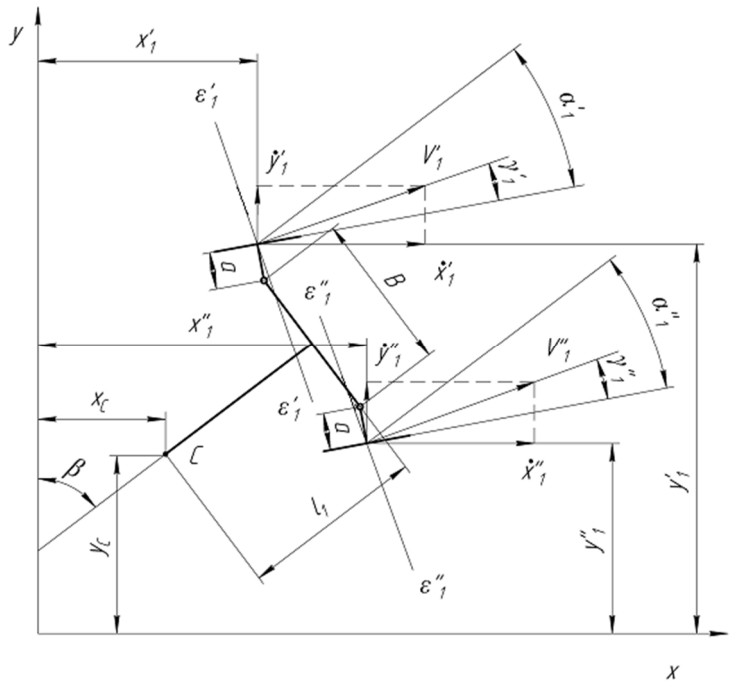


Рисунок 1. Схема для составления уравнений кинематических связей и определения углов бокового увода колес переднего моста

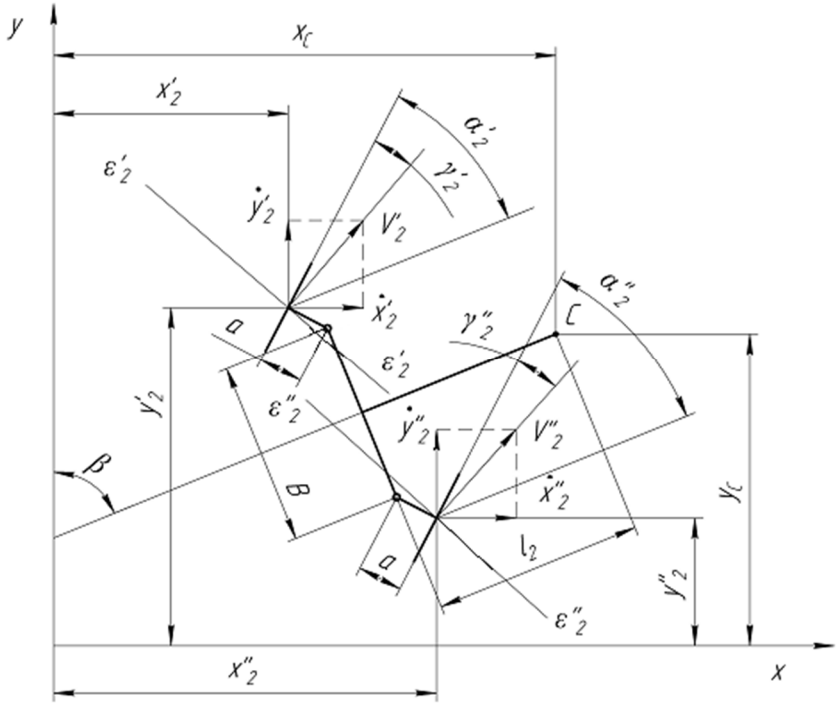


Рисунок 2. Схема для составления уравнений кинематических связей и определения углов бокового увода колес заднего моста

Дифференцируя по времени уравнения (2-9) определим проекции скоростей середин каждого колеса на неподвижные оси координат x и y, выраженные через проекции на эти же оси скорости центра масс трактора:

- левое переднее колесо:

$$\dot{x}_1' = \dot{x}_C + l_1 \cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta + \alpha_1')\dot{\beta}; \quad (10)$$

$$\dot{y}_1' = \dot{y}_C - l_1 \sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta + \alpha_1')\dot{\beta}; \quad (11)$$

- правое переднее колесо:

$$\dot{x}_1'' = \dot{x}_C + l_1 \cos\beta\dot{\beta} - \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} - a\sin(\beta + \alpha_1'')\dot{\beta}; \quad (12)$$

$$\dot{y}_1'' = \dot{y}_C - l_1 \sin\beta\dot{\beta} - \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} - a\cos(\beta + \alpha_1'')\dot{\beta}; \quad (13)$$

- левое заднее колесо:

$$\dot{x}_2' = \dot{x}_C - l_2 \cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta - \alpha_2')\dot{\beta}; \quad (14)$$

$$\dot{y}_1' = \dot{y}_C + l_2 \sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta - \alpha_2')\dot{\beta}; \quad (15)$$

- правое заднее колесо:

$$\dot{x}_2'' = \dot{x}_C - l_2 \cos\beta\dot{\beta} - \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} - a\sin(\beta - \alpha_2'')\dot{\beta}; \quad (16)$$

$$\dot{y}_2'' = \dot{y}_C + l_2 \sin\beta\dot{\beta} - \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} - a\cos(\beta - \alpha_2'')\dot{\beta}, \quad (17)$$

где L – база трактора, *м*.

Уравнения кинематических связей для колес составим из условия отсутствия бокового скольжения каждого из них в направлении, нормальном к абсолютной скорости движения его середины, соответственно v_1', v_1'', v_2', v_2'' (рис. 1, 2). Рассмотрим для примера движение точки середины левого колеса переднего моста (рис. 1). Колесо перемещается в направлении оси абсцисс x неподвижной системы координат со скоростью $\dot{x}_1'$, в направлении оси ординат y – со скоростью $\dot{y}_1'$. Абсолютная скорость точки середины колеса v_1' составляет с осью абсцисс угол $(\frac{\pi}{2} - (\beta + \alpha_1' - \gamma_1'))$, с осью ординат – $(\beta + \alpha_1' - \gamma_1')$ и, в соответствии с наложенными неголономными связями, эта точка не должна перемещаться в направлении $\varepsilon_1' - \varepsilon_1'$, нормальном к скорости v_1'. Спроектируем составляющие скорости центра середины колеса на направление $\varepsilon_1' - \varepsilon_1'$, получим

$$-\dot{x}_1' \cdot \cos\left(\beta + \alpha_1' + \gamma_1'\right) + \dot{y}'_1 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - (\beta + \alpha_1' - \gamma_1')\right) = 0$$

или

$$-\dot{x}_1' \cdot \cos\left(\beta + \alpha_1' + \gamma_1'\right) + \dot{y}'_1 \cdot \sin\left(\beta + \alpha_1' - \gamma_1'\right) = 0. \quad (18)$$

Введем обозначения для уравнений (10) и (11)

$$\dot{x}_1' = \dot{x}_C + l_1 \cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta + \alpha_1')\dot{\beta} = A\,; \tag{19}$$

$$\dot{y}_1' = \dot{y}_C - l_1 \sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta + \alpha_1')\dot{\beta} = B\,. \tag{20}$$

Подставив уравнения (19) и (20) в выражение (18) и, проведя преобразования, получим уравнение кинематической связи для левого переднего колеса

$$-A\cos(\beta+\alpha_1') + A\sin(\beta+\alpha_1')\cdot tg\gamma_1' + B\sin(\beta+\alpha_1') - B\cos(\beta+\alpha_1')\cdot tg\gamma_1' = 0\,.$$

Откуда после некоторых преобразований, с учетом (10), (11), (19) и (20) находим угол бокового увода левого переднего колеса, выраженный через обобщенные координаты

$$\gamma_1' = \operatorname{arctg}\left[\frac{\left(\dot{x}_C + l_1\cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta+\alpha_1')\dot{\beta}\right)\cos(\beta+\alpha_1') - \left(\dot{y}_C - l_1\sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta+\alpha_1')\dot{\beta}\right)\sin(\beta+\alpha_1')}{\left(\dot{x}_C + l_1\cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta+\alpha_1')\dot{\beta}\right)\sin(\beta+\alpha_1') - \left(\dot{y}_C - l_1\sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta+\alpha_1')\dot{\beta}\right)\cos(\beta+\alpha_1')}\right].$$

Проведя аналогичные рассуждения, согласно рисункам1 и 2, получаем углы бокового увода остальных колес трактора, выраженные через обобщенные координаты:

- правое переднее колесо:

$$\gamma_1'' = arctg\left[\frac{\left(\dot{x}_C + l_1\cos\beta\dot{\beta} - \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} - a\sin(\beta+\alpha_1'')\dot{\beta}\right)\cos(\beta+\alpha_1'') - \left(\dot{y}_C - l_1\sin\beta\dot{\beta} - \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} - a\cos(\beta+\alpha_1'')\dot{\beta}\right)\sin(\beta+\alpha_1'')}{\left(\dot{x}_C + l_1\cos\beta\dot{\beta} - \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} - a\sin(\beta+\alpha_1'')\dot{\beta}\right)\sin(\beta+\alpha_1'') - \left(\dot{y}_C - l_1\sin\beta\dot{\beta} - \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} - a\cos(\beta+\alpha_1'')\dot{\beta}\right)\cos(\beta+\alpha_1'')}\right];$$

- левое заднее колесо:

$$\gamma_2' = arctg\left[\frac{\left(\dot{x}_C - l_2\cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta-\alpha_2')\dot{\beta}\right)\cos(\beta-\alpha_2') - \left(\dot{y}_C + l_2\sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta-\alpha_2')\dot{\beta}\right)\sin(\beta-\alpha_2')}{\left(\dot{x}_C - l_2\cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta-\alpha_2')\dot{\beta}\right)\sin(\beta-\alpha_2') + \left(\dot{y}_C + l_2\sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta-\alpha_2')\dot{\beta}\right)\cos(\beta-\alpha_2')}\right];$$

- правое заднее колесо:

$$\gamma_2'' = arctg\left[\frac{\left(\dot{x}_C - l_2\cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta-\alpha_2')\dot{\beta}\right)\cos(\beta-\alpha_2'') - }{\left(\left(\dot{x}_C - l_2\cos\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\sin\beta\dot{\beta} + a\sin(\beta-\alpha_2')\dot{\beta}\right)\sin(\beta-\alpha_2'') + \right.}\right.$$

$$\left.\frac{-\left(\dot{y}_C + l_2\sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta-\alpha_2')\dot{\beta}\right)\sin(\beta-\alpha_2'')}{+\left(\dot{y}_C + l_2\sin\beta\dot{\beta} + \frac{B}{2}\cos\beta\dot{\beta} + a\cos(\beta-\alpha_2')\dot{\beta}\right)\cos(\beta-\alpha_2'')}\right].$$

Таким образом, для исследования неустановившегося криволинейного движения колесного трактора из кинематических уравнений через обобщенные координаты определили углы бокового увода всех колес. При этом необходимо отметить, что для получения достоверных результатов расчета математическая модель движения тракторного колеса, основанная на дифференциальных уравнениях кинематических связей, должна включать нелинейную зависимость боковой силы от угла увода и учитывать податливость грунта и неустановившийся процесс бокового увода.

Список литературы

1. Антонов, Д.А. К вопросу о коррекции коэффициента сопротивления уводу эластичного колеса [Текст] / Д.А. Антонов // Автомобильная промышленность. – 1968. – № 12. – С. 15-16.

2. Антонов, Д.А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей [Текст] / Д. А. Антонов. – М.: Машиностроение, 1978. – 216 с.

3. Беляев, А.Н. Улучшение характеристик криволинейного движения комбинированного МТА на базе колесного трактора класса 2 ЛТЗ применением упруго-демпфирующего привода колес [Текст]: дис. … канд. техн. наук: 05.20.01 / А. Н. Беляев. – Воронеж, 1995. – 217 с.

4. Гячев, Л.В. Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов. [Текст] / Л.В. Гячев. – М.: Машиностроение, 1981.– 206 с.

5. Козлов, Д. Г. Математическая модель и результаты математического моделирования силового воздействия трактора на почву [Текст] / Д. Г. Козлов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(37) – С. 267-276.

6. Козлов, Д.Г. О движении универсально-пропашного трактора со всеми управляемыми колесами на поворотной полосе поля [Текст] / Д. Г. Козлов //Аграрный научный журнал. – 2016. – № 1. – С. 51-55.

7. Литвинов, А.С. Особенности неустановившегося поворота автомобилей [Текст] / А.С. Литвинов // Автомобильная промышленность. – 1960. – № 6. – С. 1-7.

8. Литвинов, А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля [Текст] / А.С. Литвинов. – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.

9. Рокар, И. Неустойчивость в механике [Текст] / И. Рокар. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. – 287 с.

10. Смирнов, Г.А. Теория движения колесных машин [Текст] / Г. А. Смирнов. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

11. Тракторы. Теория [Текст] // В. В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В. В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.

12. Трояновская, И.П. Взаимодействие колесного движителя с грунтом на повороте с точки зрения механики [Текст]/ И.П. Трояновская // Тракторы и с.-х. машины. – № 3, 2011. – С. 29-35.

13. Трояновская, И. П. Методология моделирования криволинейного движения тракторных агрегатов [Текст] / И.П. Трояновская [Текст]: дис.…докт. техн. наук: 05.05.03; 05.05.04 / И. П. Трояновская. – Челябинск, 2011. – 296 с.

УДК 633.63:631.559

Василенко В.В., Василенко С.В., Скурятин Н.Ф.

РАЦИОНАЛЬНАЯ НОРМА ВЫСЕВА СЕМЯН САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *Приводятся результаты расчёта относительной урожайности сахарной свёклы в зависимости от числа растений на гектаре при высокой точности распределения растений в сравнении с результатами исследований европейских авторов. Определена рациональная густота насаждения для благоприятных погодных условий года.*

Ключевые слова: *норма высева, число растений на гектаре, урожайность корнеплодов, качество распределения растений.*

Abstract. *The results of the calculation of the relative yield of sugar beet depending on the number of plants per hectare with the high accuracy of the distribution of plants are compared with the results of studies by European authors. The rational density of the plantation for favorable weather conditions of the year has been determined.*

Key words: *sowing rate, number of plants per hectare, yield of root crops, quality of plant distribution.*

Развитие технологий возделывания пропашных культур, и в частности сахарной свёклы, касается, прежде всего, обоснования рациональной нормы высева, соответствующей достигнутым технологическим показателям качества подготовки почвы, качеству семян и совершенству высевающих устройств, включая аппараты точного высева и рабочие органы по заделке семян в почву. Когда на плантациях сахарной свёклы применялась двухстадийная технология формирования густоты насаждения, включающая посев и последующее прореживание всходов, точное соблюдение нормы высева было необязательным. Семена и всходы распределялись хаотично [1]. Всегда

оставалась возможность избавиться от лишних всходов, регулируя прореживатели соответственно количеству взошедших растений. Их настраивали таким образом, чтобы дисперсия интервала между оставшимися растениями была минимальной [2], а допускаемых интервалов было как можно больше [3, 4, 5]. Прореживание твсходов в свекловодстве не могло оставаться в течение продолжительного времени, так как оставшиеся в посевном рядке растения распределялись крайне неравномерно. Коэффициент вариации интервала между ними приближался к 100%, и недобор урожая корнеплодов от этой неравномерности доходил до 25-30%. Отказ от операции прореживания стал возможным в связи с появлением высококачественных семян и совершенствованием высевающих устройств. Дражированные семена с лабораторной всхожестью около 98%, пневматические высевающие аппараты, позволяющие повысить скорость дозирования и не повреждающие семена при высеве, а также достигнутое качество подготовки в почве условий для их прорастания обеспечили революционный скачок в свекловодстве. Но при этом всё ещё осталось два фактора, требующих дальнейшего совершенствования технологии посева. Это точность распределения семян вдоль посевного рядка и их полевая всхожесть. С математической точки зрения оба эти фактора действуют одинаково на коэффициент вариации интервала между всходами. При этом оказалось, что низкую полевую всхожесть ничем нельзя компенсировать без ущерба для урожайности. Если, допустим, увеличить норму высева, то густоту насаждения сохранить можно, но растения будут размещены с высоким коэффициентом вариации интервалов, и урожайность от этого уменьшится. Более того, с увеличением нормы высева труднее обеспечить высокую точность распределения семян, так как математическое ожидание интервала уменьшается, а среднее квадратичное отклонение остаётся на том же уровне. Обобщая литературные данные и собственные исследования по качеству распределения семян в посевной борозде и их полевой всхожести, можно заключить, что по влиянию на урожайность корнеплодов сахарной свёклы точным высевом можно считать распределение семян с коэффициентом вариации интервала меньше 20% и их полевой всхожестью более 90%. При соблюдении этих условий остаётся проанализировать, насколько сахарная свёкла является пластичным растением по формированию урожая с различной густотой насаждения на данном поле, то есть с различной средней площадью питания отдельных растений. Большинство литературных источников отдают предпочтение густоте насаждения сахарной свёклы, близкой к 100 тысячам растений на гектаре. По одним данным, рациональная густота уточняется диапазоном 95-98 тыс. шт./га [6], по другим, это более широкие пределы от 90 до 100 тыс. шт./га [7]. Если междурядья на свекловичной плантации равны 0,45 м, а полевая всхожесть семян окажется равной 90%, то норма высева должна составлять 4,75-4,90 шт./м по одним данным и 4,50-5,00 – по другим. Ещё более широкий диапазон густоты насаждения рекомендуется в источнике [8]. Коллектив авторов утверждает, что при изменении густоты стояния растений

от 80 до 120 тыс. шт./га урожайность корнеплодов не опускалась ниже 97% от своего максимума. Кроме того, по их данным, оптимальная густота стояния растений не зависит от типа почвы. Они как бы разрешают в любых почвенных условиях высевать от 4 до 6 семян на метр посевного рядка. По исследованиям М. Баворовой и Г. Коха [9, 10], густота насаждения не должна быть ниже 80 тыс. шт./га. В публикации [11] приводится вывод о том, что максимум урожайности наблюдался при густоте насаждения от 75 до 105 тыс. шт./га, оставаясь примерно постоянным в этом диапазоне. Аналогичные результаты получены в публикации [12]. В ней указывается, что максимальный урожай получен при насаждении 96,6 тысяч растений на гектаре, а при изменениях густоты от 79,4 до 123,5 тыс. шт./га урожайность не снижалась больше, чем на 1%.

По результатам многочисленных измерений массы продуктивной части растения в зависимости от двух интервалов, отделяющих его от ближайших растений по посевному рядку, и применения созданной нами программы прогнозирования относительной урожайности получены расчётные значения уровня урожайности в долях единицы от максимально возможного при оптимальном значении густоты насаждения и абсолютной точности распределения растений [13, 14, 15]. Абсолютная точность распределения невозможна без фиксированной укладки каждого семени на дно борозды [16], она соответствует тому, что каждое растение находится в середине площади питания [17, 18], хотя в реальных условиях интервал между растениями, будучи случайной величиной, подчиняется закону гамма-распределения [19]. Этот закон универсальный, его можно применить и при абсолютной точности раскладки семян. Точный посев можно считать вершиной достижений человечества в освоении способов посева от разбросного до пунктирного, он входит в образовательные программы по изучению технологий возделывания пропашных культур [20, 21].

Расчётное значение оптимальной густоты насаждения растений сахарной свёклы, при которой достигается максимальная урожайность корнеплодов, показано графически на рисунке. При благоприятных условиях года, когда выпало более 500 мм осадков, оптимальная густота насаждения оказалась равной 4,54 шт./м, или 101 тыс. шт./га. Средний интервал между растениями в предуборочный период равен 22 см. Уменьшение урожая на 1% ожидается в диапазоне густоты насаждения от 91,1 до 137,7 тыс. шт./га.

Расчётное значение оптимальной густоты насаждения растений сахарной свёклы, при которой достигается максимальная урожайность корнеплодов, показано графически на рисунке. При благоприятных условиях года, когда выпало более 500 мм осадков, оптимальная густота насаждения оказалась равной 4,54 шт./м, или 101 тыс. шт./га. Средний интервал между растениями в предуборочный период равен 22 см. Уменьшение урожая на 1% ожидается в диапазоне густоты насаждения от 91,1 до 137,7 тыс. шт./га.

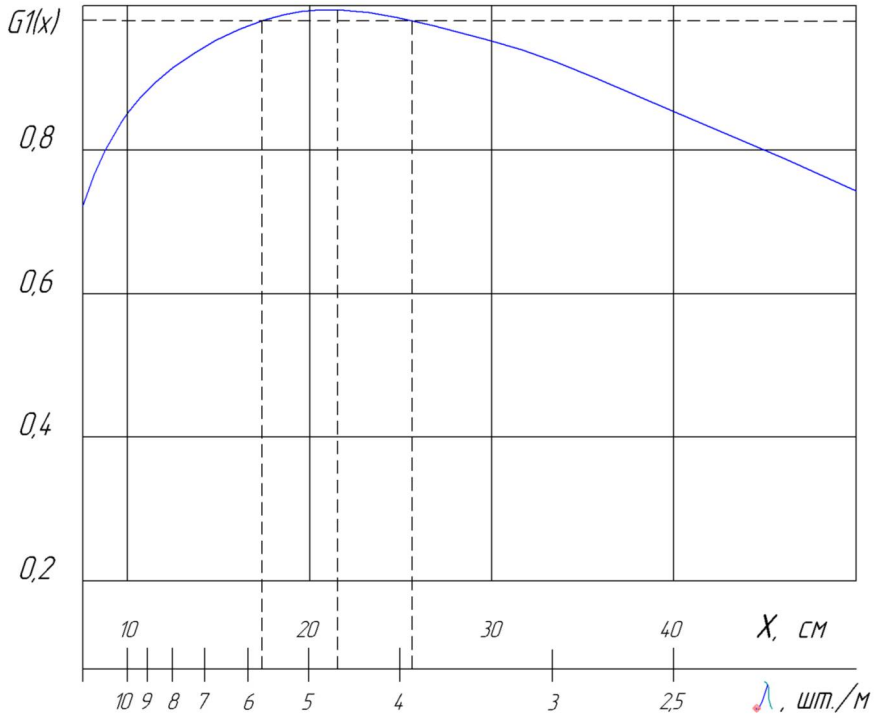


Рисунок. Расчётная зависимость урожайности
корнеплодов сахарной свёклы от густоты насаждения
при благоприятных для Воронежской области погодных условиях года

Сравнивая эти данные с показателями, полученными европейскими исследователями, можно заключить, что они практически совпадают. Это, во-первых, доказывает достоверность составленной программы вычисления относительной урожайности корнеплодов при различной густоте и точности предуборочного распределения растений в посевном рядке, и, во-вторых, схожесть климатических условий в благоприятные для Воронежской области годы с условиями роста и развития сахарной свёклы в Западной Европе. Характерно, что в менее благоприятные годы, когда осадков недостаточно, оптимальная густота насаждения увеличивается, хотя урожайность, естественно, будет меньше. Увеличивать надо густоту насаждения и при плохом качестве распределения растений вдоль посевного рядка. Это может произойти вследствие плохого качества семян по показателю всхожести, из-за неточности работы высевающей системы или при механическом формировании требуемой густоты насаждения (прореживания) после избыточного высева.

Список литературы

1. Полонецкий, С.Д. Некоторые закономерности распределения всходов сахарной свёклы [Текст]/ С.Д. Полонецкий, В.В. Василенко. – Совершенствование конструкций тракторов и сельхозмашин: Записки / ВСХИ. – Т. 35. – Воронеж, 1968. – С. 183-185.

2. Василенко, В.В. Дисперсия интервалов между всходами сахарной свёклы после прореживания [Текст]/ В.В. Василенко, К.Р. Казаров. – Механизация сельскохозяйственного производства: Записки / ВСХИ. – Т.53. – Воронеж, 1972. – С. 127-133.

3. Полонецкий, С.Д. Определение агротехнического допуска на интервал между всходами сахарной свеклы при механизированном прореживании [Текст]/ С.Д. Полонецкий, В.В. Василенко, К.Р. Казаров // Механизация сельского хозяйства: Материалы научной конференции ВСХИ. – Воронеж, 1971. – С. 3-6.

4. Василенко, В.В. О распределении растений после прореживания при точном высеве малых норм сахарной свёклы [Текст]/ В.В. Василенко, К.Р. Казаров. – Механизация сельскохозяйственных производственных процессов. Эксплуатация МТП: Записки / ВСХИ. – Т. 48, вып. 1. – Воронеж, 1971. – С. 58-67.

5. Василенко, В.В. Схемы прореживания и вероятность полезных интервалов между всходами сахарной свёклы / В.В. Василенко, К.Р. Казаров. – Механизация сельскохозяйственного производства: Записки [Текст]/ ВСХИ. – Т.53. – Воронеж, 1972. – С. 233-234.

6. Prosba-Bialczyk Urszula, Sacala Elzbieta, Wilkosz Malgorzata and others 2017 Journal of elementology 22-4 1525-1535.

7. Cakmakci R, Oral E, Kantar F 1998 Journal of agronomy and crop science-Zeitschrift fur Acker und Pflanzenbau 180-1 45-52.

8. Jaggard K W, Qi A, Milford G F J and others 2011 International sugar journal 113-1346 114-119.

9. Bavorova M, Stockfisch N, Koch H J 2000 Zuckerindustrie 125-11 890-897.

10. Bavorova M, Koch H J 2002 Listy cukrovarnicke a repaske 118-9-10 208-209.

11. Tirczka I, Kondora C 1999 Novenytermeles 48-3 289-299.

12. Minx L 1992 Rostlinna Vyroba 38-6 511-515.

13. Василенко, В.В. Распределение семян и растений сахарной свёклы при пунктирном высеве [Текст]/ В.В. Василенко, С.В. Василенко // Техника в сельском хозяйстве. – 1999, № 1. – С. 6-9.

14. Василенко, В.В. Урожайность как функция густоты насаждения сахарной свёклы [Текст]/ В.В. Василенко, К.Р. Казаров, С.В. Василенко. – Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016. – С. 152-161.

15. Василенко, В.В. Оценка точности пунктирного высева [Текст]/ В.В. Василенко // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1974, № 9. – С. 38-39.

16. Василенко, С.В. Влияние размещения растений в рядке на урожайность сахарной свеклы [Текст]/ С.В. Василенко. – Совершенствование технологий и технических средств производства продукции растениеводства и животноводства: Сборник научных трудов – Воронеж: ВГАУ, 1998. – С. 24-29.

17. Василенко, В.В. Влияние коэффициента вариации интервалов в рядке сахарной свёклы на урожайность [Текст]/ В.В. Василенкои др. – Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения: матер. междунар. науч.-прак. конф., посвящённой 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Е. М, (Россия, Воронеж, 6 апреля 2017 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 16-22.

18. Зенин, Л.С. Повышение равномерности размещения растений [Текст]/ Л.С. Зенин и др.// Сахарная свёкла. – 1987. – № 5. – С. 26-28.

19. Василенко, В.В. Аппроксимация распределения семян пропашных культур в посевной борозде [Текст]/ В.В. Василенко, С.В. Василенко, К.Р. Казаров.– Современные научно-практические решения в АПК: матер. междунар. науч.-прак. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I». – 2017. – С. 58-65.

20. Василенко, В.В. История механизации земледелия. Учебное пособие [Текст]/ В.В. Василенко. – Воронеж: ВГАУ, 2010. – 160 с.

21. Механизация растениеводства: учебник [Текст]/ В.Н. Солнцев и др. – Под ред. В.Н. Солнцева. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 383 с.

УДК 631.362.3

Оробинский В.И., Шатохин И.В., Шередекин В.В., Тарасенко А.П.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ВОЗДУШНО-РЕШЕТНОЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В статье представлены результаты исследований качества очистки зерна на зерноочистительных агрегатах и дано обоснование выбора зерноочистительных машин.*

Abstract. *The article presents the results of investigations into the quality of grain cleaning at the grain cleaning and substantiates the choice of grain cleaning machines.*

Ключевые слова. *Зерноочистительные машины, очистка, зерно.*

Key words. *Grain cleaning machines, cleaning, grain.*

В последнее время в сельскохозяйственное производство для послеуборочной обработки зерна и семян поступают новые зерноочистительные машины как отечественного, так и зарубежного производства, которые практически обеспечивают требуемое качество очистки зерна. Однако, ввиду значительных затрат на приобретение данных машин малые предприятия по производству зерна, например, крестьянско-фермрские хозяйства, из-за большой стоимости этих машин не всегда могут использовать появившееся новое оборудование в своем производстве. Им приходится

ограничиваться более устаревшим оборудованием, которые, по всей видимости, не всегда обеспечивают качественные показатели очищенного зерна. К таким машинам можно отнести воздушно-решетную машину ЗАВ-10.30.000, которая обычно используется совместно с триерным блоком ЗАВ-10.90.000А.

Нами предпринята попытка выявления возможностей совместного использования этих зерноочистительных машин для их прямого назначения. Оценка качества работы машин проводилась по результатам ранее проведенных нами исследований, а также исследований других авторов в зависимости от состава исходного комбайнового вороха [1,2,3 и др.].

Результаты исследований воздушно-решетной машины ЗАВ-10.30.000 приведены на рис.1.

Как видно из рис.1 машина ЗАВ-10.30.000 обеспечивает получение зернового вороха с чистотой более 80% (84 – 86%) при чистоте исходного вороха в пределах 65 - 76 %. Однако если исходный ворох будет более грубый, например чистотой 57 %, что видно из графика, то тогда на выходе получается зерновой ворох чистотой не более 73 %.

Далее рассмотрим технические возможности триерного блока ЗАВ-10.90.000А, с целью выявления возможности обработки зернового вороха после воздушно-решетной машины ЗАВ-10.30.000. Результаты исследований качества очистки зернового вороха на данном триере в зависимости от состояния исходного вороха представлены на рис. 2.

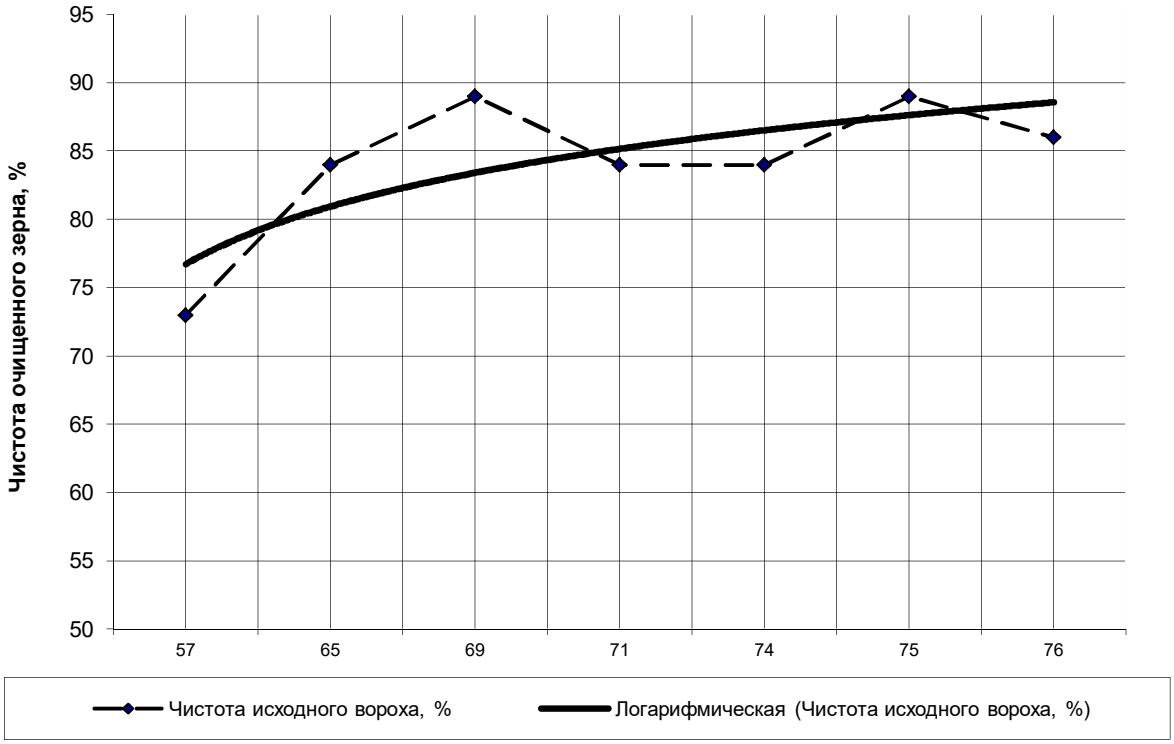


Рисунок 1. Зависимость чистоты зерна на выходе из воздушно-решетных машин от чистоты исходного вороха

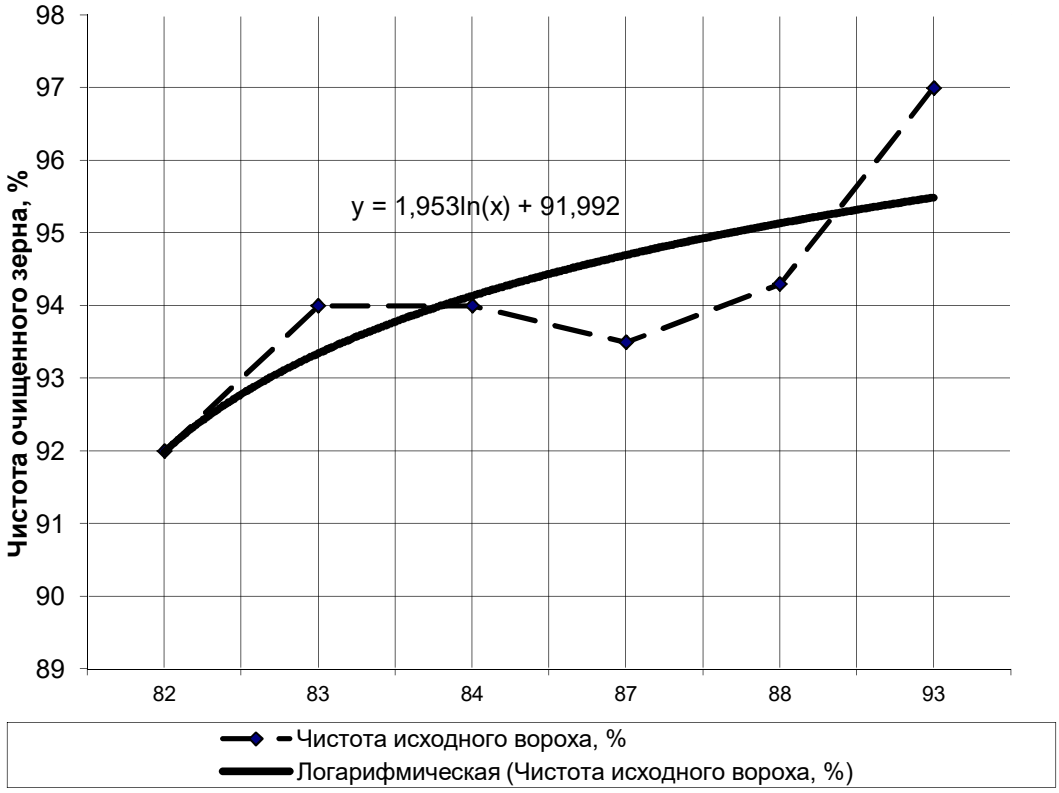


Рисунок 2. Зависимость чистоты зерна на выходе из триеров от чистоты исходного вороха

Триер ЗАВ-10.90.000А, во-первых, обеспечивает получение зернового вороха только с чистотой в пределах 92 - 97 % при чистоте исходного вороха 82- 93 %. Это значит, что очищенное зерно не соответствует агротехническим требованиям, согласно которых, чистота семян II и I классов посевного стандарта составляет соответственно 98 и 99 % при всхожести — 90 и 95 %. Во-вторых, даже такие результаты не может обеспечить триер, работая в комплексе с воздушно-решетной машиной ЗАВ-10.30.000 по той причине, что она не сможет обеспечить чистоту вороха более 86%.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при использовании таких зерноочистительных машин как ЗАВ-10.30.000 и ЗАВ-10.90.000А практически невозможно получить качественного зерна.

Видимо по этой причине, а именно недостаточной эффективности работы выше указанных машин, в ряде хозяйств практически постоянно пропускают зерно через машины по нескольку раз.

Таким образом, в настоящее время, когда одновременно с крупными зернопроизводящими хозяйствами, используемыми новейшие высокопроизводительные зерноочистительные машины, формируются небольшие крестьянско-фермерские хозяйства, следует разрабатывать и малогабаритные, менее производительные машины с достаточным качеством обработки зерна.

Список литературы

1. Оробинский, В.И. Влияние качества транспортируемого зерна на его повреждение нориями при послеуборочной обработке [Текст]/ В.И. Оробинский и др. //Наука вчера, сегодня, завтра: материалы научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016. – С.27-34.

2. Оробинский, В.И. Качественные показатели работы зерноочистительного агрегата [Текст]/ В.И. Оробинский и др.// Лесотехнический журнал, ВГЛТА, 2014. – Том 4. – № 3 (15). – С.256-262.

3. Шатохин, И.В. Качество очистки зерна на ЗАВ-20 в колхозе «Новый путь» Воробьевского района [Текст]/ И.В.Шатохин, К.В. Кучеренко // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 65-й студенческой научной конференции.-Воронеж: ВГАУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – Ч.1.– С.31-34.

4. Шатохин И.В. Качество работы ЗАВ-40 в колхозе «Большевик» Калачеевского района [Текст]/ И.В. Шатохин, А.М. Гиевский, В.С. Анненков // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 65-й студенческой научной конференции.– Воронеж: ВГАУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – Ч.1.– С.28-31.

5. Шатохин И.В. Обработка зерна на зерноочистительном агрегате ЗАВ-40 [Текст]/ И.В. Шатохин и др. // Молодежь в науке: Новые аргументы: Сборник докладов I-й Международной молодежной научной конференции (Россия, г. Липецк, 25 декабря 2014 г.). / Отв. ред. А.В. Горбенко. – Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2015. – Ч.1.– 152 с.

6. Шатохин И.В. Очистка зерна на зерноочистительном агрегате ЗАВ-40 и возможные пути его совершенствования [Текст]/ И.В. Шатохин и др. // Новые направления и концепции в современной науке. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2016 г. Ч. 2. Смоленск: ООО «Новаленсо», 2016. – С.43-45.

7. Шатохин И.В. Показатели работы зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 [Текст]/ И.В. Шатохин, А.М. Масюков //Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 65-й студенческой научной конференции.– Воронеж: ВГАУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – Ч.1.– С.34-37ю

УДК 621.867.81/.85: 631.362.36

Беляев А.Н., Шередекин В.В., Шередекин П.В.

ОЦЕНКА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В статье рассмотрен метод определения суммарного коэффициента местных сопротивлений пневмосистемы зерноочистительной машины.*

Ключевые слова: *зерноочистительная машина, пневмосистема, потери напора, коэффициент местных сопротивлений.*

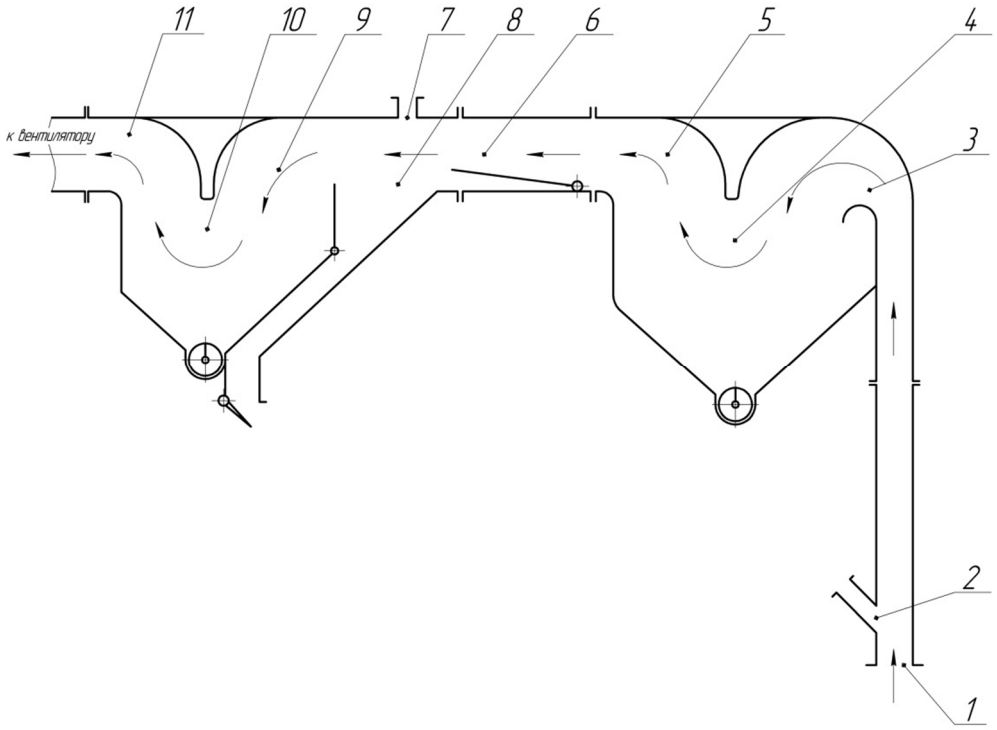
Annotation. *The article considers the possibility of indirect determination of the total coefficient of local resistance of the grain cleaning machine pneumatic system.*

Key words: *grain cleaning machine, pneumatic system, pressure loss, local resistance coefficient.*

При проектировании систем централизованной очистки воздуха зерноочистительных агрегатов необходимы данные об аэродинамических свойствах всех элементов обеспыливаемых машин и воздуховодов. И если данные о коэффициентах местных сопротивлений (поворотов, сужений, расширений) для воздуховодов достаточно полно приведены в справочной литературе, то данные о аэродинамических сопротивлениях пневмосепараторов и аспирационных систем зерноочистительных машин не приводятся в их технических характеристиках. В справочниках по расчету пневмотранспорта эти данные приведены очень приблизительно с большим разбросом и без указания на конкретную машину.

Системы аспирации двухаспирационных зерноочистительных машин (см. рисунок) достаточно сложны; имеют кроме каналов и осадочных камер еще ряд вспомогательных устройств, служащих для интенсификации процесса сепарации вороха [1, 2, 3]. Эти устройства так же увеличивают (или по крайней изменяют) полное аэродинамическое сопротивление пневмосистемы. Кроме того, двухканальные пневмосистемы обслуживаемые одним вентилятором имеют склонность к перераспределению воздушных потоков в аспирационных каналах при изменении сопротивления одного из каналов.

Рассчитывать потери напора в такой пневмосистеме используя коэффициенты местных сопротивлений сложно, а зачастую невозможно из-за отсутствия справочных данных о коэффициентах сопротивлений по имеющимся в системе местным сопротивлениям.



1 – вход в канал; 2- место ввода вороха; 3 – поворот с расширением канала; 4 – поворот с вихревой зоной; 5 – поворот с сужением канала; 6 – сужение канала; 7 – зона ввода вороха; 8 – расширение канала; 9 – поворот с расширением канала; 10 – поворот с вихревой зоной; 11 – поворот с сужением канала

Рисунок. Схема расположения конструктивных элементов пневмосистемы двухаспирационной зерноочистительной машины, создающих местные сопротивления

Косвенно потери напора в аспирационной системе можно оценить, используя формулу расчета мощности на привод вентилятора [4]

$$N_{дв} = \frac{Q_v p_o}{\eta_1 \eta_2 \eta_3}\ , \qquad (1)$$

где Q_v – расход воздуха, м^3/с;

p_o – общий полный напор (давление), кПа;

η_1 – коэффициент полезного действия вентилятора, η_1 =0,55...0,85;

η_2 – коэффициент полезного действия подшипников, η_2 =0,97...0,99;

η_3 – коэффициент полезного действия привода, η_3 = 0,93 ... 1,0.

Полный (общий) напор в формуле (1) с учетом всех потерь

$$p_O = p_д + p_т + \Sigma p_м + p_п\,, \qquad (2)$$

где $p_д$ – динамический напор (потери давления), Па:

$p_т$ – потери давления на трение от движения воздуха по трубопроводу, Па;

$\Sigma p_м$ – суммарные потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па;

$p_п$ – потери давления на подъем материала, Па.

Динамический напор (потери давления) $p_д$ – напор, необходимый для преодоления инерции материала и воздуха, т.е. для сообщения им скоростей $v_г$ и $v_в$

$$p_д = \rho_в \frac{v_в^2}{2}\left(1+\mu\frac{v_г^2}{v_в^2}\right), \quad (3)$$

где μ – коэффициент концентрации.

Без учета транспортирования материала формула (3) примет вид

$$p_д = \rho_в \frac{v_в^2}{2}.$$

Потери давления на трение от движения воздуха по трубопроводу длиной l_m и диаметром d_m без учета перемещения материала

$$p_m = k_\lambda \rho_в \frac{l_m v_в^2}{2d_m}, \quad (4)$$

где k_λ – коэффициент гидравлического сопротивления воздуховода, k_λ=0,014...0,020.

Суммарные потери давления на преодоление местных сопротивлений

$$\Sigma p_м = \sum_{i=1}^{n} k_{\xi i} \rho_в \frac{v_в^2}{2}, \quad (5)$$

где k_ξ – коэффициент местных сопротивлений.

Как следует из приведенных формул (2-5), общее сопротивление зерноочистительной машины зависит от квадрата скорости воздушного потока, поэтому правильно следует определять не общее сопротивление пневмосистемы, а общий коэффициент сопротивления этой системы.

Данные, входящие в формулу (2), можно получить экспериментально, проведя соответствующие замеры параметров воздушного потока в камерах и размеров канала, и измеряя потребляемую мощность электродвигателя привода вентилятора на разных режимах.

Первоначально следует определить мощность холостого хода вентилятора. Для этого его необходимо отсоединить от аспирационной системы зерноочистительной машины. При этом воздуховоды, отводящие воздух от вентилятора демонтировать не следует. После проведения замеров необходимо подсоединить вентилятор к пневмосистеме машины и проводим замеры мощности.

При этом также нужны данные по расходу воздуха. Их легко получить после замера скорости воздуха в каналах при известных размерах этих каналов.

На следующем этапе проводят замеры при пропуске вороха, то есть, при работе машины в определенной режиме с установленной производительностью.

Следует учитывать, что подача вороха в каналы приведет так же к изменению скорости движения воздуха в них. Поэтому замеры скорости нужно будет повторить.

Приращение мощности на электродвигателе даст, после пересчета, значение потери напора в пневмосистеме зерноочистительной машины на различных режимах работы.

Таким образом, представляется возможность косвенно оценить значение аэродинамического сопротивления пневмосистемы зерноочистительной машины с учетом потерь напора на реализацию процесса сепарации вороха в двух каналах.

Список литературы

1. Гиевский, А.М. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решетной зерноочистительной машины [Текст] / Гиевский А.М. и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 5. – С. 32-34.

2. Гиевский, А.М. Пневмосистема зерноочистительной машины с одним воздушным потоком [Текст] / Гиевский А.М. // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. –№ 4. – С. 2-4.

3. Гиевский, А.М. Снижение энергозатрат на работу двухаспирационной пневмосистемы [Текст] / А.М. Гиевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2016. – № 1. – С. 2-4.

4. Зуев, Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях [Текст] / Ф.Г. Зуев // М.: Колос, 1976. – 344 с.

УДК 631.173

Чупахин В. А.[1], Чупахин А. В.[2], Коржов С.И.[1]

ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗМЕЩЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

[1]ФГБОУ ВО «ВГТУ», г. Воронеж

[2] Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *Статья посвящена организации технического сервиса в АПК. Представлен анализ развития системы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Определены основные параметры эффективности технического сервиса. Предлагается при обосновании организации и размещения специализированных ремонтных предприятий, дополняя методику проф. И.С. Левитского, учитывать убытки от потерь производительного времени при простое машин в ремонте и при их доставке в ремонт и из ремонта.*

Ключевые слова: *технический сервис, организация системы технического обслуживания и ремонта, ремонтно-техническое предприятие.*

Abstract. *The article is devoted to the organization of technical service in the agroindustrial complex. The analysis of the development of the system of maintenance and repair of agricultural machines is presented. The main parameters of the efficiency of technical service are determined. It is proposed, when justifying the organization and placement of specialized repair enterprises is been doing, to take attention to losses from*

loss of productive time when machines are idle in repair and when they are delivered to a repairer and form a repairer, complementing the methodology of Professor I.S. Levitsky.

Keywords: *technical service. organization of the maintenance and repair system. repair and technical enterprises.*

В настоящее время из-за недостатка, морального старения и физического износа эксплуатируемой техники растёт потребность в качественном и своевременном обслуживании и ремонте.

Понятие «технический сервис в АПК» объединяет комплекс услуг, оказываемых потребителю в приобретении техники, ее эффективном использовании, квалифицированном обслуживании и ремонте.

Сегодня наиболее остро возникает необходимость в разработке основных направлений совершенствования организации технического сервиса, оптимизации размещения сервисных центров, обосновании наиболее оптимальной структуры и производственной программы предприятий технического сервиса. Всё это сейчас является актуальной проблемой.

В настоящее время комплексная система технического обслуживания и ремонта машин (ТОР) предусматривает различные стратегии, предусматривающие проведение ремонтно-обслуживающих воздействий, как по необходимости, так и планово-предупредительного характера. Ранее был дан подробный анализ данных стратегий ТОР [2, 4], были рассмотрены основные преимущества, недостатки и области применения каждой из них.

Использование той или иной стратегии обусловливается большим количеством факторов, таких как безотказность машин, их стоимость, насыщенность парка, срочность работы, развитость системы технического сервиса, наличие и стоимость современных средств диагностирования, уровень подготовки кадров механизаторов и слесарей.

В настоящее время в нашей стране сложилась тенденция перехода на агрегатный метод ремонта [3]. В этом случае несложные виды обслуживания и ремонта проводятся непосредственно в мастерских сельхозтоваропроизводителей, а сложные ремонты агрегатов – на специализированных ремонтных предприятиях.

В агропромышленном комплексе зарубежных экономически развитых стран в последние годы усилилась тенденция к обслуживанию и ремонту машин самими фермерами, что обусловлено их нелегким финансовым положением. Фермеры выполняют значительную долю работ по обслуживанию двигателей (смена масла, фильтров и т. д.), аккумуляторных батарей, ремонту и регулировкам сельскохозяйственных машин. На большинстве ферм, кроме оборудования для заправки машин топливом и их смазки, имеется необходимое для несложного ремонта оборудование (электро- и газосварка, станки, компрессоры, зарядные устройства и т. д).

Таким образом, в настоящее время, как в России, так и в зарубежных странах проблема организации экономических отношений ремонтно-

технических предприятий с сельскими товаропроизводителями приобретает все большую остроту в связи с необходимостью возрождения системы технического сервиса и ремонта сельскохозяйственной техники.

На эффективность технического сервиса оказывают влияние технические, технологические и организационно-экономические факторы (рис. 1).

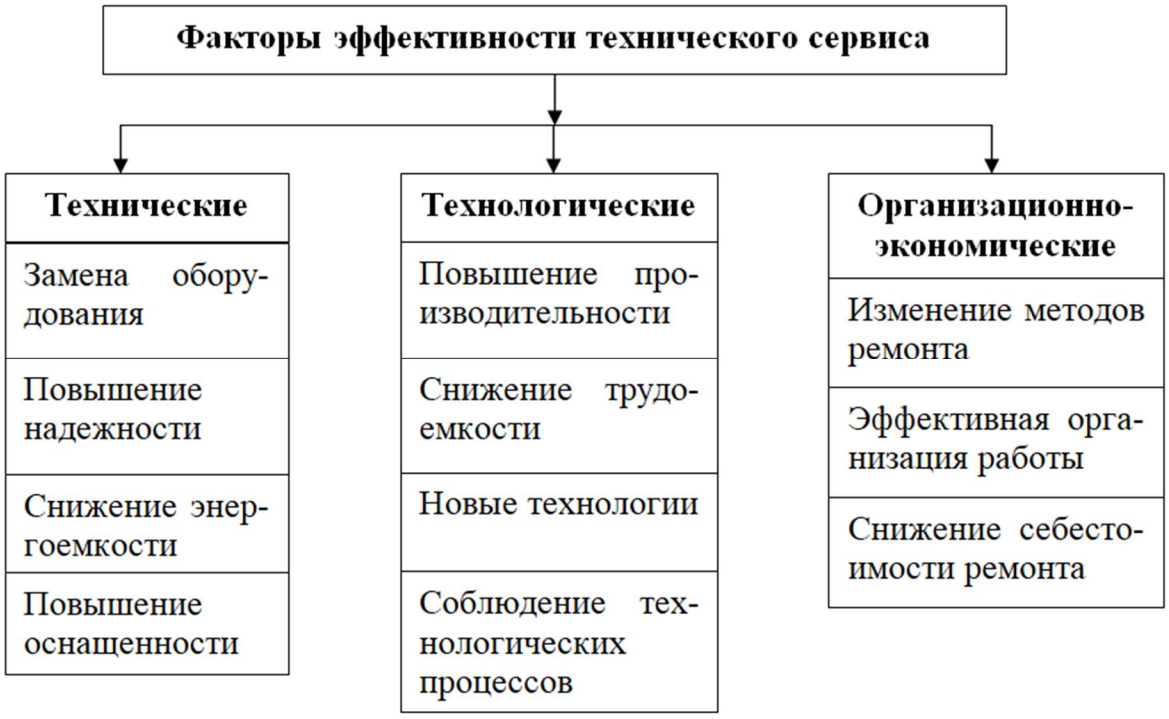


Рисунок 1. Факторы повышения эффективности технического сервиса

В комплексной системе показателей результат эффективности технического обслуживания может отражаться рядом основных показателей: производственно-технологическими, финансово-экономическими, использования материальных и трудовых ресурсов, социально-экологическими (рис. 2).

По результатам комплексного анализа всех показателей выводится общая оценка эффективности работы предприятия технического сервиса в целом [5]. Анализ предусматривает рассмотрение перспективного развития предприятия, совершенствование технологического процесса, развитие материально – технической базы.

К концу 80-х годов база ремонтообслуживания средств механизации АПК нашей страны имела 156 ремонтных заводов, 618 специализированных мастерских, 1288 мастерских общего назначения, 941 станцию технического обслуживания тракторов, 1528 станций технического обслуживания оборудования животноводческих ферм, 1625 технических обменных пунктов [4].



Рисунок 2. Показатели эффективности технического сервиса

Такая мощная база в дальнейшем использовалась малоэффективно. Например, специализированные предприятия и мастерские общего назначения были загружены лишь на 27-29%, сократив объемы ремонта полнокомплектных машин в десятки раз. Удельный вес восстановленных деталей по сравнению с поставкой новых по данным ВНИИТУВИД «Ремдеталь» снизился с 19% (1986г.) до 9% в настоящее время [4].

Если раньше в Воронежской области 35 ремонтно-технических предприятий и 6 ремонтных заводов в период максимального их развития (середина 80-х годов) выполняли 60-65% объема ремонтообслуживания техники села, то в последние годы всего 15-20%. Сократился объем восстанавливаемых деталей, их удельный вес снизился по сравнению с 1985 г. более чем вдвое и составляет 5-7% от стоимости потребления новых запасных частей [4]. Созданные ранее производственные мощности простаивают из-за отсутствия ремонтного фонда изношенных деталей. Прекратили работу цехи централизованного восстановления деталей, разобраны поточные линии, частично распродано ремонтно-технологическое оборудование.

Период реформирования экономики страны затронул все стороны материальной сферы производства. Негативные явления привели к постепенной деградации всего агроинженерного комплекса на селе, необоснованному разрушению ремонтно-обслуживающего производства:

- произошла разобщенность интересов ремонтных предприятий и сельхозтоваропроизводителей;
- приватизация и реформирование ремонтных предприятий в акционерные общества привели к тому, что они утратили связь с сельхозтоваропроизводителями;
- ремонтные заводы, специализированные и районные ремонтные предприятия перепрофилировали свою деятельность и ремонтообслуживание превратилось в побочную продукцию;
- обеспеченность ремонтных предприятий технологическим оборудованием не восполняется в связи с практически полным прекращением его серийного изготовления, имеющееся оборудование морально устарело и физически изношено;
- разрушена планово-предупредительная система ремонта и технического обслуживания, техническое обслуживание машин и оборудования в большинстве случаев не проводится;
- основной объем ремонтных работ по поддержанию работоспособности машин сосредоточился на слабо оснащенных мастерских сельхозтоваропроизводителей;
- сложившиеся обменные диспропорции полностью заблокировали приобретение сельхозтоваропроизводителями запасных частей, ремонтных материалов и других ресурсов;
- регулирующая роль государства в материально-техническом обеспечении села отдана стихии рынка и в этих условиях снабженческие структуры (особенно коммерческие организации) используют рыночную возможность обеспечения высокой эффективности работы посредством бесконтрольного повышения цен на ресурсы.

Выполнение работ в сфере технического сервиса выражается в целесообразном воздействии рабочей силы на средства труда, т.е. на сельскохозяйственную технику и машины. Эти отношения в современных условиях могут устанавливаться самостоятельно подразделениями технического сервиса.

Сельскохозяйственные ремонтные предприятия имеют ту особенность, что все взаимоотношения должны строиться по принципу «Товаропроизводитель – предприятие». И ремонтные предприятия должны существовать потому, что есть сельхозтоваропроизводители, для которых, прежде всего, они и призваны, которым они обязаны предоставлять услуги.

Поэтому все расчеты по обоснованию организации и размещению предприятий технического сервиса АПК должны исходить из возможности подъема экономики сельхозтоваропроизводителей, которых не интересует ни

организация, ни технология ремонта, а только стоимость, продолжительность и качество ремонта.

Специализированные ремонтные предприятия, применяя передовые методы ремонта, прогрессивную технологию и более совершенное оборудование, смогут обеспечить качество ремонта выше, чем мастерские сельхозтоваропроизводителей.

Методику расчета специализированных ремонтных предприятий сельского хозяйства впервые (1963-1964 гг.) предложил проф. И. С. Левитский [1]. И в качестве параметров расчета им приняты себестоимость ремонтируемых объектов и транспортные затраты по их доставке в ремонт.

Себестоимость ремонта объекта ($C_{ср}$) – это сумма издержек производства на ремонт одного объекта, выраженная в рублях:

$$C_{ср} = C_{зп} + C_{зч} + C_{м} + C_{нр}, \quad (1)$$

где $C_{зп}$ – затраты на оплату труда производственных рабочих;

$C_{зч}$ – стоимость запасных частей;

$C_{м}$ – стоимость материалов;

$C_{нр}$ – накладные расходы.

При этом изменение себестоимости отремонтированных объектов в зависимости от годовой программы предприятия (W) выражается следующим образом:

$$C_{ср} = \left(\frac{A_1}{W} + B_1 \right) \cdot C_{зп(100)} + \left(\frac{A_2}{W} + B_2 \right) \cdot C_{нр(100)} + C_{зч} + C_{м}, \quad (2)$$

где $C_{зп(100)}$ – затраты на оплату труда производственных рабочих на предприятии, принятом за исходное (с программой 100 объектов в год), р.;

A_1 – коэффициент, характеризующий долю заработной платы производственных рабочих, изменяющуюся в зависимости от годовой программы предприятия;

B_1 – коэффициент, характеризующий долю заработной платы производственных рабочих, не зависящей от изменения программы;

$C_{нр(100)}$ – накладные расходы на предприятии, принятом за исходное (с программой 100 объектов в год);

A_2 – коэффициент, характеризующий долю накладных расходов, изменяющихся в зависимости от годовой программы предприятия;

B_2 – коэффициент, характеризующий долю накладных расходов, не зависящих от изменения годовой программы.

Транспортные затраты по перевозке ремонтируемых объектов на предприятие и обратно (C_T) определяются следующим образом:

$$C_T = a \cdot \left(1 - \eta_з - \eta_M\right) \cdot R_c^n \cdot Q, \quad (3)$$

где a – средний тариф на перевозку грузов, р./ткм;

$\eta_з$ – коэффициент, учитывающий встречные перевозки запасных частей;

η_M – коэффициент, учитывающий перевозку материалов, необходимых для ремонта;

R_c – среднее расстояние перевозки объектов в зоне обслуживания предприятия в форме круга, км;

n – показатель степени, зависящий от тарифов на перевозку грузов;

Q – масса перевозимого объекта, т.

При этом:

$$R_c = \sqrt{\frac{N_p}{N_к}}; \tag{4}$$

$$N_к = \frac{7 \cdot N_p}{F}, \tag{5}$$

где N_p – количество объектов, подлежащих ремонту в течение года, ед.;

$N_к$ – количество объектов, подлежащих ремонту, приходящихся на площадь со средним расстоянием перевозок R_c = 1 км;

F – общая площадь территории обслуживания предприятием, км^2.

Простои машин по техническим причинам всегда были и остаются значительными, что наносит большой ущерб сельскому хозяйству. Поэтому изучению простоев машин и убытков уже давно уделяется особое внимание. Кроме того, многие ученые занимались исследованием продолжительности простоя машин в ремонте в зависимости от программы [2, 3].

Простой объекта является функцией масштаба производства. Чем больше масштабы производства, тем ближе простой к минимальному значению, которое вытекает из конструктивных особенностей объекта и трудоемкости последовательных операций, то есть уровня развития технологии ремонта.

Отдельными авторами установлены коэффициенты (K_t), характеризующие изменение длительности производственного цикла в зависимости от величины годовой программы ремонта [2]:

$$K_t = -0,0005 \cdot \left(\frac{Д}{W}\right)^2 + 0,0396 \cdot \frac{Д}{W} + 0,411; \tag{6}$$

или для авторемонтных предприятий:

$$K_t = \frac{71,7}{W} + 0,31; \tag{7}$$

или для предприятий, ремонтирующих тракторы:

$$K_t = \frac{73,4}{W} + 0,266, \tag{8}$$

где $Д$ – годовой фонд времени разборочно-сборочного отделения при работе в одну смену, ч.

В связи с этим нами иредлагается при обосновании организации и размещения специализированных ремонтных предприятий учитывать убытки от потерь производительного времени при простое машин в ремонте и при их доставке в ремонт и из ремонта, дополняя методику проф. И. С. Левитского еще двумя параметрами.

Потери производительного времени, то есть выключение машины из производственного цикла, лишают потребителя возможности получить прибыль за время, необходимое для восстановления работоспособности машины. Есть все основания рассматривать эту потерю прибыли как убыток.

Следовательно, учет убытков от простоев машин в ремонте и затрат времени на их доставку на предприятие и обратно при обосновании организации и размещения специализированных ремонтных предприятий представляет определенный экономический интерес и, в дополнение к себестоимости ремонта и транспортным затратам, будет более полно отражать затраты и убытки, связанные с ремонтом машин.

Таким образом, чтобы организовать предприятие, надо иметь четыре параметра, зависимые от программы:

$$W = f\left(C_{ср},\ C_{Т},\ C_{п},\ C_{вт}\right), \tag{9}$$

- себестоимость ремонта машин (оборудования) и их агрегатов, $C_{ср}$;
- транспортные затраты на доставку машин (оборудования) и их агрегатов в ремонт и из ремонта, $C_{Т;}$
- убытки от потерь производительного времени при простое машин (оборудования) в ремонте, $C_{п}$;
- убытки от потерь производительного времени при доставке машин (оборудования) в ремонт и из ремонта, $C_{вт}$.

Список литературы

1. Левитский, И. С. Пути повышения надёжности и снижения стоимости ремонта [Текст] / И. С. Левитский: материалы первой Всесоюзной конференции по повышению надёжности: Тр .- М.: НИИМАШ, 1966. – ВЫП.6. – С.15-18.

2. Чупахин, А.В. Этапы и направления организации технического сервиса [Текст] / А.В. Чупахин, А.И. Чечин, Н.Н. Булыгин. // Современные тенденции развития технологий и технических средств для АПК: Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов по актуальным проблемам АПК в области механизации, электрификации сельского хозяйства и переработки сельскохозяйственной продукции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 25-31.

3. Чупахин, А. В. Обоснование целесообразности управления техническим состоянием машин [Текст] / А.В. Чупахин, С.И. Сушков, В.А. Иванников // Вестник Воронежского государственного аграрного университета.– 2013. – № 3 (38) – с. 75 – 78.

4. Чупахин, А. В. Особенности организации технического сервиса АПК на современном этапе [Текст] / А.В. Чупахин, А.И. Чечин, А.Н. Коноплин // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета воронежского

государственного аграрного университета имени императора Петра I. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2015. – Ч. II. – С. 81 – 88.

5. Чупахин, А.В. Определение технического состояния объектов по результатам измерения косвенных структурных параметров при проведении предремонтного диагностирования [Текст] / А.В. Чупахин, В.С. Чупахин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – №1(36) – С. 125-128

УДК 631.372:629.11.012.814

Кузнецов А.Н., Поливаев О.И., Лощенко А.В., Заболотнаяя А.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ СИДЕНЬЯ С НЕЛИНЕЙНОЙ УПРУГОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье описан способ определения жесткости упругих элементов подвески сиденья, которые представляют собой две пластины, деформируемыми особым образом.*

Ключевые слова: *подвеска сиденья, упругая характеристика, вибрация*

Abstract. *In this article described the way of determination of rigidity of elastic elements of the suspender of a seat which represent two plates, deformed by a special method*

Key words: *seat suspender, elastic characteristic, vibration*

При разработке подвесок сидений для мобильных энергетических средств необходимо уделять особое внимание характеру жесткости упругих элементов. Применение упругих элементов с линейной характеристикой жесткости, приводит повышению вероятности возникновения явления резонанса. Это вызывает повышенную скорость утомляемости операторов, возрастание рисков возникновения профессиональных заболеваний вызываемых транспортной вибрацией, а также снижение производительности и качества выполняемых трудовых операций [4].

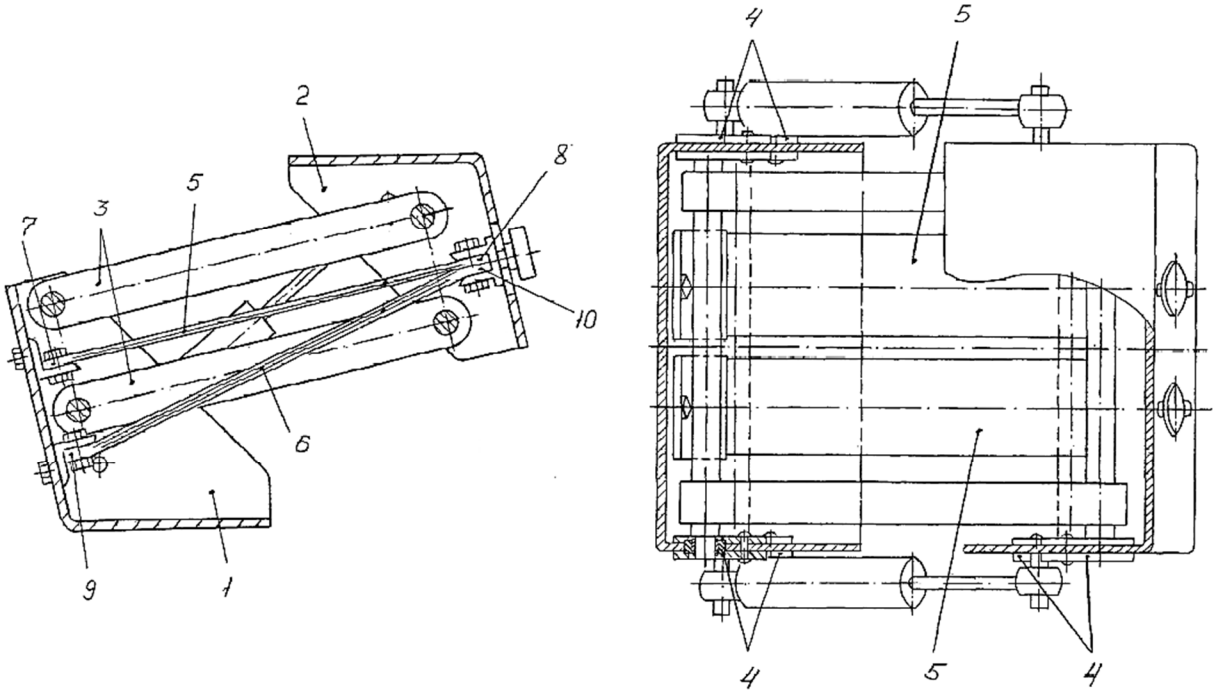
Поэтому при проектировании сидений тракторов стараются создавать нелинейные характеристики подвесок сидений. Получение подобной характеристики подвески при использовании распространённых стандартных упругих пружин или пневматических камер может быть достигнуто разными способами – особыми системами рычагов, применением кулачковых механизмов, преобразующих элементов и т.д [1, 2].

На наш взгляд одним из наиболее интересных технических решений, позволяющих добиться нелинейности упругой характеристики, является подвеска сиденья с нестандартными упругими элементами в виде

деформируемых металлических пластин, представленная на рисунке 1 [3]. Подвеска сидения включает неподвижные и подвижные опоры, шарнирно соединенные между собой рычагами с образованием параллелограммного механизма.

Устройство работает следующим образом (Рисунок 1). В ненагруженном состоянии подрессоренная часть подвески удерживается под положительным углом к горизонтали упругих элементов 5, 6. Под действием веса оператора в процессе колебаний остова транспортного средства вертикальная сила Р ведет к изменению положения подвижной опоры 2. При этом упругие элементы 5, 6, воспринимают торцевую нагрузку F, которая раскладывается на составляющие этой силы F_1и F_2, сжимающие настоящую 5 и основную 6 упругие части и создающие изгибающие моменты M_1 и M_2.

Расстояние между противоположными сторонами параллелограммного механизма (неподвижной 1 и подвижной 2 опорами) под воздействием нагрузки Р уменьшается, при этом максимально уменьшается и диагональ параллелограмма. При заданном угле наклона оси симметрии настоящей упругой части5 к диагонали параллелограммного механизма или при заданном, а угле схождения настоящей 5 и основной 6 упругих частей настоящая упругая часть 5 на начальном ходе подрессоренной части подвески под нагрузкой выполняет работу по противодействию возникновению нагрузки до момента совпадения вектора расстояний между концами 7 и 8 крепления настоящей упругой части 5 на неподвижной 1 и подвижной 2 опорах с горизонталью, проходящей через конец крепления 8.



1 - неподвижная опора; 2 - подвижная опора; 3 - рычаги; 4 - механизм параллелограммного вида; 5, 6 - упругие элементы; 7, 8, 9, 10 - концы, перемещающиеся на упорных поверхностях

Рисунок 1. Общий вид подвески сиденья

Для определения сил упругости, возникающих при деформации упругих элементов подвески, было использовано программное обеспечение АРМ WinMashine 9.7 модуль APMStudio.

Вначале были созданы 3D модели верхнего и нижнего упругого элементов подвески (Рисунок 2а). Затем одна из граней указанных элементов подвергалась консольной фиксации, с помощью программных средств. Вторая грань, которая через вилку воспринимает воздействие веса оператора и подрессоренных частей сиденья, нагружалась некоторой распределенной нагрузкой.

После этого из указанных элементов производилось создание конечно-элементной трехмерной сетки, с ребром тетраэдра 1,5 мм (Рисунок 2б). Предпоследним этапом вычисления перемещений был расчет разработанной модели, после которого имелась возможность построить карты перемещений вдоль вертикальной оси.

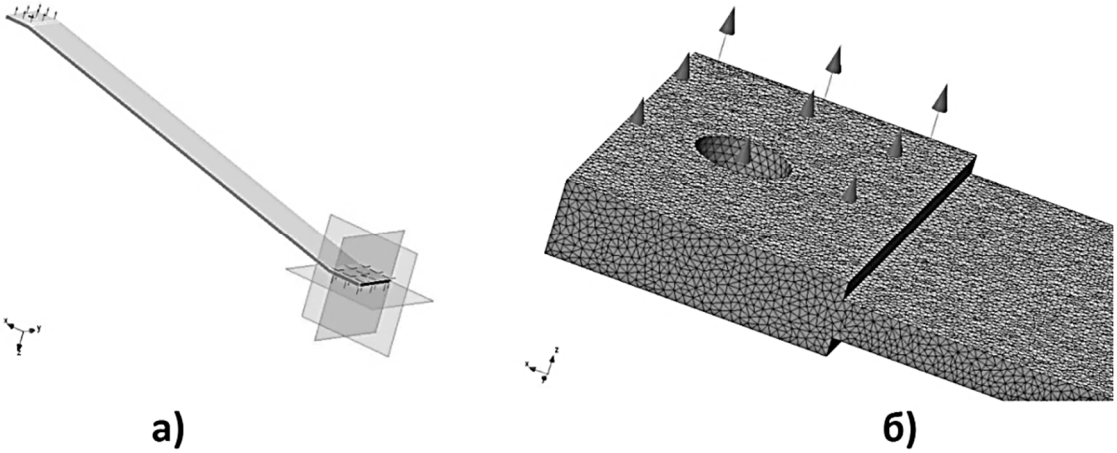


Рисунок 2. Трехмерная модель нижнего упругого элемента, созданная в AMStudio (а) и конечно-элементная сетка после создания (б)

Пример карт перемещений упругих элементов представлен на рисунке 3.

Цветовая шкала позволяет наглядно показать развитие перемещений вдоль конструктивного элемента. Полупрозрачная сетка показывает положение ненагруженного элемента. Из данной карты выбиралось перемещение с максимальной амплитудой, которая фиксировалась в таблицу результатов.

Компьютерное моделирование вначале выполнялось для нижнего упругого звена. Нагрузка изменялась от -400 Н, до +400 Н с шагом в 100 Н. Более высокие значения нагрузки приводят к возрастанию напряжений в упругом элементе выше допустимых значений, что при условии кратковременного характера воздействий не может привести к выходу конструкции из строя. Результатом моделирования являлась таблица зависимости максимальных значений вертикальных перемещений от приложенной нагрузки. Следует отметить, что в указанном диапазоне нагрузок наблюдалась прямопропорциональная зависимость между указанными параметрами.

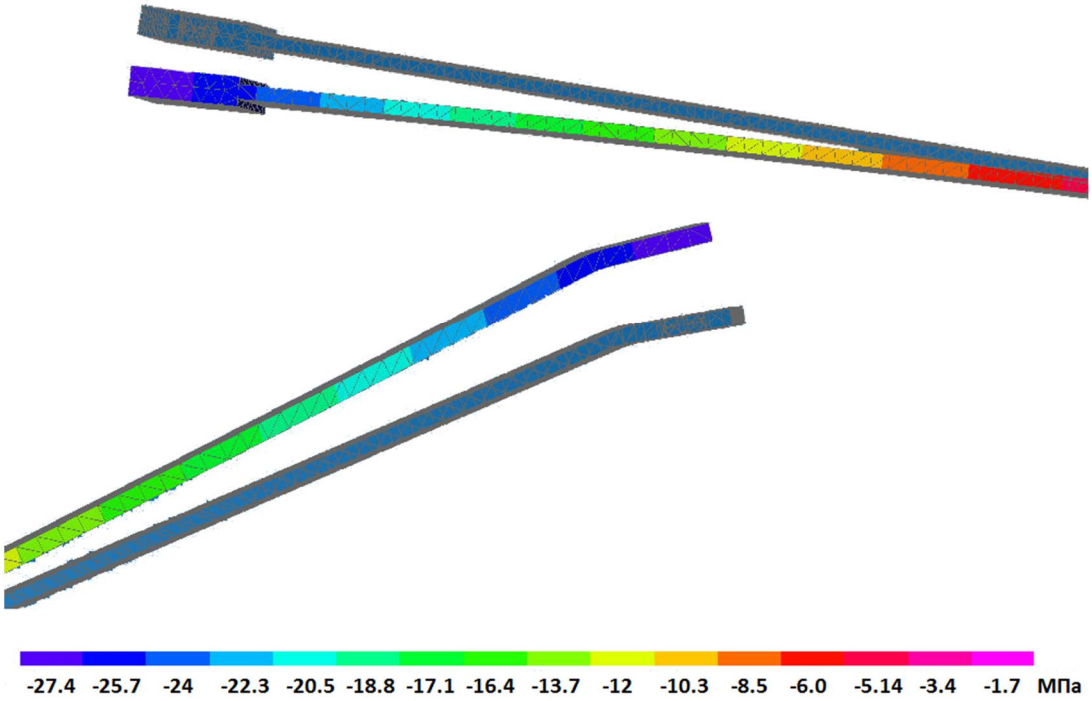


Рисунок 3. Карта перемещений вдоль оси z верхнего и нижнего упругих элементов

Сила, прикладываемая к данным двум упругим звеньям и создающая их деформацию, раскладывается на две составляющие. Первая развивает деформацию нижнего звена, вторая аналогичное значение деформации верхнего, так как они находятся в жесткой взаимосвязи.

Поэтому далее, для верхнего упругого элемента производилось решение обратной задачи, то есть подбиралась такая нагрузка, которая вызывала бы перемещения аналогичные перемещениям, полученным при моделировании поведения нижнего упругого элемента. Данная нагрузка также фиксировалась в таблицу испытаний.

Таблица. Таблица моделирования упругих свойств элементов подвески

№ п/п	Нагрузка на нижний упругий элемент, Н	Развиваемые перемещения, м	Нагрузка на верхний упругий элемент, соответствующая перемещениям, Н	Суммарная нагрузка, Н
0	-400	-0,0364	-414	-814
1	-300	-0,0273	-310,5	-610,5
2	-200	-0,0182	-207	-407
3	-100	-0,0091	-103,5	-203,5
4	0	0	0	0
5	100	0,0091	103,5	203,5
6	200	0,0182	207	407
7	300	0,0273	310,5	610,5
8	400	0,0364	414	814

В результате моделирования мы получили зависимость суммарной силы упругости, возникающей при деформации упругих элементов от значений данной деформации. Как видно из таблицы 1 данные параметры связаны прямопропорциональной зависимостью. График зависимости суммарной силы от перемещения представлен на рисунке 4.

Коэффициент пропорциональности, связывающий силу упругости и перемещение, называемый жесткостью, может быть найден из следующей зависимости:

$$c = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{z_{\max} - z_{\min}}, \qquad (1)$$

де F_{max}, F_{min} – максимальное и минимальное усилие, Н;
z_{max}, z_{min} – максимальная и минимальная деформация элементов, м.

Отсюда:

$$c_1 = \frac{814 - (-814)}{0{,}0364 - (-0{,}0364)} = 22362{,}6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Суммарная жесткость для упругих элементов с двух сторон подвески равна:

$$c = 22362{,}6 \times 2 = 44724{,}4 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

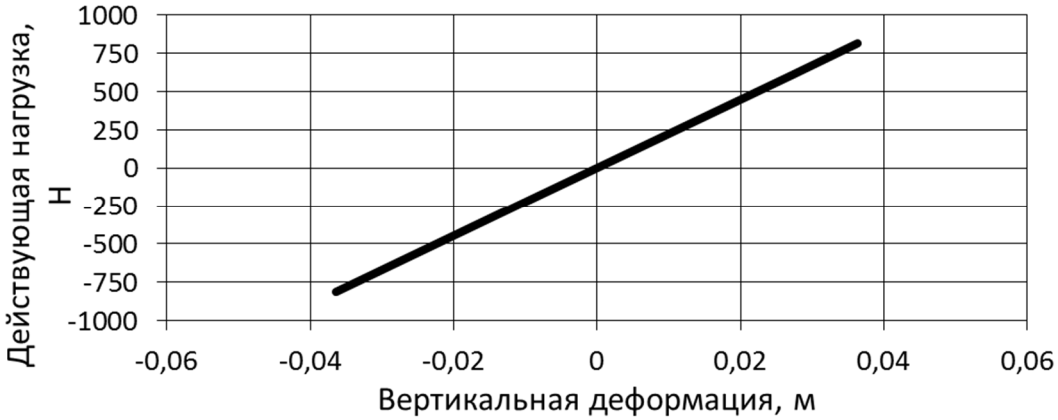


Рисунок 4. Зависимость суммарной силы от перемещения

В результате применения метода конечных элементов при моделировании развития деформаций упругих пластин была получена их упругая характеристика и коэффициент жесткости, которые позволяют определить характеристику жесткости подвески сиденья.

Список литературы

1. Добрынин, С.А. Методы автоматизированного исследования вибрации машин: справочник [Текст] / С.А. Добрынин, М.С. Фельдман, Г.И. Фирсов.– Москва: Машиностроение, 1987. – 224 с.

2. Кочетов, О.С. Снижение шума и вибраций в производстве: Теория, расчёт, технические решения [Текст] /О.С. Кочетов, Б.С. Сажин.– М., 2001.– 319 с.

3. Патент 2360806 РФ, МПК B60N 2/02, B60N 2/42, B60N 2/50, Виброзащитная подвеска сиденья транспортного средства [Текст] / И.С. Никифоров, Ю.М. Барбашин.– № 2007127360/11; заявлено 17.07.2007; опуб. 27.01.2009 бюл. № 19.– 7с.

4. Поливаев, О.И. Эффективность защиты оператора МЭС за счет применения активной подвески сиденья [Текст] / О.И. Поливаев, А.Н. Кузнецов, А.В. Лощенко, А.Н. Горбулич// Высокие технологии в строительном комплексе, 2018.– № 1.– С.186-190.

УДК 631.372:629.11.012.814

Кузнецов А.Н., Лощенко А.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДВЕСКИ СИДЕНЬЯ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ВИДЕ ЖЕСТКИХ ПЛАСТИН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье описан способ определения упругой характеристики подвески сиденья с упругими элементами в виде пластин*

Ключевые слова: *подвеска сиденья, упругая характеристика, вибрация*

Abstract. *In this article described the way of definition of the elastic characteristic of the suspender of a seat with elastic elements in the form of plates*

Key words: *seat suspender, elastic characteristic, vibration*

Транспортная вибрация различной интенсивности возникает в процессе движения практически всех машин, и является причиной ускоренной утомляемости и снижения работоспособности водителей. Длительное воздействие вибраций высокой интенсивности на человека зачастую приводит к заболеваниям опорно-двигательного аппарата и вибрационной болезни различных стадий.

Кроме этого доказано, что воздействие на человека вибраций с частотами близкими к резонансным частотам внутренних органов серьезно влияют на нервную, пищеварительную и кровеносные системы организма. Ускорение утомляемости и притупление скорости реакции, как негативные стороны воздействия транспортной вибрации, также снижают безопасность движения на дорогах. Борьба транспортной вибрацией машин является сложной проблемой, для решения которой применяется целый ряд мер [1].

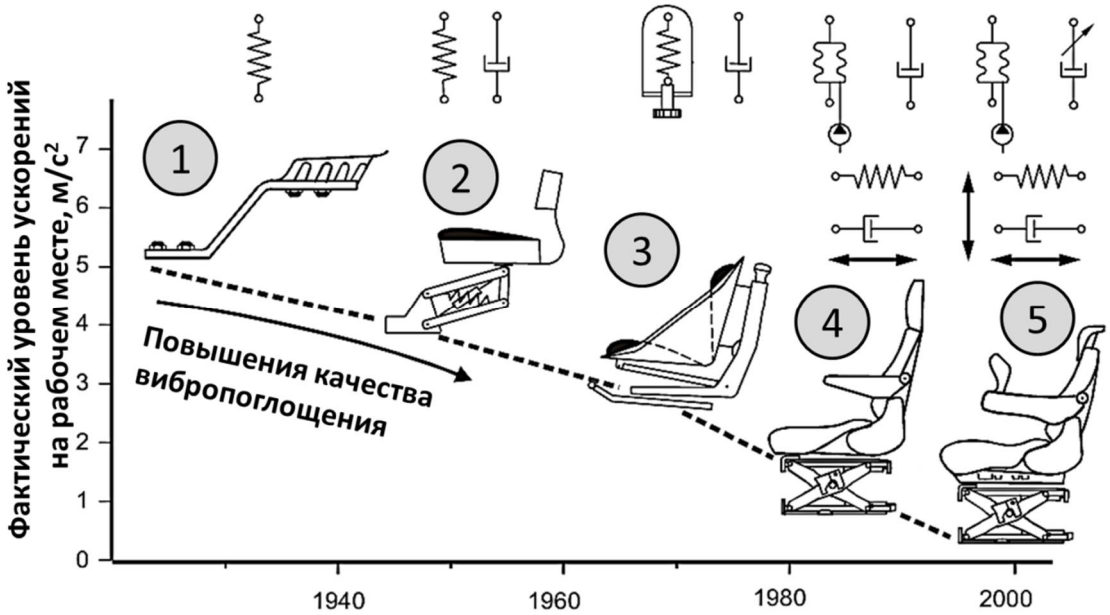
Основными элементами конструкции машин, призванными снизить возмущения, возникающие при движении автомобиля по неровностям дороги, являются:

1. Пневматические шины.
2. Подвеска мостов;
3. Подвеска кабины;
4. Подрессоренное сиденье водителя.

Наиболее эффективным из перечисленных способов, с точки зрения обеспечения комфортабельности труда водителя, является применение качественной подвески сиденья.

На рисунке 1 представлена классификация подвесок сидения транспортных средств по этапам совершенствования их конструкции и роста эффективности [3].

Наиболее качественные подвески сиденья в настоящее время обладают весьма высокой стоимостью, что для многих транспортных средств является ограничивающим фактором для их использования. Согласно проведенным теоретическим исследованиям, наибольшая эффективность снижения вибраций сиденьем возникает при условии, если сиденье имеет нелинейную регрессивно-прогрессивную упругую характеристику.. Для достижения этого условия может быть применено множество решений. На наш взгляд одним из самых интересных способов является применение подвески сиденья с упругими элементами в виде деформируемых металлических пластин (рисунок 2) [2].



1 – с одним упругим элементом по z; 2 – с упругим и демпфирующим элементом по оси z; 3 - с настраиваемым упругим и демпфирующим элементом по оси z и качественным посадочным местом; 4 – с упругими и демпфирующими элементами по 2-м осям и регулированием жесткости; 5 - с регулируемыми упругими и демпфирующими элементами по 2-м осям

Рисунок 1. Классификация подвесок сидений по качеству вибропоглощения

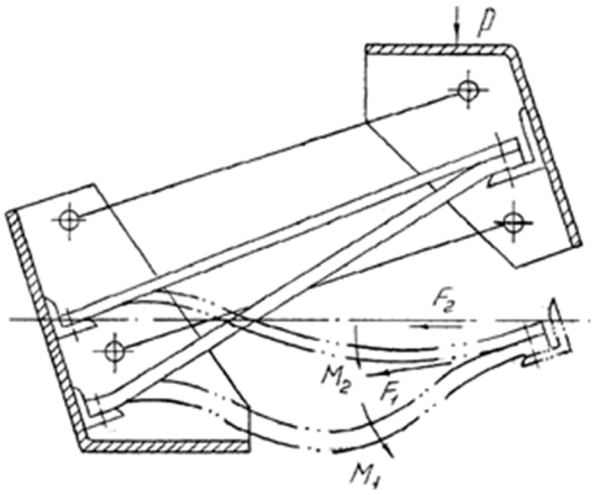


Рисунок 2. Общий вид подвески под нагрузкой

Вследствие того, что оси параллелограмного механизма располагаются не друг под другом, вертикальные перемещения подвески сиденья находятся в сложной взаимосвязи с деформациями, развиваемыми в упругих элементах.

Поэтому, для того чтобы получить зависимость вертикальной силы, прилагаемой к подвижным частям подвески от перемещений по той же оси, необходимо определить зависимость между вертикальной силой и силой деформирующей упругие элементы, а также найти взаимосвязь между вертикальным перемещением подвески и деформацией упругих элементов.

Перемещения упругих звеньев определяются конструкцией параллелограммного механизма и они напрямую связаны с перемещением рычагов параллелограмма (рисунок 3). Сила F компенсируется действием сил упругости F_y.

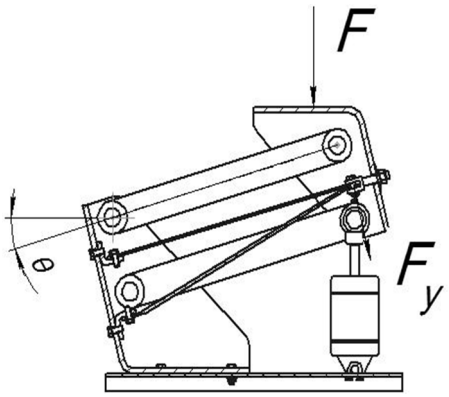


Рисунок 3. Преобразование вертикальной силы

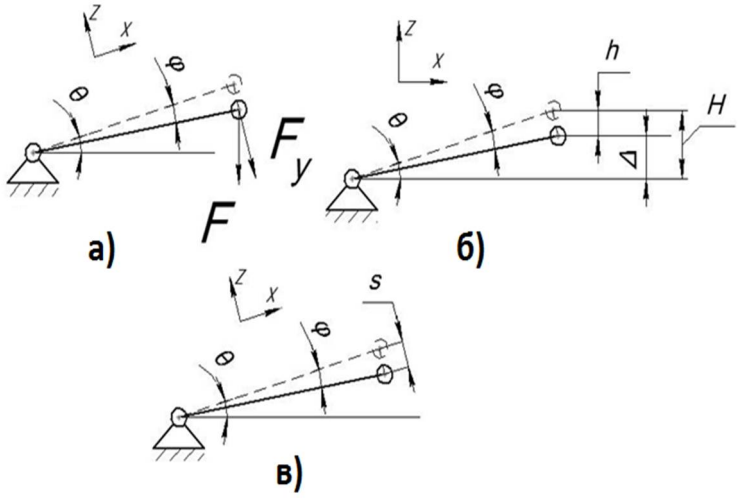


Рисунок 4. Схематичное изображение рычага параллелограммного механизма

Поэтому перемещения крайних точек упругих звеньев и разложение силы на составляющие могут быть представлены схематически, как показано на рисунке 4.

Направления сил и перемещений определяются в зависимости от угла φ. Угол θ = 15° является установочным и постоянным.

Сила F_y, которая зависит от деформации упругих элементов s, находится из следующей формулы, согласно рисунку 4а:

$$F_y(s) = F(h) \cdot \cos(\varphi) \tag{1}$$

Угол φ находится в сложной зависимости от перемещения платформы вертикальном направлении. Их связывает следующее уравнение, согласно рисунку 4б.

$$H = \Delta + h \Rightarrow r \cdot \sin(\theta) = r \cdot \sin(\theta - \varphi) + h, \tag{2}$$

где r – длина рычага параллелограммного механизма, м;

Тогда:

$$\varphi = \theta - \arcsin\left(\sin(\theta) - \frac{h}{r}\right), \tag{3}$$

Подставив формулу (3) в выражение (1) получим зависимость вертикальной силы от вертикального перемещения и силы, вызывающей упругую деформацию элементов:

$$F(h) = \frac{F_y(s)}{\sin(\theta) \cdot \left(\sin(\theta) - \frac{h}{r}\right) + \cos(\theta) \cdot \sqrt{1 - \left(\sin(\theta) - \frac{h}{r}\right)^2}} \tag{4}$$

Сила $F_y(s)$ находится довольно просто:

$$F_y(s) = c \cdot s, \tag{5}$$

где c – жесткость упругих элементов, Н/м.

Теперь необходимо найти зависимость между деформацией упругих элементов s и вертикальным перемещением платформы сиденья. Как видно из рисунка 4в:

$$s(\varphi) = r \cdot \sin(\varphi), \tag{6}$$

Тогда согласно (8) и (11), а также после значительных упрощений получаем:

$$s(h) = \cos(\theta) \cdot \left(h - r \cdot \sin(\theta)\right) + \sin(\theta) \cdot \sqrt{r^2 - \left(r \cdot \sin(\theta) - h\right)^2} \tag{7}$$

Теперь, согласно формулам (5), (6) и (7), взаимосвязь между силой и перемещением может быть выражена следующей формулой:

$$F(h) = c \times \frac{\cos(\theta) \cdot \left(h - r \cdot \sin(\theta)\right) + \sin(\theta) \cdot \sqrt{r^2 - \left(r \cdot \sin(\theta) - h\right)^2}}{\sin(\theta) \cdot \left(\sin(\theta) - \frac{h}{r}\right) + \cos(\theta) \cdot \sqrt{1 - \left(\sin(\theta) - \frac{h}{r}\right)^2}} \tag{8}$$

Результирующая зависимость вертикального перемещения подвижных элементов подвески сиденья от прикладываемой силы (упругая характеристика) представлена на рисунке 5.

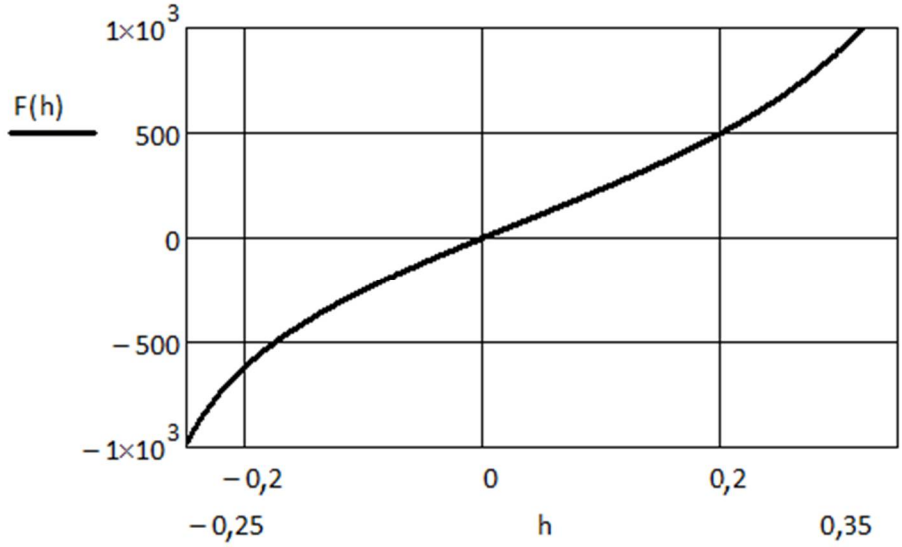


Рисунок 5. Зависимость вертикального перемещения подвижных элементов подвески сиденья от прикладываемой силы

Найденная зависимость может быть применена при моделировании процессов передвижения транспортных средств по поверхностям с неровностями для оценки уровня условий труда операторов.

Список литературы

1. Кочетов, О.С. Снижение шума и вибраций в производстве: Теория, расчёт, технические решения [Текст] /О.С. Кочетов, Б.С. Сажин.– М., 2001.– 319 с.

2. Патент 2360806 РФ, МПК B60N 2/02, B60N 2/42, B60N 2/50, Виброзащитная подвеска сиденья транспортного средства [Текст] / И.С. Никифоров, Ю.М. Барбашин.- № 2007127360/11; заявлено 17.07.2007; опуб. 27.01.2009 бюл. № 19. – 7с.

3. Поливаев, О.И., Эффективность защиты оператора МЭС за счет применения активной подвески сиденья [Текст] / О.И. Поливаев, А.Н. Кузнецов, А.В. Лощенко, А.Н. Горбулич// Высокие технологии в строительном комплексе.– 2018. – № 1. – С.186-190.

УДК 629.077:631.372

Поливаев О.И., Ведринский О.С.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УПРУГОДЕМПФИРУЮЩЕГО ПРИВОДА ВЕДУЩИХ КОЛЕС НА ИХ БУКСОВАНИЕ ПРИ РАЗГОНЕ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье изложен метод определения буксования ведущих колес трактора при разгоне.*

Ключевые слова: *трактор, трансмиссия, жесткость, демпфирование, буксование, разгон.*

Abstract. *The article describes a method for determining the slip of the tractor drive wheels during acceleration.*

Key words: *tractor, transmission, stiffness, damping, slipping, acceleration.*

В процессе разгона тракторного агрегата происходит значительное изменение крутящего момента и частоты вращения двигателя, из-за этого разгон сопровождается большими динамическими нагрузками на в двигателе и трансмиссии, а также интенсивным буксованием сцепления и ведущих колес трактора. Возникающие динамические нагрузки в десятки раз превышают нагрузки при установившихся режимах движения тракторного агрегата [1].

Крутящий момент, на первичном валу коробки передач возникающий при разгоне в 2 раза превышает статический момент трения в сцеплении при её полном включении, что приводит к повышенному износу деталей сцепления, а максимальный момент на полуосях трактора больше удвоенного момента сцепления ведущих колес с опорной поверхностью, это приводит к повышенному буксованию ведущих колес.

Снизить динамические нагрузки в трансмиссии трактора при разгоне, а, следовательно, и буксования его ведущих колес возможно путем введения упругодемпфирующих элементов [2, 3], причем устанавливать их желательно как можно ближе к ведущим колесам [4].

Для расчета процесса разгона была построена четырех массовая динамическая модель (рис. 1). В модели учитываются моменты инерции вращающихся масс двигателя, трансмиссии, ходовой части и тракторного агрегата в целом, жесткости и коэффициенты демпфирования элементов трансмиссии, ведущий момент двигателя, момент трения сцепления и момент сцепления ведущих колес с грунтом.

В полученной динамической модели буксование ведущих колес трактора задается моментом сцепления ведущих колес с грунтом M_{φ}.

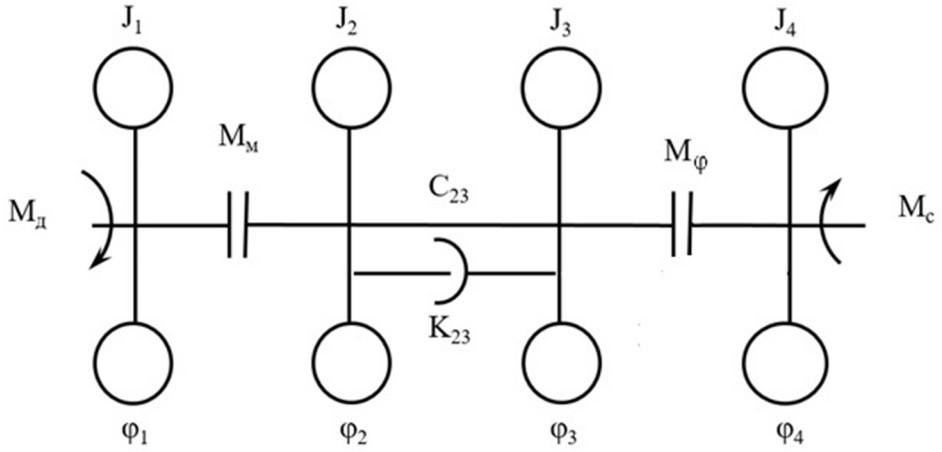


Рисунок 1. Динамическая модель разгона тракторного агрегата.

Построенная динамическая модель разгона тракторного агрегата описывается системой из четырех дифференциальных уравнений второго порядка.

$$\begin{cases} J_1 \cdot \varphi_1'' = M_д - M_м \\ J_2 \cdot \varphi_2'' = M_м - C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) + K_{23}(\varphi_2' - \varphi_3') \\ J_3 \cdot \varphi_3'' = C_{23}(\varphi_2 - \varphi_3) + K_{23}(\varphi_2' - \varphi_3') - M_\varphi \\ J_4 \cdot \varphi_4'' = M_\varphi - M_f \end{cases} \quad (1)$$

где J_1, J_2, J_3, J_4 – моменты инерции вращающихся частей двигателя и ведущих частей сцепления, трансмиссии, ведущих колес, поступательно движущихся масс тракторного агрегата; φ_1, φ_2, φ_3, φ_4 – углы поворота соответствующих масс; C_{23} – жесткость трансмиссии; K_{23} – коэффициент демпфирования трансмиссии; $M_д$ – крутящий момент двигателя; $M_м$ – момент трения сцепления; M_φ – приведенный момент сцепления ведущих колес с опорной поверхностью; M_f – приведенный момент внешних сил сопротивлений движению.

Приведенный момент сцепления ведущих колес с опорной поверхностью определяется по формуле [1]:

$$M_\varphi = \lambda \cdot \varphi_{сц} \cdot m_{тр} \cdot g \frac{r_к}{i_{тр}}, \quad (2)$$

где λ – доля веса, приходящегося на ведущие колеса, для тракторов с колесной формулой 4к2 λ = 0,75 [1]; $m_{тр}$ – масса трактора, для трактора МТЗ-80 $m_{тр}$ = 3700 кг [5]; g – ускорение свободного падения; $i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии; $r_к$ – радиус качения колеса, для трактора МТЗ-80 с установленными задними колесами 15,5R38 $r_к$ = 0,778 м; $\varphi_{сц}$ – коэффициент использования сцепления ведущих колес с опорной поверхностью.

Известны экспериментальные зависимости буксования от коэффициента использования сцепного веса [1]. Выполнив аппроксимацию находим уравнение для определения коэффициента использования сцепного веса в зависимости от буксования (3).

При разгоне по грунтовой дороге:

$$\varphi_{сц} = 0{,}1586 \cdot \ln(\delta) + 0{,}7482, \quad (3)$$

где δ – коэффициент буксования ведущих колес.

Буксование определяется как отношение разницы угловых скоростей ведущих колес трактора и приведенной угловой скорости тракторного агрегата к этой же скорости агрегата:

$$\delta = \frac{\omega_3 - \omega_4}{\omega_3}, \quad (4)$$

где ω_3 – угловая скорость ведущих колес трактора; ω_4 – приведенная угловая скорость тракторного агрегата.

Тогда M_φ будет определяться:

$$M_\varphi = \lambda \cdot m_{тр} \cdot g \frac{r_к}{i_{тр}} \cdot \left(0{,}1586 \cdot \ln\left(\frac{\omega_3 - \omega_4}{\omega_3} \right) + 0{,}7482 \right), \quad (5)$$

Подставив уравнение (5) в систему (1) получаем следующие результаты (рис. 2) буксования ведущих колес трактора МТЗ-80 с полностью груженным прицепом 2ПТС-4 при разгоне на четвертой передаче ($i_{тр}$ = 68) по грунтовой дороге.

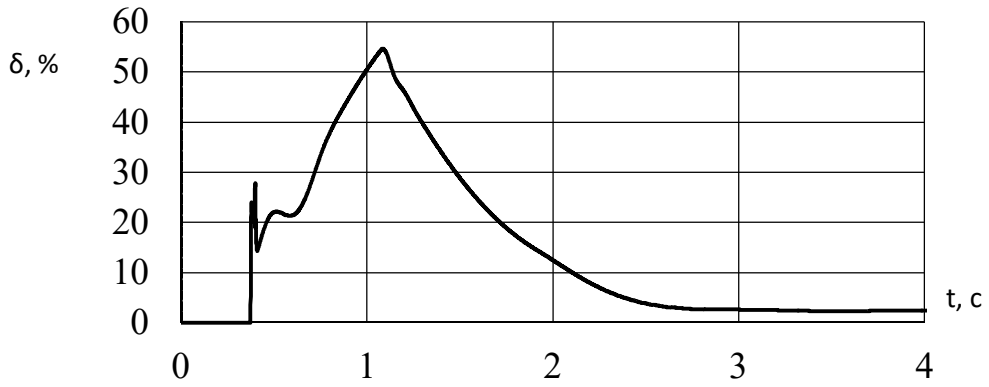


Рисунок 2. Буксование ведущих колес трактора при разгоне.

Используя результаты решения системы уравнений (1) определяем работу буксования ведущих колес трактора при разгоне тракторного агрегата. Она определяется как разница работ ведущий колес и тракторного агрегата:

$$A_\delta = A_{в.к} - A_{т.а};$$

$$A_{в.к} = \sum_{i=0}^{t_p} M_\varphi (\varphi_{3_{i+1}} - \varphi_{3_i});$$

$$A_{т.а} = \sum_{i=0}^{t_p} M_\varphi (\varphi_{4_{i+1}} - \varphi_{4_i}),$$

где $A_{веду}$, $A_{ведо}$ – работа ведущих колес и тракторного агрегата; φ_3, φ_4 – угол поворота ведущих колес и приведенный угол поворота тракторного агрегата; t_p– время разгона.

Список литературы

1. Поливаев, О. И. Тракторы и автомобили : теория и эксплуатационные свойства : учебник [Текст] / О. И. Поливаев, В. П. Гребнев, А. В. Ворохобин. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014. – 320 с.
2. 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.
3. Кравченко, В.А. Снижение динамической нагрузки в трансмиссии трактора [Текст] / В. А. Кравченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 7. – С. 9-12.
4. Свидетельство на полезную модель 29688 Российской Федерации МПК[7] В 60 Л 17/32. Конечная передача транспортного средства [Текст] / Поливаев О. И., Ведринский О. С., Бурсов А. А., Трубицин А. М., Шереметов А. В., Посадских И. А.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. - № 2003102121/20 ; заявл. 27.01.2003 ; опубл. 27.05.2003, Бюл. № 15. – 1 с.
5. Тракторы «Беларусь» МТЗ-80, МТЗ-82 и их модификации. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию [Текст] / В. Г. Левков и др. – Минск: Урожай, 1990. – 174 с.

УДК 629.038

Поливаев О.И., Гиевский А.М., Ведринский О.С., Бирюков Д.С.

СНИЖЕНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫМИ ТРАКТОРАМИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье изложены исследования снижения уплотнения почвы тракторами за счет применения съемных гусеничных движителей.*

Ключевые слова: *трактор, ходовая часть, гусеничный движитель, уплотнение почвы.*

Abstract. *The article presents the study of reducing soil compaction by tractors through the use of removable caterpillar engines.*

Key words: *tractor, chassis, caterpillar, soil compaction.*

Современные посевные комплексы являются ресурсосберегающим оборудованием, которое позволяет в разы снизить трудоемкость возделывания зернобобовых культур занимающих значительную долю в севообороте.

Высокое качество посева этих культур достигается за счет формирования ровной поверхности с заданной структурой почвы в обработанном слое,

полного уничтожения сорняков, равномерной глубины заделки семян и равномерного распределения удобрений.

Применение посевной техники дает существенную экономию топлива, за счет объединения работ по подготовке почвы, посеву и прикатыванию в один проход [1].

Для качественного проведения посева за один проход по современным технологиям необходимо применение современных энергонасыщенных тракторов, например К-744. Однако, применение энергонасыщенных тракторов имеющих большую массу приводит к переуплотнению почвы.

Уплотненность почвы – один из важнейших факторов в агропромышленности, колоссально влияющий на всходы тех или иных культур не в лучшую сторону. Она ограничивает поступление воды к корням, тем самым приводя к насыщению верхних слоев почвы, которое в свою очередь может вызвать нехватку кислорода корней.

Увеличение давления на почву уменьшает проходимость трактора на рыхлом сминаемом грунте и одновременно резко увеличивает потери мощности на его передвижение. Увеличение этих потерь вызывается тем, что возрастает глубина колеи, оставляемая трактором на почве, а значит, увеличивается работа на вертикальное прессование грунта.

Глубина колеи существенным образом сказывается на агротехнических показателях работы агрегатов. Глубокий след, оставляемый трактором на почве, приводит к неравномерности заделки семян по глубине, что обусловливает потери урожайности культур [2].

Применение гусеничных тракторов значительно уменьшит уплотнение почвы. Однако эти тракторы имеют серьезные недостатки: малый срок службы гусеницы, запрещено движение по дорогам с покрытием, также гусеничные трактора имеют узкую специализацию и поэтому меньшую годовую загрузку.

Известен способ повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов и снижения уплотнения почвы, в котором вместо колес устанавливают треугольные гусеничные движители (рисунок 1) [3]. Основа каждой из гусеничных тележек - массивная треугольная рама. В ее вершине находится ведущая звездочка, которая занимает место колеса. Основание треугольника несет четыре опорных ролика, причем крайние расположены чуть выше, чем внутренние. Задний (по ходу автомобиля) ролик играет роль ленивца и обеспечивает натяжение резиновой гусеницы. Ну а вся тележка в сборе, как балансир, может качаться вокруг главной оси. Протяжку резиновой гусеницы обеспечивают специальные полиуретановые гребни, привинченные к гусенице с внутренней стороны [4].

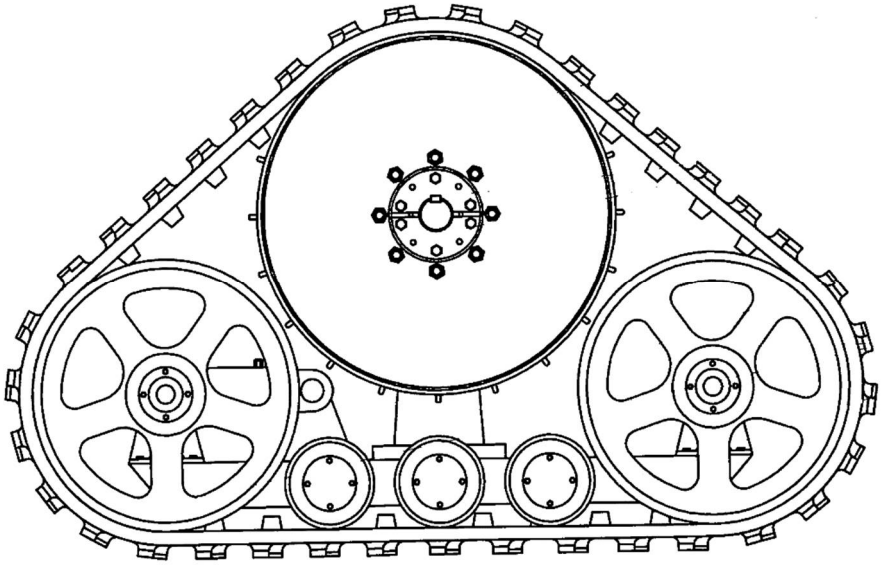


Рисунок 1. Треугольные гусеничные движители

Для оценки воздействия движителей трактора на почву определим глубину колеи оставляемой колесом и гусеничным движителями.

Глубина колеи колесного движителя определяется по формуле [5]:

$$h = \sqrt[3]{\frac{G^2}{k^2 \times b^2 \times D}}, \quad (1)$$

где G – вес приходящийся на колесо, Н; k – коэффициент объемного смятия грунта, Н/м^3; b – ширина колеса, м; D – диаметр колеса, м.

Глубина колеи гусеничного движителя определяется [5]:

$$h_г = \frac{G}{b_г \times L_{оп} \times k}, \quad (2)$$

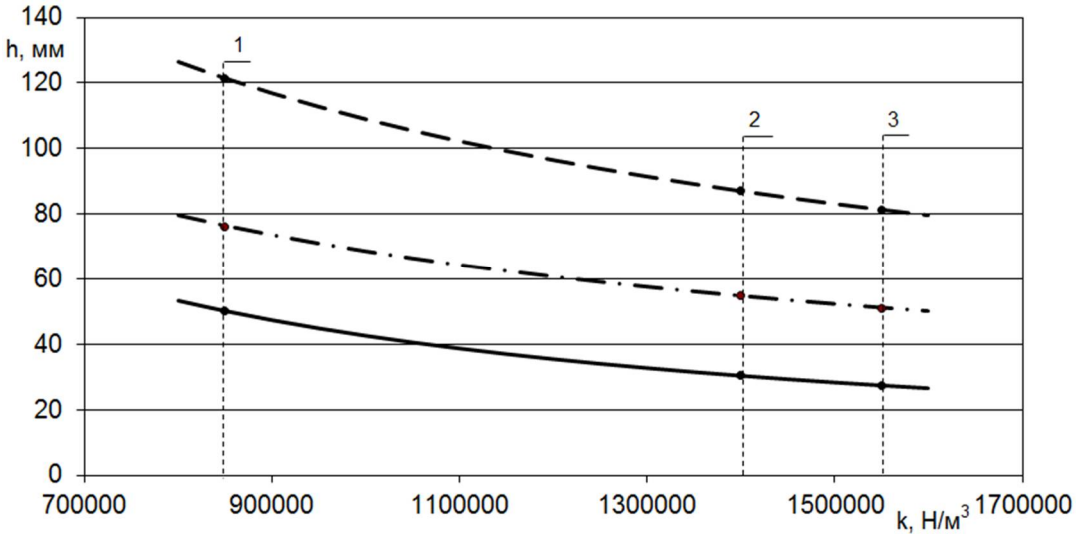
где $G_{тр}$ – вес трактора, Н; $b_г$ – ширина гусеницы, м; $L_{оп}$ – длина опорной поверхности гусеницы, м; k – коэффициент объемного смятия грунта, Н/м^3.

Производия расчет применительно для трактора К-744 и получаем следующие данные (таблица).

Таблица. Результаты расчета глубины (мм) колеи колесного и гусеничного движителей.

Тип движителя	Вид грунта		
	поле под посев	стерня зерновых	целина
Одинарные колеса	121	87	81
Сдвоенные колеса	76	55	51
Гусеничные движители	50	30	28

По полученным данным строим график зависимости глубины колеи от вида грунта и типа движителя.



1 - поле под посев, 2 - стерня зерновых, 3 - целина

Рисунок 2. График зависимости глубины колеи от вида грунта и типа движителя

Установка на трактор сменного гусеничного движителя, дает возможность за счет снижения удельного давления на грунт повысить проходимость трактора, а также на рыхлой влажной почве увеличить тяговую мощность колесного трактора примерно на 50%, а тяговое усилие на 60%.

Из сказанного следует, что сменный гусеничный движитель является универсальным средством повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов и снижения уплотнения почвы.

Список литературы

1. Солнцев, В.Н. Механизация растениеводства [Текст] / В.Н. Солнцев и др. – Москва, 2016. – 383с.

2. Поливаев, О. И. Оценка воздействия движителей колесных тракторов на почву [Текст] / О.И. Поливаев и др. // Техника в сельском хозяйстве. – 2010.– №3. – С. 26-28.

3. Поливаев, О .И. Как улучшить тягово-сцепные свойства колесных тракторов [Текст] / О. И. Поливаев, В. П. Гребнев, А. В. Ворохобин // Сельский механизатор. – 2009. – №5. – С.6-7.

4. Пат. 2441795 Российская федерация, МПК B62D 55/08, B62D 55/12. Сменный гусеничный движитель трактора [Текст] / О.И. Поливаев, О.С. Ведринский, А.В. Белоусов, Н.В. Бабанин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – № 2010131483/11; заявл. 27.07.10; опубл. 10.02.12, Бюл. № 4. – 3 с.

5. Поливаев, О. И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства [Текст] / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. – Воронеж: ВГАУ, 2014. – 264с.

УДК 631.374

Соломников С.В., Тарасов В.А., Абасов М.А., Самцов В.В., Заболотная А.А., Петрищев И.М.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗОЛОТНИКОВОЙ ПАРЫ РЕГУЛЯТОРА В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В процессе длительной эксплуатации тракторов, оборудованных универсальным регулятором, имеет место ухудшение технического состояния системы автоматического регулирования и особенно прецизионной части регулятора, т.е. его золотниковой пары, что негативно влияет на качественные показатели работы.*

Ключевые слова: *гидросистема, эксплуатация, восстановление, ремонт, показатели.*

Annotation. *During the long-term operation of tractors equipped with a universal regulator, there is a deterioration of the technical condition of the automatic control system and especially the precision part of the regulator, i.e. its spool pair, which adversely affects the quality performance.*

Key words: *hydraulic system, operation, restoration, repair, indicators.*

В процессе длительной эксплуатации тракторов, оборудованных универсальным регулятором, как показали наблюдения, имеет место ухудшение технического состояния гидросистемы и особенно прецизионной части регулятора, т.е. его золотниковой пары. Исследователями также установлено, что 80% неисправностей гидросистемы возникает в результате изнашивания прецизионных пар, что порождает большие утечки рабочей жидкости [2, 5, 12].

Износ прецизионных пар ухудшает герметичность гидроагрегатов. Отсюда за оценочные показатели технического состояния можно выбрать: усадка штока гидроцилиндра под нагрузкой, частота автоматических коррекций, время подъема и время опускания груза, установленного на оси подвеса.

Определение предельного состояния гидронавесной системы с универсальным регулятором позволит получить технически обоснованные рекомендации по диагностированию и повышению надежности системы автоматического регулирования (САРГ).

Исходя из функционального назначения САРГ, выделим следующие основные условия, при которых система считается работоспособной: утечка масла при поднятой навеске за 10 мин по штоку цилиндра - не более 4,0 мм; частота автоматических коррекций за 1 мин при позиционном способе регулирования - не более 4,0; отношение максимальной скорости подъема к минимальной - не менее 2,5 [12, 13].

Другие показатели (например, максимальная грузоподъемность, давление срабатывания предохранительного клапана) не являются определяющими при оценке работоспособности гидросистемы с универсальным регулятором вследствие того, что они находятся в прямой зависимости от выполнения основных нормируемых функций.

Утечки в агрегатах гидропривода характеризуют техническое состояние гидронавесной системы и влияют на режим работы в целом, что, в конечном счете, сказывается на эффективности работы тракторных агрегатов. Чем больше утечки, тем чаще срабатывает регулятор (рис. 1) [1-4].

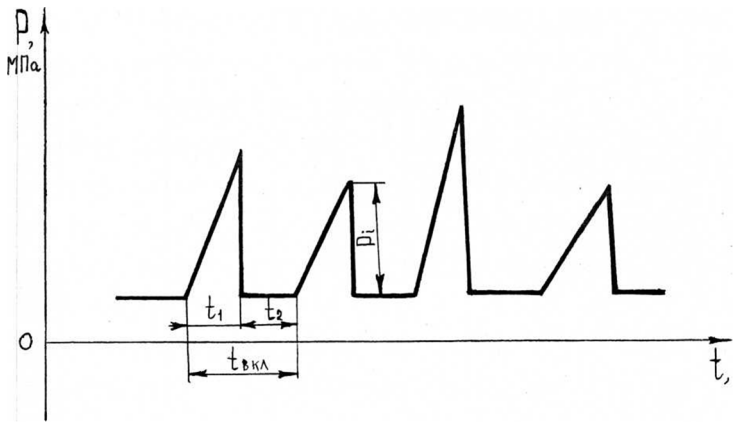


Рисунок 1. График нарастания давления при коррекции регулятора

Эти утечки рабочей жидкости вследствие износа золотниковой пары можно охарактеризовать частотой коррекций на уменьшение глубины $n_к$ и продолжительностью этих коррекций $t_к$ (рис. 2).

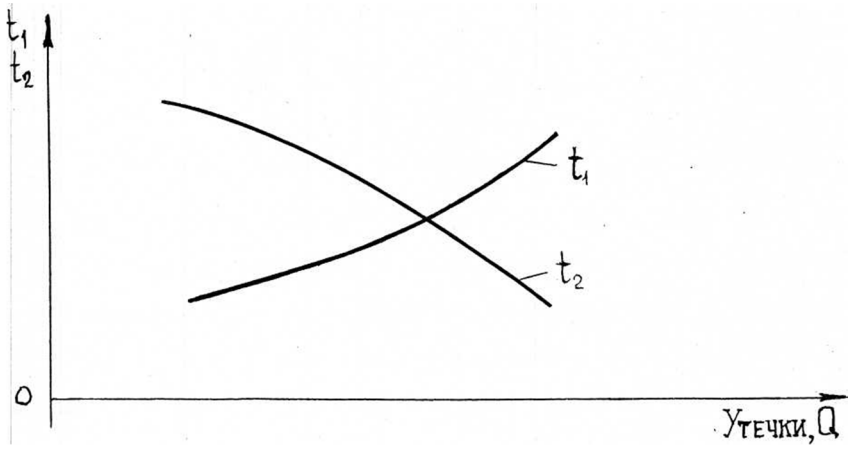


Рисунок 2. Зависимость продолжительности процесса регулирования от утечек масла в золотниковой паре

Графики (рис. 1 и 2) составлены в общей форме на основании анализа закономерностей работы САРГ и утечек жидкости через неплотности по осциллограммам.

Усложнения конструкции навесной системы за счет установки автоматических регуляторов, содержащих дополнительные золотниковые и клапанные устройства, и увеличивающих напряженность их работы, особенно при силовом регулировании, отрицательно скажется на эксплуатационной надежности [6-8].

За основу оценки режима гидросистемы примем следующие показатели: $К_д$ - коэффициент использования максимального давления масла в гидросистеме; $К_н$ - общий коэффициент продолжительности работы гидросистемы под нагрузкой; $n_в$ - число включений насоса гидросистемы за час при коррекциях на уменьшение глубины.

При функционировании САРГ на ее режимы работы влияют температура рабочей жидкости, перепад давления, нагрузки на рабочие органы навесных машин, загрязненность рабочей жидкости, степень нечувствительности САРГ, величина утечек рабочей жидкости. Применительно к регуляторам устанавливаемых на отечественных тракторах, утечки масла в гидросистеме происходят из-за нарушения герметичности щелевого уплотнения в паре "гильза - золотник".

Оценку технического состояния золотниковой пары регулятора можно проводить в лабораторных условиях при позиционном способе регулирования, утечки рабочей жидкости приведут к срабатыванию регулятора на восстановление заданной позиции. При определенных нагрузках на оси подвеса определяется частота таких коррекций и сравнивается с допустимыми значениями [9-11].

С увеличением износа золотниковой пары в эксплуатационных условиях будет возрастать частота коррекций при всех способах регулирования, обеспечиваемых САРГ, а режим работы гидросистемы интенсифицируется по показателям $К_д$, $К_н$.

Позиционный способ регулирования выбран нами в качестве контрольного способа для оценки технического состояния потому, что при нем коррекции регулятора на подъем происходят из-за утечек в системе от золотникового устройства регулятора до гидроцилиндра включительно.

Таким образом, используя позиционный способ регулирования, оценку технического состояния золотниковой пары регулятора можно проводить в лабораторных условиях, что положительно скажется на экономической составляющей диагностики технического состояния золотниковой пары регулятора.

Список литературы

1. Козлов, В.Г. К вопросу оценки надежности автотранспорта [Электронный ресурс] / В.Г. Козлов [и др.] // «Новая наука: теоретический и практический взгляд»: материалы международной научно-практической конференции. – Стерлитамак: РИЦ АМИ, 14.10. 2015. – С. 103-105.

2. Козлов, В.Г. Методы борьбы с коррозией металлов [Текст] / В.Г. Козлов [и др.] // Фундаментальные исследования. –2017. –№ 6. – С. 53-57

3. Кондрашова, Е.В. Вопросы эксплуатационной надёжности автомобилей [Текст] / Е.В. Кондрашова [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № т2-3. – С. 409-410.

4. Кондрашова Е.В. Критический анализ методов определения рациональных режимов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники[Текст] / Е.В. Кондрашова [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными. –2015. – С. 201-205.

5. Кондрашова Е.В. Обоснование изменений в режимах технического обслуживания [Текст] / Е.В. Кондрашова [и др.] // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции. –2015. – С. 154-158.

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

7. Кондрашова, Е.В. К вопросу оценки надежности автотранспорта [Текст] / Е.В. Кондрашова, В.Г. Козлов, Т.В. Скворцова // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2015.– № 4. –С. 103-106.

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

9. Мельников, А.М. Совершенствование технического обслуживания и ремонта автомобилей [Текст] / А.М. Мельников [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. – С. 204-212.

10. Кузнецов, В.В. Метрология и технические измерения. Учебное пособие [Текст]/ В.В. Кузнецов, В.И. Трухачев, В.Г. Козлов. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки, 2011.

11. Петрищев, И.М. Некоторые аспекты технологии ремонта гидроагрегатов [Текст] / И.М. Петрищев, В.Г. Козлов // Инновационные технологии и технические средства для АПК. 2013. – С. 102-106.

12. Петрищев И.М. Оценка технологической надежности гидронавесной системы трактора с универсальным регулятором глубины почвообработки [Текст]: диссер. канд. техн. наук. / И.М. Петрищев. – Воронеж: ВГАУ, 1994. – 142 с.

13. Сергеев, А.А. Организация сбора информации об отказах и неисправностях грузовых автомобилей (на примере автомобиля КамАЗ) [Текст]/ А.А. Сергеев [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 66-й научной студенческой конференции. 2015. – С. 163-168.

УДК 630.383

Заболотная А.А.[1], Козлова Е.В.[1], Сатышев А.В.[1], Могутнов Р.В.[2], Самцов В.В.[2], Абасов М.А.[2], Никитин В.В.[2]

ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

[1]Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия
[2]Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Интенсивность и состав автомобильного транспорта на дорогах колеблется в широких пределах в зависимости от многих факторов, связанных с цикличностью сельскохозяйственного и лесозаготовительного производства, сезонностью строительных работ, неравномерным использованием автомобилей личного пользования и т.д. Указанные изменения настолько существенны, что ими нельзя пренебречь при проектировании автомобильных дорог, организации движения, планировании мероприятий по повышению безопасности и удобства движения на автомобильных дорогах, однако случающиеся неблагоприятные метеорологические условия также оказывают непосредственное влияние на интенсивность и состав транспортного потока. В статье представлены данные с учетом района проложения автомобильной дороги, ее технических характеристик, административно-хозяйственного значения, наличия разветвленной сети местных дорог и сезона года, из которых можно выделить участки с одним и несколькими пиками интенсивности движения в течение года, а также участки с мало изменяющейся интенсивностью движения.*

Ключевые слова: *ритмичность, состав автомобильного транспорта, неблагоприятные метеорологические условия, дорога, методы организации, планирование.*

Annotation. *The intensity and composition of road transport varies widely depending on many factors related to the cyclical nature of agricultural and forestry production, seasonality of construction works, uneven use of personal vehicles, etc. These changes are so significant that they can not be neglected in the design of roads, traffic management, planning activities to improve the safety and convenience of traffic on the roads, but the occurrence of adverse weather conditions also have a direct impact on the intensity and composition of the traffic flow. The article presents data taking into account the area of the road, its technical characteristics, administrative and economic value, the presence of an extensive network of local roads and the season of the year, from which it is possible to identify areas with one or more peaks of traffic intensity during the year, as well as areas with little varying traffic intensity.*

Key words: *rhythm, composition of road transport, adverse weather conditions, road, methods of organization, planning.*

Интенсивность и состав движения на автомобильных дорогах колеблется в широких пределах в зависимости от многих факторов, связанных с

цикличностью лесозаготовительного производства, сезонностью строительных работ, неравномерным использованием автомобилей личного пользования и т.д. Указанные изменения настолько существенны, что ими нельзя пренебречь при проектировании лесовозных автомобильных дорог, организации движения, планировании мероприятий по повышению безопасности и удобства движения на лесовозных автомобильных дорогах.

Неблагоприятные метеорологические условия также оказывают определенное влияние на интенсивность и состав транспортного потока. В период дождя, снегопада и тумана заметно уменьшается интенсивность за счет той части водителей, которые предпочитают переждать плохую погоду или груз не позволяет им выезжать в дождь или снегопад. Еще осенью при температуре воздуха около 15-20 ^{0}С заметно уменьшается число мотоциклов в транспортном потоке, а с первыми признаками зимы их движение практически прекращается. В летний период мотоциклы составляют 10-15 % общего количества и во многом способствуют повышению аварийности на лесовозных автомобильных дорогах [7-15].

Таким образом, изменения в окружающей среде, состояния лесовозных автомобильных дорог и автомобилей приводят к изменениям интенсивности движения и состава транспортных потоков.

Начиная со второй половины осеннего переходного периода уменьшается доля легковых автомобилей. На отдельных дорогах, проходящих через зоны отдыха, туризма и т.д., число легковых автомобилей уменьшается в 2-3 раза. Сезонные колебания интенсивности движения на лесовозных автомобильных дорогах резче выражены, чем на дорогах общего пользования. На дорогах общего пользования максимальная интенсивность наблюдается летом, когда много легковых автомобилей движутся к местам отдыха и обратно, а на лесовозных автомобильных дорогах интенсивность увеличивается в зимний период, т.е. в период интенсивной лесозаготовительной компании.

Существует определенная зависимость сезонных колебаний интенсивности движения от климатического района проложения лесовозной автомобильной дороги, ее народно-хозяйственного значения, технических параметров, качества содержания.

Общей закономерностью является снижение интенсивности движения и выравнивание состава транспортного потока зимой. Зимой происходит очень важное перераспределение количества движения в связи с сокращением светлого периода суток.

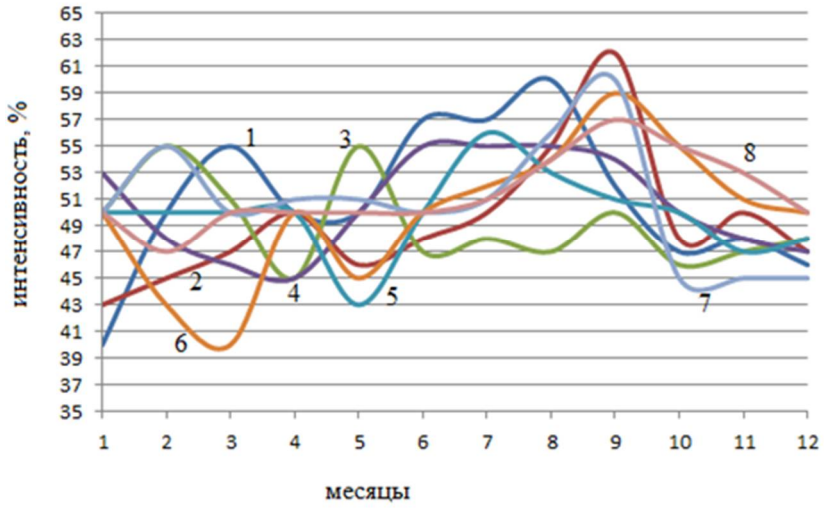
Даже в благоприятных летних условиях основное движение транспортных средств наблюдается в светлую часть суток, а ночью всего 15-18% суточного движения [11-24].

Приведенные данные показывают, что с учетом района проложения лесовозной автомобильной дороги, ее технических характеристик, административно-хозяйственного значения, наличия разветвленной сети местных дорог и сезона года можно выделять участки с одним и несколькими пиками

интенсивности движения в течение года, а также участки с мало изменяющейся интенсивностью движения. При этом на одной и той же дороге могут быть участки с различными колебаниями объема движения в течение года.

Отмечаются особенности изменения интенсивности движения на дорогах, которые зависят от природно-климатических условий. Так, на дорогах, в районах с длительной холодной зимой, четко выделяется один основной пик интенсивности движения, который наблюдается в зимний период года, когда к обычным перевозкам добавляется массовая вывозка лесоматериалов. На таких дорогах в пиковые месяцы интенсивность движения возрастает в 1,5-1,6 раза, а зимой снижается до 0,46-0,6 от среднегодовой [1-6].

Иная картина на дорогах южных районов страны. Здесь также можно четко выделить один пиковый период, который начинается с середины лета, достигает максимума в июле-августе, снижается в сентябре и заканчивается осенью, продолжаясь три-четыре месяца. Коэффициент изменения интенсивности движения колеблется от 0,51 до 1,49, а интенсивность в течение года изменяется в 2,5-2,9 раза. Примером являются дороги Ростов-Таганрог, Воронеж-Ростов и другие, неравномерность движения на которых в значительной мере объясняется увеличением числа легковых автомобилей летом (рисунок 1).



1 – Ираель – Ижма; 2 – Сыктывкар-Котлас; 3 – Микунь-Усогорск;
4 – Саратов-Балашов; 5 – Ростов-Таганрог; 6 – Воронеж-Ростов;
7 – Воронеж-Курск; 8 – Воронеж-Давыдовка

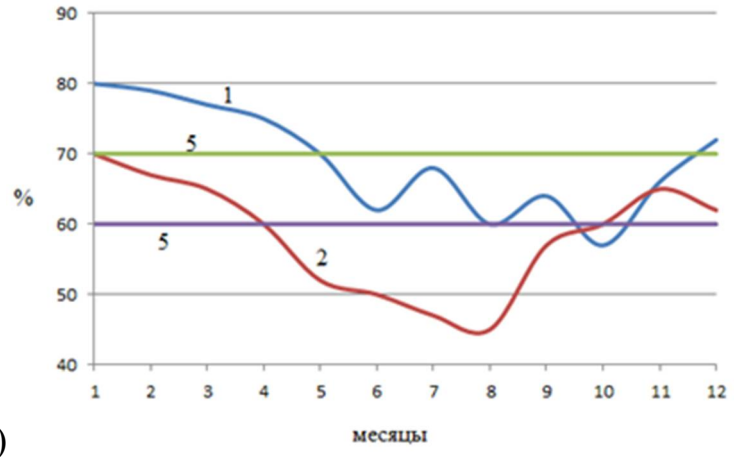
Рисунок 1. Неравномерность движения по месяцам года на дорогах

Равномерное движение происходит на дорогах, расположенных в районах с достаточно длительным летним и зимним периодом, по которым не проходят маршруты легкового движения иных направлений, то есть маршруты широтного направления (для центральной части страны). Например, на дороге Саратов-Воронеж наблюдаются сравнительно небольшие колебания интенсивности движения. Коэффициент изменения интенсивности колеблется от 0,6 до 1,4, т.е. интенсивность в течение года изменяется в 2,1 раза, а ярко выраженного пика нет. На большинстве дорог центральных районов

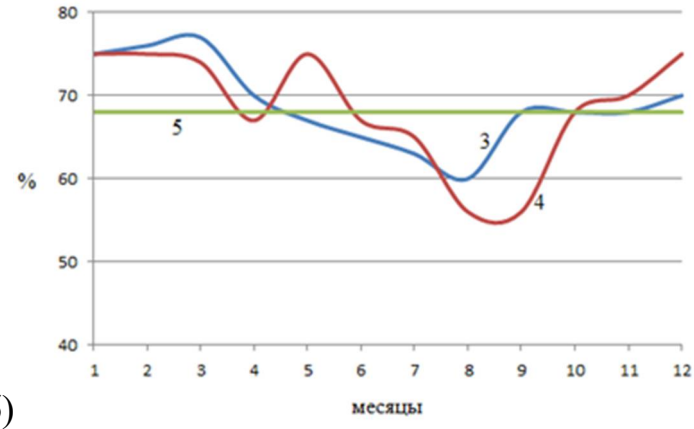
максимальная интенсивность движения наблюдается в августе-сентябре, причем часто имеется и второй пик – весной в апреле-мае, что связано с весенними полевыми работами и уборкой урожая осенью.

Особое место занимают дороги в районах лесоразработок. Наибольшая интенсивность движения на них бывает зимой и в начале лета, а затем мало изменяется в течение года. Это объясняется тем, что массовый вывоз древесины, как правило, осуществляется зимой, когда легче организовать лесовозные дороги в труднопроходимых районах и соединить их с основной дорогой общего пользования.

В настоящее время на дорогах общего пользования доля грузовых автомобилей в транспортном потоке колеблется от 48 до 82 % по периодам года, климатическим районам и дорогам (рисунок 2). Летом доля грузовых автомобилей в составе транспортного потока меньше, чем зимой, хотя летом их общее количество увеличивается в 1,2-1,6 раза по сравнению с числом грузовых автомобилей зимой. Это объясняется значительным увеличением



а)



б)

(а) грузовые автомобили; б) легковые автомобили;
1 – Ираёль–Ижма; 2 – Сыктывкар-Котлас; 3 – Микунь-Усогорск; 4 – Саратов-Балашов;
5 – среднегодовое количество

Рисунок 2. Изменение состава движения по месяцам года на дорогах

В таблице приведены обобщенные данные, полученные в результате наблюдений за интенсивностью движения на дорогах, расположенных в различных климатических условиях.

Имеются определенные закономерности и в изменении интенсивности движения по дням недели для каждого сезона года, а также по дням недели и часам суток в каждый период года.

Таблица. Интенсивность движения на дорогах, расположенных в различных климатических условиях

Показатели	Дороги				В среднем по дорогам
	Ираель – Ижма	Саратов-Балашов	Сыктывкар-Котлас	Микунь-Усогорск	
Отношение среднесуточной интенсивности движения по периодам года и среднесуточной, среднегодовой:					
Летом	1,41	1,18	1,27	0,93	1,20
Осенью	0,98	1,02	1,13	0,92	1,01
Зимой	0,70	0,93	0,82	1,12	0,89
Весной	0,92	0,87	0,77	1,06	0,90
Удельный вес автомобилей, %					
летом:					
грузовые	49	61	61	64	59
легковые	42	28	31	28	32
осенью:					
грузовые	62	63	66	64	64
легковые	30	27	30	31	30
зимой:					
грузовые	67	75	73	81	74
легковые	26	18	23	15	20
весной:					
грузовые	57	71	70	76	68
легковые	33	18	27	19	22
в среднем за год:					
грузовые	59	68	66	71	66
легковые	33	22	28	23	26
автобусы, тракторы	8	10	6	6	8

Выводы. Интенсивность и состав движения изменяются как по длине каждой дороги, так и во времени в зависимости от местных экономических, природно-климатических и географических условий, транспортно-эксплуатационных характеристик дорог и их состояния. Продолжительность повышенной интенсивности движения легковых автомобилей зависит от климатических условий района проложения дороги и погоды в течение данного периода. В целом эта продолжительность составляет около 8 месяцев в южных и западных районах и около 5 месяцев в центральных и восточных районах.

Особое место занимают дороги в районах лесоразработок. Наибольшая интенсивность движения на них бывает зимой и в начале лета, а затем мало изменяется в течение года. Это объясняется тем, что массовый вывоз древесины, как правило, осуществляется зимой, когда легче организовать лесовозные дороги в труднопроходимых районах и соединить их с основной дорогой общего пользования.

Список литературы

1. Mathematical Model of Statistical Identification of Car Transport Informational Provision (A.V. Skrypnikov, S.V. Dorokhin, V.G. Kozlov and E.V. Chernyshova) - Journal of Engineering and Applied Sciences (January 2017 | Vol. 12 No. 2)

2. Mathematical modeling of damage function when attacking file server (V.G.Kozlov, A.V. Skrypnikov, E.V. Chernyshova, R.V. Mogutnov, D.M. Levushkin) – Journal of Physics: Conference Series (2018 | Vol. 3 No. 1015).

3. 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 | Vol. 4 No. 327).

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

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

6. Исследования по использованию укрепленных грунтов, местных материалов и отходов промышленности для строительства дорожных одежд лесовозных дорог: монография [Текст]/ А.А. Камусин [и др.]; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана». – Saint-Louis, Missouri, USA: Science and Innovation Center Publishing House, 2017. – 184 с.

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

8. Козлов, В.Г. Анализ существующих методов проектирования трассы лесных автомобильных дорог [Текст]/ В.Г. Козлов// Фундаментальные исследования. – 2017. – № 3; [Электронный ресурс]

URL:http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41391.

9. Козлов, В.Г. Анализ существующих методов проектирования трассы лесных автомобильных дорог [Текст]/ В.Г. Козлов // Фундаментальные исследования.– 2017.– № 3. – С. 35-39.

10. Козлов, В.Г. Методы проектирования трасс лесных автомобильных дорог и их анализ [Текст]/ В.Г. Козлов // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах

движения: матер. международной научно-практической конференции, посвященной 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Ефима Мироновича. 2017. – С. 120-126.

11. Козлов В.Г. Методы проектирования трасс лесных автомобильных дорог и их анализ [Текст]/ В.Г. Козлов // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса: матер. III Международной научно-практической конференции в рамках третьего Международного научного форума Донецкой Народной Республики "Инновационные перспективы Донбасса: Инфраструктурное и социально-экономическое развитие". 2017. –С. 133-140.

12. Кондрашова, Е.В. Вопросы эксплуатационной надёжности автомобилей [Текст]/ Е.В. Кондрашова [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. - 2015. – № 2-3. – С. 409-410.

13. Крекотень М.А. // Молодежный вектор развития аграрной науки. Матер. 68-й научной студенческой конференции. – 2017. –С. 571-576.

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

15. Логойда, В.С. Проектирование структуры информационного обеспечения лесовозного транспорта [Текст]/ В.С. Логойда [и др.] // Современные научно-практические решения в АПК: матер. международной научно-практической конференции. 2017. – С. 290-296.

16. Логойда, В.С. Существующие методы проектирования трасс лесных автомобильных дорог и их анализ [Текст]/ В.С. Логойда [и др.] // Современные научно-практические решения в АПК: матер. международной научно-практической конференции.– 2017.– С. 297-305.

17. Ломакин, Д.В. Влияние постоянных параметров плана и профиля дороги на скорость движения при различных состояниях поверхности [Текст]/ Д.В. Ломакин [и др.] // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: матер. международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Россия, Воронеж, 1-2 ноября 2017 г.). Ч.I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 87-95.

18. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт. –1982. – 88 с.

19. Скрыпников, А.В. Оценка влияния на скорость движения постоянных параметров плана и профиля при различных состояниях поверхности дороги [Текст]/ А.В. Скрыпников. – Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017.– Т. 21.– № 6. – С. 43–49.

20. Скрыпников, А.В. Применение экономико-математических методов для определения областей использования видов покрытий[Текст]/ А.В. Скрыпников.– Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. – Т. 21. – № 5. –С. 23–32.

21. СНиП 2-05-02-85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР, 1986. – 56 с.

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

УДК 621. 436. 004.5

Божко А.В., Заболотная А.А., Зобов С.Ю., Деркачев Н.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С УЧЕТОМ ЕГО КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМА РАБОТЫ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье представлена доступная методика определения коэффициента наполнения (η_v) атмосферного дизельного двигателя свежим зарядом, учитывающая конструктивные размеры и скоростного режима двигателя.*

Ключевые слова: *дизельный двигатель, коэффициента наполнения, режим работы.*

Annotation. *The article presents an accessible method for determining the filling factor (η_v) of an atmospheric diesel engine with a fresh charge, taking into account the design dimensions and speed of the engine.*

Key words: *diesel engine, filling factor, operating mode.*

Процесс наполнения цилиндров дизеля свежим зарядом воздуха является одним из основных показателей, характеризующих протекание рабочего, процесса и работы двигателя, в связи с чем за весь период разработки теории двигателей изучению этого процесса уделялось большое внимание.

В.И. Гриневецкий первым установил аналитическую связь коэффициента наполнения η_vс параметрами рабочего процесса. В процессе развития метода В.И. Гриневецкого разными авторами были предложены другие виды уравнений для определения η_v. Однако полученные уравнения, по мнению ряда авторов, указывают только на теоретическую связь η_vс параметрами рабочего процесса, без учета конструкции и режима работы двигателей, и дают порой противоречащие действительности представления об изменении величины коэффициента наполнения.

Хотя многочисленными экспериментами установлено, что повышение скоростного режима двигателя вызывает уменьшение η_v, Н. М. Глаголевым была предложена точная методика расчета η_v, но вследствие своей сложности и трудоемкости, а также из-за отсутствия надежных данных по теплопередаче между стенками и газами, в практических расчетах η_v данный метод применяется мало.

Целью настоящей работы является разработка доступной методики определения η_v с сохранением преимуществ метода Н. М. Глаголева по учету конструктивных размеров и скоростного режима двигателя.

Расчет наполнения ведется без учета фаз газораспределения при ходе поршня от ВМТ до НМТ. Применяемый метод позволит значительно упростить расчет при внесении небольшой погрешности, потому что потери хода поршня вниз до получения равенства давления остаточных газов давлению окружающей среды примерно равна ходу поршня вверх при учете запаздывания закрытия впускного клапана [2]. При этом поступление воздуха после НМТ происходит в первый момент, а при дальнейшем движении давление поднимается настолько, что происходит обратное вытекание воздуха [2]. На основании теплового баланса газов в процессе наполнения получено уравнение:

$$\eta_v = \frac{T_0}{T_0 + \Delta T} \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \left(\frac{P_a}{P_0} - \frac{P_r}{P_0 \cdot \varepsilon} \right). \quad (1)$$

В данном уравнении η_v зависит от подогрева воздуха ΔT степени сжатия ε, давления впуска P_a и выпуска P_r. Н.В. Установлено, что основным фактором, влияющим на η_v, является величина P_a. При уменьшении P_a на 10кПа при прочих равных условиях η_v уменьшился на 17%.

По данным [2, 3], величина P_r мало влияет на η_v. Так, при уменьшении P_r с 150 кПа [2] до P_0, т. е. на 45%, величина η_v уменьшилась всего на 1%. Если на основании этого принять $\frac{P_r}{P_0} = 1$, то (1) примет вид:

$$\eta_v = \frac{T_0}{T_0 + \Delta T} \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot P_a - P_0}{\varepsilon \cdot P_0} \right). \quad (2)$$

Величину P_a определим из уравнения:

$$P_a = P_0 - \Delta P, \quad (3)$$

где ΔP -сопротивление впускной системы.

Решением уравнения Бернулли для потока воздуха в сечениях впускного коллектор и проходное сечение впускного клапана определим величину ΔP:

$$\Delta P = (1 + \xi) \cdot \frac{\omega_{кл}^2 \cdot \gamma_0}{2g}, \quad (4)$$

где ξ - суммарный коэффициент местных сопротивлений, определенный по методике И.Е. Идельчика [1]; $\omega_{кл}$- скорость воздуха в сечении клапана.

Для определения $\omega_{кл}$ используем уравнение неразрывности потока:

$$F_П \cdot v_П = f_{кл} \cdot \omega_{кл}, \quad (5)$$

откуда

$$\omega_{кл} = v_П \cdot \frac{F_П}{f_{кл}} = \frac{S \cdot n}{30} \cdot \frac{F_П}{f_{кл}} = \frac{n \cdot V_h}{30 \cdot f_{кл}}. \quad (6)$$

Тогда формула (4) примет вид:

$$\Delta P = (1+\xi)\cdot\frac{\gamma_0\cdot n^2}{1800\cdot g\cdot 10^4}\cdot\left(\frac{V_h}{f_{кл}}\right)^2. \quad (7)$$

Подставив значение ΔР в формулу (3) и затем в (2), получим новый вид уравнения для определения η_v:

$$\eta_v = \frac{T_0}{T_0+\Delta T}\cdot\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}\cdot\frac{\varepsilon\cdot\left(P_0-(1+\xi)\cdot\frac{\gamma_0\cdot n^2}{1800\cdot g\cdot 10^4}\cdot\left(\frac{V_h}{f_{кл}}\right)^2\right)-P_0}{\varepsilon\cdot P_0} \quad (8)$$

Предлагаемое уравнение позволяет определять величину η_v при различных оборотах с учетом конструктивных размеров двигателя.

Список литературы

1. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям [Текст]/ Под ред. М.О. Штейберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория ДОЗ рабочих процессов: Учеб. [Текст]/ В.Н. Луканин [и др.] // Под ред. В. Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 368 с.

3. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для ВУЗов [Текст]/ О.И. Поливаев [и др.]. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 288 с.

УДК 621.433.2

Божко А.В., Заболотная А.А., Зобов С.Ю., Деркачев Н.А.

ВЛИЯНИЕ ГОМОГЕНИЗАЦИИ СМЕСИ В ДВИГАТЕЛЯХ С ВОСПЛАМЕНЕНИЕМ ОТ ИСКРЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье изложено влияние состава смеси на экологические показатели двигателя, и пути повышения экологических показателей двигателя с воспламенением от искры.*

Ключевые слова: *двигатель, экология, состав смеси, природный газ.*

Annotation. *The article describes the influence of the mixture on the environmental performance of the engine, and ways to improve the environmental performance of the engine with a spark ignition.*

Key words: *engine, environment, the composition of the mixture, natural gas.*

Широкое развитие во всем мире автомобильной промышленности привело к перенасыщению городов автомобильным транспортом, что увеличило и загрязнение атмосферы токсичными газами, и увеличило потребление топлива. Это положение потребовало, в первую очередь, разработки мер по уменьшению токсичности транспортных ДВС по трем основным составляющим: CO, C_xH_y и NO_x.

Таким образом, прогресс автомобильных легких двигателей стал определяться обязательным обеспечением малой токсичности и хорошей экономичности одновременно, что связано с совершенствованием рабочего процесса двигателя, т.е. процессов смесеобразования и горения.[2, 4]

Полнота сгорания зависит в основном от среднего состава смеси α и качества перемешивания топлива с воздухом, т. е. от макро- и микросмешения.

Требования к макросмешению вытекают из условия, что именно коэффициент избытка воздуха α в основном определяет состав продуктов сгорания и удельный расход топлива двигателем, хотя α различно влияет на концентрацию в продуктах сгорания CO, C_xH_y и NO_x смотрите рисунок. Если теоретически CO и C_xH_y находятся только в продуктах сгорания богатых смесей когда α<0,8, то при правильной организации микросмешения данные компоненты в бедных смесях α> 1,2 не образуются, то NO_x в наибольших количествах образуется при α=1,1…1,3, соответствующем максимальной температуре продуктов сгорания при наличии избыточного кислорода. По мере обеднения или обогащения смеси концентрация NO_x в продуктах сгорания снижается, и достигает незначительной величины уже приα> 1,3 или α< 1,0.[1]

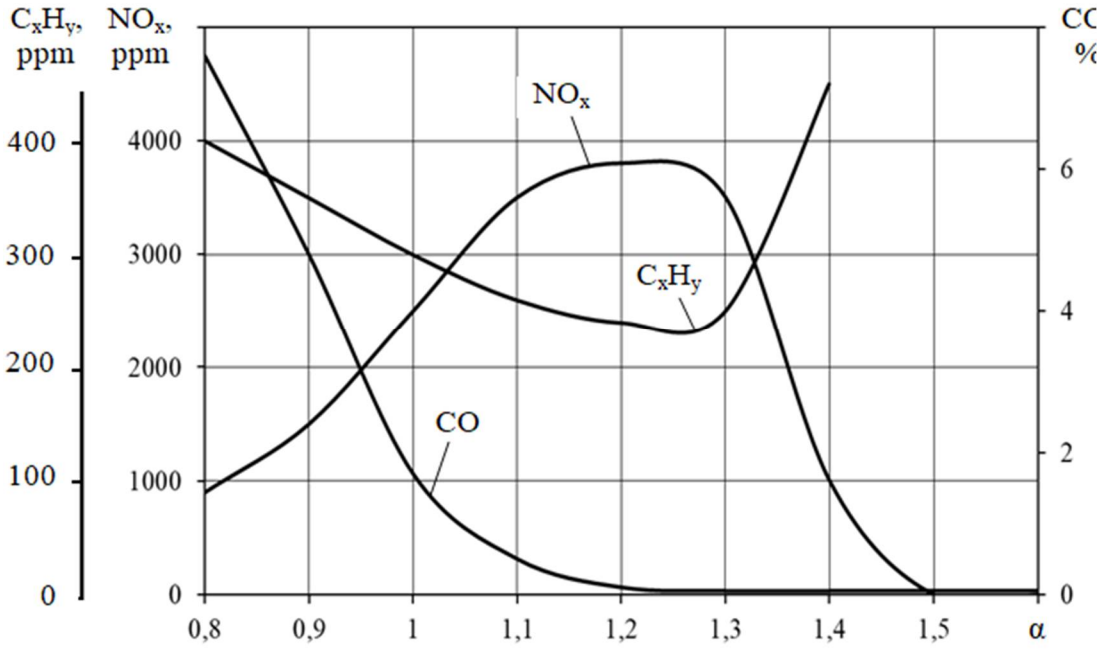


Рисунок. Изменение содержания токсичных компонентов в отработавших газах двигателей с искровым зажиганием от коэффициента избытка воздуха.

Отсюда следует, что при сгорании смеси с α = 1,4 процесс малотоксичен по двум компонентам. По мере же дросселирования из-за уменьшения температуры сгорания и повышения доли остаточных газов теоретический состав смеси минимальной токсичности будет постепенно приближаться к стехиометрическому. Что же касается топливной экономичности, то известно, что в двигателях с воспламенением от искры g_{emin} соответствует $\alpha_{эк}$= 1,05…1,1, хотя термический КПД цикла растет по мере обеднения смеси. При дросселировании значения $\alpha_{эк}$ уменьшаются, попадая в область богатых смесей. Однако такие значения $\alpha_{эк}$ в основном определяются затруднениями в формировании очага пламени от искрового источника и, как правило, приводят к затягиванию горения, то есть увеличение мощности искры перемещает $\alpha_{эк}$на большие значения ($\alpha_{эк}$ = 1,15…1,2). При факельном зажигании $\alpha_{эк}$ растет до $\alpha_{эк}$=1,4…1,6. Это означает, что есть средства сближения значений коэффициентов избытка воздуха, соответствующих минимальной токсичности и экономичности. Одно из таких средств совершенствование микросмешения посредством гомогенизации заряда. [2, 3]

В двигателях с воспламенением от искры работающем на жидком топливе вследствие большой неоднородности гетерогенного топливного заряда, поступающего в цилиндры двигателя, появляются зоны богатой и бедной смесей. Поэтому при среднем составе смеси, например при α = 1, несмотря на достаточное количество кислорода в среднем, работа двигателя связана с некоторой неполнотой сгорания. По мере обеднения смеси сокращается доля заряда, неполно сгорающего в локальных зонах, уменьшается температура цикла, повышается показатель политропы. Однако это положительное влияние термодинамических факторов, повышающих КПД цикла, как правило, сопровождается уменьшением скорости сгорания, несвоевременным выделением теплоты, увеличением относительных потерь и не идентичностью последовательных циклов.

Таким образом, реальные условия обеспечения малотоксичной работы двигателя по основным токсичным составляющим не полностью соответствуют требованиям экономичного рабочего процесса главным образом из-за несоблюдения требований по микросмешению, которые сводятся к полной гомогенизации заряда. Наличие же жидких капель искажает процесс горения по ряду причин.

Во-первых, жидкая фаза (даже микроразмера) обедняет смесь в основном заряде, так как плотности жидкости и газа различаются на три порядка; поэтому между номинальным средним составом заряда (с учетом жидкой фракции) и фактическим средним составом газовой смеси (без учета жидкой фракции) появляется разница, влияние которой сказывается при работе на обедненных смесях. Это сужает предел обеднения заряда. Во- вторых, жидкая частица порождает вокруг себя паровое облако, в котором есть переобогащенные слои; они сгорают по законам диффузионного факела неполно, с выделением CO и углеводородов. В-третьих, наличие капель

топлива, характеризующих «мокрую смесь», может нарушить работу свечей зажигания, что отразится на качестве горения, уменьшить детонационную стойкость двигателя (наличие топливных «ядер» способствует самовоспламенению), вызвать конденсацию топлива на стенках и, как следствие, смыв смазки, разжижение масла, отложения нагара. И только «сухая» (гомогенная) топливовоздушная смесь обедненного состава может обеспечить оптимальные полноту и своевременность сгорания топлива [2].

Таким образом, решение проблемы создания высокоэкономичного малотоксичного двигателя с искровым зажиганием связано с двумя задачами совершенствования системы питания автомобильных бензиновых двигателей: с высококачественным смесеобразованием посредством гомогенизации горючей смеси, то есть гарантированным смешивания топлива с воздухом до начала горения, и с оптимизацией дозирования топлива, с тем чтобы в каждом цикле и цилиндре был требуемый состав смеси.

И если со второй проблемой на современных двигателях справились применением электронного управления топливоподачей. То над первой ещё работают. Для гомогенизации рабочей смеси в качестве топлива целесообразней использовать природный газ. Его не нужно испарять, что приводит к хорошему смешиванию с воздухом. А так как природный газ имеет высокое октановое число 115 единиц, то это позволяет повысить степень сжатия в двигателе, тем самым повысив мощностные и топливо экономические показатели двигателя. Таким образом, дальнейшее перспективное направление развития двигателей с воспламенением от искры — это совершенствование систем питания и зажигания для работы двигателя на бедных смесях и газообразных видах топлива.

Список литературы

1. Божко, А.В. Устройство для очистки отработанных газов дизеля [Текст]/ А.В. Божко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2007. – № 14. – С. 169-174.

2. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория ДОЗ рабочих процессов: Учеб. [Текст]/ В.Н. Луканин [и др.] // Под ред. В. Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 368 с.

3. Конструкция тракторов и автомобилей: Учебное пособие для ВУЗов [Текст]/ О.И. Поливаев [и др.]. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 288с.

4. Терехов Д.Ю. Впуск воды в двигатель внутреннего сгорания[Текст]/ Д.Ю. Терехов, А.Н. Кузнецов, О.И. Поливаев // Современные научно-практические решения в АПК Материалы международной научно-практической конференции, 2017. – С. 139-144.

УДК 681.586.326

Бурдыкин В.Д., Зобов С.Ю.

ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УСИЛИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Предлагается конструкция датчика, которая позволяет измерять деформации поверхностей деталей на поверхности, которых не представляется возможность разместить тензорезисторы.*

Annotation. *The design of the sensor is proposed, which allows to measure the deformation of the surfaces of parts on the surface of which it is not possible to place the strain gauges.*

Ключевые слова: *датчик, тензорезистор, деформация.*

Key words: *sensor, tensor, deformation*

При проведении экспериментальных исследований возникает необходимость замера деформации и напряжений возникающих в деталях. Существующие механический мерительный инструмент не позволяет фиксировать малые деформация (менее 0,001). Измерение малых деформаций и напряжений можно выполнить используя тензорезисторы и соответствующую измерительную аппаратуру. Однако, кофигурация поверхности деталей и их размеры не позволяют разместить на них тензорезисторы. Поэтому появляется необходимость разрабатывать новые методы измерения малых деформаций. Предлагается датчика, позволяющая решить данные проблемы.

Конструкция датчика относится к измерительной технике и может быть использовано, в частности, для измерения динамических и статистических усилий при испытаниях машин и механизмов. Известные устройства для измерения усилий, содержащие упругий элемент в виде пластины, на боковых сторонах которой размешены тензорезисторы, имеют значительную погрешность измерения динамических усилий вследствие низкой поперечной жесткости упругого элемента, способствуюшей возникновению поперечных колебаний в процессе измерении [1]. Наиболее близким к предлагаемой конструкции датчика по технической сущности и достигаемому результату является устройство, содержащее упругий элемент, выполненный в виде двух параллельно расположенных пластин, одна пара которых жестоко соединена между собой, а другая прикреплена к взаимно подвижным кронштейнам, и тензорезисторы, размешенные на боковых сторонах упругого элемента [2].

Недостатки известного устройства заключаются в сложности его конструкции низкой чувствительности и большой жесткости.

Конструкция предлагаемого датчика позволяет повысить чувствительность и устройства.

Указанная цель достигается тем, что в устройстве для измерения усилий, содержащем упругий элемент с тензорезисторами, упругий элемент имеет в поперчном сечении Н-образный профиль и изогнут по дуге в плоскости, перпендикулярной к его параллельным пластинам, поперечная пластина перфорирована, причем радиус кривизны упругого элемента выбран таким, что отношении стрелы начального прогиба к общей длине (*в*/*а*) устройства находится в предела 0,01-0,1.

На рис. 1 дано устройство, вид сбоку; на рис. 2 - сечение А-А на рис. 1.

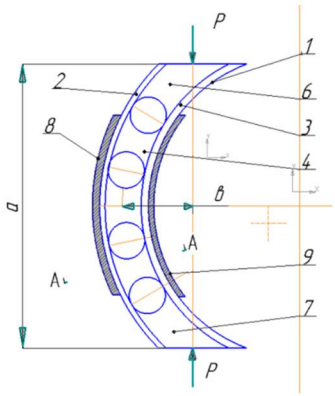


Рисунок 1.

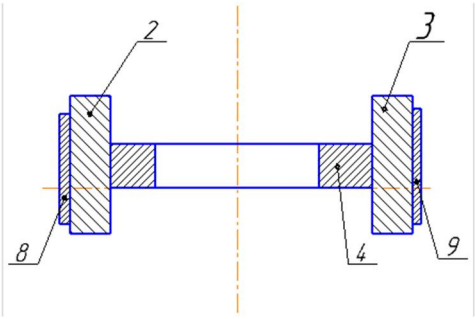


Рисунок 2.

Устройство для измерения усилий содержит упругий элемент 1, выполненный в виде двух параллельных изогнутых по дуге пластин 2 и 3, соединенных между собой стенкой 4, снабженной перфорационными отверстиями 5. На концах упругого элемента 1 закреплены бобышки 6 и 7, а на его боковых сторонах - тензорезисторы 8 и 9, включаемые в полумостовую или мостовую схему. Пластины 2 и 3 упругого элемента 1, соединенные стенкой 4, образуют в поперечном сечении Н-образный профиль упругого элемента.

При продольном нагружении датчика, перемещение измеряемой точки воспринимается бобышкой 6, через которую воздействует на изогнутые по дуге пластины 2 и 3 упругого элемента 1, опирающегося бобышкой 7 на неподвижное основание измерительного устройства. Перемещение бобышки 6 сопровождается увеличением кривизны пластин 2 и 3, причем на поверхности пластины 2 возникают напряжения сжатия, а на поверхности пластины 3 - напряжения растяжения, которые воспринимаются тензорезисторами 8 и 9 соответственно и передаются на вход измерительного устройства. Продольная стенка 4 препятствует сближению пластин 2 и 3 между собой, что устраняет искажений линейности характеристики датчика. Вместе с этим стенка 4 повышает поперечную жесткость упругого элемента 1. Влияние стенки 4 на напряжения в пластинах 2 и 3 от продольного изгиба сведено до минимума наличием перфорационных отверстий 5 без заметного снижения поперечной жесткости упругого элемента 1.

Выполнение упругого элемента Н-образного профиля в поперечном сечении обеспечивает получение максимальных напряжений растяжения и сжатия в

местах расположения тензорезисторов 8 и 9 па поверхностях пластин 2 и 3. При увеличении ширины стенки 4 возрастает разность напряжений, что способствует повышению чувствительности устройства.

Критическая нагрузка для стержня с шарнирно закрепленными концами. Формула Эйлера.

Рассмотрим двухопорный стержень (рис.3), сжатый осевыми силами P, и предположим, что стержень получил прогиб в плоскости *yOz.* Если в сечении стержня возникнут изгибающие моменты, способные удержать стержень в изогнутом состоянии, то первоначальная прямолинейная форма равновесия стержня окажется неустойчивой.

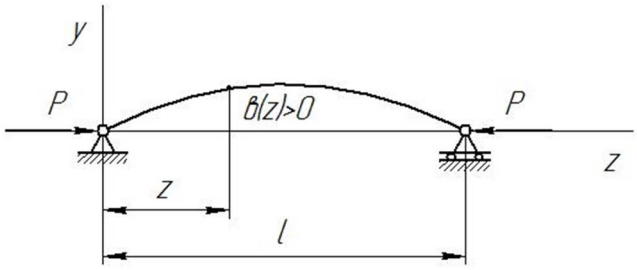


Рисунок 3.

Необходимо оценить зависимость величины прогиба датчика от действия осевой силы. Решение этой задачи проводили с использованием модели двухопорного стержня сжатого осевой силой P [3]. Если в сечении стержня возникает изгибающий момент, способный удержать стержень в изогнутом состоянии, то первоначальная прямолинейная форма равновесия стержня окажется неустойчивой. В этом случае уравнение изгиба стержня имеет вид

$$EJ_x \frac{d^2b}{dz^2} = -M_X. \quad (1)$$

Изгибающий момент в сечении равен

$$M_X = Nb(z). \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) получаем дифференциальное уравнение изгиба стержня

$$\frac{d^2b(z)}{dz^2} + \lambda^2 b(z) = 0. \quad (3)$$

где

$$\lambda^2 = \frac{N}{EJ_x} \quad (4)$$

Решение уравнения (3) можно записать в виде

$$b(z) = C_1 cos\ \lambda z + C_2 sin\lambda z. \quad (5)$$

где C_1, и C_2 — произвольные постоянные.

При z= 0 прогиб b(0) =0, поэтому получаем (C_1 = 0)

$$b(z) = C_2 sin\lambda z. \quad (6)$$

Прогиб снова обращается в нуль при z = *в,* и потому

$$C_2 sin\lambda l = 0. \quad (7)$$

Здесь $C_2 \neq 0$, так как при $C_2 = 0$ прогиб стержня вообще отсутствует, а в нашем случае рассматривается изогнутое состояние стержня. При $C_2 \neq 0$ $sin\lambda l$=0 и, следовательно,

$$\lambda l = k\pi, \tag{8}$$

где k = 0, 1, 2, ... Значение k = 0 не представляет интереса, так как соответствует прямолинейному состоянию стержня

Равенства (4) и (8) приводят к формуле Эйлера

$$P_{\text{кр}} = \frac{k^2\pi^2\, EJ_x}{l^2} \tag{9}$$

где k = 0, 1, 2, ... Значение k = 0 не представляет интереса, так как соответствует прямолинейному состоянию стержня.

Из соотношения (9) вытекает, что имеются бесчисленные значения P, при которых могут существовать изогнутые формы равновесия стержня.

Наименьшее значение осевой силы (первое критическое значение) получается при к = 1:

$$P = P_{\text{кр}} = \frac{\pi^2\, EJ_x}{a^2}. \tag{10}$$

При $P > P_{\text{кр}}$ уже возможна потеря устойчивости стержня, и поэтому значение осевой силы, найденное по формуле (10), называется критическим.

Более точная модель основана на строгой нелинейной постановке задачи. Сделав один шаг по учету деформированного состояния - приняв во внимание изгибающий момент от осевой силы, следует сделать и второе уточнение краевого условия при $z = a$, так как вследствие изгиба стержня происходит смещение опоры на величину Δ (рис. 4).

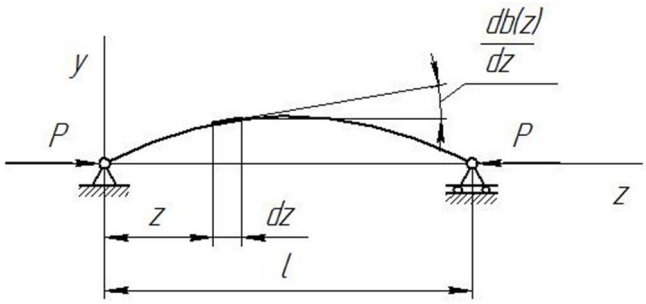


Рисунок 4.

Пренебрегая деформацией сжатия стержня, можем представить, что элемент стержня *ds* проектируется па ось z как отрезок *dz,* и в результате

$$\triangle = \int_0^l (ds - dz) = \int_0^l \left(\sqrt{1 + \left(\frac{db}{dz}\right)^2}\, dz - dz \right) = \frac{1}{2}\int_0^l \left(\frac{db}{dz}\right)^2 dz. \tag{11}$$

Краевое условие на втором конце стержня будет таким:

$$b(a - \triangle) = 0 \tag{12}$$

Далее следует использовать точное выражение для кривизны стержня, и тогда дифференциальное уравнение изгиба становится следующим:

$$EJ_x \frac{\frac{db^2}{dz^2}}{\left[1+\left(\frac{db}{dz}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}} + Pa(z) = 0. \quad (13)$$

Уравнение (13) и краевое условие позволяют получить точное решение. Не рассматривая самого решения, укажем простую зависимость, вытекающую из него;

$$\frac{a_{max}}{b} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}\sqrt{1 - \frac{P_{кр}}{P}}. \quad (14)$$

Выбор радиуса кривизны по цуге пластин упругого элемента определяется отношением стрелы исходного прогиба (*в*) к общей длине устройства (*а*), т. е. чувствительность датчика зависит от отношения *в/а*. Исследования показали, что линейность характеристики датчика обеспечивается при отношениях *в/а* в пределах 0,01-0,1.

При отношениях *в*/*а* <0,01 возрастает жесткость датчика (так как его ось приближается к прямой) и чувствительность, однако резко нарушается линейность характеристики и отмечается нестабильность выходного сигнала.

При отношениях *в/а*>0,1 значительно снижаются жесткость и чувствительность датчика, что приводит к снижению точности измерения устройством.

Список литературы

1. Патент РФ №1030676 А, МПК G01L1/22 . Устройство для измерения усилия [Текст]/ М.В. Кольцов, В.Д. Бурдыкин (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ (RU)-№3427654/18-10, заявл.25.01.82; опубл. 23.07.83. Бюл. № 27. – 4с.

2. Биргер И.А. Сопротивление материалов [Текст]/ И.А. Биргер, Р.Р. Мавлюков//Учебное пособие.– М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.– С. 426-429.

3. Макаров Р.А. Тензометрия в машиностроении [Текст]/ Р.А. Макаров. – М: Машиностроение, 1975.– С. 114-119.

УДК 621.436.02

Бурдыкин В.Д., Остриков В.В.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЫЛИТЕЛЯ НА ЛАКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ЕГО ПОЛОСТИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Исследовалось влияние температуры распылителя на лаковые и коксовые отложения. Установлено, что температурный режим распылителя не является определяющим фактором, влияющим на закоксовывание сопел распылителя. Опыты показали, что нагрев распылителя до 250° С не приводит к*

закоксовыванию. При температуре выше 220°С образуется лишь лаковая пленка на поверхности иглы.

Ключевые слова: *распылитель, закоксовывание, температура, дизельное топливо.*

Annotation*. The effect of the spray temperature on lacquer and coke deposits was studied. It is established that the temperature regime of the sprayer is not a determining factor affecting the coking of the nozzles of the sprayer. Experiments have shown that heating the atomizer to 250° C does not lead to coking. At temperatures above 220°C, only a lacquer film is formed on the surface of the needle.*

Key words: *spray, coking, temperature, diesel fuel.*

Экономические показатели дизельных двигателей во многом определяются техническим состоянием топливной аппаратуры и в частности многодырчатыми форсунками, устанавливаемыми на дизелях с непосредственным впрыском.

Опыт эксплуатации автотракторных дизелей показывает, что наибольшее количество отказов приходится на элемента топливной аппаратуры, в частности на форсунки. Распылитель форсунки во многом определяет срок службы всей форсунки. От него зависит качество распыливания топлива и, как следствие, смесеобразования, полнота сгорания.

Корпус распылителя работает в тяжелых условиях, поверхность подвержена воздействиям высоких температур, переменному давлению топлива и цилиндровых газов, а также химически активных продуктов сгорания. Наибольшему воздействию всех этих факторов подвержены распыливающие отверстия могодарчатых распылителей, вследствие чего сопла закоксовываются и снижается пропускная способность распылителей.

В условиях эксплуатации это приводит к снижению мощности, развиваемой двигателем, неравномерности подачи топлива по цилиндрам, ухудшению смесеобразованию, увеличению удельного расхода топлива и повышению динамических нагрузок на детали двигателя [1, 2].

Исследованию процесса закоксовывания распылителя посвящено много работ. Определенный интерес представляют исследования по влиянию конструтивных параметров топливной аппаратуры на протекание конечной фазы впрыскивания и, как следствие, на закоксовывание распылителей [3, 4, 5].

Рядом работ предлагается [6, 7, 8] уменьшить массу подвижных деталей, ход иглы, увеличить жесткость пружины, улучшить чистоту поверхности распыливающих отверстий.

Исследования, проведенные авторами [9,10] признают влияние температуры распылителя на закоксовывание распыливающих отверстий. Но многие данные о критической температуре, исключающей его закоксовывание, разноречивы. Из литературных источников интервал безопасной работы с точки зрения закоксовывания распылителей составляет 125-275^{O}С. Для достижения указанной температуры применяются различные конструктивные мероприятия [11, 12].

Однако остается неясным, является ли причиной закоксовывания нагрев распылителя до высокой температуры или проникновение газов в полость распылителя через сопла.

В данной работе была сделана попытка изучить возможность закоксовывания распылителя при его нагреве до высокой температуры в тех случаях, когда исключался прорыв горячих газов через сопла из цилиндра двигателя. Исследования проводились с многосопловыми форсунками ФД-22 на двигателе и на специальной безмоторной установке, схема которой показана на рис.

Установка состоит из нагревательного элемента 1, автотрансформатора *2,* хромель-копелевой термопары *3,* отводящей топливо трубки *4,* милливольтмера *5.* Топливо подавалось насосом УТН-5, установленным на стенде СДТА-2, через форсунку *6* и от форсунки отводилось по трубке *4.* Температура поддерживалась постоянной в течение всего опыта за счет регулирования напряжения на нагревательном элементе *1* автотрансформатором *2.* Опыты проводились при частоте вращения кулачкового вала насоса 650 мин$^{-1}$ и подаче топлива 254-30 мм^3/цикл. Температура носка распылителя изменялась в пределах от 210 до 250°С, т. е. была выше «порога» закоксовывания. Продолжительность каждого опыта как на двигателе, так и на безмоторной установке составляла 4 часа. В результате исследований на двигателе было установлено, что закоксовывание распылителей зависит от давления начала вспрыска топлива, массы подвижных деталей форсунки и жесткости пружины. Интенсивное закоксовывание сопел сопровождалось отложением кокса и лаковой пленки на поверхностях иглы распылителя. Слой кокса на конусе иглы достигал толщины 0,1 мм. Для безмоторных испытаний была взята форсунка, наиболее склонная к закоксовыванию на двигателе. Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

№ п/п	Масса штанги, г	Жесткость пружины, кН/м	Температура распылителя, °С	Давление начала впрыскивания, МПа	Эффективное сечение сопел, мм^2		Уменьшение сечения сопел, (закоксовывание), %	Закоксовывание распылителей на двигателе,%
					До опыта	После опыта		
1	15,5	193,4	210	17,5	0,232	0,232	0	1,3
2	15,5	193,4	220	17,5	0,232	0,232	0	1,3
3	15,5	193,4	230	17,5	0,230	0,229	0,4	1,3
4	15,5	193,4	250	17,5	0,234	0,234	0	1,3
5	15,5	193,4	250	10,0	0,235	0,233	0,6	44,1
6	31	193,4	250	12,5	0,234	0,233	0,4	45
7	15,5	99,7	250	10,0	0,233	0,232	0,4	22,5

В первых четырех опытах температура носка распылителя на безмоторной установке увеличивалась от 210 до 250°С. Форсунка была укомплектована серийной пружиной и штангой с массой 15,5 г. На безмоторной установке площадь

эффективного сечения сопел не изменялась. На двигателе Д-65Н при тех же условиях испытаний она уменьшалась на незначительную величину – примерно на 1%.

В пятом опыте было уменьшено давление начала впрыска топлива до 10 МПа. В шестом опыте увеличена масса штанги в два раза –до 31 г и снижено давление начала впрыска до 12,5 МПа, а в седьмом – уменьшена жесткость пружины форсунки примерно в два раза против серийного варианта. Как видно из таблицы, в трех последних опытах при температуре носка распылителя 250°С на безмоторной установке площадь эффективного сечения сопел уменьшалась всего на полпроцента, что находится в пределах точности измерений. В то же время на двигателе Д-65Н закоксовывание форсунки составило 44,1; 45,0 и 22,5% соответственно. Следует отметить, что на безмоторной установке температура носка распылителя в этих опытах значительно превышала «порог» закоксовывания.

На безмоторной установке при температуре носка распылителя от 220°С и выше на поверхности иглы отлагалась весьма тонкая прозрачная тонкая пленка светложелтого цвета. Появление такой пленки объясняется окислением топлива кислородом воздуха, растворенного в нем. Закоксовывание сопел на двигателе Д-65Н всегда сопровождалось отложением кокса и лаковой пленки темно-коричневого цвета на поверхностях иглы распылителя.

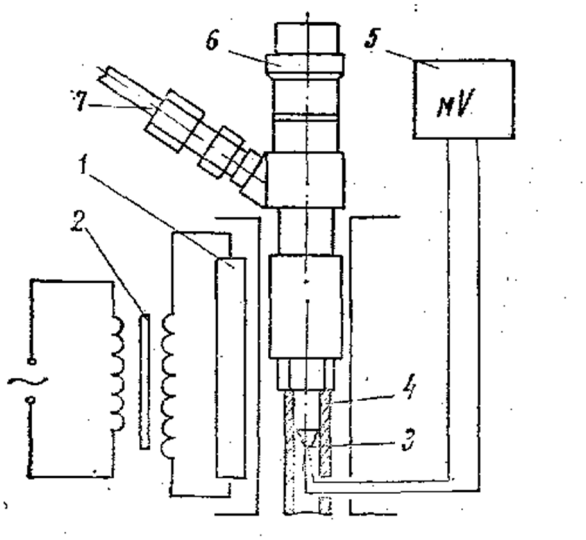


Рисунок. Схема безмоторной установки

Из сравнения результатов исследований на двигателе Д-65Н и безмоторной установке был сделан вывод, что причина закоксовывания сопел – не нагрев распылителя до высокой температуры, а горячие газы, проникающие в распылитель из цилиндра двигателя. В тех случаях, когда горячие газы не заходили в полость распылителя, как это имело место на безмоторной установке, кокс не отлагался на поверхностях иглы и в соплах распылителя, даже при нагреве его носка до температуры 250°С. Следовательно, для устра-

нения закоксовывания распылителя необходимо, прежде всего, не допустить прорыва газов в его полость через сопла из цилиндра двигателя.

Список литературы

1. Моисеев, А.И. Влияние режимов работы двигателя на закоксовывание многодарчатых распылителей [Текст]/ А.И. Моисеев, В.Д. Бурдыкин// Двигателестроение. – 1981. – № 7. – С.38-40.

2. Моисеев, А.И. Влияние закоксовывания распылителей форсунок на эффективные показатели дизеля [Текст]/ А.И. Моисеев, В.Д. Бурдыкин В.Д. / Тематический сборник научн.тр. «Повышение эффективности и совершенствования конструкции с.-х.тракторов». Воронеж. – 1980. –Т. 109. – С.71-74.

3. Астахов, И.В. Физические основы процесса впрыска топлива в дизелях// Автотракторные двигатели внутреннего сгорания [Текст] /Сб. науч.тр.– М.: МАДИ,1979. – С.37-52.

4. Бурдыкин, В.Д. Учет влияния амплитудно-частотных характеристик пружин на работу форсунок [Текст] //Двигателестроение. – 1983. – № 8. – С.3-25.

5. Мичкин, И.А. Результаты исследования конечной фазы процесса впрыска топлива [Текст]// Науч.тр./НАТИ. – 1962. – Вып.149. – С.79-87.

6. Астахов, И.В. Влияние величины объема форсунки на параметры топливоподачи и рабочий процесс дизеля [Текст]/ И.В. Астахов, А.С. Кузнецов// Энергомашиностроение. – 1978. – № 12. – С.37-39.

7. Бурдыкин, В.Д. Закоксовывание многодырчатых форсунок ФД-22 с разлитыми массами подвижных деталей и жесткостью пружин [Текст]// Воронеж, с.-х. ин-т. – Воронеж,1982. – 8с. – Библиогр.: С.8-12. – Деп. в ЦНИИТЭИ тракторсельмаш 25.10.82. № 299 т.с.

8. Бурдыкин, В.Д. Закоксовывание многострунных распылителей [Текст]/ Механизация и электрификация сел.хоз-ва. – 1983. – №12. – С.13-15.

9. Безуглый, А.Л. Максимально допустимая температура распылителей [Текст] /Автомобильная промышленность. – 1971. – №1. – С. 79-81.

10. Долинин, В.Н. Результаты исследования тепловой напряженности и работоспособности распылителей дизельной форсунки [Текст] / В.Н. Долинин, Ю.Я. Фомин // Проектирование и техническая эксплуатация судовых энергетических установок. –Л.: Транспорт,1975. – С.214-222.

11. Распылитель форсунки с повышенным теплооотводом иглы [Текст] / В.Д. Бурдыкин и др.// Пути улучшения технико-эксплуатационных качеств сельскохозяйственных тракторов/ Сб.науч.тр. – Воронеж.: Воронежский с.-х. ин-т. – 984. – С.19-25.

12. Николаенко, А.В. Снижение тепловой напряженности и коксования распылителей форсунок дизеля 64Н13/14 [Текст]/ А.В. Николаенко, А.А. Непомнящих, А.Т. аксимов //Двигателестроение. – 1987. – №11.– С.42-46.

УДК 629.33

Гудков В.В., Сокол П.А., Янин А.Н.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТКИ МНОГООСНЫХ КОЛЕСНЫХ ШАССИ С ЭЛЕКТРОТРАНСМИССИЕЙ

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 рассмотрены проблемы, возникающие при проектировании и создании перспективного специального многоосного колесного шасси с электротрансмиссией и пути их решения.*

Ключевые слова: *колесное шасси, мотор-колесо, электродвигатель, асинхронный, трансмиссия.*

Annotation. *The title of the text is the problems, arising during design and create of perspective special multiaxial wheeled chassis with electrified power trains and ways of dealing.*

Keywords: *Wheeled chassis, motor-wheels, electric motors, asynchronous, transmission.*

В настоящее время в различных отраслях профильных министерств и ведомств Российской Федерации широко применяются многоосные специальные колесные шасси (СКШ) и колесные тягачи, используемые под монтаж различных комплексов и систем. Для проектирования, производства и сборки многоосных СКШ необходимы соответствующие производственные мощности, конструкторские бюро с подготовленным и обученным коллективом специалистов и технологов, имеющих серьезный научно – технический задел в данной области, испытательные центры, тестирующие многоосные СКШ по специальным методикам испытаний для эксплуатации в различных климатических зонах и на неоднородных опорных поверхностях. Но пока в России отсутствуют предприятия, имеющие специальные конструкторские бюро и производственные мощности для сборки серийных полнокомплектных многоосных СКШ и колесных тягачей двойного назначения с колесной формулой 10×10, 12×12 и 16×16. Тем более, что в настоящее время осталось только одно такое отечественное специализированное предприятие – ООО «Брянский автомобильный завод», занимающееся выпуском СКШ, в основном с колесной формулой 6×6 и 8×8 и механической трансмиссией (рис. 1). Основным недостатком механической трансмиссии является ступенчатое изменение крутящего момента, осуществляемое для максимального использования мощности силового двигателя при изменении тягового усилия, определяемого сопротивлением движению машины [1]. А при малых скоростях движения многоосного СКШ и больших внешних сопротивлениях разрыв силового потока может вызвать остановку машины.

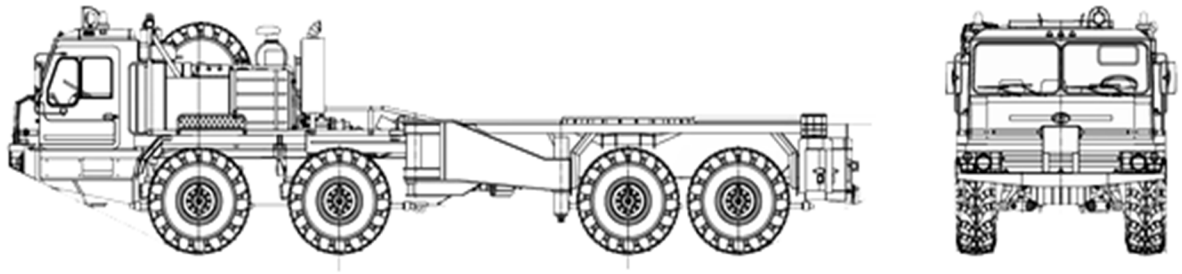
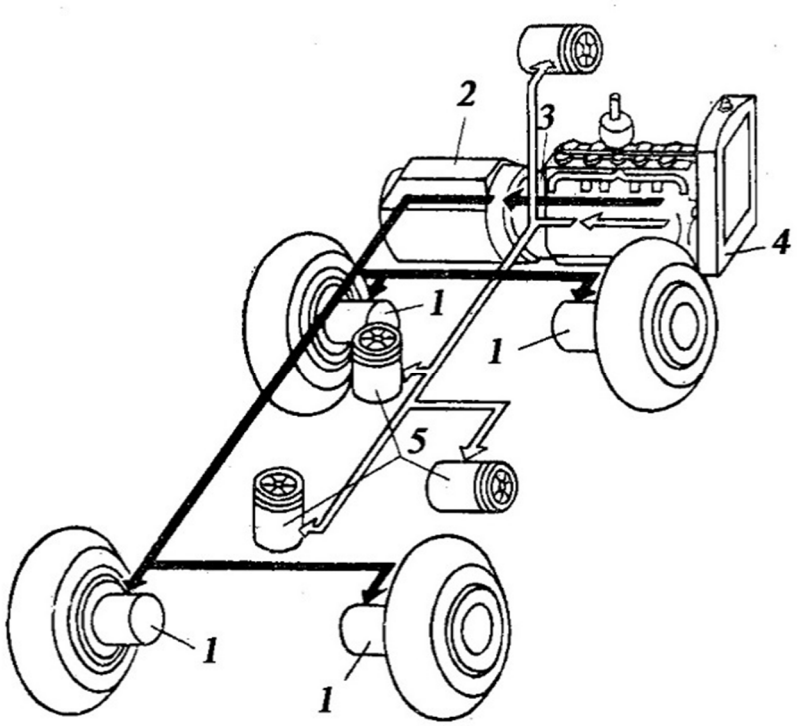


Рисунок 1. Шасси под монтаж БАЗ–6910

Для устранения этого недостатка трансмиссии конструктивно выполняют гидрообъемными либо электромеханическими, а также электрическими с индивидуальными мотор-колесами [3,4]. В электромеханических трансмиссиях механическая энергия, развиваемая силовым двигателем, преобразуется генератором переменного тока в электрическую энергию, а затем снова преобразуется в механическую ведущими колесами с тяговыми электродвигателями. Такая конструкция достаточно компактна и способна обеспечить высокие тяговые показатели, т.к. на каждое из ведущих колес подводится крутящий момент, величина которого не зависит от величины подводимого крутящего момента на любом другом из них (рис. 2-6).



1 – тяговые электродвигатели; 2 – генератор переменного тока; 3 – двигатель внутреннего сгорания; 4 – радиатор; 5 – электродвигатели вспомогательных механизмов

Рисунок 2. Схема тягача с электроприводом типа мотор-колесо

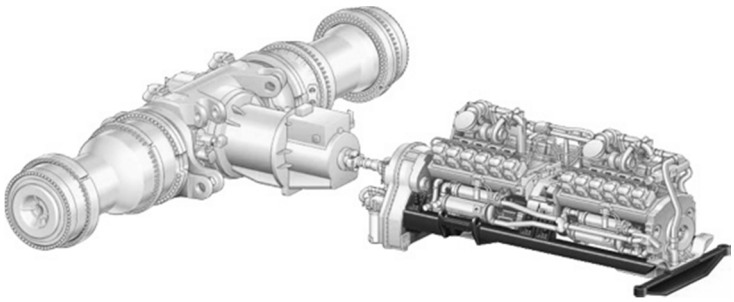


Рисунок 3. Силовой двигатель и электрическая трансмиссия



Рисунок 4. Колесный тяговый электродвигатель

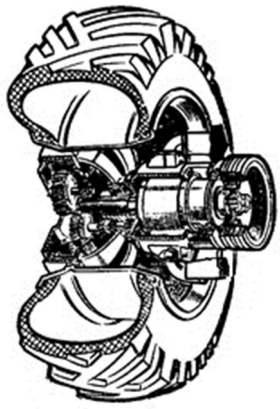
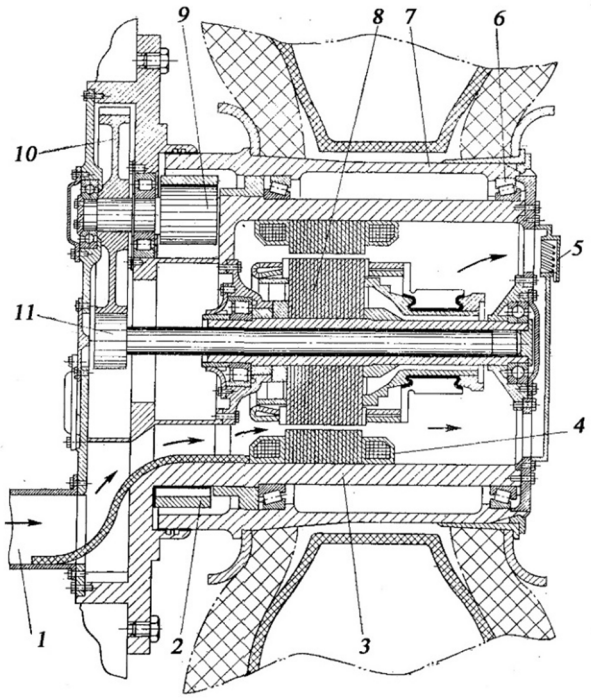


Рисунок 5. Общий вид мотор-колеса



1 – патрубок; 2 – эпициклическая шестерня; 3 – несущий кожух; 4 – статор; 5 – жалюзи; 6 – конические роликоподшипники; 7 – ступица; 8 – ротор; 9, 10, 11 – шестерни

Рисунок 6. Конструкция мотор-колеса

Специалисты акционерного общества «Ремдизель», ранее входившего в состав открытого акционерного общества «КамАЗ», уже несколько лет занимаются проектированием многоосного СКШ с электротрансмиссией (ЭМТ), но особых успехов пока не достигли, т.к. сказывается, видимо, отсутствие у конструкторского коллектива опыта работ в данной области, предусматривающего наличие многолетних наработок.

Предложения по замене многоосных СКШ производства Минского завода колесных тягачей (Белоруссия) на Российские аналоги периодически ставятся на повестку дня в целях импортозамещения и создания многоосных СКШ и колесных тягачей с улучшенными технико-экономическими характеристиками, в соответствии с требованиями основного заказчика. Заказчик ставил задачу профильным министерствам и ведомствам в свете меняющейся геополитической обстановки, по требуемым технико-экономическим характеристикам проектируемых многоосных СКШ с показателями, которые значительно бы превосходили возможности выпускаемой в настоящее время серийной техники, определив при этом головным исполнителем ОАО «КамАЗ» [2]. В рамках данного проекта предполагалось создание опытного образца многоосного СКШ с ЭМТ по схеме «мотор-колесо» и испытание его для апробации выбранных новых технических и конструктивных решений (рис. 7-8).



Рисунок 7. Балластный тягач с колесной формулой 8х8



а) б)

Рисунок 8. Специальное многоосное колесное шасси с колесной формулой 16х16 (а) и 12х12 (б)

Конструкторы пошли по пути применения дизель-электрического привода с электродвигателями, расположенными в ступицах ведущих колес,

при этом избавившись от громоздкой и сложной механической трансмиссии, что значительно снижало потери тяговой мощности. Расчет был на то, что при подаче питания на тяговые электродвигатели они практически сразу развивают максимальный крутящий момент, такая схема теоретически позволяет всем ведущим колесам шасси вращаться с разной скоростью, а при необходимости, и в разных направлениях. Однако, из-за сложности алгоритма согласования работы узлов и компонентов системы управления ведущими колесами на практике идея с мотор-колесами до сих пор не реализована на серийных многоосных колесных СКШ, несмотря на многочисленные попытки. Определенные трудности вызывает реализация на практике вопросов бесступенчатого регулирования скорости вращения и нагрузки асинхронных двигателей переменного тока. А к основным недостаткам электрических и электромеханических трансмиссий относится большая масса узлов и агрегатов, а также сравнительно малый КПД, поэтому наиболее перспективно применять их на машинах большой мощности.

Недостатков у схемы электротрансмиссии, предложенной конструкторами ОАО «КамАЗ» оказалось достаточно, и некоторые из них пока не могут быть устранены. Например, удар ведущим колесом о препятствие на опорной поверхности при движении, может стать причиной соприкасания обмоток тягового электродвигателя мотор-колес, что неизбежно вызовет выход узла из строя (чтобы получить наибольшую тяговую мощность, зазор между ротором и статором делают технологически минимальным). Электротрансмиссия может выйти из строя и при низких температурах (если придется для маскировки обесточить оборудование, то через некоторое время конденсат образуется на обмотках электродвигателей, и, при подаче питания велика вероятность короткого замыкания). Также отмечается наличие большого излучения в инфракрасном спектре, сложность эксплуатации во влажном климате, проблемы с преодолением бродов, неустойчивость оборудования к действию электромагнитного импульса при взрыве ядерных боеприпасов и работе в условиях противодействия комплексов радиоэлектронной борьбы. Основной нерешенной проблемой является обеспечение устойчивой и безотказной работы системы управления тяговыми электродвигателями ведущих колес многоосного СКШ.

Для транспортных средств специального назначения (ТССН) с электротрансмиссией необходимо проводить испытания в условиях, максимально приближенных к современным методам ведения боевых действий, когда противник применяет боеприпасы, генерирующие мощный электромагнитный импульс, иное оружие, основанное на нетрадиционных принципах, а также в различных климатических условиях и зонах. А для этого необходимо изменить, либо усовершенствовать существующие методики испытаний, решить проблемы по обновлению оборудования в научных и испытательных центрах, на полигонах (нужны испытания на подрыв, в том

числе в динамике, т.к., отрыв мотор-колеса может привести к короткому замыканию).

Как показала практика, разработка многоосных СКШ с длинноходной подвеской, позволяющей менять клиренс в пределах до 0,4 м, является крайне сложной инженерной и технической задачей, решить которую на серийных многоосных СКШ двойного назначения пока не удалось, а вывешивание ведущих колес во время движения по пересеченной местности может привести к снижению тяговых показателей, деформации и даже разрушению рамы шасси из-за увеличенных габаритов и большого веса смонтированного на шасси оборудования.

Далее, в качестве силового двигателя многоосного СКШ был выбран дизельный двигатель компании Detroit Diesel, принадлежащей концерну Daimler AG и находящемуся в стране, входящей в блок НАТО, а для дизель-генераторной установки был выбран вентильно-индукторный генератор с независимой обмоткой возбуждения, и, по результатам испытаний была выявлена его недостаточная мощность и значительное превышение уровня шума.

В результате итоги работы по созданию СКШ с электротрансмиссией нельзя считать положительными, где одной из причин является отсутствие подготовленных конструкторских кадров головного исполнителя с соответствующими знаниями в области проектирования многоосных СКШ. Предложенные асинхронные тяговые электродвигатели с масляным охлаждением имели большую массу и обладали низким КПД на пусковых режимах. Полноценные их испытания (нагрев, длительная работа на номинальной мощности при разных температурах, влажности, иных внешних факторов и др.) не были проведены из-за отсутствия собственного стендового оборудования, их надежность и эффективность не была оценена в полной мере.

В ходе выполнения работ необходимо создать новые методики испытаний многоосных СКШ с электротрансмиссией, досконально изучить потребности основного заказчика и учесть его специальные требования, но этим вопросам не было уделено должного внимания. Не были решены вопросы по защите от новых типов электромагнитного оружия вероятного противника, средств и комплексов радиоэлектронной борьбы, а также по снижению заметности в инфракрасном и радиодиапазонах. Не проведена апробация принятых технических решений применительно к эксплуатации многоосных СКШ в условиях Арктики, влажном климате, пустынной и горной местности. В полном объеме не были изучены вопросы защищенности ходовой части от подрыва на минах.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время и в ближайшем будущем в Российской Федерации пока не будет налажен выпуск многоосных СКШ с электротрансмиссией и колесной формулой 10х10, 12х12 и 16х16 по объективным и субъективным причинам. Данная проблема является актуальной и требует дальнейшего изучения.

Список литературы

1. Погарский, Н.А. Универсальные трансмиссии пневмоколесных машин повышенной единичной мощности [Текст]/ Н.А. Погарский, А.Д. Степанов // М.: Машиностроение, 1976 –224 с.

2. Военно-промышленный курьер [Текст]/ Еженедельное издание ООО Издательский дом «ВПК медиа». Издание № 25(493). 3-9 июля 2013 г.

3. Бухарин, Н.А. Автомобили. Конструкция, нагрузочные режимы, рабочие процессы, прочность агрегатов автомобиля. Учебное пособие [Текст]/ Н.А. Бухарин, В.С. Прозоров, М.М. Щукин. – Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1973. – 504 с.

4. Гуревич, А.М. Тракторы и автомобили. [Текст]/ А.М. Гуревич, Е.М. Сорокин // Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. «Колос», 1979 г. – 479 с.

УДК 621.43–57

Рябчук С.П., Туленинов Ю.А., Спицын И.А.

ПУСК ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740 В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРСУНОК ХОЛОДНОГО ПУСКА

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 рассматриваются мероприятия при подготовке к пуску двигателя в холодное время года. Предложена схема пуска двигателя КАМАЗ – 740 в условиях низких температур с использованием форсунок холодного пуска.*

Ключевые слова*: пуск двигателя, пусковая частота, электрофакельное устройство,форсунки холодного пуска.*

Abstract. *The article discusses the activities in preparation for starting the engine in the cold season. The scheme of starting of the engine KAMAZ – 740 in low temperature using the cold start injector.*

Key words*: engine start, starting frequency, electric flare device, cold start nozzles.*

В результате воздействия отрицательных температур ухудшается состав и качество топливовоздушной смеси, частота вращения коленчатого вала двигателя при пуске стартером становится значительно меньше, чем при пуске в условиях положительных температур. В связи с этим уменьшаются температура и давление конца такта сжатия и в итоге, при холодном пуске, внутри цилиндров двигателя просто не обеспечиваются необходимые условия для самовоспламенения в дизельных двигателях.

Таким образом, возможность пуска холодного двигателя внутреннего сгорания определяется его пусковыми качествами и эффективностью применяемой системы пуска.

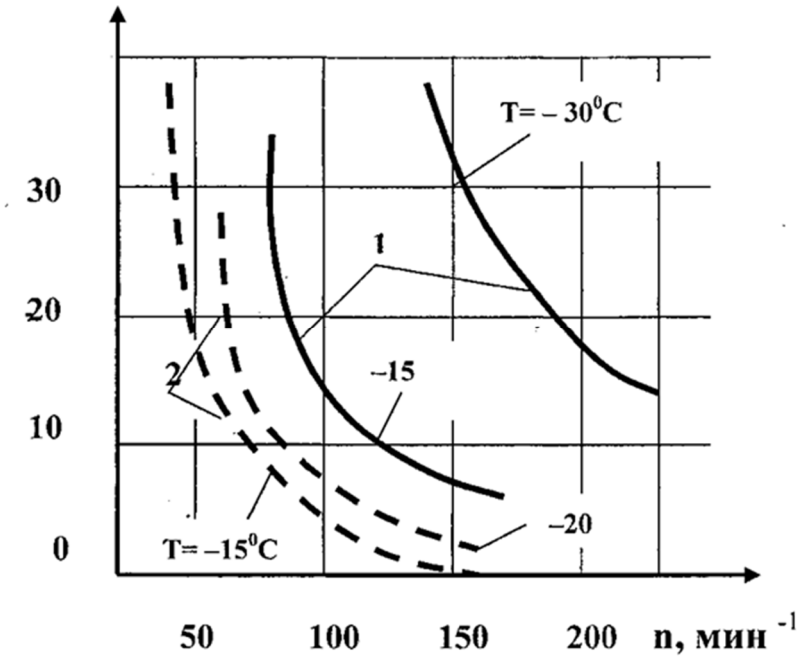
В дизельном двигателе параметры такта сжатия (давления и температуры) определяют надёжность самовоспламенения топлива. Для надёжного пуска дизельного двигателя необходимо, чтобы температура конца такта сжатия превышала температуру самовоспламенения топлива.

При пуске двигателя в условиях низких температур величина температуры конца такта сжатия снижается по ряду причин. Так уменьшение частоты вращения коленчатого вала двигателя стартером приводит к снижению средней скорости движения поршня. В результате промежутки времени, отводимые на протекание процесса сжатия, увеличиваются, низкая температура стенок цилиндров двигателя обуславливает значительную теплоотдачу от сжимаемого воздуха к стенкам цилиндров [1, 2].

Пусковое число оборотов проворачивания коленчатого вала двигателя является одним из основных факторов, от которого зависит успешный пуск двигателя.

В дизелях посторонний источник зажигания отсутствует, и надёжность самовоспламенения топлива определяется температурой конца сжатия, поэтому минимальное пусковое число оборотов у дизелей выше, чем у бензиновых двигателей. При температуре 0°С в качестве минимального пускового числа для дизелей с непосредственным впрыском принимают 50–120 оборотов в минуту.

Минимальные пусковые частоты определяются по зависимости времени пуска t_n от средней частоты вращения n коленчатого вала (рисунок 1).



1 – без средств облегчения пуска; 2 – со средствами облегчения пуска

Рисунок 1. Пусковая характеристика двигателя КАМАЗ-740

На двигателях КАМАЗ – 740 установлено электрофакельное устройство (ЭФУ), которое предназначено для облегчения пуска холодного двигателя при отрицательных температурах окружающего воздуха до -25°С. Применение электрофакельных подогревателей обеспечивает пуск различных типов дизелей на маловязких маслах при температурах до -20°С при частоте n = 70–80 об/мин. Основными недостатками ЭФУ являются:

- отсутствие у водителя информации о наличии факела в процессе пуска двигателя;
- дополнительный расход электроэнергии в момент пуска двигателя;
- нет предварительного подогрева моторного масла в поддоне двигателя, что увеличивает момент сопротивления проворачиванию стартера двигателя в связи с многократным увеличением вязкости моторного масла при температуре охлаждающего воздуху до -20°С.

В связи с вышеизложенным предлагается система пуска двигателя КАМАЗ – 740 в условиях низких температур с использованием форсунок холодного пуска.

Принцип действия предлагаемой системы основан на подогреве воздуха во впускных коллекторах с одновременным разогревом моторного масла в поддоне двигателя перед его запуском при низких температурах окружающего воздуха от -5 до -25°С, а также обогащении горячего воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, парами дизельного топлива в момент запуска двигателя стартером.

Данная система состоит из следующих элементов:

- две форсунки холодного пуска (устанавливаются вместо электро-факельных свечей);
- термовременное реле (устанавливается на впускном коллекторе двигателя);
- три пластины ПТС-45, работающие по принципу электрических нагревателей, запитанных от электросети автомобиля, из которых две для подогрева топливовоздушной смеси во впускных коллекторах и одна для подогрева масла в поддоне картера двигателя.

Схема системы пуска двигателя с форсунками холодного пуска приведена на рисунке 2.

Функционирует система холодного пуска двигателя следующим образом. Кнопкой дистанционного управления 1 водитель включает аккумуляторные батареи в бортовую сеть автомобиля. При низких температурах окружающего воздуха от -5 до -20 °С тумблером 15 в кабине водителя включаются три пластины ПТС- 45, из них: две для подогрева впускных коллекторов 13 и одна 12 для подогрева масла в поддоне двигателя. При этом напряжение от аккумуляторных батарей (АКБ) через амперметр 18, реле 20 и 14 поступает на пластину 12 ПТС- 45 разогрева масла в поддоне двигателя и через термовременное реле 8 на две пластины ПТС-45 для разогрева впускных коллекторов двигателя. Одновременно напряжение от АКБ поступает на термовременное реле 9.

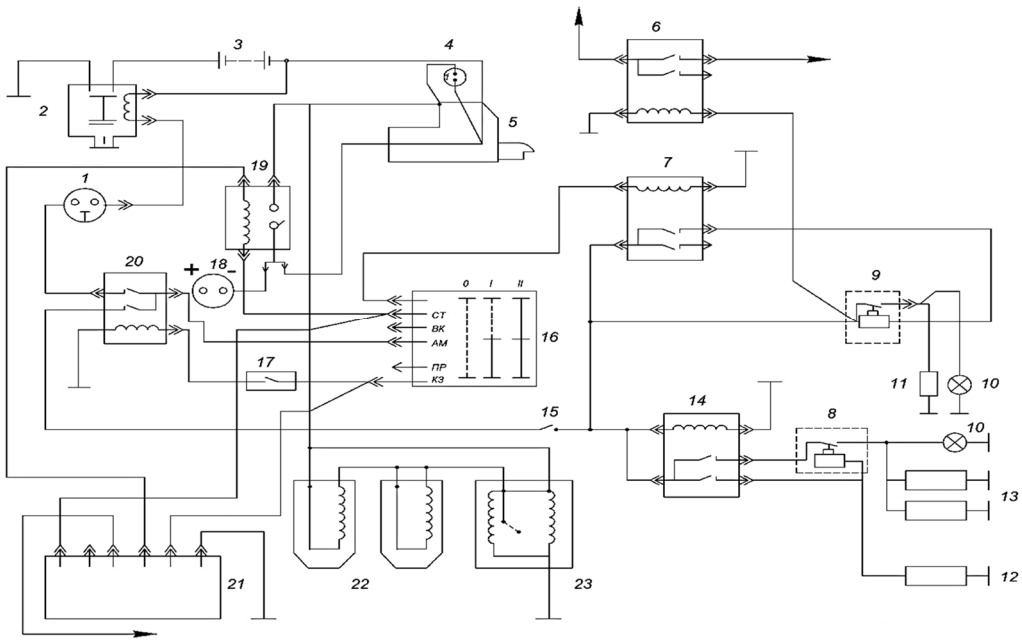


Рисунок 2. Схема системы пуска двигателя с форсунками холодного пуска

После того как пластины во впускном коллекторе 13 нагрелись до 220–250°С срабатывает термовременное реле 8 и отключает подачу тока на пластины 13, кроме пластины 12. В это время срабатывает термовременное реле 9, включая электромагнитный клапан 11 и контрольную лампу 10 блока контрольных ламп. При этом клапан 11 открывает доступ топлива к форсункам холодного пуска, а загорание контрольной лампы 10 указывает на готовность системы к пуску двигателя.

Кроме того, при включении тумблера 15 напряжение подается на реле 6, которое разрывает цепь обмотки возбуждения генератора, что необходимо для защиты обмоток форсунок холодного пуска от перенапряжения.

Остановимся подробнее на пластинах ПТС-45. Разработанная фирмой «БЕТА», это лента, полоска (ширина 70 мм, толщина 1,25 мм) из токопроводящего материала. Он интересен тем, что исключает опасность пожара при пропускании тока на неработающем двигателе (то есть без охлаждения потоком смеси), температура нагревательного элемента достигает до 285 °С. Одна пластина потребляет относительно небольшой ток, от 3,5 до 5А, т. е. суммарное потребление тока тремя пластинами составляет 11–15 А. Такая дополнительная нагрузка вполне допустима, для двух аккумуляторных батарей 6-СТ-190, установленных на автомобилях КАМАЗ [6].

Одновременно с подогревом впускных коллекторов и масла в поддоне двигателя, в результате химической реакции, происходит и разогрев электролита в аккумуляторных батареях.

Форсунки холодного пуска включаются в работу одновременно с запуском двигателя, сопла которых направлены на разогретые пластины ПТС-45. Топливо к ним, как и к электрофакельным свечам, подается от

топливоподкачивающего насоса низкого давления, который создает давление до 4 атмосфер.

Предложенная система значительно улучшит запуск двигателя КАМАЗ - 740 в условиях низких температур пи незначительных затратах на доработку.

Список литературы

1. Автомобили КамАЗ 6х6. Инструкция по эксплуатации. – М.: Воениздат, 1985.

2. Пуск холодных двигателей при низкой температуре [Текст]/ Ю.В. Микулин и др.. – М.: Машиностроение, 1997

3. Семёнов Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур. – М.: Транспорт, 1993

4. Поливаев, О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства. Учебник [Текст]/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. Воронежский ГАУ им. Императора Петра I. - Воронеж, 2014. – 319 с.

5. Поливаев, О.И. Электронные системы управления автотракторных двигателей: учебное пособие [Текст]/ О.И. Поливаев – Спб.: Издательство «Лань». 2016. – 200 с.

6. Поливаев, О.И. Снижение динамической нагруженности мобильных энергетических средств от внешних воздействий и повышение их тягово-динамических показателей [Текст]/ О О.И. Поливаев, В.К. Астанин, Н.В. Бабанин: Лесотехнический журнал. Воронеж. 2013.- № 3(11).- С. 150-156.

УДК 631.362.3:633.1.

Баскаков И.В., Чернышов А.В., Посохов Д.Н., Гиевский В.А., Подорванов Д.А.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ ГОРИЗОНТА ХЛЕБОСТОЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА КАЧЕСТВО СЕМЯН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье представлены результаты исследований по изменению качества зернового вороха озимой пшеницы сорта «Северодонецкая Юбилейная» в зависимости от высоты расположения зерна относительно уровня земли. Установлено, что с увеличением горизонта расположения колосьев, масса 1000 семян возрастает с 28,2 до 49,5 г. При этом энергия прорастания и полевая всхожесть повышается с 28,0 до 50%, и с 84,0% до 95,0% соответственно. Причём усилие разрушения зерна с увеличением горизонта расположения колосьев в хлебной массе колеблется с 75,0 до 84,0 Н, а деформация разрушения снижается с 0,141 до 0,130 мм. Следовательно, зерновки, расположенные на большем расстоянии от земли, имеют лучшие посевные и продовольственные качества.*

Ключевые слова: *зерно, семена, масса 1000 семян, полевая всхожесть, лабораторная всхожесть, энергия прорастания семян, усилие разрушения зерна, деформация разрушения зерна, качество зерна.*

Abstract. *The article presents the results of research on changes in the quality of the grain heap of winter wheat varieties "Severodonetsk Jubilee" depending on the height of the grain relative to the ground level. It was found that with the increase in the horizon of the ears, the mass of 1000 seeds increases from 28.2 to 49.5 g.at the same time, the germination energy and field germination increases from 28.0 to 50%, and from 84.0% to 95.0%, respectively. Moreover, the effort of destruction of the grain with the increase of the horizon to the location of the ears of corn in the grain mass increases up to 84,0…75,0 Newton, and the rupture strain is reduced to 0,141…0,130 mm. Therefore, the grains located at a greater distance from the earth, have the best crop and food quality.*

Key words: *grain, seeds, weight of 1000 seeds, germination, laboratory germination, seed vigor, stress fracture, grain, warp, fracture, grain, grain quality.*

Посевные качества семян и урожайность возделываемых культур зависят от применяемой технологии, природно-климатических условий, способов уборки, качественных и количественных характеристик получаемого зернового вороха, уровня травмирования зерна на всех этапах производства [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. В России практически весь выращенный урожай обмолачивается с помощью отечественных и зарубежных зерноуборочных комбайнов [11, 12, 13]. Фактический сбор зерновых культур зависит от качества проведения уборочных работ. Одним из путей сокращения сроков операций и снижения биологических потерь является увеличение производительности зерноуборочных машин. Это возможно при переходе на повышенный срез хлебной массы. При этом, естественно, возрастёт вероятность потерь несрезанным колосом. Возможно, некоторая часть зерна окажется на линии среза. Однако уборка урожая с низко опущенной жаткой увеличивает загрузку молотилки, а так же очистки зерноуборочного комбайна и приводит к перегрузке рабочих органов машины незерновой частью вороха, что в свою очередь способствует увеличению сроков проведения работ. Кроме того, будут повышаться биологические потери зерна за счёт самоосыпания. Исследованиями [14] установлено, что наиболее крупные вызревшие зерновки расположены в верхних горизонтах хлебостоя. В нижних же слоях кроме основной культуры имеются подгонные растения, в колосьях которых содержатся щуплые, плохо вымолачивающиеся зёрна, имеющие низкую массу. Данную фракцию следует использовать для производства различных кормов животным.

Для определения рациональной высоты среза хлебной массы при обмолоте необходимо тщательно изучить качественное распределение зерна по горизонтам хлебостоя. Подобные исследования были проведены на полях ООО НПКФ «Агротех-Гарант Берёзовский». Массу 1000 семян, энергию прорастания, лабораторную и полевую всхожесть определяли в соответствии с действующими ГОСТами. Исследования проводили при уборке на семенные

цели озимой пшеницы сорта «Северодонецкая Юбилейная». При этом отбирали образцы зерна из каждого горизонта, причём колосья обмолачивали вручную. Результаты исследований по изменению массы 1000 семян в зависимости от их горизонта расположения представлены на рис. 1.

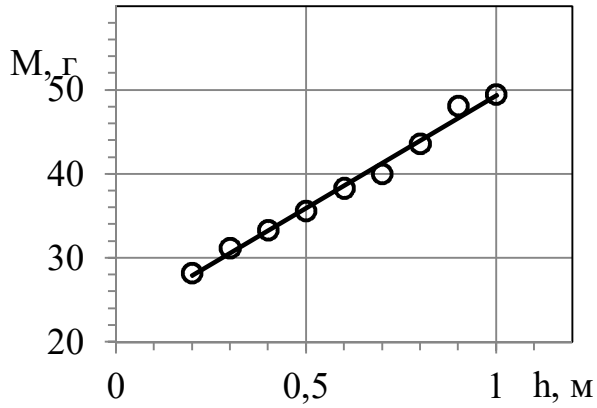
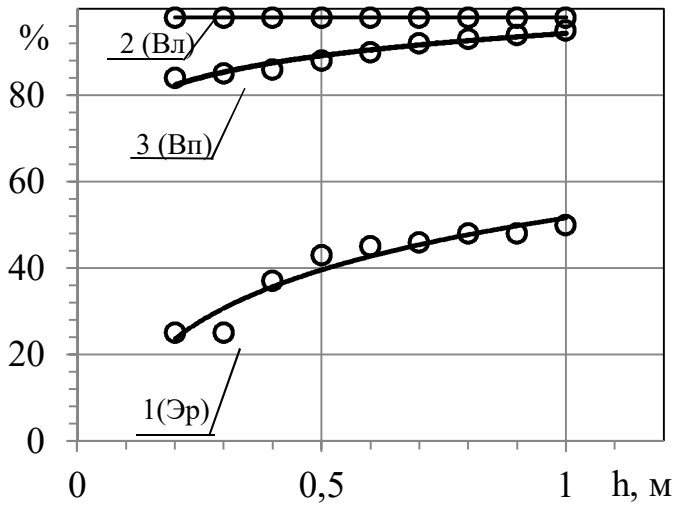


Рисунок 1. Влияние горизонта расположения зерна в колосьях на массу 1000 семян

Из данных представленных на рис. 1 видно, что с увеличением горизонта расположения колосьев, масса 1000 семян возрастает с *28,2* до *49,5 г*. Причём повышение высоты нахождения зерна с *0,2…0,3 м* до *0,9…1,0 м* данный параметр вырос в *1,76 раза*. Многочисленными исследованиями установлено, что масса 1000 семян оказывает существенное влияние на их посевные качества [1, 6, 14].

Влияние высоты расположения зерна в колосьях на энергию прорастания, лабораторную и полевую всхожесть приведена на рис. 2.



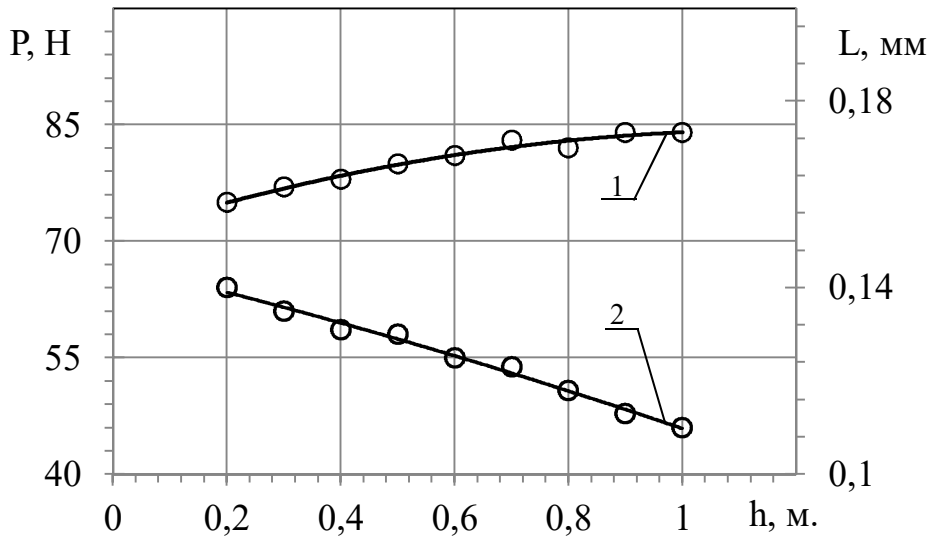
1 – энергия прорастания (Эр); 2 – лабораторная всхожесть (Вл); 3 – полевая всхожесть (Вп)

Рисунок 2. Влияние высоты расположения зерна в колосьях на посевные качества

Анализ полученных результатов представленных на рис. 2 свидетельствуют о том, что с увеличением горизонта расположения хлебной массы наблюдается возрастание энергии прорастания и полевой всхожести семян с *28,0* до *50%*, и с *84,0%* до *95,0%* соответственно. В целом данные показатели в верхних слоях имели гораздо лучшие значения. Лабораторная всхожесть семян на очень высоком уровне *99,6 %* объясняется незначительным травмированием исходного материала. Низкое повреждение зерна обуславливается применением ручного обмолота. Проведеные исследования и визуальные наблюдения за полевой всхожестью позволяют отметить, что наиболее дружные всходы дают семена, находящиеся в горизонтах *0,4…1,0 м*.

Исследованиями [1, 11] установлено, что посевные качества семян зависят от размера зерновок. Мелкие и самые крупные зёрна имеют всхожесть ниже, чем средняя фракция. Это объясняется тем, что мелкие зерновки недоразвиты и менее прочные, а самые большие – склонны к повреждению. Прочность зерна характеризуется усилием разрушения (*P*) и деформацией (*L*) разрушения. От характера силовых воздействий на зерновку, будет, зависеть уровень травмирования при уборке и послеуборочной обработке [15, 16, 17]. В процессе хранения зерно теряет свои посевные и товарные качества, так как сильно подвержено воздействию микроорганизмов [1, 18].

Можно предположить, что физико-механические свойства зерна, в том числе и его прочность, будут зависеть от высоты расположения колосьев в хлебостое. Данная гипотеза была проверена экспериментально. После обработки полученных результатов поф изменению усилия и деформации разрушения зерна по высоте хлебостоя были построены графики зависимостей этих показателей (рис. 3)



1 – усилие разрушения (*P*) зерна, *H*; 2 – деформация разрушения (*L*) зерна, *мм*

Рисунок 3. Влияние горизонта расположения зерна в колосьях на усилие и деформацию разрушения

Анализ данных представленных на рис. 3 показывает, что усилие разрушения с увеличением горизонта расположения колосьев в хлебной массе возрастает с *75,0* до *84,0 Н*, а деформация разрушения при этом снижается с *0,141* до *0,130 мм.*

Приведённые исследования показывают, что зёрна, обмолоченные в ручную из колосков, расположенных в верхних горизонтах, имеют большую массу 1000 семян, лучшую лабораторную и полевую всхожесть, а также более высокие прочностные свойства. Следовательно, данный материал будет иметь высокие посевные и продовольственные качества.

Список литературы

1. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для её реализации: дис. д-ра. с.-х. наук [Текст] / В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ. – Воронеж, 2007. – 334 с.

2. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И.В. Баскаков, [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 120-126.

3. Оробинский, В. И. Фракционирование зернового вороха и качество семян [Текст] / В. И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – №10. – С. 29-30.

4. Оробинский, В.И. Использование двухъярусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст] / В. И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 18-19.

5. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст] / /В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. – 2015. – №4(47). – С 93-87.

6. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст] / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, М. Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 12. – С. 27-28.

7. Тарасенко, А.П. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 2009. – №8. – С. 2-4.

8. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решётной зерноочистительной машины / А. М. Гиевский [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №5 . – С. 32-34.

9. Гиевский, А.М., Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов// Лесотехнический журнал. – 2013. – №3 (11). – С.126-133.

10. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – №5. – С.9-11.

11. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации / А.П. Тарасенко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2014. – 60 с.

12. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновой хозяйство. – 1999. – №4. – С.22-24.

13. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. – С. 6-7.

14. Повышение качества зерна / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – №10. – С.7-10.

15. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет [Текст] / В.И. Оробинский, А.Ю. Черемисинов, А.А. Сундеев, А.С. Корнев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – №2. – С. 126-128.

17. Шацкий, В.П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины [Текст] / В.П. Шацкий, В.И. Оробинский, А.И. Королев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 3-4.

18. Тарасенко, А.П. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №12. – С. 7-8.

19. Оробинский, В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные качества семян [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 11. – С. 5-6.

УДК 631.3 – 83(075.8)

Мазуха Н. А., Афоничев Д. Н.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗА ПРИ НЕОЖИДАННОМ ИЗМЕНЕНИИ ПОРЯДКА СЛЕДОВАНИЯ ФАЗ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ КРАН- БАЛКИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

***Аннотация**. Предложена схема управления асинхронным электродвигателем для перемещения груза кран-балкой при неожиданной смене порядка следования фаз на входе в схему питания двигателя.*

***Ключевые слова:** асинхронный двигатель, груз, реле, пускатель, порядок следования фаз, кран-балка.*

***Abstract**. The scheme of control of the asynchronous electric motor for movement of freight the crane beam is offered at unexpected change of a sequence of phases on an entrance to the power supply circuit of the engine.*

***Keywords**: asynchronous engine, freight, relay, actuator, order followings of phases, crane beam.*

В ремонтных мастерских, складах, пилорамах и других участках сельскохозяйственных предприятий широко используются кран-балки с использованием трехфазных асинхронных электроприводов. Подъем, опускание и перемещение груза кран-балкой всегда сопряжены с опасностью повреждения объезжаемого грузом оборудования и опасностью травмирования работающего под перемещаемым грузом персонала. Оператор кран-балки обязан учесть при работе все возможные ситуации.

В ходе работы кран-балки по разным причинам возможно случайное и неожиданное изменение порядка следования фаз питающей сети на входе электрической схемы кран-балки. Это в свою очередь может привести к неожиданному реверсированию включенного двигателя.

Такое непредвиденное реверсирование двигателя кран-балки, ранее включенного оператором в нужном заданном направлении, может оказаться для оператора настолько неожиданным, что он может не успеть во время остановить движение груза и это может привести к опасным последствиям.

В схемах управления двигателями кран-балок часто обслуживающий персонал использует самостоятельно подключаемые дополнительные реле контроля напряжения (реле обрыва фаз), в которых обычно имеется функция «Контроль порядка следования фаз» [1 - 3, 6]. Если использовать реле контроля напряжения без этой функции, то тогда такое реле не среагирует на смену фаз на входе схемы и не отключит двигатели кран-балки, что не приемлемо в такой ситуации.

Если же в реле контроля напряжения есть функция «Контроль порядка следования фаз», то в случае нарушения порядка следования это реле отключит соответствующий ранее включённый двигатель. Это тоже - не лучшее решение, так как возникнет простой кран-балки, а значит задержка нужного технологического процесса и соответствующие потери. Восстановление нужного порядка следования фаз может по времени затянуться и тогда персоналу придется или искать другой, но уже более трудоемкий способ перемещения груза, или ждать.

Можно в этой ситуации не отключать электропривод, предотвратив его обратное вращение при неожиданном изменении порядка следования фаз, если использовать в схемах управления асинхронными электроприводами реле защиты при неполнофазных режимах питающей сети с функцией « Автоматическая коррекция чередования фаз».

Поэтому в данной статье предлагается схема (рис.1), позволяющая быстро продолжить работу кран-балки при неожиданно возникшем изменении порядка следования фаз. В этой схеме для простоты изложения работы схемы

управления принцип восстановления нужного порядка следовая фаз показан для примера только для двигателя, осуществляющего подъем и спуск груза, так как для остальных двигателей кран-балки принцип построения соответствующей части схемы управления аналогичен.

На рис. 1 в схеме приняты такие буквенные обозначения: М1 - асинхронный двигатель; QF - автоматический выключатель; YA - электромагнит тормоза; КМ1, КМ2, КМ1К И КМ2К - магнитные пускатели; SB1, SB2 - кнопочные станции; KV1, KV2 - реле контроля напряжения с функцией « Автоматическая коррекция чередования фаз».

В блоках каждого из реле KV1 и KV2 встроены непоказанные на схеме по два выходных реле (условно обозначим их R1и R2). При этом реле R1 имеет контакты 15-18 и 15-16, а реле R2 – контакты 25-28 и 25-26.

Диаграмма названных четырех контактов выходных реле R1и R2 в блоках каждого реле контроля напряжения KV1, KV2 одинаковая и она представлена на рис.2. Отметим, что в блоках реле KV1, KV2 (рис. 1) и на диаграмме (рис. 2) принята цифровая и буквенная маркировка клемм фирмы-изготовителя. На рис. 2 отдельно показаны диаграммы переключения контактов выходных реле R1и R2 при обрыве фазы сети (рис. 2а) и при неправильном порядке следования фаз (рис. 2б).

Использованные в схеме рис. 1 реле KV1и KV2 являются многофункциональными, так как они способны защищать асинхронные двигатели дополнительно при обрыве фазы сети, при повышении и понижении питающего напряжения, а также асимметрии фазных напряжений [4, 5]. При этом в каждом из блоков реле KV1и KV2 выходные реле R1 отвечают за названные выше дополнительные функции, а реле R2 - за автоматическую коррекцию чередования фаз с использованием дополнительно введенных пускателей КМ1К и КМ2К.

Для активирования функции «Автоматическая коррекция чередования фаз» в каждом реле KV1и KV2 предусмотрен переключатель. Работа реле R1и R2 при обрыве фазы сети, повышении и понижении питающего напряжения и при асимметрии фазных напряжений описана в статье [4] и здесь не рассматривается.

Рассмотрим работу предложенной схемы с использованием диаграммы переключения контактов для случая, когда надо сохранить направление вращения двигателя М.

Проанализируем сначала штатную ситуацию. Пусть включен автоматический выключатель QF, в реле KV1 и KV2 активирована функция «Автоматическая коррекция чередования фаз» и на схему подано полнофазное питание. Так как на входные клеммы L1, L2 и L3 в реле KV1и KV2 поступает напряжение, то через выдержку времени t2 (см. рис. 2а) замыкаются контакты 25-28 двух выходных реле R2 в блоках реле KV1и KV2, а контакты 25-26 размыкаются. Через выдержку времени t1 замыкаются контакты 15-18 двух выходных реле R1 (контакты 15-16 в схеме не использованы, хотя через них можно подключить при необходимости сигнальные устройства).

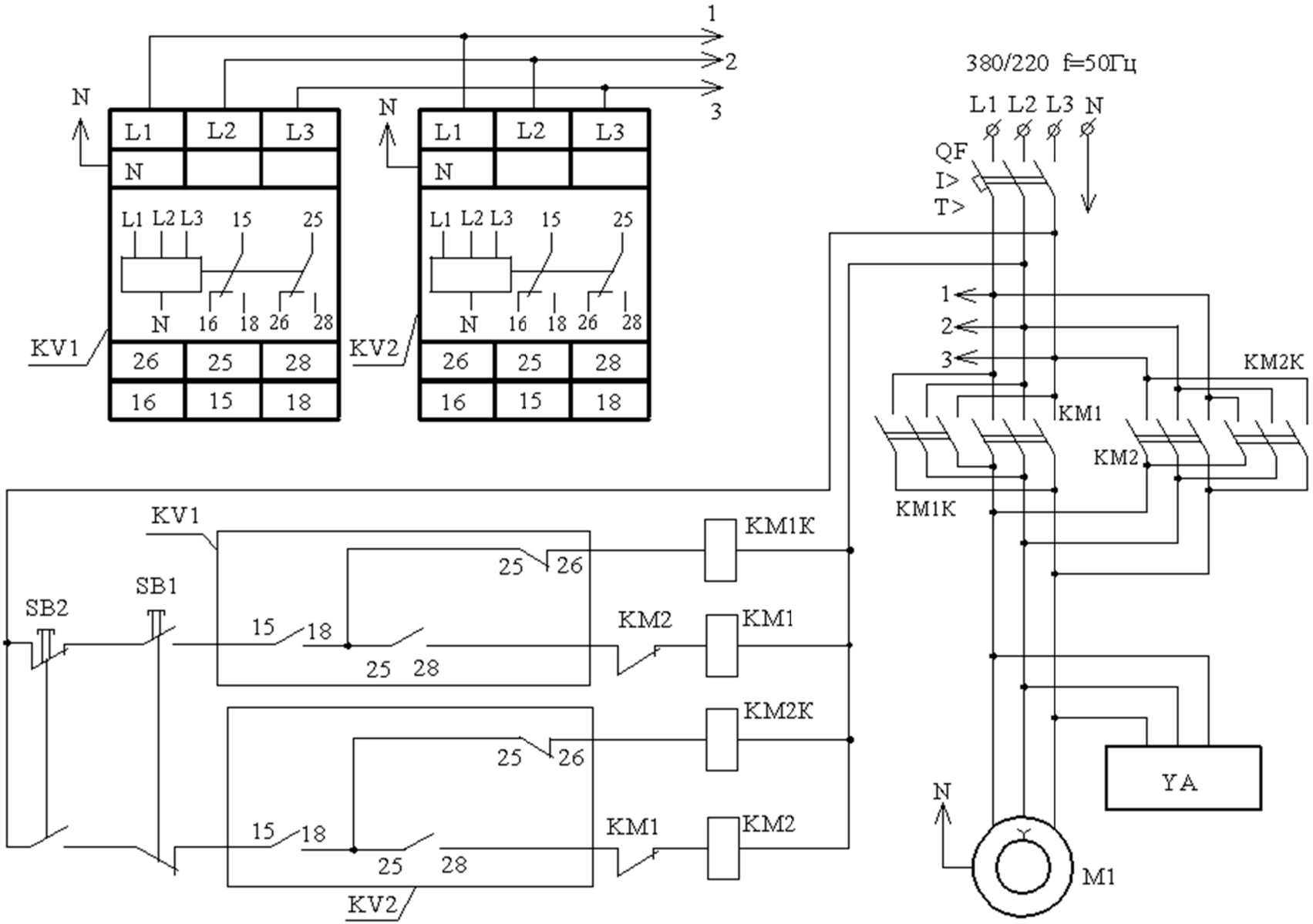
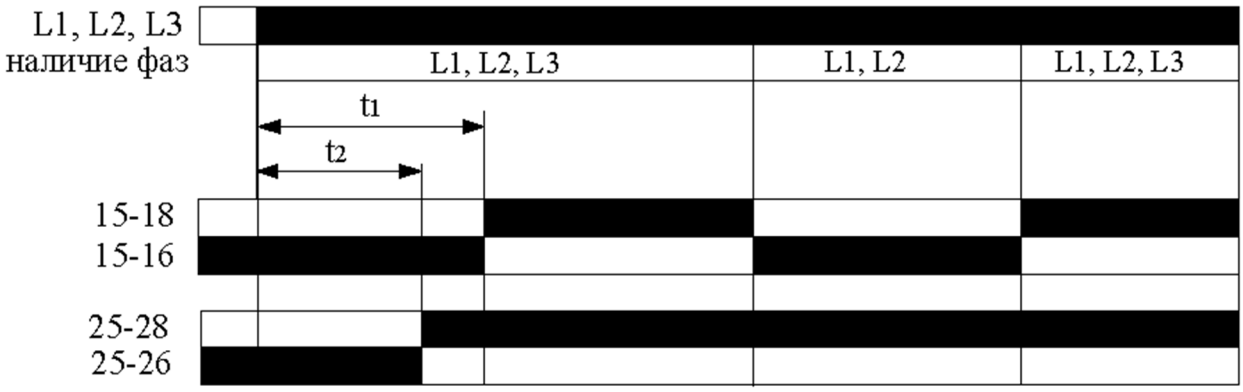


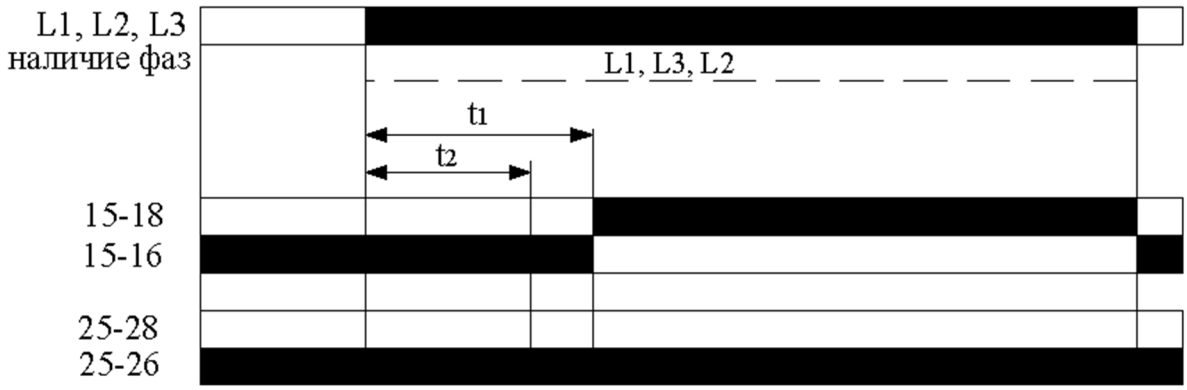
Рисунок 1. Принципиальная электрическая схема



t1 - время задержки работы реле (до 250 мс)

t2 - время задержки работы реле (до 200 мс)

а) при обрывефазы сети



б) при неправильном порядке следования фаз

Рисунок 2. Диаграмма переключения контактов реле KV1 и KV2

Если требуется поднять груз, то оператор нажимает и держит нажатой кнопку SB1. Пускатель KM1 включает электромагнит YA и двигатель M1 на подъем груза, блокируя включение пускателя KM2. При отжатии кнопки SB1 пускатель KM1 отключает электродвигатель M1.

Если надо опустить груз, то оператор, манипулируя кнопкой SB2, может включить и отключить пускатель KM2, что привело бы соответственно к включению и отключению двигателя M1 в направление «Вниз».

Рассмотрим нештатную ситуацию при подъеме груза. Если на входе схемы был бы случайно изменен порядок следования фаз, то при включенном выключателе QF, а значит поданном напряжении на входы реле KV1и KV2, в

каждом из выходных реле R2 (см. рис. 2б) контакты 25-28 и 25-26 остались бы в исходном положении, то есть контакт 25-28 был бы разомкнут, а контакт 25-26 замкнут. Через выдержку времени t1 выходные реле R1 замкнули бы контакты 15-18 и разомкнули контакты 15-16 (см. рис. 2б).

Тогда при нажатой кнопке SB1 включился бы не пускатель KM1, а пускатель KM1K. Силовые контакты пускателя KM1K поменяли бы порядок следования фаз на двигателе M1 на штатный порядок и двигатель M1 поднял бы груз до нужной высоты, что и требовалось.

В схеме для упрощения не показаны сигнальные устройства и контакты путевого выключателя для ограничения хода груза, например, в направлении «Вверх».

Отметим, что на практике можно назвать случаи, когда неожиданное изменение порядка следования фаз питающей сети могло бы привести и к сбоям технологических процессов, и к соответствующим потерям. Например, авторами в работе [5] была предложена схема с автоматической коррекцией фаз питающей сети для продолжения работы транспортеров.

Предложенная электрическая схема может понадобиться в тех случаях, когда по разным причинам могут возникать случаи нарушения порядка следования фаз (например, при длительных наладках общей питающей сети из-за реконструкции смежных участков или корпусов, когда нельзя останавливать технологический процесс на каком-то участке с использованием кран-балки).

Список литературы

1. Мазуха, Н.А. Защита двигателей в «мертвой» зоне [Текст]/ Н.А. Мазуха// Сельский механизатор. – 2002. – №1. – С. 36 – 37.

2. Мазуха, Н.А. Снижение «мертвой» зоны защиты электродвигатеелей [Текст]/ Н. А. Мазуха// Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. – №9. – С. 38-39.

3. Мазуха, Н. А. Соблюдение графика кормления в птичнике при обрыве фазы питающей сети [Текст]/ Н.А. Мазуха// Комбикорма – 2017. – №11. – С. 41-43.

4. Мазуха, Н.А. Сохранение направления вращения асинхронного двигателя при неожиданном изменении порядка следования фаз [Текст]/ Н.А. Мазуха// Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. – №10. – С. 41 – 43.

5. Мазуха, Н. А. Сохранение направления вращения двигателей транспортеров в автоматическом режиме при неожиданном изменении порядка следования фаз питающей сети [Текст]: Наука, образование и инновации в современном мире: материалы научно-практической конференции. Ч.1. / Н.А. Мазуха, А. П. Мазуха , Д. Н. Афоничев. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2018. - С. 20-26.

6. Оськин, С.В. Автоматизированный электропривод [Текст]/ С. В.Оськин, С.М. Моргун, Н.И. Богатырев. – Краснодар: Изд-во ОАО "Кубанское полиграфическое издание". – 2014. – 212с.

УДК 631.354.2:631.55

Чернышов А.В., Ворохобин А.В., Баскаков И.В., Гиевский В.А.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ТИПА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ УБОРКИ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Использование роторных зерноуборочных комбайнов со спутниковой навигации позволяет в автоматическом режиме производить настройку необходимых параметров при уборке конкретной культуры и определять влажность зерна, урожайность, потери, дробление, что в свою очередь улучшит процесс обмолота и сепарации, снизит повреждение и микротравмирование семян, повысит качество очистки зернового вороха и производительность комбайнового парка. Приведены основные технические характеристики роторных комбайнов и их анализ.*

Ключевые слова: *зерновой ворох, зерноуборочный комбайн, дробленное зерно, роторный зерноуборочный комбайн, зерно, семена.*

Abstract. *The use of rotary combine harvesters with satellite navigation allows you to automatically adjust the required parameters when harvesting a particular crop and determine grain moisture, yield, loss, crushing, which in turn will improve the threshing and separation process, improve the quality of cleaning of the grain pile, reduce crushing seeds, will increase the performance of the combine park. The main technical characteristics of rotary combines and their analysis are given.*

Key words: *grain pile, combine harvester, crushed grain, rotary combine harvester, grain, seeds.*

Формирование семенных фондов, обеспеченность населения Российской Федерации продуктами питания, животноводства кормами определяется валовым сбором зерна [1, 2, 3, 4, 5]. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур, снижение потерь и уровня травмирования на всех стадиях технологического цикла является основной задачей агропромышленного производства, в том числе и при уборке и последующей послеуборочной обработке [6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17].

Анализ технологии производства зерновых культур в РФ и за рубежом, показывает, что в ближайшей перспективе основным средством для уборки останутся зерноуборочные комбайны. Исследования и конструкторские разработки в области комбайностроения должны быть направлены на дальнейшее совершенствование данных машин. Основной задачей являются повышение производительности зерноуборочных машин и снижение уровня травмирования зерна. Данные показатели в значительной степени зависят от конструктивных и режимных параметров комбайнов [11, 12, 13, 14, 18].

На современном этапе в сельскохозяйственном производстве любой формы собственности используются российские и зарубежные зерноуборочные

комбайны, как барабанного, так и роторного типа. Качество получаемого зернового вороха убираемой культуры зависит от многих факторов. Важными показателями работы зерноуборочного комбайна являются наличие дроблённого, травмированного, биологически неполноценного зерна, а также зерновок в плёнке, засорителей органического и минерального происхождения [11, 12, 13, 14, 18].

В конструкции молотильно-сепарирующих устройств (МСУ) на современном этапе наметилась тенденция замены барабанного устройства и соломотряса ротором. Роторные комбайны вымолачивают зерно за счет вытирания, что является щадящим режимом. Рассматривая конструкцию ротора его можно условно разделить на четыре зоны: питания, обмолота, сепарации и разгрузки. Работа роторного МСУ происходит по мере перемещения хлебной массы по длине ротора. Основная часть вороха сепарируется через решётку подбарабанья на транспортную доску, а оставшаяся доля выделяется в сепарирующей зоне. Совокупность вытирающего и ударного воздействий на хлебную массу, позволяет установить мягкий режим обмолота, произвести полный вымолот зерновок из колосьев, снизить общие потери и уровень травмирования зерна [11, 12, 13, 14, 18].

К преимуществам комбайнов с роторным МСУ можно отнести: компактность устройства, минимальное количество приводных устройств, низкое расположение центра тяжести, удобный доступ к устройству.

Краткая характеристика российских и зарубежных роторных комбайнов приведена в таблице.

Широкое распространение в сельскохозяйственном производстве получили одноротorные комбайны с наличием подающего битера. Он способствует выравниванию потока хлебной массы, выделяет из неё посторонние включения, повышает производительность машины, обеспечивает 360 градусную подачу её в отделение обмолота. Наличие на битере волнообразных лопастей позволяет обеспечить равномерную и плавную подачу обмолачиваемого материала в приёмную камеру ротора. В свою очередь это снизит уровень травмирования зерна за счёт щадящей загрузки МСУ по всей его окружности и увеличит сепарирующую способность компонентов обмолота [11, 12, 13, 14, 18].

Большая длина ротора и его загрузка на 360°, конструктивная ориентация бичей, гидравлический привод МСУ, прямая выгрузка массы обеспечивает высокую производительность в самых сложных условиях эксплуатации.

Конструкция роторного зерноуборочного комбайна позволяет адаптироваться под изменяющиеся природно-климатические условия и прочие сложности проведения уборочных работ. Автоматизация позволяет работать при постоянной частоте вращения ротора, что способствует равномерному обмолоту и сепарации. Отсутствие муфт и ремённых передач упрощает конструкцию привода роторного МСУ и повышает надёжность его работы.

Таблица. Техническая характеристика роторных комбайнов

Фирма изготовитель	Модель	Количество роторов, шт	Диаметр ротора, мм	Длинна ротора, мм	Частота вращения ротора, мин$^{-1}$	Площадь очистки, м^2	Частота вращения вентилятора, мин$^{-1}$	Объем бункера, м^3	Время разгрузки, с	Ёмкость топливного бака, л	Мощность двигателя, кВт (л.с.)	Ширина захвата жатки, м	Масса, кг
Massey Fergusson	MF 9690	1	700	3560	175-980	4,36	590-1350	10,6	135	606	221 (300)	5,5; 6,4; 7,6; 9,1	12710
	MF 9790				175-970	5,35					257 (350)		13425
	MF 9895		800		200-1040		500-1150	12,3	88	870	343 (460)	7,7; 9,1	17101
Challenger	660	1	700	3556	175-980	4,36	500-1150	10,6	135	610	212,6 (285)	6,0; 7,5; 9,0	13336
	670				175-970	5,35					253,6 (340)		14334
	680B		800		200-1040			12,3	88		342 (459)	7,7; 9,0	17101
John Deere	9880	1	750	3130	200-1000	4,55	300-1200	11,0	95	1155	347 (465)	6,1; 9,15	14900
	S690				320-1000	5,25	250-1350				366 (491)		15636
Россельмаш	Torum 740	1	752	3200	250-1000	5,20	350-1050	10,5	105	850	257 (400)	6; 7; 9;	16350
CASE IH	2388	1	762	2790	276-1233	5,12	450-1250	7,4	110	680	220 (300)	7,6	12727
	AFX 8010				220-1180	6,50	450-1250	12,3	53	1000	303 (480)	9,1	16349
New Holland	CR 9060	2	432	2638	353-1674	5,40	210-900	9,0	82	750	310 (422)	5,18 - 9,15	14380
	CR 9080		559	2640	266-1260	6,50		10,5	95	1000	390 (530)	7,31 - 9,15	15400
	CR9090						200-1050	12,5	114	1160	435 (591)		16700

Использование реверса, который позволяют изменить вращения ротора, снижает вероятность его забивания. Перемещая хлебную массу, находящуюся в зоне обмолота вперёд или назад ротор сам очищается от застрявшего материала. При этом экономится время на очистку молотилки комбайнером. Конструктивные особенности роторного устройства с системой прямой выгрузки продуктов обмолота позволяет получать тщательно измельчённую, а при необходимости неизмельчённую массу соломы. Обмолоченные компоненты хорошо очищаются с помощью двухярусно расположенных решет большой площади и воздушного потока. Применение вентилятора турбинного

типа позволяет создать равномерный напор воздуха, повысить качество очистки, снизить энергозатраты и шумовые характеристики устройства [11, 12, 13, 14, 18].

Для контроля и предотвращения перегрузки рабочих органов комбайна, эффективности обмолота, и очистки зернового вороха машины оборудованы контролем количества недомолота материала. Конструкционные особенности комбайна позволят в рабочем режиме изменять направление вращения ротора, зазор между ротором и подбарабаньем, частоту вращения вентилятора очистки и измельчителя соломы.

Особенностью комбайна РСМ-181 «Torum 740» является вращающаяся в противоположную сторону относительно ротора дека. Это позволяет улучшить процесс сепарации продуктов обмолота и снизить дробление зерна до 0,6% и, как следствие, уменьшить уровень микровтравмирования [19].

Комбайны серии CR фирмы New Holland оборудованы двумя роторами. Они расположены вдоль оси молотилки и имеют регулировку частоты вращения. Хлебная масса, поступающая от наклонного транспортера, делится на два потока и подаётся шнеком к роторному МСУ. При этом роторы вращаются в противоположных направлениях. Такая конструкция облегчает процесс обмолота и повышает эффективность сепарации.

Уменьшение диаметра ротора приводит к увеличению частоты вращения и центробежных сил. Эти конструктивно-технические изменения повышают степень выделения зерновок из колосьев [11, 12, 13, 14, 18].

Роторные МСУ позволяют оптимально распределять зерновые компоненты по ширине очистки зерноуборочного комбайна. Использование самовыравнивающихся решет с большей площадью обдува обеспечивают получения требуемой чистоты бункерного зерна. Использование спутниковой навигации позволяет в автоматическом режиме производить настройку необходимых параметров при уборке конкретной культуры и определять влажность убираемого зерна, урожайность, потери, дробление и т.д. Применение на зерноуборочных комбайнах системы гидростатического привода упрощает его конструкцию и повышает надёжность работы.

Таким образом, использование роторных зерноуборочных комбайнов позволяет улучшить процесс обмолота и сепарации, повысить качество очистки зернового вороха, снизить дробление и микротравмирование семян, повысить производительность комбайнового парка. Применение зерноуборочных комбайнов роторного типа представляет особый интерес для хозяйств семеноводческого направления.

Список литературы

1. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для её реализации: дис. д-ра. с.-х. наук [Текст] / В.И. Оробинский; Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2007. – 334 с.

2. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И.В. Баскаков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 3 (50). – С. 120-126.

3. Оробинский, В. И. Фракционирование зернового вороха и качество семян [Текст] / В. И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины.– 2006. – №10. – С. 29-30.

4. Оробинский, В.И. Использование двухъярусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст] / В. И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 18-19.

5. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст] / В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. – 2015. – Вып. 4(47). – С 93-87.

6. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст] / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, М. Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 12. – С. 27-28.

7. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – №8. – С. 2-4.

8. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решётной зерноочистительной машины / А. М. Гиевский [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №5 . – С. 32-34.

9. Гиевский, А.М. Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов// Лесотехнический журнал. – 2013. – №3 (11). – С.126-133.

10. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – №5. – С.9-11.

11. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации / А.П. Тарасенко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2014. – 60 с.

12. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновой хозяйство. – 1999. – №4. – С.22-24.

13. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. – С. 6-7.

14. Повышение качества зерна / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – №10. – С.7-10.

15. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет [Текст] / В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – Вып. 2. – С. 126-128.

16. Шацкий, В.П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины [Текст] / В.П. Шацкий,

В.И. Оробинский, А.И. Королев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 3-4.

17. Тарасенко, А.П. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №12. – С. 7-8.

18. Оробинский, В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные качества семян [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 11. – С. 5-6.

19. Гидравлические системы роторного зерноуборочного комбайна РСМ-181 «Torum 740» / Баскаков [и др.] – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2013. – 103 с.

УДК: 681.5(07)

Королев А.И., Жуков И.А., Горбань А.Р.

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация: *в данной статье рассмотрена техническая диагностика автомобиля как совокупность целей и задач, связанных с поиском неисправностей механизмов и систем автомобиля, для их дальнейшего устранения.*

Ключевые слова: *компьютерная диагностика, система, автомобиль, система самодиагностики, электронный блок управления, неисправность, компьютерная диагностика автомобиля, диагностик автомобиля, транспортное средство.*

Annotation*: this article discusses the technical diagnosis of the car as a set of goals and objectives related to Troubleshooting mechanisms and systems of the car, for their further elimination.*

Keywords: *computer diagnostics, system, car, self-diagnosis system, electronic control unit, fault, computer diagnostics of the car, vehicle diagnostics, vehicle.*

Современная экономическая ситуация на мировом топливном рынке приводит к резкому удорожанию эксплуатации автотранспорта. Тем самым владельцы этих транспортных средств вынуждены обращать свое внимание на их оптимальный режим работы, а это в первую очередь зависит от грамотной диагностики его узлов.

Последние автомобили получили настолько обширный перечень функций и инструментов, что их уже можно сравнить с роботом. Ведь за выполнение поставленных перед ним задач отвечает множество систем и датчиков, за которыми в свою очередь осуществляется непрерывный контроль.

Диагностика автомобиля – это набор методов и средств для определения состояния системы или определенного устройства. Оборудование для диагностики является средством анализа и различается по сложности

эксплуатации и исполнения, применимости, точности анализа устройств. Раньше этот набор состоял из стробоскопа, осциллографа, мультиметра и других приборов, которые позволяли выявить проблемы в процессе анализа. Но транспорт совершенствуется и поэтому необходимо модифицирование приборов для сканинга [1].

Диагностирование состоит из 3 основных этапов: фиксации отклонений диагностических параметров от их номинальных значений; анализ характера и причины возникновения этих отклонений; установление величины ресурса исправной работы.

В настоящее время «бортовое» диагностирование транспорта имеет широкое распространение. Основным преимуществом является то, что диагностику можно проводить в процессе эксплуатации автомобиля.

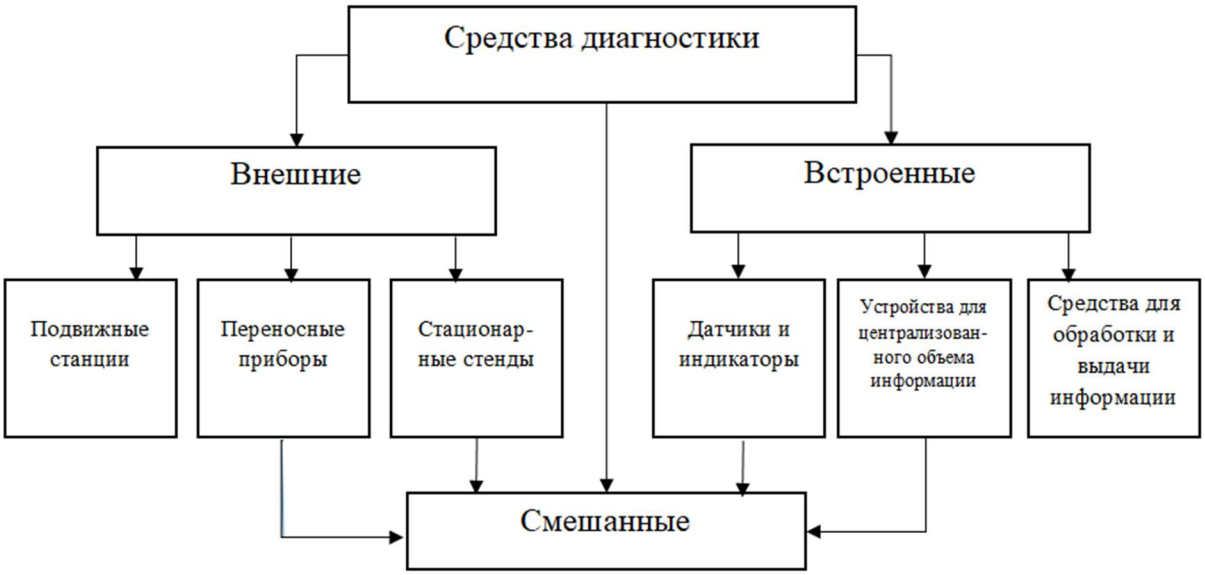


Рисунок 1. Классификация средств диагностики автомобилей

В зависимости от диагностических параметров и технических средств, среди известных в настоящее время методов диагностирования, преобладает компьютерная диагностика.

Компьютерная диагностика – действия, которые направлены на выявление ошибок в электронике автомобиля, предупреждения и исправления ошибок, связанных с ними. Электронный блок управления (ЭБУ) – мозг современного автомобиля, является источником информации. К ЭБУ с помощью специальной аппаратуры подключается средство для диагностики, которое считывает информацию и предоставляет ее диагносту [2].

С помощью компьютерной диагностики можно быстро и точно определить неисправность, а также дать оценку состояния транспортного средства (механизмов, агрегатов, систем, узлов, блоков управления). Процесс диагностирования включает в себя тестирование характеристик систем и

основных параметров, которые влияют на работу автомобиля (система ABS, круиз контроль, система безопасности, блок управления двигателя и т.д.).

Приборы для диагностики можно условно распределить на три отдельные группы:

- автомобильные сканеры;
- мотор-тестеры и осциллографы;
- устройства для проверки определенной системы.

Если необходима диагностика ЭБУ, то с этой задачей легко справляются автомобильные сканеры, которые подключаются прямо к блоку при помощи соединительных проводов. Этот прибор дает возможность быстро найти и ликвидировать неисправности.

мультимарочные



дилерские

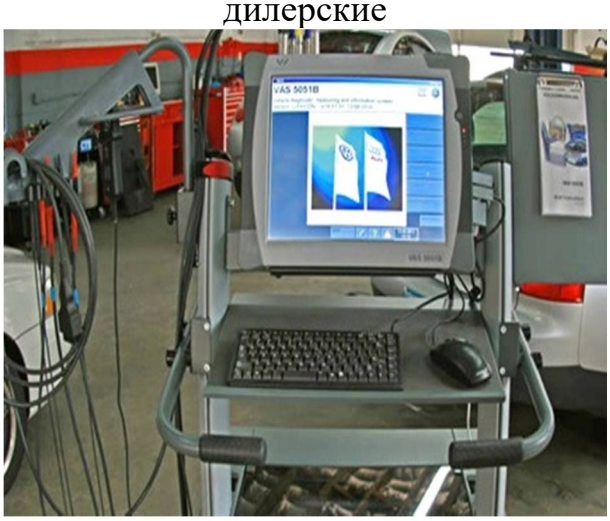


Рисунок 2. Типы автомобильных сканеров

Первый тип обладает возможностью работы с множеством автомобилей, но имеет ограниченный функционал. В мультимарочных сканерах не предусмотрена ведомая диагностика. Для того чтобы расшифровать код необходимо прибегнуть к использованию справочников.

Второй тип предназначен для работы с одной или несколькими моделями автомобилей. Дилерские сканеры позволяют анализировать ЭБУ, а также используя специальный алгоритм выявить возможные причины ошибки и способы их устранения [2].

Мотор-тестер предназначен для получения данных, связанных с работой электрооборудования двигателя, и обладает функциями осциллографа. Прибор имеет собственные датчики, с помощью которых он обходит ЭБУ и получает данные напрямую.

Осциллограф – прибор, который считывает информацию с датчиков, и выводит ее в графическом или числовом виде, а затем анализирует. Так же в некоторых случаях осциллограф используют отдельно от мотор-тестера [4].

К устройствам для проверки определенной системы можно отнести корректоры одометров. Это оборудование служит мониторингом для конкретной системы. Основной функцией этого прибора является способность изменения показаний спидометра, но его можно также использовать как программатор [3].



Рисунок 3. МТ-10КМ



Рисунок 4. Корректор одометров Tacho universal 2008 (Diga Consult)

Так же, как и сканеры, корректоры одометров и программаторы выпускаются как для конкретных марок автомобилей, так и универсальные, имеющие возможность диагностировать работу любого автомобиля.

Если брать во внимание то, что компьютерная диагностика появилась сравнительно недавно, мы точно можем сказать о ее высокой надежности, и о том, что она привела к значительному сокращению числа простых дефектов и быстрому устранению множества неисправностей. Диагностирование сегодня значительно отличается, от того, что было 10–20 лет назад.

В последнее время в автомобильном мире происходят огромные изменения, связанные с новыми технологиями, но автомобильный сервис старается идти с ними в ногу.

В заключении можно с уверенностью сказать, что компьютерная диагностика – это 100 % успеха в качественном ремонте автомобиля.

Список литературы

1. Кокорев, Г.Д. Методология совершенствования системы технической эксплуатации мобильной техники в сельском хозяйстве [Текст] / Г.Д. Кокорев.– Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – 247 с.

2. Лабораторный практикум по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей» для обучающихся по направлению 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / Е.В. Пухов [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГАУ», 2016. – 138 с.

3. Успенский, И.А. Место и роль диагностирования в системе технической эксплуатации мобильного транспорта в сельском хозяйстве [Текст] / И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, С.Н. Гусаров // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы международной научно-практической конференции ППС, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ, Ч.1, Санкт-Петербург – Пушкин, 24 – 26 января 2013г. – Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013.

8. Успенский, И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования [Текст] / И.А. Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы научно-практической конференции 2011.

9. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей: Учеб. Для студентов вузов [Текст] / В.Е. Ютт. – 2 изд., перераб. И доп.- М.: Транспорт 2000. 320с.

УДК621.313.333

Репин А.А., Текутьев М.В.

РАСЧЕТНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НАЗЕМНОГО ОБЪЕКТА

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

Аннотация. *Рассмотрена расчетная схема системы молниезащиты наземного объекта с учетом ряда допущений.*

Ключевые слова: *лидер, молния, стример, молниеотвод, система молниезащиты.*

Abstracts. *The design scheme of the lightning protection system of a ground object is considered taking into account a number of assumptions.*

Key words: *leader, lightning, streamer, lightning rod, lightning protection system.*

Расчетную схему системы молниезащиты и защищаемого объекта можно представить в виде системы заземленных электродов, земли, лидера молнии и развивающегося с вершины одного из электродов встречного лидера.

При построении расчетной схемы будем учитывать следующее:

- параметры лидерного процесса молнии зададим в соответствии с экспериментальными данными наблюдений за молниями [1,5,6] и принимаем равными в соответствии с таблицей 1;

- в качестве критериев начала встречного разрядного процесса (встречного лидера) принимаем:

1) напряженность электрического поля у вершины молниеотвода $E_\sum$ должна быть больше критической $E_к$, которая соответствует электрической прочности воздуха ($E_к = 3 \cdot 10^6$ В/м)

$$E_\sum \geq E_к; \quad (1)$$

2) около вершины заземленного сооружения по мере приближения грозового фронта или по мере повторного накопления заряда грозовой ячейкой развивается бесстримерная корона. Грозовое поле нарастает за время порядка 10 с [1]. А затем, может оставаться на уровне максимального в течение десятков секунд. Вершина молниеотвода или объекта высотой *h*коронирует как электрод, к которому приложено напряжение $U = E_0 \cdot h$. Околоповерхности в тонком слое происходит ионизация; электроны уходят в него, а положительные ионы дрейфуют от электрода, в результате саморегуляции поле на поверхности электрода автоматически поддерживается на неизменном уровне $E_к$, значение которого зависит радиуса электрода.

Таблица. Примерные физические параметры ступенчатых лидеров

Наименование	Лидер молнии "-"		Встречный лидер "-"		Лидер молнии "+"		Встречный лидер "+"	
Параметры	Характерная величина	Диапазон отклонения параметра	Характерная величина	Диапазон отклонения параметра	Характерная величина	Диапазон отклонения параметра	Характерная величина	Диапазон отклонения параметра
длина ступени	30	5-200	8	6-23	150	-	6	α 5-18 β до 130
время задержки ступени	60	30-90	30	20-100	50	-	-	-
скорость формир. ступени	6·107	-	-	-	$12 \cdot 10^7$	-	-	-
средняя скорость распростр. ступен. лидера (м/с)	α $3 \cdot 10^5$	$1\text{-}8 \cdot 10^5$	2·104	$4{,}7 \cdot 10^5$-$6{,}4 \cdot 10^5$	$1{,}9 \cdot 10^6$	0,4-$5 \cdot 10^6$	1,5·105	α 1,1-$4{,}5 \cdot 10^5$
	β $12 \cdot 10^5$	5-$25 \cdot 10^5$						β 8-$22 \cdot 10^5$
заряд, переносимый по каналу ступенчатого лидера	10	1,3-40	-	-	15	до 350	-	-

Рассмотрим сферу радиуса r_0, которая коронирует под действием напряжения $U(t) = E_0(t) \cdot h$. Распределение плотности объемного заряда $\rho(r,t)$,

образуемого ионами, и поля $E(r,t)$ описываются уравнениями сохранения заряда и электростатики [1]:

$$\frac{\partial p}{\partial t}+\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}r^2\rho\mu E=0,\ \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}r^2E=\frac{\rho}{\varepsilon_0}, \tag{2}$$

где μ – подвижность ионов;с граничным условием $E(r)_0 = E_к$ и заданным напряжением:

$$U(t)=\int_{r_0}^{\infty}E(r)dr=\int_{r_0}^{R}E(r)dr+E_ф R, \tag{3}$$

где $R(t)$ – радиус расширяющегося ионного облака, $E_ф$ – поле на его фронте.

Фронт движется со скоростью:

$$v_ф\equiv\frac{dr}{dt}=\mu\cdot E_ф \tag{4}$$

При допущении, что корона развивается квазистатическим образом, то есть ток $i = 4\cdot\pi\cdot r^2\cdot\rho\cdot\mu\cdot E$ через каждое сферическое сечение одинаков, а ρи E зависят от tпараметрически, через зависимость от $i(t)$. Тогда, полагая $d\rho/dt=0$ и интегрируя (2) получим:

$$E(r)=\frac{1}{r^2}\sqrt{E_c^2r_0^4+\frac{i\left(r^3-r_0^3\right)}{6\pi\varepsilon_0\mu}},\ \rho(r)=\frac{i}{4\pi\mu\sqrt{E_c^2r_0^4+\frac{i\left(r^3-r_0^3\right)}{6\pi\varepsilon_0\mu}}} \tag{5}$$

Анализ выражений (5) показывает, что при не слишком слабом поле распределения $E(r)$, $\rho(r)$ и потенциал $U(r)$практически не зависят от r_0 и $E_к$, и, начиная с расстояния в несколько r_0 и при $r_0 \le r<<R$ описывается асимптотическими выражениями:

$$E(r)\approx\sqrt{\frac{i}{6\pi\varepsilon_0\mu r}},\quad \rho(r)\approx\frac{1}{r}\sqrt{\frac{3i\varepsilon_0}{8\pi\mu r}}, \tag{6}$$

$$U(r)\approx U\left(1-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{r}{R}}\right),\qquad U\equiv U(t)\approx 3\cdot E_ф\cdot R \tag{7}$$

Интегрирование системы (4), (6) и (7) дает для $t \le \tau$(то есть момента, когда напряжение $U(t)$ достигнет амплитудного значения U_m) выражения:

для радиуса чехла объемного заряда у электрода:

$$R(t)=\sqrt{\mu\frac{U(t)\cdot t}{3}}\ , \tag{8}$$

где μ – подвижность электронов,t – время действия напряжения U.

Для тока, протекающего через каждое сферическое сечение:

$$i(t)=2\cdot\pi\cdot\varepsilon_0\cdot\left[U(t)\right]^{\frac{3}{2}}\sqrt{\frac{\mu}{3\cdot t}} \tag{9}$$

3) возникновение стримерной вспышки у коронирующего электрода возникает, когда коронный ток становится выше предельного $i_{пр}$, соответствующего равенству $(dE/dr)_{r0} = 0$, вычисленному по (5):

$$i \geq i_{пр} \approx 20\ мА$$

4) согласно (7) и в соответствии с (8) рождение лидера внутри ионного облака радиусом R происходит при достижении напряжения:

$$U = 0.6 \cdot R^{\frac{1}{2}} \cdot 10^6, \text{ В} \quad (10)$$

из этих же соотношений находится напряжение, необходимое для преодоления ионного лидером ионного облака радиусом R, котороесоздается за время τ секунд:

$$U_m = 1{,}9 \cdot \sqrt[3]{\tau} \cdot 10^6, \text{ В} \quad (11)$$

При этом необходимо обратить внимание, что при построении расчетной схемы учитывались следующие упрощения:

- ступени лидеров моделируются заряженной осью;
- лидер развивается ступенчато;
- молниеотводы и защищаемый объект представим системой металлических заземленных шаров различного диаметра [2,3,4] в зависимости от кривизны выступающих частей сооружения при соблюдении условий, что радиусы шаров (r_c) будут значительно меньше расстояний между ними.
- электрическое поле, создаваемое грозовым облаком, считаем у земли однородным с заданной напряженностью E_0;
- неравномерностью распределения заряда по длине канала лидера пренебрегаем;
- длина ступени лидера и время задержки лидера задаются как математические ожидания в соответствии с нормальным законом распределения;
- отклонение траектории ступени лидера от электрической силовой линии задается равномерным законом распределения.

Предложенную выше расчетную схему системы молниезащиты и защищаемого объекта можно использовать для создания, в дальнейшем, математической модели.

Список литературы

1. Базелян, Э.М. Физика молнии и молниезащиты [Текст] / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер.– М., Физматлит, 2001. – 320 с.
2. Базелян, Э.М. Искровой разряд [Текст] / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер.– М., МФТИ, 1997. – 320 с.
3. Физические основы электроники и электротехники [Текст] / А.Н. Ларионов [и др.]// Воронеж. ФГБОУ ВО ВГАУ, 2015. − 433 с.
4. Физические основы электроники /А.Н. Ларионов [и др.]// Воронеж. ФГБОУ ВО ВГАУ, 2014. − 184 с.
5. Юман, М. Молния [Текст] / М. Юман.– М., «Мир», 1972. – 326 с.
6. Юман, М. Естественная и искусственно инициированная молнии и стандарты на молниезащиту. [Текст] / М. Юман.– ТИИЭР, декабрь 1988 г. – т. 76. – № 12.

УДК 682.7

Филатов Н.Е.

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА

Курская Государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова, г. Курск, Россия

Аннотация. *В работе рассмотрены вопросы возможности производства биотоплива. Выделены преимущества получения «биодизеля» на основе растительного сырья, и в частности, рапса.*

Ключевые слова: *топливо, биодизель, сырье, технология, рапс, масло*

Abstracts. *In work questions of a possibility of production of biofuel are considered. Advantages of receiving "biodiesel" on the basis of vegetable raw materials, and in particular, colza are marked out.*

Key words*: fuel, biodiesel, raw materials, technology, colza, oil*

Увеличивающийся спрос на потребление энергии в любом виде диктует использовать наряду с традиционными видами топлива, но и различные виды альтернативного. Необходимо отметить, что получение традиционного топлива имеет ограниченный ресурс, в то время как альтернативное топливо любого вида производства имеет неограниченные возможности использования.

Еще в 1826 году американский изобретатель Сэмюэль Мори запатентовал двигатель, в котором в качестве топлива использовались растительный скипидар и спирт. В 1853 году было доказано, что растительное масло вполне можно употреблять в качестве горючего для паровых машин и пароходов. Первый настоящий четырехтактный двигатель внутреннего сгорания инженера Николауса Августа Отто, различными модификациями которого мы пользуемся и по сию пору, работал на этиловом спирте.

А Генри Форд как начал со «спиртовых» двигателей, так и поддерживал их вплоть до 40-х годов прошлого века.

Все виды моторного топлива, пользующиеся большим спросом, можно разделить на две большие группы.

К первой группе можно отнести топливо полученное из ископаемого сырья – нефти, природных битумов, горных сланцев, каменного и бурого угля, природного газа.

Ко второй группе относятся альтернативные продукты, которые получают из биомассы – это биогаз, спирты и топливо получаемое на основе растительных и животных жиров. Преимущество второй группы в возможности возобновления сырья, которое ограничивается лишь площадью земли пригодной для производства биомассы[5].

На основе растительных масел производится целый спектр дизельного топлива, которые называются биодизельными. Такие масла получают из семян масленичных культур методом отжима и термической экстракции с последующей их

отчисткой от примесей. Если исходить из климатических условий большинства аграрных регионов России, то целесообразно использовать биотопливо на основе рапсового масла. Кстати в разных странах мира для выращивания рапса выделяются все большие площади. Особенно возросли его сборы в Китае, Индии, Канаде.

Так же в последние годы в странах Евросоюза возрос коммерчиский интерес к использованию биодизельного топлива в особенности к технологии производства его из рапса. Например в Австрии такое топливо уже сейчас занимает 3% общего рынка дизельного топлива при производственной мощности до 30000 тонн в год, в Италии 60000 тонн в год, а в США планируется заменить 20% дизельного топлива на биодизельное и использовать его на городских автобусах, морских судах и грузовых автомобилях.

Лидером среди стран Евросоюза по производству биодизельного топлива из рапсового масла является Германия. В стране сложилась стройная система его поддержки и производства по всей цепочке от фермеров до владельцев заправочных станций. В итоге Германия заняла первое место в мире по урожайности и валовому сбору семян рапса.

В России посевы рапса достигли 1,1 млн Га, для Курской области рапс достаточно новая культура им занято в настоящее время порядка 26,6 тыс. Га

Производство биодизеля из рапса налажено в Ростовской области, там этим занимается, правда, пока лишь опытно-производственное хозяйство «Экспериментальное» в Зерноградском районе. Выращиванием рапса в качестве сырья для биотоплива занимается Свердловская область. Так же в 2008 году в Липецкой области в селе Сенцово был открыт первый в центральном округе завод по выпуску рапсового масла мощностью 120 тыс. в год.

В сентябре 2017 года ООО «Корпорация Курская хлебная база №24» запустила в эксплуатацию самый крупный на территории региона завод по переработке масличных культур. Производительность его составляет 2500 тонн в месяц семян рапса. Так же на территории Курской области существует специализированное предприятие ООО «Защитное» по изучению передовых технологий возделывания и переработки рапса

Такой интерес к биотопливу также связан со снижением вредных веществ в отработанных газах на 20-50%, улучшением экологической обстановки в регионах, состоянием которой в последние время обеспокоены многие страны в мире. Стоит отметить, что уже сегодня 80% биодизеля изготавливают именно из рапса[1].

Существует несколько способов применения топлив на основе рапсового масла.

Использовании рапсового масла в качестве топлива в чистом виде. В смеси с нефтяным дизтопливом и эфира полученного из масел. По физическим свойствам масла значительно отличаются от дизтоплива по фракционному составу, плотности и кинематической вязкости, а эфиры наоборот очень близки.

При этом если использовать масло в чистом виде, то придется изменить конструкцию двигателя так, что бы в нем его можно было эффективно сжигать. Так как для полного испарения масла в процессе смесеобразования в цилиндре

необходима более высокая температура, чем для дизельного топлива. А для того что бы понизить высокую вязкость масла, нужно его разжижить. Иначе предстоит изменить топливоподающую аппаратуру, чтобы использовать вязкое топливо [2].

Получить метиловый или этиловый эфир можно только в этерификационной установке, но это усложняет и значительно удорожает процесс получения топлива, зато при этом не требуется значительно изменять конструкцию двигателя нужно лишь отрегулировать угол опережения впрыска и увеличить цикловую подачу без изменения двигателей.

Также можно использовать смесь растительного масла и дизтоплива, но при этом снижается экономичность, увеличивается расход топлива, и могут возникнуть проблемы при эксплуатации топливной аппаратуры при различном составе смесевого топлива и изменением температуры окружающей среды[3].

Сама технология изготовления биологического дизельного топлива из рапса заключается в том в том, что исходное сырье (то есть семена рапса) попадает в специальное устройство (маслобойку). Здесь масло отделяется от рапсового шрота, который в дальнейшем используется в комбикормовой промышленности. Полученное масло поступает для следующей обработки в этерификационную установку. В процессе этерификации из рапсового масла удаляется глицерин. Для этого в масло добавляется метанол и немного щелочного катализатора.

Весь процесс этерификации осуществляется в специальных колоннах. В итоге химических реакций получается метиловый эфир, который отличается хорошей воспламеняемостью. Стоит отметить, что такой биодизель имеет более высокое цетановое число, нежели обычное дизельное топливо, полученное из нефти (соответственно 56-58 против 50-52).

Использование РАПСА в качестве топлива в связи с сокращением запасов традиционного топлива дает нам перспективу превращение рапсового производства в одну из самых богатейших отраслей хозяйства.

Среди большого разнообразия альтернативных видов топлива, рапсовое масло является выгодным и с точки зрения экономической эффективности[4]. Менее затратное как и получение сырья так и его переработка.

Основным преимуществом биотоплива является использование в качестве исходного сырья возобновляемых ресурсов, что впоследствии может обеспечить энергетическую безопасность во всем мире. Так же стоит отметить что биодизельное топливо производится из растительного сырья. Выращивание этих культур не истощает землю, а наоборот положительно сказывается на ее плодородности

- технологический процесс получения дизельного биотоплива является непрерывным, что позволяет полностью его автоматизировать;
- технология является безотходной, позволяя получать ценные сопутствующие;
- продукты: твердое топливо, жмых для приготовления кормов, техническое мыло, глицерин;

- технология является экологически чистой (отсутствие вредных газообразных выбросов, небольшое количество сточных вод);

- технология получения биотоплива является материало- и ресурсосберегающей.

Недостатками биотоплива являются: маленький срок годности готового биотоплива он составляет около 3 месяцев если за этот период его не использовать то топливо придет в негодность разложиться. Так же недостатком является то, что приходится изымать значительные посевные площади пригодные для выращивания продовольственной продукции. Значительно усложняет выращивание рапса это отличие в уборки от других сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Аршинова, А. (ИК СО РАН) о перспективах биотоплива/ А. Аршинова, В. Яковлев // URL: www.computerra.ru/584522/

2. Козин, В.Г.,Башкирева, Н.Ю. Современные технологии производства компонентов моторных топлив:Учебное пособие - Казань, 2009.

3. Марков В.А. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях [Текст] / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов, А.В. Шахов, В.П. Багров М.: ООО НИЦ «Инженер», 2011.-536с.

4. Нагорнов, С. Состояние и перспективы производства биотоплива [Текст] / С. Нагорнов, Р. Фокин. – Сельский механизатор.– 2008.– № 10.–С.40-41.

5. Назаренко, Л.В. Биотопливо: история и классификация видов биотоплива [Текст] / Л.В. Назаренко // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». –2012. –№ 2 (10).– С. 16-32.

УДК 631.354:631.55.03

Чернышов А.В., Ворохобин А.В., Баскаков И.В., Гиевский В.А., Коржов С.И.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ СРЕЗА ХЛЕБНОЙ МАССЫ НА СОСТАВ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье представлены исследования по влиянию высоты среза хлебной массы на состав зернового вороха. Проведённые исследования показали, что наибольшее количество зерна находится при срезе 0,6-0,9 м, а наименьшее количество при 0,2-0,5 м соответственно составляет 82,95 и 3,48%. Изменение высоты расположение колосьев приводит к изменению массы зерновки. Характер изменения зависит от массы зерновки и её линейных размеров. Фракции семян 2,8-3,4 мм следует использовать на семенные цели. Использование зерноуборочных машин при прямом комбайнировании на повышенной высоте среза хлебной массы позволит*

снизить нагрузку на молотильный аппарат, очистку, повысить качество полученного продукта, увеличить производительность.

Ключевые слова: *зерно, зерновой ворох, высота среза, фуражная фракция, зерноуборочный комбайн, семена.*

Abstract. *The article presents the study of the height of the slice of bread mass on the composition of the grain heap. The studies have shown that the distribution of grain mass on the horizons has the largest amount at a cut of 0.6-0.9 m, and the smallest amount at 0.2-0.5 m and respectively 82.95 and 3.48%. Changing the height of the location of the ears leads to a change in the mass of the grain. The nature of the change depends on the weight of the grain and its linear dimensions. Fractions of seeds 2,8-3,4 mm should be used for seed purposes. The use of grain harvesters in direct combining at an increased height of the grain mass will reduce the load on the threshing machine, cleaning, improve the quality of the product, increase productivity.*

Key words: *grain, grain heap, cut height, feed fraction, combine harvester, seeds.*

Социально-экономическая стратегия развития агропромышленного комплекса Российской Федерации разработанная Министерством сельского хозяйства на период до 2020 г указывает на существенное увеличение производства зерна и семян необходимого для создания прочной кормовой базы для животноводства, продовольствия для населения страны и достаточного семенного фонда. Решение поставленной задачи перед сельхозпроизводителями возможно в том случае, когда посев будет осуществлён семенами интенсивных сортов адаптированных для данного региона, применены передовые системы основной и предпосевной обработки почвы, соответствующие методы борьбы с вредителями, болезнями и сорной растительностью, сбалансированы нормы внесения удобрений [9, 15].

Соблюдение интенсивных технологий для возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры, природно-климатические условия, оптимальные сроки, способы уборки и послеуборочной обработки [13] применение инновационных технических решений [2, 4, 9, 12, 14, 17, 19] позволят снизить уровень травмирования, поражение семян патогенами при хранении и повысить качество семенного материала [3, 5, 6, 10, 11, 16]. Комбайновые способы уборки на современном этапе остаются основными средствами для сбора выращенного урожая. Основными направлениями исследований и конструкторских разработок является увеличение производительности комбайнового парка. Пропускная способность зерноуборочной машины зависит от физико-механических свойств убираемой культуры в момент обмолота, урожайности, фракционного состава получаемого продукта обмолота [1, 7, 15, 16]. Одним из путей повышения производительности комбайнов является уборка с использованием повышенного среза хлебной массы.

Для определения влияния высоты среза хлебной массы при уборке на состав и качество зернового вороха нами были проведены исследования на полях ООО НПКФ «Агротех-Гарант Березовский» при уборке озимой пшеницы

«Северодонецкая Юбилейная». Отбор образов озимой пшеницы для анализа проводили в соответствии с действующими ГОСТами, все образцы обмолачивали вручную.

С помощью влагомера зерна марки Wile 65 определяли влажность зерна при уборке, стекловидность и содержание клейковины диафаноскопом фотоэлектрическим. Используя лабораторный рассев УЕРЛ-2-1, определяли фракционный состав зернового вороха.

Результаты проведённых исследований по определению качества зернового вороха приведены в таблице.

Результаты проведённых исследований приведённых в таблице 1 показывают, что с увеличением высоты среза хлебной массы все качественные показатели возрастают. Средняя масса колоса и зерна в нем возрастает с 0,27 до 1,96 г и с 0,16 до 1,62 г соответственно. Рассматривая горизонты среза хлебной массы 0,2-0,3 м и 0,9-1,0 м видно, что масса колоса увеличилась в 7,26, а масса зерна в колосе в 10,13 раза. Из данных видно, что средняя масса зерна в колосе увеличиваются быстрее, чем общая масса колоса. Распределение массы зерна по горизонтам показывает, что наибольшее количество зерна находится в горизонтах среза 0,6-0,9 м и составляет 82,95 %, наименьшее количество зерна выделено в горизонтах 0,2-0,5 м – 3,48%.

Таблица. Влияние высоты среза на качество зернового вороха

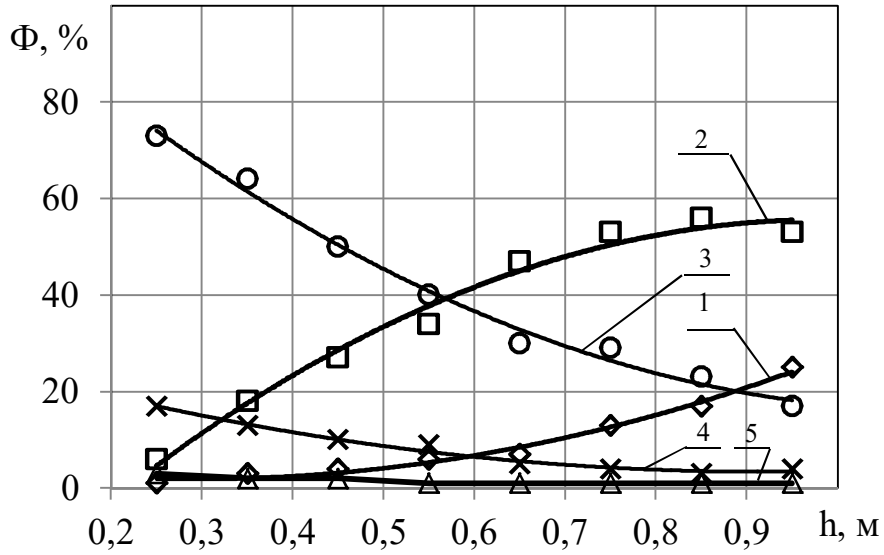
Высота среза, м	Средняя масса колоса, г	Средняя масса зерна в колосе, г	Масса зерна в горизонте, %	Стекловидность зерна в горизонте, %	Клейковина в горизонте, %
0,2-0,3	0,27	0,16	0,088	16,0	18,0
0,3-0,4	0,38	0,18	0,495	28,0	19,0
0,4-0,5	0,42	0,26	2,892	36,0	19,5
0,5-0,6	0,71	0,54	4,910	48,0	19,8
0,6-0,7	1,22	0,86	18,181	54,0	22,2
0,7-0,8	1,51	1,24	34,581	61,0	24,1
0,8-0,9	1,64	1,48	30,192	68,0	25,0
0,9-1,0	1,96	1,62	8,661	74,0	25,0

Многочисленными исследованиями [3, 5, 8, 11, 18,] установлено, что масса 1000 семян и их посевные качества зависят от размера фракции выделенных зерновок при послеуборочной обработке на зерноочистительных машинах.

Для определения влияния высоты среза хлебной массы на массу зерна в колосе и качество зерна нами были проведены дополнительные исследования. Из полученного зернового вороха при ручном обмолоте были отобраны пробы зерна по 1000 шт в трёх кратной повторности из каждого горизонта.

Зерна, разделённое на фракции, с помощью лабораторного рассева для лучшей наглядности объединены в следующие классы: 3,2-3,4; 2,8-3,0; 2,4-2,6; 2,0-2,2 и 1,6-1,8 мм.

Результаты исследований фракционного состава представлены на рисунке.



1 – фракция 3,2-3,4 мм; 2 – фракция 2,8-3,0 мм; 3 – фракция 2,4-2,6 мм; 4 – фракция 2,0-2,2 мм; 5 – фракция 1,6-1,8 мм

Рисунок. Влияние высоты среза на фракционной состав зернового вороха

Результаты исследований представленные на рисунке 1 показывают, что с увеличением высоты расположения колоса содержание в нем зерна семенной фракции 2,8-3,4 мм увеличивается, а мелкой менее 2,6 мм т.е. фуражной снижается. Наибольшее количество семенной фракции находится в горизонте выше 0,7 м, а мелкой – фуражной в горизонте менее 0,5 м.

Проведёнными исследованиями установлено, что изменение высоты расположение колосьев приводит к изменению массы зерновки. Характер изменения зависит от массы зерновки и её линейных размеров. Данные экспериментальных исследований показывают, что с увеличением высоты среза масса зерновок мелкой фракции 1,6-2,4 мм снижается, а крупной 2,6-3,4 мм возрастает. Это объясняется тем, что с увеличением горизонта расположения колосьев с зерном практически отсутствуют подгонные растения. Эти колосья содержат щуплое невыполненное морщинистое зерно, которое следует использовать на фуражные цели.

Анализ данных исследований показывает, что наибольшее количество полноценного зерна (82,95%) находится в верхних горизонтах среза хлебной массы. Фракции семян 2,8-3,4 мм следует использовать на семенные цели. В нижних горизонтах 0,2-0,5 м содержится 3,48% щуплого, биологически неполноценного зерна, которое целесообразно использовать на фуражные цели.

Использование зерноуборочных машин при прямом комбайнировании на повышенной высоте хлебной массы позволит снизить нагрузку на молотильный

аппарат, очистку, повысить качество полученного продукта, увеличить производительность.

Список литературы

1. Гидравлические системы роторного зерноуборочного комбайна РСМ-181 «Torum 740» [Текст] / Баскаков [и др.] – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2013. – 103 с.
2. Гиевский, А.М. Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов// Лесотехнический журнал. – 2013. – №3 (11). – С.126-133.
3. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – №8. – С. 2-4.
4. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – №5. – С.9-11.
5. Оробинский, В. И. Фракционирование зернового вороха и качество семян [Текст] / В. И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины.– 2006. – №10. – С. 29-30.
6. Оробинский, В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные качества семян [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 11. – С. 5-6.
7. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. – С. 6-7.
8. Оробинский, В.И. Использование двухъярусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст] / В. И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 18-19.
9. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для её реализации: дис. д-ра. с.-х. наук [Текст] / В.И. Оробинский; Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2007. – 334 с.
10. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст] / В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. – 2015. – Вып. 4(47). – С 93-87.
11. Повышение качества зерна / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – №10. – С.7-10.
12. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решётной зерноочистительной машины [Текст] / А. М. Гиевский [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №5 . – С. 32-34.
13. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И.В. Баскаков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 3 (50). – С. 120-126.

14. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет [Текст] / В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – Вып. 2. – С. 126-128.

15. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2014. – 60 с.

16. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновой хозяйство. – 1999. – №4. – С.22-24.

17. Тарасенко, А.П. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №12. – С. 7-8.

158. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст] / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, М. Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 12. – С. 27-28.

19. Шацкий, В.П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины [Текст] / В.П. Шацкий, В.И. Оробинский, А.И. Королев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 3-4.

УДК 621.43.068.4

Волокитин А.А., Гусев Ю.В., Борисов С.В., Ломовских А.Е., Стародубцев Д.А.

СПОСОБ БЕЗРАЗБОРНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ОТ НАГАРА

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 предлагается процесс очистки деталей двигателя внутреннего сгорания от продуктов горения рабочей смеси без его разборки путем подачи в камеру сгорания водно-топливной эмульсии.*

Ключевые слова: *горение рабочей смеси, удаление нагара, ресурс двигателя.*

Summary. *The article proposes the process of cleaning parts of the internal combustion engine from the combustion products of the working mixture without disassembling it by supplying the combustion chamber with a water-fuel emulsion.*

Key words: *burning of the working mixture, removal of carbon deposits, engine life.*

Автомобильная техника была и остается одним из основных базовых компонентов технического оснащения современной армии. Это утверждение характерно, как для Российской армии, так и для других армий развитых в

военном отношении государств. В настоящее время в российских Вооруженных Силах автомобильный парк составляет около 1,5 млн. единиц техники; 70% машин эксплуатируются более 15 лет; 63% машин обеспечивают боевое функционирование и мобильность наземного вооружения, 37% – боевую воздушную и транспортную деятельность Вооруженных Сил.

Поскольку переоснащение новой техникой занимает длительный срок, то возникает необходимость в продлении срока службы автомобилей, в том числе и моторесурса двигателей внутреннего сгорания (ДВС) до капитального ремонта. Одной из причин повышенного износа деталей ДВС является отложение нагара на деталях цилиндро-поршневой группы и газораспределительного механизма, вследствие неполного сгорания рабочей смеси. Образованию нагара способствует и низкое качество бензина, содержащего большое количество нагарообразующих присадок, в настоящее время применяемых для повышения его октанового числа. Образование нагара на поверхностях деталей приводит к ухудшению их теплоотдачи и перегреву, в результате чего сокращается срок эксплуатации. Следует отметить, что образование 1 мм нагара на поршне увеличивает его нагрев в среднем на 30°С. Анализ эксплуатации автомобильной техники показывает, что в среднем при 100 тыс. км пробега автомобиля на поршне образуется 2…3 мм нагара. Вследствие этого автомобильная техника быстрее выходит из эксплуатации и на более длительный период. Проводимое техническое обслуживание и текущий ремонт автомобильной техники не предусматривают работы, связанные с удалением нагара с поверхности деталей ДВС.

С целью продления срока эксплуатации ДВС, предупреждения образования на деталях нагара, а также его удаления без применения разборки предлагается способ очистки деталей путем кратковременной работы двигателя на водно-топливной эмульсии, которая готовится на специальной установке и подается в систему питания ДВС. Первые попытки применения водных сред в рабочих процессах двигателей внутреннего сгорания были предприняты почти одновременно с их появлением. Для улучшения работы двигателя Ленуар использовал подачу воды в горючую смесь. В 1884 году Банки (Венгрия), а позже, в 1906 году Освальд (Германия) создали двигатели с впрыском воды [1].

В 30-е годы ряд зарубежных фирм начали повсеместно использовать впрыск воды для повышения мощности двигателей. Так, в 1937 году был испытан автомобиль «Опель» с увеличенной на 10% мощностью двигателя за счет повышения степени сжатия с 5,4 до 7,7. Для обеспечения бездетонационной работы в двигатель подавали 20…35% воды (от расхода топлива). В 1947…1948 гг. советские исследователи разработали и рекомендовали применять водо-топливные эмульсии, обладающие преимуществами по сравнению с прямой подачей воды. Тем не менее продолжали применять прямую подачу воды, которая позволяла получить эффект с помощью сравнительно простых устройств. Так, в 1953…1954 гг. при проведении иисследования на автобусах ЗИС-155, дооборудованных

устройствами для впрыска воды, при пробеге около 40 тыс. км экономия бензина составила 6…7 литров на каждые 100 км пробега [2].

При прямой подаче воды в двигатель происходит снижение температуры сгорания в результате расхода энергии на прогрев и испарение воды, уменьшения скорости сгорания топливной смеси, снижения потерь в такте сжатия и теплопередаче.

Водо-топливные эмульсии представляют собой смесь из двух взаимно нерастворимых жидкостей, одна из которых (дисперсная фаза) в виде мельчайших капель равномерно распределена в другой (дисперсионной среде) [3].

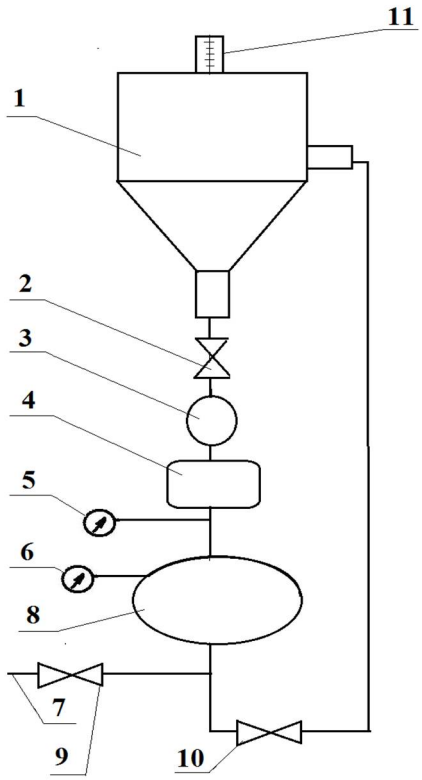
При умеренных концентрациях воды (до 10% (здесь и далее по массе)) ее влияние на важнейшие показатели качества топлива незначительно. Однако при концентрации воды выше 20% значительно повышается теплота испарения, изменяется фракционный состав, в частности, повышается температура начала перегонки и 50%-го выкипания фракций, снижается давление насыщенных паров и скорость испарения с поверхности. В целом, это ведет к ухудшению пусковых свойств и показателей работы двигателя, особенно в период прогрева и при работе на переходных режимах.

Антидетонационный эффект водно-топливных эмульсий несколько выше, чем при остальных способах подачи воды. (Цетановые числа дизельных топлив при этом снижаются вследствие уменьшения температуры факела распыливания топлива, вызванного испарением воды).

Сущность предлагаемого безразборного способа заключается в том, что удаление нагара происходит за счет взаимодействия раскаленных частичек нагара с капельками воды. Процесс очистки деталей цилиндропоршневой группы (днища поршня, поршневых колец, гильзы цилиндра) и газораспределительных механизмов (внутренних стенок головки цилиндров, впускных и выпускных клапанов) заключается в полезном действии воды, которая удаляет частицы нагара, воздействуя на его поверхность возникающими микровзрывами [4].

Водно-топливная эмульсия, приготовленная на предлагаемой установке, поступает в виде горючей смеси в камеру сгорания двигателя. В камере сгорания из-за высокой температуры (500…600°С) происходит нагрев внутренней части капли воды, которая испаряется, в то время как оболочка капли, состоящая из топлива, продолжает оставаться в жидком состоянии. Именно в это время капля воды взрывается, то есть происходит микровзрыв, при котором капли воды с большой скоростью ударяются о поверхность нагара, постепенно разрушая его. Это наиболее характерная особенность горения водно-топливной эмульсии, способствующая разрушению нагара за счет микровзрывов, а также более полному сгоранию топлива и улучшению экономических показателей ДВС. Разрушенные частицы нагара удаляются из камеры сгорания через выпускную систему ДВС. Также необходимо отметить, что при работе ДВС на водно-топливной эмульсии снижается содержание вредных веществ в отработавших газах. Время работы ДВС на водно-топливной эмульсии зависит от толщины

нагара на деталях двигателя. Чем больше толщина нагара (которая зависит от величины пробега автомобиля), тем выше должно быть содержание воды в водно-топливной эмульсии, подаваемой в систему питания ДВС или дольше продолжительность его работы. На рисунке 1 показана установка для реализации предлагаемого способа.



1 – емкость для ВТЭ; 2 и 7 – запорные краны; 3 – насос; 4 – расходомер; 5 и 6 – манометры; 8 – смесительный аппарат; 9 – штуцер отбора эмульсии в систему питания ДВС; 10 –кран-дозатор; 11 – термометр

Рисунок 1. Принципиальная схема установки

Установка работает следующим образом. В цилиндрическую емкость 1 заливается топливо и вода в заданных пропорциях, а поверхностно-активные вещества (ПАВ) и стабилизаторы предварительно растворяют в одном из двух основных компонентов, при этом кран 2 закрыт. При необходимости термостабилизации смесь доводится до заданной температуры (не ниже 20°С) проведения процесса получения водно-топливной эмульсии, контроль температуры осуществляется термометром 11. Затем кран 2 открывается и включается привод смесительного аппарата 8 и насоса 3. Краном-дозатором 10 регулируется давление, определяемое манометром 5 и 6, расход - по расходометру 4. После получения однородной эмульсии установка соединяется через штуцер отбора эмульсии 9 с топливной системой ДВС, точнее с топливным насосом, при помощи гибкого шланга и открывается кран отбора эмульсии 7. Предварительно прогретый до рабочей температуры ДВС запускается и работает на водно-топливной эмульсии определенное время до

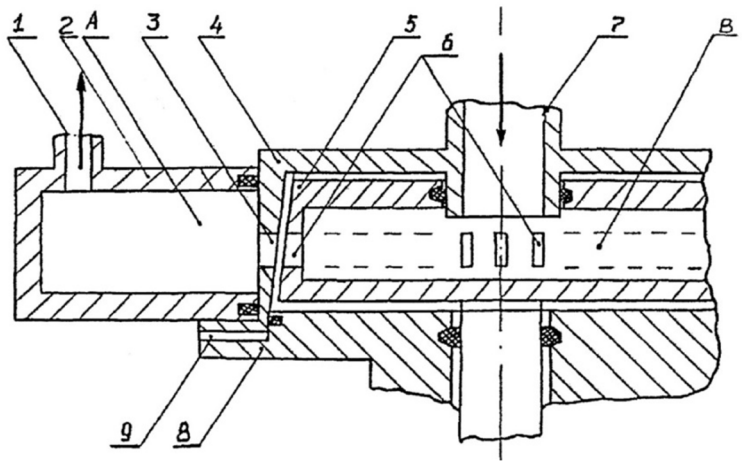
выработки заданного количества эмульсии, после чего перекрывается кран отбора эмульсии 7. Двигатель останавливается.

Затем отсоединяется гибкий шланг от штуцера отбора эмульсии 9 установки, закрывается кран 2, выключается привод смесительного аппарата 8 и насоса 3, открывается кран отбора эмульсии 7, сливается остаток эмульсии из системы. Подключается штатная система питания, ДВС запускается и вырабатывает оставшуюся в топливной системе эмульсию.

В процессе изучения всех типов аппаратов в качестве смесителя 8 для данной установки был использован агрегат с модуляцией потока, целесообразность использования которого в отличие от других видов аппаратов связана с получением водно-топливной эмульсии высокого качества при относительно низких затратах энергии [5].

Один из таких аппаратов представлен на рисунке 2, который был использован для данной установки. Он относится к агрегатам с периодическими переходными гидромеханическими процессами с возбуждением гидродинамической, акустической и импульсной типами кавитации.

Основными частями являются: ротор 5 с отверстиями 6; статор 4 с отверстиями 3; входной 7 и выходной 1 штуцеры; корпус 8; набор пластинок 9 для осевого относительного перемещения статора 4 относительно ротора 5 с целью регулирования величины зазора между их рабочими боковыми поверхностями; крышка 2 аппарата. Внутреннее пространство ротора 5 образует полость В, а пространство между крышкой 2 аппарата и поверхностью статора 4 образует полость А. Вал ротора приводится во вращение двигателем постоянного или переменного тока.

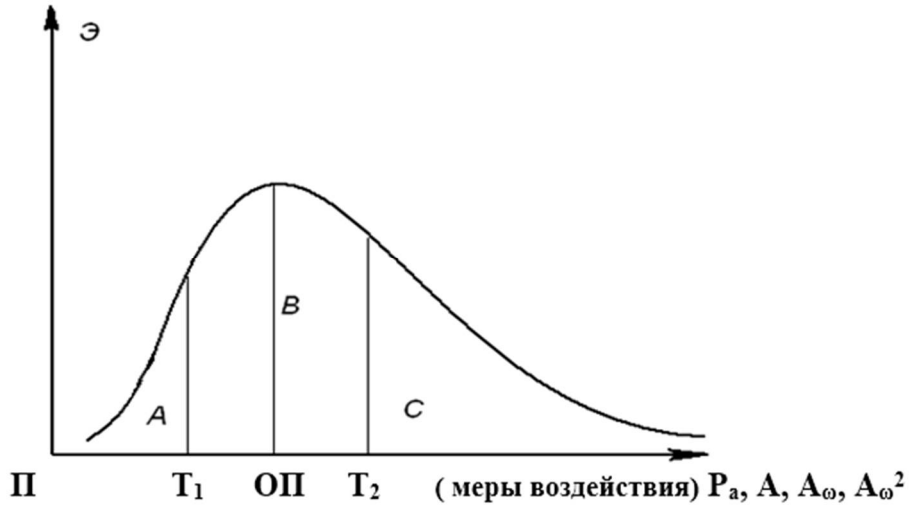


1 – выходной штуцер; 2 – крышка аппарата; 3 – отверстие статора; 4 – статор; 5 – ротор; 6 – отверстие ротора; 7 – входной штуцер; 9 – пластинка; В – полость ротора; А – полость статора

Рисунок 2. Конструктивная схема смесительного аппарата

Аппарат работает следующим образом, обрабатываемая маловязкая среда поступает через входной штуцер 7 в полость В ротора 5, где под действием

внешнего источника давления жидкости обрабатываемая среда поступает в полость А через модулятор, подвергаясь там многофакторному воздействию. Выходя из указанной полости, жидкость подвергается повторной обработке всего потока или его части. Смесительный аппарат работает в нескольких режимах (рисунок 3): А – докавитационный режим работы аппарата, когда в аппарате не возбуждаются ни гидродинамическая ни акустическая виды кавитации; В – кавитациионный режим, при котором проявляются гидродинамическая, акустическая и смешанная кавитация; С – суперкавитационный режимы работы излучателя. Теоретические исследования кавитации, представленные на рисунке 3, и имеющийся опыт лабораторного и промышленного использования данного типа аппарата свидетельствуют о том, что оптимальный режим работы аппарата находится в области режима II, в условиях импульсной акустической кавитации. Смеситель с модуляцией потока, по сравнению с другими типами аппаратов, позволяет получать однородную водно-топливную эмульсию высокого качества в более короткий срок и при меньших затратах энергии.



ОП – оптимальная мера воздействия; П – порог кавитации; T_1 и T_2 – границы кавитационных режимов работы

Рисунок 3. Зависимость кавитационного эффекта (Э) в обрабатываемой жидкости от параметров акустического поля

Компоненты эмульсии, состоящие из дизельного топлива – 80%, воды – 19,5 %, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и стабилизаторы – 0,5% заливаются в цилиндрическую емкость с коническим дном 1 (рисунок 1), затем производился запуск установки.

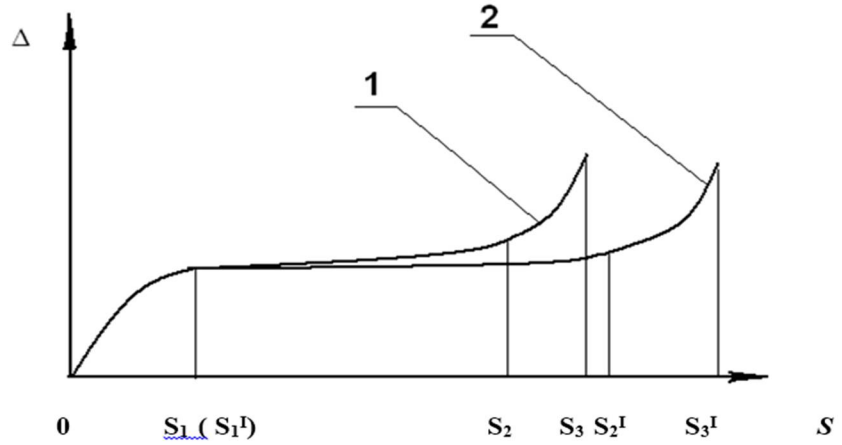
Время приготовления водно-топливной эмульсии в данном случае составило 4 минуты, при температуре окружающей среды 24°С, после чего приготовленная эмульсия подавалась к топливоподкачивающему насосу системы питания двигателя через гибкий шланг путем открытия крана отбора эмульсии 8.

Двигатель работает на водно-топливной эмульсии в течение 75 минут, частота вращения коленчатого вала составляла 850 мин$^{-1}$. После чего кран отбора эмульсии 8 перекрывался и установка останавливалась. Затем, после вновь подключенной штатной системы питания, двигатель работает еще 2 минуты на чистом топливе.

Эксперимент по очистке поверхностей деталей от нагара проводился на двигателе автомобиля Урал-4320. Срок эксплуатации автомобиля Урал-4320 – 12 лет, пробег по спидометру – 192 тыс. км, средняя толщина нагара на днище поршня – 2,3 мм.

Водно-топливная эмульсия приготавливалась на описанной выше установке и подавалась в систему питания двигателя автомобиля. Зависимость износа деталей цилиндро-поршневой группы ДВС от пробега автомобиля представлена на рисунке 4.

Частичная разборка двигателя и замер толщины нагара на днище поршня показали, что его средняя величина составила всего 0,3 мм. Таким образом, при работе двигателя на водно-топливной эмульсии за сравнительно короткий период времени произошло, разрушение нагара на толщину 2 мм и удаление его через систему выпуска ДВС без применения разборки двигателя.



1 – зависимость износа Δ от величины пробега автомобиля S при эксплуатации ДВС только на чистом топливе; 2 – зависимость Δ от S с использованием процесса очистки деталей ДВС при СО, путем подачи водно-топливной эмульсии в систему питания двигателя; $0S_1$ ($0S_1^I$) – пробег автомобиля при обкатке ДВС; S_1S_2 ($S_1^I S_2^I$) – пробег автомобиля при нормальном режиме работы ДВС; S_2S_3 ($S_2^I S_3^I$) – пробег автомобиля при предельном режиме работы ДВС

Рисунок 4. Зависимость износа деталей цилиндро-поршневой группы (Δ) ДВС от пробега автомобиля (S)

Анализ зависимости, приведенной на рисунке 4, показывает, что пробег автомобиля с использованием процесса очистки деталей и механизмов ДВС от нагара при системе обслуживания (СО) путем подачи водно-топливной эмульсии в систему питания двигателя увеличивается на 30% (кривая 2, интервал $0S_3^I$) по сравнению с пробегом автомобиля при работе двигателя только на чистом топливе (кривая 1, интервал $0S_3$).

Применение данного способа очистки деталей цилиндро-поршневой группы и газораспределительного механизма ДВС от нагара позволяет очистить их без применения разборки двигателя, уменьшить процесс их износа и, как следствие, увеличить моторесурс ДВС до капитального ремонта. В целом, все это позволяет повысить надежность и боевую готовность военной автомобильной техники в Вооруженных Силах РФ. Применение данного способа очистки при сезонном обслуживании автомобиля с целью профилактики очистки поверхностей деталей от образовавшегося нагара позволит продлить моторесурс двигателя и соответственно пробег автомобиля в целом.

Список литературы

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

2. Ломовских, А.Е. Использование ВТЭ с дисперсной фазой на основе воды в ДВС [Текст]/ А.Е. Ломовских, Ю.В. Воробьёв // Сборник материалов докладов по итогам Всероссийской НПК (29-30 ноября 2011 года), ч.3. Воронеж: ВАИУ, 2011.– С. 132–133.

3. Промтов, М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика [Текст]/ М.А. Промтов. М.: Машиностроение-1, 2001. 260 с.

4. Пузанков, А.Г. Автомобили конструкция, теория и расчет [Текст]/ А.Г. Пузанков. М.: Изд-во центр «Академия», 2007. – 544 с.

5. Процессы приготовления водно-топливных эмульсий [Текст]/ С.М. Фролов [и. др.]/ –2003.– С. 257-263.

УДК 621.43.038

Германович А.С., Андреев И.В., Князев С.И., Пашков П.В.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВПРЫСКА ТОПЛИВА COMMONRAIL НА ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-5350

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 рассматриваются особенности применения системы впрыска топлива CommonRail на дизельном двигателе автомобиля КамАЗ-5350 с целью улучшения экономических показателей. Описываются преимущества и недостатки применения вышеуказанной системы.*

Ключевые слова: *система впрыска топлива CommonRail, преимущества, недостатки.*

Adstract. *The article considers peculiarities of the application of the fuel injection system Common Rail diesel engine KAMAZ-5350 with the aim of improving economic performance. The advantages and disadvantages of using the above system are described.*

Keywords: *Common Rail fuel injection system, advantages, disadvantages.*

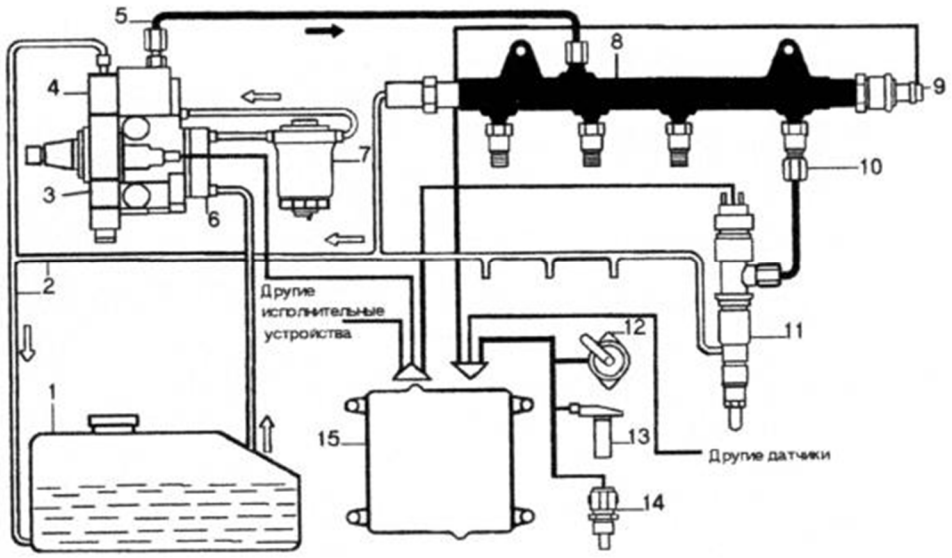
С ростом возникающих в мире экологических проблем возрастают требования по экологической безопасности ДВС [1]. В связи с этим автопроизводители стремятся перейти к производству экологически «чистых» электроавтомобилей. Однако, в настоящее время доля автомобилей, грузовых и автобусов, с дизельными двигателями во многих странах значительна. Поэтому дизельные двигатели становятся менее токсичными и намного более мощными, благодаря высокому давлению впрыскивания, ускорению срабатывания установленных форсунок, а также гибкости адаптирования рабочего процесса ко всем условиям эксплуатации автомобиля. Этому способствует применение в дизельных двигателях системы впрыска топлива CommonRail. Использование впрыска дизельного горючего в этой системе дает возможность снизить его расход на 15%, а мощность мотора при этом повышается до 40%.

На сегодняшний день система CommonRail является основой развития отрасли дизельного двигателестроения [1]. Инновационный подход к конструированию системы питания дизельных двигателей дает возможность существенным образом уменьшить расход топлива, повысить скорость передвижения автомобилей. Повышение популярности системы обусловлено минимизацией вредоносных выбросов, загрязняющих атмосферу. Сегодня системы CommonRail устанавливаются почти на 70% всех производимых дизельных двигателей.

Система впрыска CommonRail является современной системой впрыска топливадизельных двигателей. Работа системы CommonRail основана на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы (CommonRail в переводе на русский язык - общий путь).

Применение данной топливной системы, представленной на рисунке 1 позволяет достигнуть снижения расхода топлива, токсичности отработавших газов, уровня шума дизеля. Главным преимуществом системы CommonRail является широкий диапазон регулирования давления топлива и момента начала впрыска, которые достигнуты за счет разделения процессов создания давления и впрыска.

Высокое давление от топливного насоса поступает в топливный коллектор и затем распределяется в цилиндры двигателя. Начало впрыска и его окончание управляется открытием и закрытием электромагнитного клапана форсунки.



1 – топливный бак; 2 – топливопроводы слива; 3 – ТНВД; 4 – регулятор давления; 5 – топливопровод высокого давления; 6 – топливоподкачивающий насос; 7 – фильтр; 8 – гидроаккумулятор; 9 – датчик давления; 10 – предохранительный клапан; 11 – электрогидравлическая форсунка;12 – датчик педали акселератора; 13 – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала;14 – температурный датчик; 15 – блок управления

Рисунок 1. Схема системы питания дизельных двигателей CommonRail:

Принцип работы этой системы основан на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы. Давление в топливной системе создается и поддерживается независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя и от количества впрыскиваемого топлива [1].

Это первое главное отличие от традиционных дизелей с ТНВД с кулачковым приводом и низким давлением подачи топлива.

Форсунки впрыскивают топливо по команде контроллера блока EDC, посредством встроенных в них магнитных соленоидов, активация которых, происходит с блока управления. Цикловая подача топлива (количество) определяется действиями водителя, а угол опережения и давление впрыска - программой, заложенной в блок управления (ЭБУ). Создание давления и непосредственный процесс впрыска топлива в аккумуляторной топливной системе CommonRail полностью разделены.

Система управления может быть разделена на три условные части: датчики, электронный блок управления (компьютер) и исполнительные механизмы [2].

Электронный блок управления использует сигналы от датчиков, установленных на двигателе и в трансмиссии, для вычисления времени (момента) подачи питания и продолжительности подачи питания на электромагнитный клапан форсунки.



Рисунок 2. Управление системой впрыска.

Первым промышленным образцом аккумуляторной топливной системы с электронным управлением без мультипликаторов давления, названный CommonRail («Общий путь», т.е. общая для форсунок магистраль, аккумулятор), явилась совместная разработка фирм RobertBoschGmbH, Fiat, Elasis, реализованная в 1997 г. В настоящее время работы над CR ведутся во всех фирмах-производителях ТПА.

Вместе с тем разработки таких систем велись с 70-х годов, причем именно в России (СССР) наиболее удачно.

В настоящее время заводом КамАЗ производятся грузовики с двигателями стандарта «Евро-4». На КамАЗе перешли с 2018 года на стандарт двигателей «Евро-5», а насосы обеспечивают стандарт «Евро-5» и «Евро-6».

Также в 2019 году КамАЗ выпустит новый автомобиль поколения «К-5». Это совместный проект с концерном Daimler. У автомобиля будет новый двигатель Р6 – рядная «шестёрка», который будет производиться полностью на базе КамАЗа и оснащаться топливной системой AltayCommonRailSystem [4].

С 2019 года большинство двигателей в грузовиках КамАЗ будут оснащаться новой российской топливной аппаратурой. Сейчас около 98% российского рынка топливных систем занимает продукция иностранных компаний. Эффект от подобных инновационных импортозамещающих проектов огромен. Прежде всего, это независимость от внешних поставщиков и, конечно, снижение себестоимости производства, за счёт того, что российская топливная аппаратура на 30% дешевле импортной.

Двигатель КамАЗ 740.662 300 евро 4 с топливной системой CommonRail предназначен для установки на автомобили КамАЗ имеет улучшенные технические характеристики по сравнению с двигателем КамАЗ 740 с механической топливной системой, ресурсом не менее 450 тыс. км пробега в составе полноприводных автомобилей.

Таблица. Характеристики двигателя КАМАЗ 740.662-300 (Евро-4)

Модель	740.662-300 (Евро-4)
Тип	дизельный с турбонаддувом системой топливоподачи типа "CommonRail"
Максимальная полезная мощность, кВт (л. с.)	300
при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	1900
Максимальный полезный крутящий момент, Нм	1275
при частоте вращения коленвала, об/мин	1300
Минимальный удельный расход топлива, г/(л.с.*ч)	207
Расход масла на угар на режиме номинальной мощности, в % от расхода топлива, не более	0,1
Расположение и число цилиндров	V-образное, 8
Рабочий объем, л	11,76
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	120/130
Степень сжатия	17,9

Преимущество и выбор системы CommonRail обусловлены ниже изложенными факторами [5].

Во-первых, жёсткие требования к двигателям по экономичности и экологичности, которые повышаются с каждым годом. Дизельные двигатели со старой системой питания принципиально неспособны укладываться в рамки предъявляемых требований по защите окружающей среды от вредных выбросов.

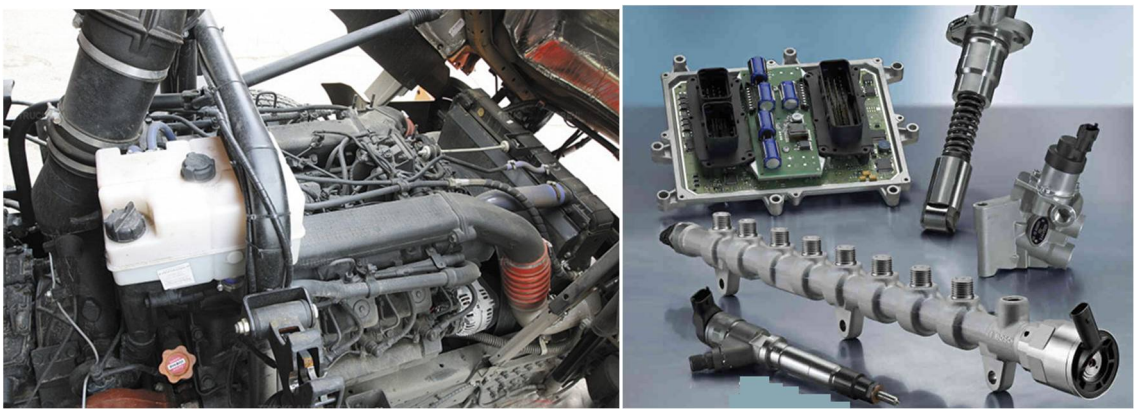


Рисунок 3. Вид двигателя с системой CommonRail и её составляющих

Во-вторых, Система CommonRail обеспечивает экономию топлива за счет повышенного давления топлива и, значит, более тончайшего распыла топлива в камере сгорания. Чем под более высоким давлением можно подать топливо в камеру сгорания, тем более тонкого его распыла можно добиться. Это, в свою

очередь, ведёт к более полному и эффективному сгоранию смеси с наименьшим выбросом вредных веществ и возрастанию мощности при меньших расходе топлива уровне шума. В тоже время, на протяжении всей длительности впрыска (т. е. времени, когда форсунка открыта) постоянное высокое давление в магистрали позволяет получить точное дозирование топлива. Создать «повышенное» давление в системе с «обычном» ТНВД принципиально невозможно. При любом изменении расхода топлива в трубопроводах от ТНВД к форсункам возникают «волны» давления, «пульсирующие» по топливопроводу. Такое возникающее «волновое гидравлическое давление» неизбежно приведёт к разрушению топливопроводов. В силу этого ограничения ТНВД, развивающих давление на форсунки более 300 бар (более 300 кг/см^2) не существует. Система CommonRail развивает давление в несколько раз больше (до 2000 бар), а вся работа происходит внутри форсунки и без значительных разрушительных колебаний давления.

Однако система CommonRail имеет свои минусы и недостатки [5]:

1. Повышенная требовательность к чистоте и качеству дизельного топлива. Элементы топливной системы выполнены с прецизионной точностью,поэтому при попадании даже мелких посторонних частиц под действием высокого давления повреждаются и выходят из строя. В первую очередь это касается управляемых электроникой форсунок с электромагнитными илипьезоэлектрическими клапанами. Попытки использовать низкокачественное топливо илинеподходящие топливные фильтры могут привести к преждевременному дорогому ремонту или даже к замене системы.

2. Использование в системе большого числа разного рода датчиков, активаторов и иных элементов управления: датчик давления в рампе, датчик потока воздуха, датчики положений распредвала и коленвала, температурные датчики двигателя и входящего воздуха, датчик положения педали акселератора, датчик системы подогрева, соленоиды, клапан регулятор давления в рампе, клапан турбонадува и клапана рециркуляции выхлопных газов.

3. Относительно высокая стоимость деталей и запасных частей системы.

4. Затруднение или невозможность произвести ремонт или настройку системы собственными силами, т.к. требуется специальный стенд и инструменты.

5. Необходимость высокой квалификации персонала для диагностики, ремонта и настройки систем CommonRail.

Список литературы

1. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура дизелей с электронным управлением. Учебно-практическое пособие [Текст]/ Л.В. Грехов. – М.; Легион-Автодата, 2009. -176 с.

2. Данов, Б.А. Электронные системы управления иностранных автомобилей [Текст]/ Б.А. Данов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с.

3. Соснин, Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей: Учебное пособие [Текст]/ Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-Р, 2001, 272 с.

4. Соснин, Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы [Текст] / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН – Пресс, 2005. – 240 с.

5. Тюнин, А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей [Текст] / А.А. Тюнин. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007. – 352 с.

6. Губертус, Гюнтер. Диагностика дизельных двигателей. Серия «Автомеханик» [Текст] / Гюнтер Губертус. Пер. с нем. Ю. Г. Грудского. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004 г. – 176 с.

УДК 621.43.068.4

Дмитриев Н.И., Черноиванов В.И.

СПОСОБ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

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 приведен один из способов очищения деталей цилиндро-поршневой группы двигателя внутреннего сгорания.*

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, этоксигруппы, присадка,*

Annotation: *The article presents one of the ways of cleaning parts of the cylinder-piston group of the internal combustion engine.*

Key words: *internal combustion engine, taksigrup.*

Предлагаемый способ очистки, предназначен для удаления смолистых, коксовых и иных отложений с металлических и полимерных поверхностей деталей, который может быть использован в двигателестроении, нефтегазодобывающих отраслях промышленности, а также при обслуживании и ремонте систем двигателей внутреннего сгорания. Указанный состав содержит, мас.%: соединение формулы R1-O-R2, где R1 представляет -CnH2n+1 или -C(O)CnH2n+1 при n=1-14, R2 представляет -H или -CH2-CH2-OH, или -CnH2n+1 при n=1-10, или их смесь 5-70, растворители, содержащие в своем составе один или несколько атомов третичного азота, или серы, или хлора и/или фтора или их смесь 1-50, парафиновые и/или нафтеновые углеводороды с температурой выкипания 35 – 400 °C 5-85, неионогенное ПАВ, содержащее в своем составе этоксигруппы 0,01-20, вода 0,01-15. Технический результат - повышение эффективности очистки и улучшение экологической ситуации в процессе очистки за счет снижения количества образующихся отходов [1].

Данный способ относится к двигателестроению, нефтегазодобывающим отраслям промышленности, а также к обслуживанию и ремонту систем ДВС (двигателей внутреннего сгорания). Состав, заявляемый в изобретении,

предназначен для удаления смолистых, коксовых и иных отложений с металлических и полимерных поверхностей деталей, образующихся при окислении нефтепродуктов или сырой нефти. В частности, для удаления загрязнений с деталей ДВС, бензиновых и дизельных топливных насосов, баков, распылителей форсунок, клапанов, деталей внутрицилиндрового пространства картера, а также для удаления загрязнений из систем подачи жидких и газообразных углеводородов, с деталей компрессоров, гидравлических систем и т. п.

Данная очищающая присадка обладает неудовлетворительной способностью к смешиванию детергента с носителем из-за чего часто образуются мутные смеси, которые нельзя добавить к топливу.

Техническим результатом, на решение которого направлен данный способ, является повышение эффективности очищающего состава. Кроме того, еще одним техническим результатом, на решение которого направлено данное изобретение, является улучшение экологической ситуации за счет значительного снижения количества отходов путем достижения эффективности очистки образовавшихся отложений меньшим количеством очищающего состава.

Указанный технический результат достигается тем, что в известном очищающем составе, содержащем ПАВ и растворители, согласно изобретению он дополнительно содержит воду в количестве, достаточном для получения стабильного раствора, в качестве ПАВ содержит неионогенное ПАВ, содержащее в своем составе этоксигруппы, а в качестве растворителей состав содержит соединения группы формулы R1-O-R2, где R1 представляет при n = 1-14;

R2 представляет H или CnH2n+1 при n=1-10 или CH2CH2OH, или их смесь, растворители, содержащие в своем составе один или несколько атомов третичного азота, или серы, или хлора и/или фтора или их смесь и парафиновые и/или нафтеновые углеводороды с температурой выкипания от 35 до 400 °C при следующем соотношении компонентов, мас.%:

соединения вида R1-O-R2,

где R1 - -CnH2n+1 или

при n = 1-14;

R2 - -H, или CH2-CH2-OH, или -CnH2n+1 при n=1-10,

или их смесь 5-70;

растворители, содержащие в своем составе один или несколько атомов третичного азота, или серы, или хлора и/или фтора или их смесь 1-50;

парафиновые и/или нафтеновые углеводороды с температурой выкипания 35 – 400 °C;

неионогенное ПАВ, содержащее в своем составе этоксигруппы 0,01-20;

вода 0,01-15.

Кроме того, очищающий состав дополнительно в качестве ПАВ содержит жирные кислоты ряда C10-C18 в количестве не более 20 %.

Также очищающий состав дополнительно в качестве растворителя содержит алкил и/или алканоламины ряда С1-С5 в количестве не более 10 %.

А также заявляемый очищающий состав дополнительно в качестве растворителя содержит ароматические углеводороды с температурой выкипания от 60 до 300 °С в количестве не более 40 %.

Заявителем экспериментально установлено, что именно дополнительное введение в состав воды в количестве, достаточном для получения стабильного раствора, в качестве ПАВ - неионогенного ПАВ, имеющего в своем составе этоксигруппы, а в качестве растворителей - соединения вида 1-O-R2, где R1- -CnH2n+1 или C(O)CnH2n+1 при n=1-14, R2- -H или CnH2n+1 при n=1-10, или CH2-CH2-OH или их смесь, растворители, содержащие в своем составе один или несколько атомов третичного азота, или серы, или хлора и/или фтора или их смесь и парафиновые и/или нафтеновые углеводороды с температурой выкипания от 35 до 400 °С и именно в заявляемых количествах обеспечивают синергический эффект и способствуют достижению указанных технических результатов.

Дополнительное ведение в состав очищающей жидкости ПАВ в виде жирных кислот ряда С10-С18 в количестве не более 20 мас.% также способствует достижению заявляемого технического результата, т.е. способствует повышению эффективности. Это обеспечивается за счет того, что данный компонент модифицирует моющую систему.

Дополнительное введение в качестве растворителей алкил- и/или алканоламинов ряда С1-С5 в количестве не более 10 мас.% также способствует повышению эффективности очищающего состава. Это достигается благодаря тому, что происходит дополнительное превнесение в моющий состав активных растворителей.

Дополнительное введение в качестве растворителя ароматических углеводородов с температурой выкипания от 60 до 300 °С в количестве не более 40 мас. %. Также способствует повышению эффективности очищающего состава. Это также обеспечивается за счет превнесения в моющий состав еще одного активного растворителя.

Очищающий состав получают следующим образом.

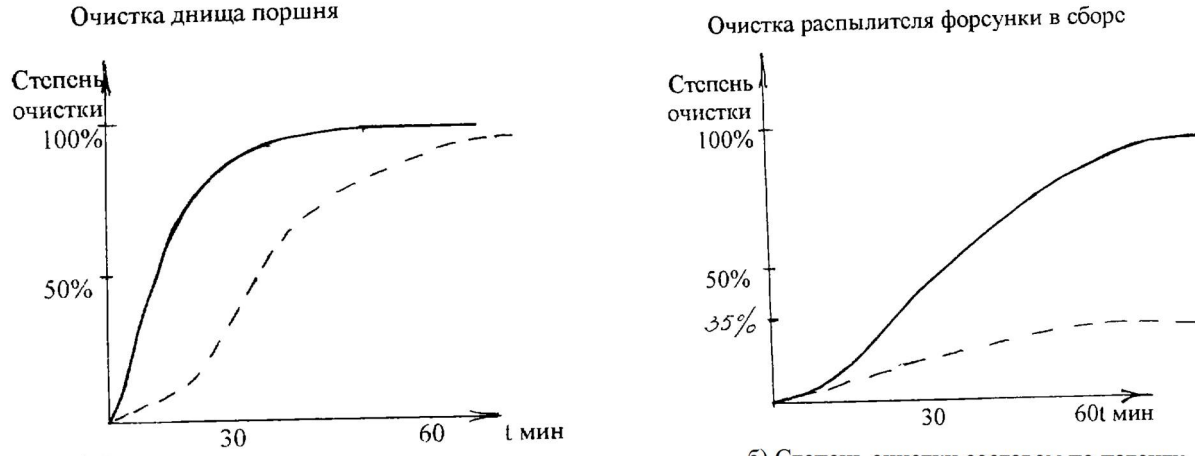
Компоненты состава в любой последовательности в требуемых количествах загружают в емкость и тщательно перемешивают.

В результате получается однородная жидкая смесь, готовая к употреблению.

применяется очищающий состав следующим образом: очищающий состав наносится на загрязненные детали и затем споласкивается.

Для полного удаления (100 %) смолисто-коксовых отложений с деталей заявленного состава требуется в 10…15 раз меньше, чем состава по патенту RU 2166111, выбранному заявителем в качестве ближайшего аналога.

Ниже приведены графики, отражающие зависимость степени очистки заявленного состава и состава по патенту RU 2166111 C1 от времени воздействия.



а) Степень очистки заявленного состава

б) Степень очистки составом по патенту RU 2166111

Рисунок 1. Зависимость степени очистки состава

Примеры конкретного выполнения сведены в таблицу.

1. Очищающий состав, содержащий поверхностно-активное вещество (ПАВ) и растворители, отличающийся тем, что он дополнительно содержит воду в количестве, достаточном для получения стабильного раствора, в качестве ПАВ состав содержит неионогенное ПАВ, содержащее в своем составе этоксигруппы, а в качестве растворителей состав содержит соединение формулы

$$R1\text{-}O\text{-}R2,$$

где R1 представляет - C_nH_{2n+1} или -C(O)- C_nH_{2n+1} при n=1-14;

R2 представляет водород или -C_nH_{2n+1} при n=1-10, или -CH_2-CH_2-OH, или их смесь, растворители, содержащие в своем составе один или несколько атомов третичного азота, или серы, или хлора, и/или фтора, или их смесь, и парафиновые и/или нафтеновые углеводороды с температурой выкипания от 35 до 400 С при следующем соотношении компонентов, мас.%:

Соединение формулы R1-O-R2, где R1 представляет - C_nH_{2n+1} или

при n=1-14, R2 представляет водород, или -CH_2-CH_2-OH, или -C_nH_{2n+1} при n=1-10 или их смесь 5 – 70.

Растворители, содержащие в своем составе один или несколько атомов третичного азота, или серы, или хлора, и/или фтора, или их смесь 1 – 50

Парафиновые и/или нафтеновые углеводороды с температурой выкипания от 35 до 400 С 5 – 85.

Неионогенное ПАВ, содержащее в своем составе этоксигруппы 0,01 – 20

Вода 0,01 – 15

Таблица 1. Сравнение очищающих составов

	Примеры											
	Ингредиенты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Неионогенное ПАВ, содержащее в своем составе этоксигруппы	Вспомогательное вещество ОП-10	3		1		3	1			20	5		
	Неонол АФ9-12							10	4				0,01
	Вспомогательное вещество ОП-7		3		5							4,99	
Соединения вида R_1-O-R_2	Этилацетат		9			20							
	Этиловый спирт		27			20							
	Изопропиловый спирт	15							5		24,5		
	Этилцеллозольв			5						15			
	Бутилацетат				14								
	Бутанол-1				56		50						
	Диэтиловый эфир										10		
	Этанол											5	44,98
	Метанол							65					
Растворители, содержащие в своем составе один или несколько атомов третичного азота или серы или хлора и/или фтора или их смесь	Хлороформ	10											
	Перхлорэтилен			15			20				15	15	
	N,N-диметилформамид				10			5		30			50
	Диметилсульфоксид					10							
	1,2,2-трифтор-1,1,2-трихлорэтан		40										
	Трихлорэтилен								1				
	Дихлорметан									19,9			

2. Очищающий состав по п.1, отличающийся тем, что дополнительно в качестве ПАВ содержит жирные кислоты ряда С10-С18 в количестве не более 20 мас.%.

3. Очищающий состав по п.1 или 2, отличающийся тем, что дополнительно в качестве растворителя содержит алкил и/или алканоламины ряда С1-С5 в количестве не более 10 мас.%.

4. Очищающий состав по п.1 или 2, отличающийся тем, что дополнительно в качестве растворителя содержит ароматические углеводороды с температурой выкипания от 60 до 300 °С в количестве не более 40 мас.%.

Таким образом, данный способ поможет повысить эффективность очищающего состава [2], кроме того улучшит экологическую ситуации за счет значительного снижения количества отходов путем достижения эффективности очистки образовавшихся отложений меньшим количеством очищающего состава.

Список литературы

1. Патент РФ №2166111. Колобухов А.А., Лаврик А.Н., Лаврик А.А., Теребов А.С. – http://bd.patent.su/2220000-2220999/pat/servl/servlet6bb8.html

2. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – СПБ.: – 2016. – 280 с.

УДК 629.7.08(1-922)

Зибров И.М., Капустин В.П., Князев С.И., Трубенко К.П.

ПРОБЛЕМА ДОРАБОТОК АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИЙСЯ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

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

Аннотация: *Статья посвящена проблеме модернизация грузовой колесной техники для эксплуатации в Арктической зоне.*

Ключевые слова*: Арктика, эксплуатация, модернизация, условия, требования, автомобиль.*

Annotation: *Article is devoted to problem modernization of cargo wheel vehicles for operation in the Arctic zone.*

Key words: *Arctic, operation, modernization, conditions, requirements, car.*

Приобретя в Арктическом регионе России автомобиль для работы вне города, их владельцы часто бывают не готовы к суровой действительности северной зимы. В отличии от районов центральной России, в которых среднегодичная температура не опускается ниже 4 градусов (Москва 4.1, Воронеж 5.2, Пенза 4.2, Самара 4,2), в Арктических районах она редко преодолевает отметку в 1 градус (Мурманск 0.2, Нарьян-Мар -3.5, Архангельск 0.8) [1].

Лето в северных районах наступает лишь в июле – августе и длится всего один – два месяца. Температура повышается до плюс 25 °С. В это время огромные территории превращаются в заболоченные пространства,

осложняются любые грузоперевозки. Дороги (зимники) расплываются и становятся непригодными для движения.

Продолжительная зима с ноября по март, как показано в таблице, «рабочая температура» зимой в минус 30 °С и ниже, туманы, которые сокращают видимость в определенных районах до 2-5 метров, осадки от 500 до 700 мм в год (Снежный покров удерживается до 230 дней в году), метели, которые начинаются в октябре и заканчиваются в мае, полярная ночь, продолжительностью 44 дня не дают автовладельцам автомобилей эксплуатировать их «не заглядывая под капот».

К сожалению, выехав из салона на новом автомобиле, вряд ли возможно его долго без доработок. Для таких суровых условий, российские автопроизводители, специально для нашей техники уже давно выпускают кит-комплекты, позволяющие, к примеру, установить на Ниву колеса сверхнизкого давления, для лучшей проходимости по свежему снегу.

В процессе эксплуатации автомобильной техники а Арктической зоне, автомобилисты сталкиваются с множеством трудностей, которые они обязаны преодолевать каждый день. Некоторые из них:

1. Низкие температуры окружающего воздуха затрудняют пуск карбюраторных двигателей из-за увеличения вязкости масла для двигателя, обеднения рабочей смеси вследствие повышения вязкости топлива и плотности воздуха, ухудшения искрообразования. У дизелей ухудшается прокачиваемость дизельного топлива по трубопроводам и через фильтры.

2. Снижается энергоемкость аккумуляторных батарей.

3. Значительно снижается и работоспособность агрегатов трансмиссии автомобиля, которая существенно зависит от вязкости применяемых в них масел.

4. При низких температурах ухудшается герметичность тормозной системы.

5. Повышается жесткость тормозных диафрагм.

6. Возрастает скопление конденсата в фильтре влагомаслоотделителя, трубопроводах и в воздушных баллонах. Замерзая, конденсат образует ледяные пробки, что вызывает отказ в работе тормозов.

7. Работоспособность рулевого управления снижается в результате увеличения вязкости масла в гидроусилителе.

8. Значительно снижается при низких температурах надежность работы шин и других резинотехнических изделий из-за потери эластичности.

9. Изделия из пластмассы теряют пластичность, повышается их хрупкость и ломкость.

Перечисленные негативные изменения в автомобиле приводят к необходимости постоянного технического контроля за состоянием автомобиля, своевременным ТО (нужно иметь ввиду, что периоды между обслуживаниями уменьшен из-за суровых климатических условий эксплуатации).

Таблица. Показатели природно-климатических условий Арктического региона

Наименование показателя, размерность	Значение показателей для характерных регионов					
	Кольский полуостров	Карелия	Архангельская область	Магаданская область	Чукотка	Камчатка
Преобладающий рельеф и характеристика местности	Горная тундра, на севере с резкопересеченным рельефом. Холмистый на юге. Много рек и озер, россыпи валунов. Мелколесные болота	Холмистый, много озер и болот, до 80% территории заняты лесом. Россыпи валунов	Равнинный, большие массивы заболоченных лесов. У побережья много валунов и камней	Гористый скалистый грунт, лесные завалы	Гористый, тундра	Гористый, в районах валунов много туфа и камней
Почвогрунт	Скальный	Скальный	Каменистый и рыхлый (на юге)	Скальный и болотистый	Скальный и болотистый	Скальный и болотистый
Заболоченность местности, % территории	15-40	15-40	25-45	40-50	40-50	25-40
Тип болот	Сплошные	Сплошные и сапропелевые	Сапропелевые	Сплошные	Сплошные	Сплошные
Глубина болот, м	До 3	До 3	От 5 до 8	До 2,0	До 1,5	До 2,0
Продолжительность зимнего периода, мес.	5-7	5-6	5-6	8-9	8-9	7-8
Продолжительность распутицы, мес.	2,5-3,5	2,5-3,5	2,5-4,0	2,5-4,0	2,5-4,0	2,5-4,0
Температура воздуха, °С - максимальная летом - минимальная зимой	Плюс 25 Минус 50	Плюс 30 Минус 48	Плюс 30 Минус 54	Плюс 22 Минус 65	Плюс 25 Минус 65	Плюс 30 Минус 62
Годовое количество осадков, мм	500-700	500-600	500-700	200-350	200-400	400-500
Высота снежного покрова, м	1,5-2.0	0,5-1,5	0,5-1,0	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-2,0
Плотность снега, г/см^3	0,2-0,35	0,1-0,35	0,1-0,35	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4

К автомобилям, работающим в условиях Арктики предъявляются множество требований:

1. Простая конструкция, обеспечивающая доступ ко всем агрегатам и механизмам при движении по любому типу местности.

2. Автомобиль должен обладать высокой эксплуатационной надежностью, долговечностью, и работоспособностью при эксплуатации в условиях влажности воздуха до 90 % и температурах до -50 градусов.

3. Ответственные детали и соединения должны быть выполнены из хладостойких материалов.

4. Безрегулировочная работа до капитального ремонта таких агрегатов, как ведущие мосты, коробка передач, сцепление и др.

5. Автомобиль должен развивать скорость не ниже 60 км/ч с запасом хода по топливу не менее 500 км.

6. Удельная мощность двигателя должна составлять не менее 15 - 18 л. с./т.

7. Автомобиль должен обладать высокой проходимостью, а именно иметь малое удельное давление шин на грунт, увеличенное количество ведущих осей. Независимая подвеска и блокировка дифференциалов желательны.

8. Иметь приспособление для буксирования прицепов и полуприцепов.

9. Конструкция узлов не должна требовать сложного оборудования при техническом обслуживании.

10. Смазочные работы должны совпадать по периодичности с другими видами обслуживания. Жидкости автомобиля, а также консистентные смазки должны быть специального состава, для работы в сверхнизких температурах. Желательно применять одни и те же смазывающие и рабочие жидкости.

11. Автомобили должны выполняться на базе унифицированных деталей и агрегатов.

12. Двигатель должен быть оборудован устройством предпускового подогрева, а также подогрева салона при длительных стоянках с неработающим двигателем. От предпускового подогревателя требуется обеспечение разогрева двигателя до +60 градусов при наружной температуре воздуха -40 градусов не более, чем за 30 минут.

13. Система отопления салона должна обеспечивать разницу температур между средней температурой воздуха внутри кабины и вне ее не менее 40 градусов (при внешней температуре -30, перепад должен быть уже не менее 50, а при -60 - 70).

14. Включение системы обогрева кабины не должно вызывать переохлаждение двигателя.

15. Кабина должна быть герметичной, с теплоизоляцией (допускается установка двойного стекла во избежание запотевания), обеспечивать изолированное хранение аккумуляторных батарей (с возможностью их подогрева перед пуском), оборудована местом отдыха для водителей, комплектом запасных частей и инструментов.

16. Кабина должна быть расположена над двигателем или спереди относительно него для доступа к двигателю без необходимости покидания кабины.

17. В комплекте щитовых приборов должны быть: часы, термометр, радиоприемное оборудование.

18. Привод тормозов желательно пневматический.

19. Автомобиль должен быть оборудован лебедкой с длинной троса до 100 м с использованием спереди и сзади автомобиля. Также должны быть

установлены буксирные крюки с возможностью буксирования на жесткой сцепке, устройство для снятия запасного колеса.

20. Все резиновые изделия должны быть выполнены из холодостойкой резины высокого качества, обеспечивающие работу при температуре -60 и т.д.

21. Автомобильные шины должны иметь камеры.

Чтобы обеспечить надежность работы автомобилей в условиях низких температур, необходима их тщательная подготовка в соответствии с рекомендациями Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава. Обязательно проведение сезонного технического обслуживания автомобилей.

Анализируя требования, мы можем видеть, что большинство из них выполняются еще на этапе проектирования и создания самого автомобиля (такие как расположение кабины относительно двигателя, унификация деталей и агрегатов и т.д.), другие же поддаются изменению уже после выпуска автомобиля с завода (установка предпускового подогревателя, лебедки и т.д.) [2].

К сожалению, доработки производятся кустарным образом в гаражах, без какого-либо контроля за проведенными работами, что нередко приводит к поломке автомобиля, а иногда и к человеческим жертвам (возгорание автомобиля из-за неправильно уложенного утеплителя).

Данную проблему можно решить несколькими способами:

1. Выпускать с завода-изготовителя специальные серии автомобилей, для которых все вышеперечисленные условия выполнены в полном объеме, для эксплуатации их в Северных районах России.

2. Создание сети специализированных салонов по доработке автомобилей специально обученным персоналом.

3. Создание мер со стороны органов государственного надзора, позволяющих контролировать проведение усовершенствования автомобилей.

4. Регулярные обязательные технические осмотры техники органами надзора.

В настоящий момент, изучая направленность разработок природных ресурсов земли, проблема всестороннего обеспечения и доступа к территориям, не пригодным для транспортных средств общего пользования, стоит довольно остро, позволяя нам судить о недостаточной проработанности этого вопроса.

Список литературы

1. Технические требования к конструкции автомобилей для севера/ https://ustroistvo-avtomobilya.ru/bez-rubriki/osnovny-e-tehnicheskie-trebovaniya-k-konstruktsii-avtomobilej-dlya-severa/ (дата обращения 01.11.2018).

2. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – СПБ.: – 2016. – 280 с.

УДК 629.3.056.8

Глотов М.С., Князев С.И., Давыдов А.О., Чекризов К.Ю.

ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СИСТЕМАМИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА БАЗЕ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС/GPS

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

Аннотация. *Приведены технические предложения по оборудованию транспортных подразделений системами централизованного контроля мобильных объектов на базе спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS.*

Ключевые слова: *автотранспортное средство, спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС/GPS, бортовая информационно-управляющая система.*

Abstract. *The technical proposals for the equipment of the transport units of centralized monitoring systems of mobile objects on the basis of satellite navigation systems GLONASS/GPS.*

Key words: *vehicle, satellite navigation systems GLONASS/GPS, complex onboard equipment.*

Важнейшей современной задачей транспортных подразделений является повышение их оперативной эффективности за счёт улучшения управляемости и централизованной координации действий. Решению этой задачи в значительной степени способствует оснащение автомобильной техники техническими средствами спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, предоставление данных о местоположении и параметров движения транспортных единиц водителям и руководителям транспортных подразделений, а также в центры оперативного управления вместе с необходимой технологической и диагностической информацией.

ОАО «Ижевский радиозавод» были разработаны технические предложения по оборудованию транспортных подразделений системами централизованного контроля мобильных объектов (СЦКМО) на базе спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS [1].

Система централизованного контроля мобильных объектов предназначена для:

- определения и отображения местоположения контролируемых транспортных средств на картах Российской Федерации с характеристикой состояния транспортного средства водителю и руководителю транспортного средства, а также в центре оперативного управления, стационарном или мобильном;
- двустороннего обмена данными между центром оперативного управления и абонентским комплектом по защищенному каналу связи;

- регистрации в центре оперативного управления поступающей информации с абонентских комплектов по защищенному каналу связи или по каналу ближней связи типа Bluetooth;

- обеспечения технического закрытия (скремблирование) передаваемой по радиоканалам информации с использованием модуля защиты информации или путём наложения программно-формируемой маски на основе алгоритма ГОСТ 28147-89 [2].

В состав СЦКМО входит:

- диспетчерский центр, который устанавливается в центре оперативного управления;

- абонентские комплекты (АК).

Диспетчерский центр (ДЦ) построен на базе ПЭВМ, которая включает:

- автоматизированное рабочее место;

- сервер базы данных;

- программу связи;

- оборудование связи с центральным ДЦ и АК.

Диспетчерский центр обеспечивает:

- автоматизированное решение задач управления работой и контроля состояния контролируемых транспортных средств с АК;

- приём по радиоканалам информации о текущем местоположении и состоянии контролируемых транспортных средств с АК;

- считывание накопленной информации о пройденном маршруте и состоянии контролируемых транспортных средств с АК по защищенному каналу связи или по каналу ближней связи типа Bluetooth;

- ведение специализированной базы данных, хранящей информацию о перемещении закрепленных АК, а также о всех переданных и полученных сообщениях;

- защиту от несанкционированного доступа к информации, хранящейся на ДЦ;

- отображение информации о местоположении и техническом состоянии контролируемых транспортных средств;

- отображение информации о скорости и других параметрах движения контролируемых транспортных средств;

- прокладку маршрутов и определение приоритетных зон нахождения контролируемых транспортных средств;

- получение сообщений по радиоканалам о срабатывании датчиков или выходе контролируемых параметров за допустимые пределы и формирование звуковых и визуальных сигналов тревоги;

- ведение рабочих протоколов о работе транспортных средств, путевых листов или другой регламентирующей нормативной документации;

- формирование отчётов по:

а) пробегу;

б) положению;

в) посещению зон контроля;

г) показаниям аналоговых датчиков;

д) проблемам;

е) посещению объектов;

ж) стоянкам;

и) времени работы двигателя, в том числе на стоянках и во время движения отдельно;

к) текущему и дневному расходу топлива;

- обслуживание до 100 контролируемых транспортных средств (с возможностью расширения);

- контроль скорости перемещения и пройденного расстояния, стоянок контролируемых транспортных средств, маршрута движения контролируемых транспортных средств;

- возможность определения пользовательских состояний, определяемых комбинациями из:

а) значений датчиков;

б) наличия на маршруте;

в) наличия в зоне контроля;

г) отсутствия координат в течение заданного времени;

д) движения со скоростью больше установленной;

е) значения аналоговых датчиков находятся вне диапазона;

- разделение доступа к информации о контролируемых транспортных средствах на уровне пользователей.

Абонентский комплект предназначен для автоматического определения текущих координат местоположения, составляющих вектора скорости и времени потребителя по сигналам космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS [3] в любой точке земного шара, в любой момент времени и независимо от метеоусловий, выдачи их на устройство отображения БИУС по CAN-шине, а также для решения сервисных задач.

В состав АК входит:

- приёмовычислитель;

- антенно-фидерное устройство низкопрофильное;

- комплект кабелей;

- комплект монтажных частей;

- комплект эксплуатационной документации.

Абонентский комплект обеспечивает:

- автоматическое определение местоположения контролируемых транспортных средств по сигналам космических аппаратов ГЛОНАСС/GPS. Определение местоположения с точностью до 10 м, скорости до 1 км/ч;

- приём информации от датчиков состояния контролируемых транспортных средств и передачу её в диспетчерский центр по запросу или с заданным интервалом;

- техническое закрытие (скремблирование) передаваемой по радиоканалам информации с использованием модуля защиты информации или путём наложения программно-формируемой маски на основе алгоритма ГОСТ 28147-89;

- функционирование в режимах:

а) контроля нахождения в заданном географическом прямоугольнике;

б) периодической выдачи сообщений в ДЦ;

в) контроля прохождения заданных (контрольных) точек;

- определение и передачу в диспетчерский центр параметров движения контролируемых транспортных средств;

- поддержку режима малого потребления при отключении бортового питания контролируемых транспортных средств;

- настройку перечня параметров, передаваемых в каждом сообщении;

- накопление сообщений при отсутствии (плохом качестве) канала связи для последующей передачи в ДЦ;

- контроль состояния не менее 5 датчиков;

- сопряжение с бортовой информационно-управляющей системой (БИУС) контролируемых транспортных средств по CAN-шине (интерфейс информационного взаимодействия CAN 2.0, протокол информационного взаимодействия по стандартам SAE Л 93 9) для передачи в БИУС текущих координат, вектора скорости и времени, а также для приёма от БИУС диагностических данных о техническом состоянии контролируемых транспортных средств [4].

Структурная схема СЦКМО представлена на рисунке 1.

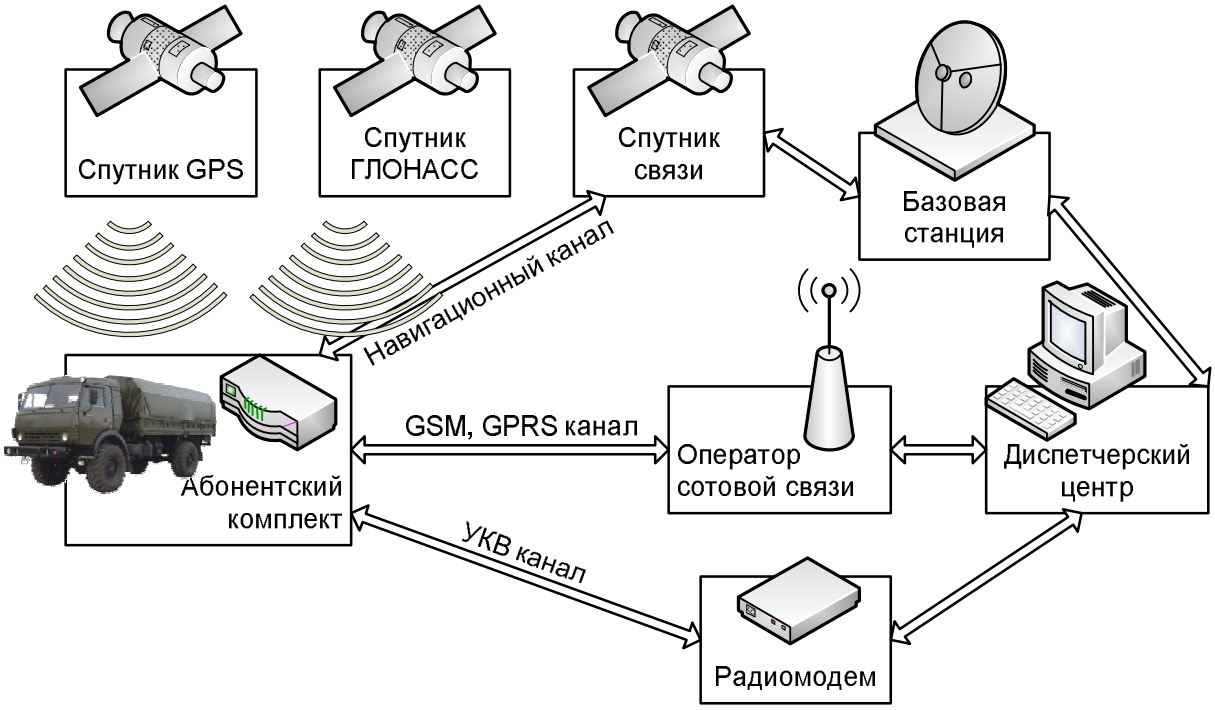


Рисунок 1. Структурная схема системы централизованного контроля мобильных объектов транспортных подразделений

Применение данной системы в сопряжении с БИУС контролируемых транспортных средств позволит расширить возможности органов управления не только по контролю их параметров технического и эксплуатационного состояния, но и по планированию использования и технического обслуживания транспортных средств. На основе получаемой информации предоставляется возможность четкой организации мероприятий технического обслуживания и планового ремонта в зависимости от наработки транспортных средств, выраженной в километрах пробега или моточасах, зафиксированных отказов, а также нормативных показателей наработки до очередного технического обслуживания и планового ремонта.

Список литературы

1. Навигационная аппаратура ОАО «Ижевский радиозавод» [Текст] // «ИНФОРМОСТ» – «Радиоэлектроника и Телекоммуникации». – 2008. – № 2 (55). – С. 10–11.

2. ГОСТ 28147-89. Система обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования [Текст]. – Введ. 1990–07–01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. – 26 С.

3. Глотов, М.С. Анализ применения навигационной аппаратуры потребителей на транспортных средствах специального назначения [Текст] / М.С. Глотов, С.И. Князев, И.И. Корнев // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2017. – С. 293–298.

4. Глотов, М.С. Основные направления развития бортовых информационно-управляющих систем перспективных транспортных средств специального назначения [Текст] / М.С. Глотов, С.И. Князев, И.И. Корнев, К.Ю. Чекризов // Наука, образование и инновации в современном мире: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2018. – С. 225–229.

УДК 629.3.02

Косинов С.А., Лиховидов Д.В.

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИБЛОКИРОВОЧНОЙ СИСТЕМЫ НА АВТОМОБИЛЕ КАМАЗ-5350

Военный учебный 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 возможность применения антиблокировочной системы с российскими комплектующими на автомобиле КАМАЗ-5350.*

Ключевые слова: *пневматический модулятор тормозов, антиблокировочная система тормозов грузовиков.*

Abstract: *The article considers the possibility of using an anti-lock braking system with Russian components on a KAMAZ-5350 vehicle.*

Key words: *pneumatic brake modulator, truck anti-lock braking system*

Материальное и аэродромно-техническое обеспечение полётов авиации связано с использованием большого количества автомобильной техники и сложных специальных машин, агрегатов и установок.

В общем комплексе транспортных средств обеспечения жизнедеятельности ведущая роль принадлежит автомобильному транспорту (АТ), который осуществляет значительную часть общего объёма перевозок материальных средств, содержит на себе подвижные запасы и обязан доставлять необходимые грузы при любых дорожных условиях.

Кроме того АТ должен обеспечивать:

- высокую оперативную, тактическую подвижность, возможность совершения движения по грунтовым дорогам и вне дорог, в дневное и ночное время суток;
- надёжность и живучесть конструкций;
- защиту экипажа и перевозимого состава от проникающей радиации, радиоактивной пыли, химических и бактериологических средств;
- удобство и лёгкость управления автомобилем, безопасность движения;
- безопасную и надёжную эксплуатацию автомобиля в любых природно-климатических условиях.

Официальная статистика дорожно-транспортных происшествий (ДТП) за 2016 и 2017 год показывает рост числа погибших в сравнении с 2015 годом. На официальном сайте ГИБДД представлены следующие цифры, показанные в таблице 1.

Как видно, за 2017 год есть небольшое снижение количества ДТП и погибших, но даже эти цифры очень велики. Таким образом, проблема повышения безопасности движения относится к числу наиважнейших, требующих самого серьезного подхода.

Таблица 1. Статистика ДТП

ДТП			ПОГИБЛО			РАНЕНО		
2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
133203	157108	152605	16638	18490	17161	168146	199544	193950

Одним из наиболее радикальных средств обеспечения безопасности на дорогах является приведение конструкции автомобиля в соответствии с теми условиями, в которых они эксплуатируются. Здесь на первый план выдвигается проблема контроля над автомобилем на всех режимах его движения, включая интенсивный разгон и главное - торможение.

Особенно важно обеспечить устойчивость и управляемость автотранспортных средств на дорогах с пониженным сцеплением, которые для наших климатических условий очень часты.

Техническое средство, предотвращающее при торможении колёс, юз и связанный с ним занос автомобиля - это антиблокировочная система (АБС), обеспечивающая на любом покрытии сцепление шины с поверхностью дороги, близкое к теоретическому пределу. Несмотря на значительную стоимость, повышающую стоимость автомобиля примерно на 10 %, эти системы получили широкое распространение. К сожалению на сегодняшний день доля грузовых автомобилей с АБС в войсках очень мала.

Конструкцию и принципиальную схему АБС авторы статьи не рассматривают. Обратим внимание на один из основных элементов АБС, а именно на модулятор, который выполняет функцию изменения в тормозном приводе давления прижатия колодок к барабанам согласно командам блока управления. Для правильного функционирования тормозной системы необходимо применять модуляторы с достаточно большой частотой (3-8 Гц в пневматических приводах и до 20 Гц в гидравлических).

По конструкции модуляторы весьма разнообразны. Один из вариантов представлен на рисунке 1, где приняты следующие обозначения: 1,2 - электромагнитные клапаны; 3 - следящий поршень; 4,6 - пружина; 5 - корпус впускного и атмосферного клапанов; 7 - седло атмосферного клапана; А - полость, соединяющая тормозной кран с модулятором; Б - полость, соединяющая модулятор с атмосферой; В - полость, соединяющая воздушный баллон с модулятором; Г - полость, соединяющая модулятор с рабочей полостью тормозной камеры; Д - полость, соединяющая тормозную камеру через модулятор с атмосферой.

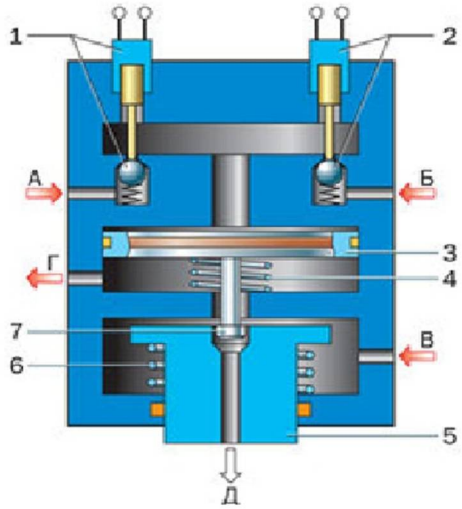


Рисунок 1. Модулятор пневматической АБС

Для таких модуляторов характерно применение эффекта пневмоусиления, который заключается в том, что для перемещения клапанов полностью или

частично используется энергия сжатого воздуха. Это позволяет уменьшить мощность электромагнитов, которые выполняют лишь управляющие функции. Модулятор АБС имеет, как правило, диафрагменную конструкцию, которая позволяет обеспечивать более высокое быстродействие по сравнению с поршневой.

Проанализировав применяемые схемы АБС и вышеизложенный материал, авторы статьи предлагают установить на автомобиль КАМАЗ – 5350, представленный на рисунке 2, АБС с датчиком и модулятором на каждом колесе и с общим блоком управления.

Производитель автомобилей КАМАЗ [1] укомплектовывает АБС импортными составляющими ведущих мировых производителей в этой области, такие как «Bosch» и «WABCO». Авторы статьи, учитывая политику государства на импортозамещение комплектующих всех систем автомобилей, изучили отечественные разработки в этой области и предлагают использовать разработку электропневматического модулятора АО «Родина» [4].

Поскольку с установкой АБС на автомобиль увеличивается количество комбинированных отверстий, жиклёров, диффузоров и контактов, то попадание и замерзание влаги недопустимо.



Рисунок 2. Автомобиль КАМАЗ-5350

Наибольшей влажностью обладают районы, которые расположены в прибрежной зоне. Зависимость содержания водяных паров от температуры окружающей среды в одном кубическом метре воздуха представлена в таблице 2.

Таблица 2. Количество содержания водяных паров в одном кубическом метре атмосферного воздуха в зависимости от температуры окружающей среды

T(°C)	-40	-20	0	7	10	20	40
ΔU $max(g/m^3)$	0.117	0.88	4.868	7.732	9.356	17.148	50.672

Из анализа таблицы видно, что наиболее проблемным является диапазон температур от 0 до 7 ºС. При данной температуре содержание водяных паров в воздухе существенное и ледяные пробки могут образовываться в зависимости от рельефа местности и перепада атмосферного давления. Такая проблема характерна для эксплуатации автомобилей КамАЗ, которые используются в условиях повышенной влажности, например в осенний период в прибрежных полосах нашей страны. Замерзание конденсата является проблемным вопросом в регионах, где температура окружающего воздуха колеблется от 0 до -20ºС и при повышенной влажности.

Поэтому совершенствование, разработка и конструирование систем влагоотделения для снижения влажности сжатого воздуха в пневмосистемах является актуальной задачей настоящего времени.

Для качественного удаления влаги из системы авторы предлагают использовать адсорбер, который позволяет удалить из сжатого воздуха до 95% влаги, тем самым точку росы осушенного воздуха снизить до минус 40-70°С. В качестве адсорбентов выступают силикагель и цеолит. Данный адсорбер не требует обслуживания до окончания срока службы адсорбента (не менее 2 лет). Введение в пневматическую систему адсорбера позволит эксплуатировать автомобиль в арктических условиях.

Введение предложенных российских комплектующих в состав АБС автомобиля КАМАЗ-5350 позволит получить следующие результаты:

- при φ =0,4, что соответствует укатанному снегу тормозной путь у автомобиля с АБС меньше (при скорости 60 км/ч), чем без АБС в 2 раза;
- при φ =0,6, что соответствует мокрому асфальту (при скорости 60 км/ч) тормозной путь с АБС меньше, чем без АБС в 1,2 раза;
- при φ =0,8 (при скорости 60 км/ч) тормозной путь с АБС меньше, чем без АБС на 10 м.

Тормозная система с использованием АБС для полноприводных автомобилей КАМАЗ-5350 полностью отвечает требованиям основных нормативных документов [2]. Применение многоконтурной схемы тормозного привода обеспечивает высокую надёжность действия, способность к неблагоприятному воздействию дорожных климатических условий [3].

Применение АБС позволяет расширить категорию водителей, способных управлять автотранспортным средством в сложных климатических и погодных условиях, сводит ДТП к минимуму.

Исходя из вышеизложенных фактов следует, что при любых величинах коэффициента сцепления φ (а следовательно при любых погодно-климатических условиях) автомобиль, оборудованный АБС в несколько раз при торможении эффективнее необорудованного.

Список литературы

1. Автомобиль КАМАЗ-5350 и его модификации. Руководство по эксплуатации. - М.: Воениздат, 1993. 120 с.

2. ГОСТ Р 41.13-99 (Правила ЕЭК ООН N13) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий M, Nи O в отношении торможения.

3. Методы оценки эффективности полноприводной автомобильной техники. Под редакцией Шипилова В.В. - Бронницы, 2005. – 145 с.

4. Патент РФ № 2252164 C2 МПК B60T8/38. Электропневматический модулятор АБС «Родина»/- Патентообладатель ООО «Объединение Родина» (РФ). - № 2003115649/11, заяв. 20.11.2004; опубл. 20.05.2005. Бюл. № 14. – 7с.

УДК 629.3.02

Ляпич Е.Н., Ломовских А.Е., Чужиков Д.А., Сыромятников А.Н.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

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

***Аннотация**. В статье проводится анализ работы тормозного привода при низких температурах.*

***Ключевые слова:** сжатый воздух, тормозной привод.*

***Summary.** The article analyzes the operation of the brake drive at low temperatures.*

***Key words**: compressed air, brake actuator.*

В настоящее время сжатый воздух является основным источником энергии для большинства систем современных грузовиков и автобусов. Тормоза, подвеска, подъем осей, привод сцепления и коробки передач, механизмы дверей – вот далеко не полный перечень оборудования, надежность, долговечность и быстродействие которого требует все более критичного отношения к качеству воздуха: уменьшению содержания влаги, масляных паров и загрязнений.

Источником сжатого воздуха в автомобиле является компрессор. Автомобильный компрессор в зависимости от региона и времени года, а так же от температуры окружающей среды и времени суток, при средней производительности способен наработать до 6…12 литров конденсата. Это является серьезной проблемой особенно в зимнее время, так как образуются ледяные пробки по всей длине пневмамагистрали тормозного привода автомобиля. Замерший конденсат приводит в зимнее время к отказу тормозов, так как прекращается доступ воздуха из-за образовавшегося льда. При этом определение места ледяной пробки в пневматическом контуре является серьезной проблемой в зимнее время. Также конденсируемая влага вместе с наличествующими в пневматическом приводе тормозной системы (маслом,

сажей выхлопных газов, солей-антиобледенителей с поверхностей дорожного полотна) перемещаются по пневмоконтуру, скапливаясь в полостях ее компонентов, вызывая быстрый износ, и создавая серьезные препятствия нормальному функционированию тормозной системы. Так же в теплое время года образование конденсата приводит к выходу из строя агрегатов пневмопривода тормозной системы из-за коррозии металла.

Атмосферный воздух всегда содержит в себе водяной пар. При этом его количество характеризуется таким понятием, как влажность воздуха, которое зависит не только от региона и времени года, но и от окружающей температуры. Наибольшей влажностью обладают районы, которые расположены в прибрежной зоне. Зависимость содержания водяных паров от температуры окружающей среды в одном кубическом метре воздуха представлена в таблице.

Таблица. Количество содержания водяных паров в одном кубическом метре атмосферного воздуха в зависимости от температуры окружающей среды

T(ºC)	-40	-20	0	7	10	20	40
ΔU *max(g/m^3)*	0.117	0.88	4.868	7.732	9.356	17.148	50.672

Из анализа таблицы видно, что наиболее проблемным вопросом является диапазон температур от 0 до 7 ºС. При данной температуре содержание водяных паров в воздухе существенное и ледяные пробки могут образовываться в зависимости от рельефа местности и перепада атмосферного давления. Такая проблема характерна для эксплуатации автомобилей КАМАЗ-5320, УРАЛ-4320 которые используются в условиях повышенной влажности, например в осенний период, в прибрежной полосе Камчатки. Исходя из анализа замерзание конденсата является проблемным вопросом в тех регионах и в тот период, где температура окружающего воздуха колеблется от 0 до −20 °С, и при повышенной влажности. При более низких температурах данная проблема актуальна только при больших объемах производства сжатого воздуха, так как содержание водяных паров при t= − 40 °С в десятки раз меньше, чем при температуре 0 °С.

Поэтому совершенствование, разработка и конструирование систем влагомасло отделения для снижения влажности сжатого воздуха в пневмосистемах является актуальной задачей настоящего времени. А также есть необходимость усовершенствования влагомасло отделительной системы и её актуальности рационального использования в зависимости от температуры, влажности, времени года и региона эксплуатации автомобиля. Для этих целей необходимо разрабатывать системы автоматического сброса конденсата, системы рекуперативных теплообменников, использование редукционных клапанов постоянного перепада давления, уменьшения длинны трубопровода пневмомагистрали, обеспечение постоянства его диаметра.

Список литературы

1. Автомобили КАМАЗ-5320 УРАЛ-4320 / Медведков В.И., Билык С.Т., Чайковский И.П., М.: ДОСААФ, 1981. 334 с.
2. http:fb.ru/article/280013/vlagootdelitel-kamaza-ustroystvo-primtsip-rabotyi-naznachenie (дата обращения: 5.09.2017 г.).

УДК 621.574.041

Маслов В.А., Кобзев Е.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРОЭЖЕКТОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

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

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы, касающиеся возможности использования пароэжекторных холодильных машин, проанализированы пути оптимизации работы за счет снижения энергетических потерь, предложены варианты решения проблем энергоэффективности.*

Ключевые слова: *эжектор, испаритель, рабочее вещество, конденсатор, парогенератор, диффузор.*

Abstract. *In the article discusses issues related to the possibility of using steam-jet refrigerating machines, analyzed ways to optimize work by reducing energy losses, variants of the decision of problems of power efficiency are offered.*

Keywords: *ejector, evaporator, working substance, capasitor, steam generator, diffuser.*

Получаемые с помощью холодильных машин умеренно низкие температуры используются в различных отраслях народного хозяйства: в пищевой промышленности и сельском хозяйстве при заготовке и переработке скоропортящегося сырья, производстве и хранении пищевых продуктов; в химической и нефтеперерабатывающей промышленности при производстве искусственного волокна, пластмасс, спирта, каучука и т. п.; в медицинской, фармацевтической и биологической промышленности при производстве и хранении лекарств и биологических продуктов; в производственных, административных и бытовых помещениях для кондиционирования воздуха; в железнодорожном, автомобильном и водном видах транспорта для сохранности при перевозке грузов; в горной промышленности для замораживания водоносных грунтов при строительстве шахт, туннелей, подземных сооружений; в машиностроении и радиотехнике; в спортивных сооружениях и во многих других случаях [1].

В настоящее время вопросы кондиционирования объектов государственной авиации являются наиболее актуальными в связи с

возросшими требованиями потребителей услуг. Вопросам моделирования холодильных установок уделяется большое внимание, но для определения эффективности холодильных машин необходимо понимание того, что действительные циклы отличаются от циклов теоретических (смоделированных).

На объектах государственной авиации и непосредственно в воздушных судах используются холодильные установки парокомпрессионного и газового типа, в которых в качестве хладагента используются дорогостоящие и экологически небезопасные хладоны (в парокомпрессионных холодильных машинах) и воздух (в газовых холодильных машинах).

Использование в качестве холодильных установок парокомпрессионных холодильных машин ограничено несколькими аспектами. Основным ограничителем использования данного типа холодильных установок является большое количество удельной энергии, а соответственно, и большая стоимость энергии, использующейся для функционирования холодильных машин парокомпрессионного типа [2].

Газовые холодильные машины являются энергоэффективными на воздушных судах за счет использования энергии авиационного двигателя, однако при кондиционировании стационарных объектов энергоэффективность газовых холодильных установок резко снижается, особенно при кондиционировании относительно небольших объектов. Поэтому возникает проблема замены малоэффективных и энергонеээффективных холодильных установок на климатические установки с дешевой удельной холодопроизводительностью.

Теплоиспользующие холодильные машины в полной мере удовлетворяют требованиям по кондиционированию. Использование современных конструкций и материалов позволяет значительно сократить массогабаритные характеристики.

Наиболее выгодным решением вопроса удешевления единицы удельной холодопроизводительности является замена по возможности парокомрессионных холодильных машин теплоиспользующими холодильными установками. Наиболее интересными и простыми из них можно назвать пароэжекторные холодильные машины, рабочим веществом в которых преимущественно является вода, а в последнее время и хладоны. Использование воды в качестве рабочего вещества целесообразно вследствие ее безвредности и относительной дешевизны Применить воду в компрессорных машинах невозможно из-за больших значений удельного объема сухого насыщенного пара при низких температурах. Это можно было бы осуществить лишь, при огромных размерах цилиндров или колес в центробежной машине. Однако такие машины будут характеризоваться большими потерями энергии, а также высокими капитальными затратами. К тому же конструкция указанных машин окажется сложной из-за необходимости их работы в области глубокого вакуума. Отсасывание водяного пара из испарителя паровым

эжектором позволило создать относительно компактную и надежную в эксплуатации машину [3].

Наиболее широко ПЭХМ применяют в системах кондиционирования воздуха на судах с парогенераторными энергетическими установками, а также на промышленных предприятиях, располагающих вторичными энергетическими ресурсами повышенного температурного потенциала.

Пароэжекторная машина представляет собой систему совмещенных неразделимых процессов прямого и обратного циклов, т. е. в ней совмещены пароэнергетическая установка с двигателем-эжектором и холодильная машина со струйным компрессором-эжектором. Пароэнергетическая установка включает в себя парогенератор, эжектор, конденсатор и насос. В состав холодильной машины входят эжектор, конденсатор, регулирующий вентиль и испаритель.

Для энергетической оценки эффективности всей машины используют тепловой коэффициент $\zeta_т$, равный отношению холодопроизводительности цикла к затраченной теплоте.

Несмотря на преимущества пароэжекторных холодильных машин над традиционными холодильными установками, они имеют ряд недостатков, обусловленных как термодинамическими, так и эксплуатационными причинами.

Недостатками ПЭХМ являются низкая энергетическая эффективность из-за больших потерь в эжекторе, а также необходимость поддержания глубокого вакуума в испарителе, конденсаторе и пароструйном аппарате [4].

Если подойти к проблеме оценки эффективности пароэжекторных холодильных машин с точки зрения отличия теоретической модели от действительно работающей установки, то обнаружатся скрытые проблемы, которые отсутствуют при теоретическом моделировании. Действительный цикл пароэжекторной машины значительно отличается от теоретического цикла.

Отличие это обусловлено, прежде всего, необратимыми процессами расширения рабочего пара в сопле, смешивания и сжатия смешанного пара в диффузоре; процесс смешивания характеризуется еще и потерями от удара рабочего пара о холодный пар; рабочий пар расширяется до давления, более низкого, чем давление в испарителе, на значение потерь в системе на участке от испарителя до камеры смешения.

Вследствие необратимых потерь в вышеперечисленных элементах холодильной установки действительный холодильный коэффициент значительно ниже теоретического. Кратность циркуляции в действительном цикле больше, нежели в теоретическом, и зависит от температуры и давления в испарителе, конденсаторе и парогенераторе, а также от степени необратимости процессов в сопле, камере смешения, диффузоре. Энергетические потери в эжекторе (основном элементе холодильной установки) тем больше, чем больше разность скоростей смешивающихся потоков.

Следовательно, чтобы вписать действительные процессы пароэжекторных холодильных установок в теоретически рассчитанную модель, нужно знать не только теплофизические параметры рабочего вещества, но и оценить потери в элементах холодильной машины, на что должна быть направлена работа инженеров холодильной и криогенной техники.

При устранении действительных потерь пароэжекторной холодильной машины ожидается следующий эффект:

- экономичность;
- повышение качества и эффективности кондиционирования объектов;
- обеспечение более экономичного расходования материальных средств;
- достижение высокой холодопроизводительности ;
- безопасное использование установки;
- низкая стоимость установки;
- ремонтопригодность;
- получение максимально возможных низких температур в кратчайшие сроки;
- простота использования установки;
-экологическая безопасность при использовании установки.

Список литературы

1. Сакун, И.А. Холодильные машины [Текст] / И.А. Сакун. – Машиностроение, Л., 1985, 348 с.

2. Бараненко, А. В. Холодильные машины [Текст] / А.В. Бараненко.– Машиностроение, Л, 1978. – 410 с.

3. Быкова, А.В. Холодильные машины [Текст] / А.В. Быкова.– Машиностроение: Легкая и пищевая промышленность, Л., 1982, 382 с.

4. Кошкин, Н.Н. Холодильные машины [Текст] / Н.Н. Кошкин. – Машиностроение: пищевая промышленность, Л., 1973. – 506 с.

УДК 55.42

Новиков К.И., Капустин В.П., Гусев Ю.В., Марков Н.С.

ДИЗЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ И ПРЕДЛОЖЕННЫЕ СПОСОБЫ ЕЁ МОДЕРНИЗАЦИИ

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

Аннотация: *Статья посвящена проблеме совершенствования двигателей внутреннего сгорания и в большей степени дизельных.*

Ключевые слова*: двигатель внутреннего сгорания, дизель, автомобиль, система питания.*

Abstract: *The article is devoted to the improvement of the engine-bodies of internal combustion and, to a greater extent, diesel.*

Keywords: *internal combustion engine, diesel, automobile, power system.*

В основе своей дизель, как и бензиновый двигатель, имеет все атрибуты двигателя внутреннего сгорания. Главное и существенное отличие кроется в изобретении, открытом и 1892 году Рудольфом Дизелем. Он придумал внутреннее смесеобразование и воспламенение горючей смеси от сжатия.

За последние годы технологии дизельных двигателей прошли значительный путь развития. Эффективность, надежность и снижение загрязняющих выбросов были главными движущими силами этой эволюции, благодаря которым был, достигнут значительный прогресс [1]. Первый серийно выпускаемый дизельный двигатель был установлен на автомобиль Citroen Rosalie в 1933 году.

До сих пор не утихают споры о том, почему столь удачная и выгодная технология турбонаддува внедрялась в производство в течение столь длительного периода времени. В качестве основной из версий высказывается мнение о том, что это связано с лоббированием производителей бензина, стремящихся получить максимальную прибыль. Если подробно рассмотреть прогресс этой технологии за прошедшие десятилетия, то от медлительных и шумных автомобилей конца 70-х годов прошлого столетия характеристики дизеля были настолько усовершенствованы к 90-м, что динамика была на уровне с бензиновыми аналогами. Речь в конечном итоге ведётся вовсе не о том, чтобы получить хорошие показатели от мотора, а о том, как сделать агрегат, который разрабатывался для нужд промышленности, с целью достижения максимальной экономичности и обеспечения работы на дешёвом топливе.

В 1989 году в автомобиле Audi 100 TDI дебютировал первый аксиально-плунжерный топливный насос высокого давления распределительного типа для непосредственного впрыска дизельного топлива. По новой технологии Bosch топливо под давлением около 1000 бар подавалось непосредственно в цилиндр, что обеспечивало эффективное сгорание. В результате повышалась мощность двигателя, а расход топлива и уровень выбросов снижались.

Почти половина всех легковых машин, которые продаются в европейских странах – это автомобили с модифицированным под дизельное топливо силовым агрегатом. Сегодня такие двигатели больше не создают клубы густого черного дыма, а шум при его работе такого двигатели уже давно в прошлом. Силовые агрегаты на дизельном топливе на сегодняшний день не только экономичные, но и более экологически чистые по сравнению с агрегатами на бензине. Такие автомобили имеют более высокие характеристики по мощности, а динамические показатели стали лучше в десятки раз. Современный мотор на дизельном топливе более тихий [2].

Система питания дизельного двигателя отличается иной конструкцией. Хотя на первый взгляд может показаться, что ДВС на дизельном топливе

совсем не имеет хоть каких-то отличий от мотора на привычном бензине. Ведь здесь нет ничего особенного, а устройство и внутренние узлы агрегата такие же. Да и по сути, система питания дизельного двигателя, назначение которой – подавать горючую смесь в камеры сгорания, практически не имеет отличий. Здесь такие же поршни, цилиндры, шатуны. Но это только на первый взгляд.

На самом деле основное и принципиальное отличие - это система питания дизельного двигателя. Здесь можно видеть значительную разницу в способах образования и зажигания смеси из горючего и воздуха. Как в карбюраторном, так и в обыкновенном инжекторном агрегате смесь создается не в цилиндрах, а во впускном тракте системы. Такая схема система питания дизельного двигателя отличается более высоким КПД и, соответственно, крутящим моментом. Главным плюс низкий расход дизтоплива (солярки) и высокий крутящий момент на низких оборотах. Недостатками считается шум, вибрации, уменьшенная мощность на литр и некоторые трудности при попытке холодного запуска, а также возможные неисправности (система питания дизельного двигателя старых моделей более подвержена воздействию некачественного топлива). Однако в новых модификациях автомобилей, рассчитанных на такой вид горючего, этих проблем уже нет.

Известен способ улучшения эффективности работы дизельного двигателя (патент РФ N 1838768, МПК G 01 L 23/22, 1993) путем регулировки давления начала подъема иглы форсунки с помощью установки натяжения пружины, заключающийся в то, что на работающем дизельном двигателе поочередно изменяют степень затяжки пружины каждой форсунки и наблюдают за частотой вращения коленчатого вала двигателя и дымностью отработавших газов, а изменение затяжки пружины каждой форсунки прекращают при достижении относительно максимальной частоты вращения коленчатого вала и относительно минимальной дымности отработавших газов, причем регулировку давления начала подъема иглы форсунки ведут при выключенной из работы группе цилиндров дизельного двигателя и цилиндры отключают через один в порядке последовательности их работы [3, 4].

Известный способ не позволяет обеспечить допустимый уровень дымности отработавших газов в связи с тем, что при износе цилиндропоршневой группы снижается коэффициент избытка воздуха а от 1,8 до 1,2 и топливо не полностью сгорает, кроме того, у двигателя с изношенной цилиндропоршневой группой процесс сгорания смещается на линию расширения, таким образом, не достигается максимальная эффективная мощность, получаемая только при оптимальном угле опережения впрыскивания топлива.

Изобретение направлено на повышение мощности, топливной экономичности и снижение загрязнения окружающей среды продуктами неполного сгорания за счет достижения полноты сгорания топлива в цилиндрах дизеля. Пример: Для дизеля КАМАЗ-740 с новой цилиндропоршневой группой компрессия Рс = 3,8-4,0 МПа, с полностью изношенной цилиндропоршневой

группой Рс=3,0 МПа. Разность значений компрессии по цилиндрам допускается не более 0,2 МПа. При различной частоте вращения коленчатого вала значение компрессии изменяется из-за утечек воздушного заряда через неплотности в сопряжениях. Поэтому для более точного определения состояния цилиндропоршневой группы необходимо измерение компрессии производить при одной и той же частоте вращения коленчатого вала, при минимальных утечках воздушного заряда, т. е. оптимально подходит номинальная частота вращения коленчатого вала (при полной подаче топлива).

Для определения регулировочных параметров используется установка, состоящая из двигателя КАМАЗ-740 (84 12/12) без сцепления и коробки передач и тормозного устройства, позволяющая регистрировать крутящий момент и частоту вращения коленчатого вала двигателя. Изменение состояния цилиндропоршневой группы имитируется изменение зазора в замке компрессионных колец и контролируется компрессометром. Всего имитируется 3 степени износа цилиндропоршневой группы.

Первый этап включает в себя получение регулировочных характеристик двигателя по углу опережения впрыскивания топлива при различной степени износа цилиндропоршневой группы и различном давлении начала подъема иглы форсунки, снятых при номинальной частоте вращения коленчатого вала n = 2600 мин$^{-1}$ и полной подаче топлива [3].

Ещё один из путей совершенствования систем питания дизельных двигателей является использование системы «Коммон рейл» (общий путь), используемой в настоящее время, в частности, на легковых автомобилях Мерседес и приведенной на рис.Принципиальными отличиями этой системы от рассмотренных выше являются [4];

1. Применение ТНВД особо высокого давления (до 1500 бар), работающего на общую распределительную магистраль («общий путь») и снабженную электронно-управляемым регулятором давления

2. Применение закрытых форсунок с электронным управлением длительностью открытого состояния.

Принцип действия этой системы следующий. Топливоподкачивающий насос низкого давления (электрический или механический) подает топливо в ТНВД. Последний постоянно нагнетает топливо в магистраль, называемую рампой. Имея значительный объем, рампа является аккумулятором высокого давления. Его величина чутко отслеживается датчиками, передающими сигнал на электронный блок, который управляет работой электромагнитных клапанов, сбрасывающих давление в системе или, наоборот, запирающих ее в зависимости от режима работы двигателя. По коротким магистралям топливо из рампы поступает к форсункам, которые впрыскивают его в камеру сгорания.

Управляет этой системой, также как и предыдущей, ЭБУ, перерабатывающий сигналы с комплекта датчиков, сходного с рассмотренным выше и выдающий управляющие импульсы регулятору давления топлива в распределительной магистрали (рампе) и электроклапанам форсунок.

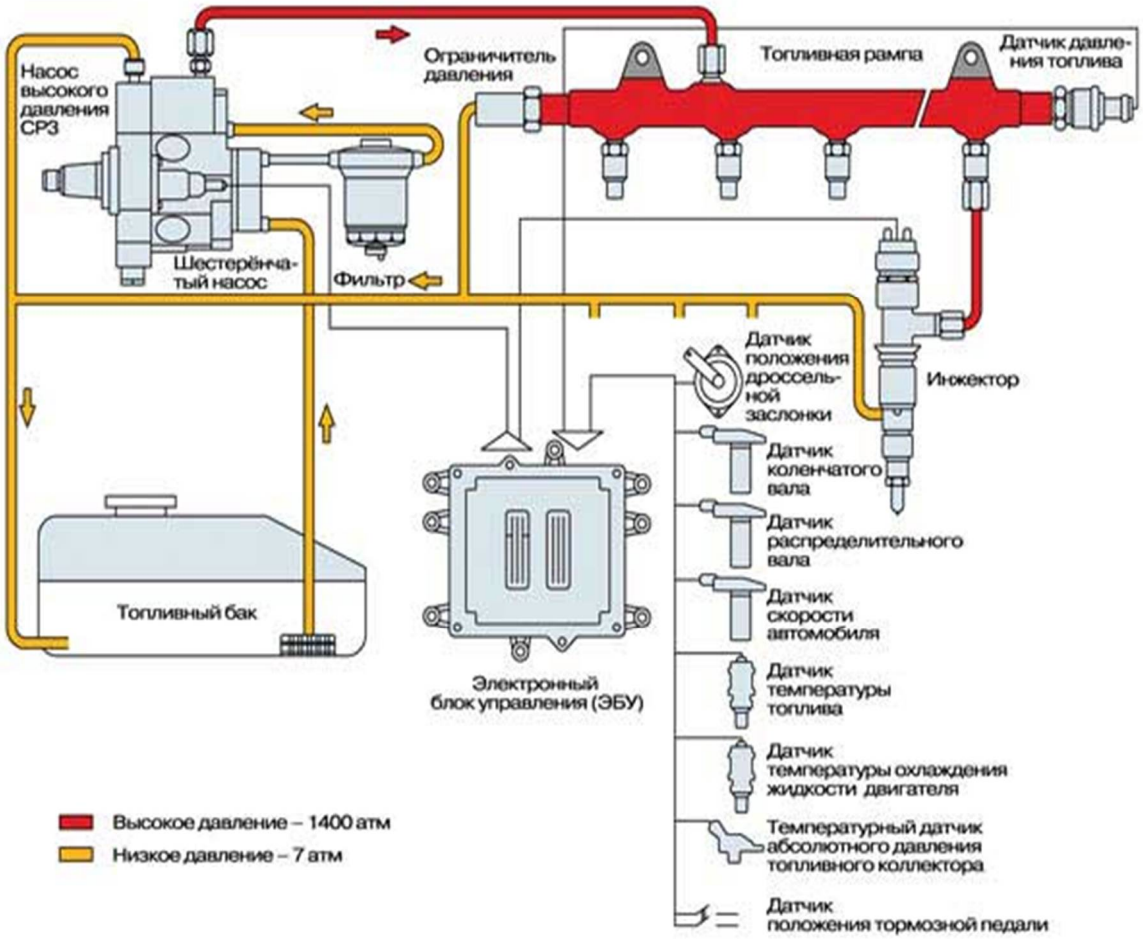


Рисунок. Система питания дизельного двигателя Common Rail («общий путь»)

Конечно, основным управляющим сигналом служит сигнал положения педали [5]. В качестве выходных сигналов от ЭБУ выдаются управляющие сигналы по следующим цепям - цепи управления цикловой подачи, цепи управления углом опережения впрыска, цепи управления клапаном рециркуляции отработавших газов. Останов двигателя осуществляется с помощью электромагнитного клапана с ручным включением. В этом же комплекте приборов, в случае применения наддува, может быть задействован датчик давления наддува и клапан управления наддувом воздуха.

В настоящее время работы по применению систем «коммон рейл» ведутся практически во всех фирмах-производителях ТПА (R.Bosch, Lucas, Siemens, L'Orange). На серийных автомобилях с применением электронного управления они появились в 1997 году. По сравнению с обычным дизелем система «коммон рейл» позволяет снизить расход топлива до 40% при уменьшении токсичности отработавших газов и снижении шумности при работе на 10 %. До сих пор роль управляющей электроники в легковых дизельных двигателях сводилась к управлению топливным насосом, давлением наддува, стартовой процедурой и регулированием холостого хода. Давление в системе практически постоянно, топливный насос высокого давления (ТНВД) варьирует лишь количество топлива,

что подается в цилиндр за один ход, а бездумная форсунка открывается под действием ударной волны в топливе (жидкость практически несжимаема) и закрывается под действием пружины. В «коммон рейл» все обстоит иначе - можно непосредственно регулировать момент впрыска, количество топлива и закон его подачи, даже давление в магистрали. Иными словами, всегда обеспечивать оптимальные условия работы. Принципиальное отличие системы в том, что ТНВД подает топливо не в индивидуальные трубопроводы к форсункам, а в «общую магистраль», оборудованную датчиком давления и обратным клапаном, сливающим лишнее топливо в бак. Система «коммонрейл» имеет недостаток, который подвергает моторное масло большим нагрузкам. Из-за более интенсивного горения верхняя часть поршней нагревается гораздо сильнее, чем у традиционного дизельного двигателя. Верхняя часть поршня у традиционного двигателя непосредственного впрыска нагревается до 320-350 °С, при системе «коммон рейл» свыше 400 °С, то есть моторное масло выгорает значительно быстрее. В результате в таких двигателях возникает потребность в синтетических маслах, или, по крайней мере, в полусинтетических материалах.

Современный дизельный автомобиль невозможно представить себе без электронного управления всеми системами. Основными задачами электронного управления двигателем являются регулирование подачи топлива и угла впрыска во всем диапазоне нагрузок и частот вращения коленчатого вала, а также управление турбокомпрессором. Электроника дизеля состоит из трех основных блоков: датчики и устройства для сбора информации, микропроцессорный блок для ее обработки и исполнительные механизмы. В общих чертах работает эта тройка следующим образом.

В этой системе наиболее сложным элементом является форсунка с электромагнитным клапаном. Зато постоянно подведенное к форсункам высокое давление дает возможность им многократно приоткрываться перед основным впрыском, делая процесс сгорания оптимальным. Многие крупные автопроизводители считают такую систему топливоподачи наиболее перспективной. Видимо, она будет находить все большее применение. Сейчас ее можно встретить на автомобилях BMW X5 3.0, Toyota LC Prado с двигателем 1KD, Mercedes G400.

Блок управления считывает и оценивает сигналы с датчиков сбора информации (датчик оборотов двигателя, температурный, подъема иглы форсунки и прочее). Исходя из полученных данных, микропроцессор рассчитывает количество топлива для впрыскивания и момент начала впрыска. После этого расчетные величины преобразуются в сигналы для исполнительных механизмов (в основном - электромагнитных клапанов).

В отличие от механических дизелей, в которых от педали «газа» к ТНВД подходит трос, в моторах с электронным управлением педаль акселератора - это всего лишь задающее устройство, показывающее блоку управления степень ее нажатия.

Электронная система управления способна к самодиагностике. Микропроцессор постоянно сравнивает уровни сигналов от датчиков с нормативными, заложенными в память, и в случае несоответствия немедленно сигнализирует об этом. Естественно, применение таких систем значительно облегчает поиск неисправностей [6].

На Международном форуме «Армия-2016» ПАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод) представило новый дизельный двигатель ЯМЗ-780 в классе мощности 700 л.с., предназначенный для установки на новые средние бронированные платформы «Бумеранг» и «Курганец-25».

Первым в 2018 году появится ЯМЗ-780 по заказу Министерства обороны: он будет развивать аж до 730 л.с., и уже готовятся прототипы второго этапа. Если все пойдет по плану, то впереди госприемка. А к 2020 году этот двигатель превратится в гражданский ЯМЗ-770 (370-550 л.с., Евро-6). В разработку таких моторов будет вложено 3 млрд руб., а общий объем инвестиций в новые продукты ЯМЗ до 2020 года – 10 млрд руб.

Таким образом, благодаря высокоточному электронному управлению и оптимальному давлению в системе впрыска топлива Коммон Рейл, в силовой установке сгорание горючего осуществляется с максимальной эффективностью, что обеспечивает комфортную работу двигателя автомобиля, так как на каждом из режимов силовой установки достигаются оптимальные показатели. Благодаря этим факторам, сокращается расход топлива и происходит снижение токсичности отработанных газов выхлопной системы транспортного средства. Топливная система впрыска горючего под высоким давлением Common Rail обеспечила развитие целого поколения дизельных двигателей, потому что обладает неисчерпаемым потенциалом.

Все способы модернизации дизельной системы питания направлены на повышение мощности, топливной экономичности и снижение загрязнения окружающей среды продуктами неполного сгорания за счет достижения полноты сгорания топлива в цилиндрах дизеля.

Список литературы

1. Гроэ, Х. Бензиновые и дизельные двигатели [Текст] / Х. Гроэ, Г. Русс. – М.: За рулем, 2008. – 272 с.

2. Луканин В. Н., Шатров М. Г, Двигатели внутреннего сгорания [Текст] / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров - М: Высш. школа, 2007. – 400 с.

3. Довыдовский В. А. Современные дизельные двигатели. Топливная система [Текст] / // Молодой ученый. – 2016. – № 29. – С. 73-75.

4. http://polnyi-privod.ru/obzor/sistemy-pitaniya-dizelnyx-dvigatelej. (дата обращения 01.11.2018).

5. http://www.armsexpo.ru/news/novye. (дата обращения 01.11.2018).

6. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – СПБ.: – 2016. – 280 с.

УДК 628.517.2

Родионов Ю.В., Ломовских А.Е., Воробьев Ю.В., Карманов В.П., Баронин Г.С., Воронин Н.В.

ВНЕДРЕНИЕ В ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ АВИАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ОРБИТАЛЬНОГО ТИПА

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (г. Тамбов), Россия
Военный учебный учебно-научный центр Военно-воздушных сил "Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина", г. Воронеж, Россия
ТОГАПОУ «Колледж техники и технологии наземного транспорта им. М.С. Солнцева» (г. Тамбов), Россия

Аннотация. *В статье рассматривается двигатель внутреннего сгорания «орбитального» типа, перспективные направления его развития и внедрения в летательные аппараты, вопросы его эксплуатации и совершенствования. Также приводится описание механизма стабилизации, основные преимущества двигателя и возможные варианты применения полимерных материалов в его конструкции.*

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания орбитального типа, летательные аппараты, сельское хозяйство.*

Abstract. *The article deals with the internal combustion engine of the "orbital" type, promising directions of its development and application, as well as the issues of its operation and enhancement. It also provides a description of the stabilization mechanism, the main advantages of the engine and possible options of usage of polymeric materials in its design.*

Key words: *internal combustion engine orbital type, aerial vehicles, agriculture.*

На сегодняшний момент авиация осуществляет многие технологические и прочие процессы, в том числе агропромышленного комплекса – к примеру, самолеты Ан-2, Х-32СХ «Агро», СП-30, а также вертолеты Ка-26 и Ми-2 широко используются при опрыскивании полей химикатами, аэросеве и прочих авиационно-химических работах.

Применяемые в самолетах и вертолетах двигатели внутреннего сгорания (ДВС) разнятся по конструкции и типу в зависимости от вида летательного аппарата и сферы его применения. Если говорить о летательных аппаратах (ЛА) для обработки полей (аэросев, опрыскивание и т.д.), то в них используются как поршневые двигатели различных конфигураций (в основном это радиальные, рядные и оппозитные в самолетах и вертолетах), так и газотурбинные типа ГТД-350 (вертолет Ми-2).

Основными недостатками поршневых ДВС можно назвать ограниченную мощность, большую частоту вращения коленчатого вала при пуске, низкий коэффициент полезного действия, возвратно-поступательные движения поршней.

При всех своих преимуществах перед поршневыми ДВС (компактные размеры вкупе с высокой мощностью, отсутствие необходимости в

разветвленной системе охлаждения), газотурбинные двигатели имеют свои недостатки в лице повышенного расхода топлива, высоких требований к качеству атмосферного воздуха и невозможность торможения двигателем.

В качестве альтернативной силовой установки для легких и сверхлегких ЛА, используемых в агропромышленный комплекс (АПК), предлагается применять ДВС «орбитального» типа конструкции профессора Воробьева Ю.В. [1, 2].

Цель данной работы – повышение надежности, снижение металлоемкости и энергоемкости летательных аппаратов АПК за счет внедрения ДВС «орбитального» типа, совершенствования его механизма стабилизации и применения полимерных материалов.

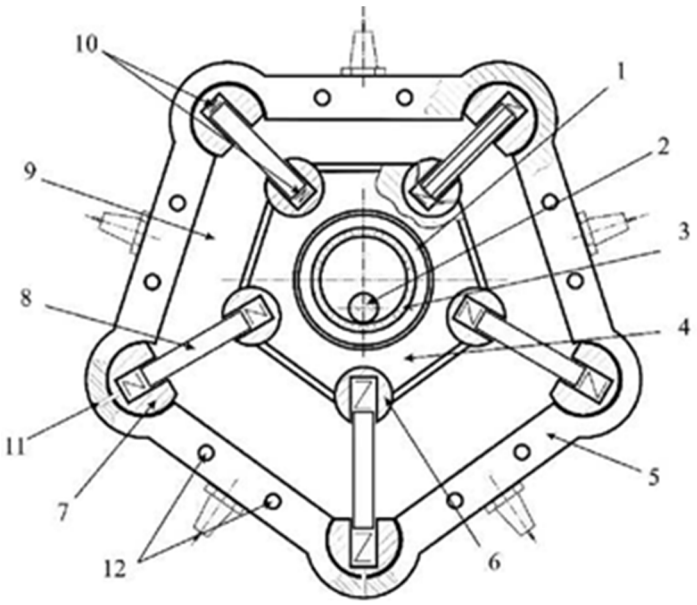
На основе двух типов двигателей, разработанных инженером Сейричем, а также финскими конструкторами Хейнола, Кейхманиеми и Пайокеном, профессором Воробьевым Ю.В. разработан и апробирован новый многоцелевой ДВС с круговым параллельным движением ротора-поршня, представленном на рисунке 1, получивший название двигателя «орбитального» типа. В его конструкции совмещены некоторые особенности традиционного поршневого двигателя и альтернативного роторного с шарнирным присоединением лопастей к ротору-поршню [3]. Этот ДВС имеет на данный момент следующие характеристики:

- рабочий объем – 1600 см^3;
- число камер – 5;
- размещение камер сгорания – в статоре;
- расчетная мощность – 80 л.с.;
- масса двигателя – 46 кг.

Основными элементами конструкции двигателя являются: корпус (статор), ротор, эксцентриковый вал (приводной вал), лопасти, разделяющие объем, заключенный между статором и ротором на рабочие камеры, комплекс оригинальных уплотнительных устройств. Специальный зубчатый механизм задает ротору-поршню круговое параллельное движение, последовательно приближая или удаляя участки его поверхности, заключенные между лопастями, относительно внутреннего контура статора, вследствие чего происходит изменение объема рабочих камер. Произведен расчет конической передачи с круговыми зубьями на основе концепции точечного контакта двух упругих тел [4, 5, 6]. Изготовленные пары установлены и испытаны на орбитальных ДВС. После испытаний были получены хорошие результаты, а именно:

- повысилась надежность орбитального ДВС;
- повысилась нагрузочная способность конической передачи;
- уменьшились шумность и виброактивность.

Рабочий процесс организован в расположенных по кругу изолированных камерах и протекает так же, как в поршневом двигателе. В то же время в нем отсутствуют шатунно-поршневые группы, а ротор-поршень установлен на эксцентриковом валу и совершает круговое параллельное движение, не имеющее неподвижных (крайних) положений.



1 – приводной вал (вал отбора мощности); 2 – эксцентрик приводного вала; 3 – подшипник; 4 – ротор; 5 – статор; 6 – шарнир ротора–поршня; 7 – шарнир; статора; 8 – лопасть; 9 – рабочие камеры; 10 – элементы, фиксирующие положение лопасти; 11 – канал в статоре для подачи смазки; 12 – отверстие в статоре для крепления боковых крышек

Рисунок 1. Схема двигателя «орбитального» типа

Указанные конструктивные отличия позволяют в 2,5 раза уменьшить весовые и размерные показатели двигателя в пересчете на единицу мощности и открывают широкие возможности для создания перспективного многоцелевого двигателя с целенаправленно изменяемыми технико-экономическими параметрами. Этот двигатель имеет все основания и возможность занять лидирующее положение в следующих приоритетных направлениях развития мирового двигателестроения [7]:

- создание комбинированной силовой установки для авиационной техники (АТ);
- создание многотопливного двигателя с изменяемой степенью сжатия;
- получение экономии топлива за счет дискретного изменения рабочего объема двигателя без нарушения равномерности хода;
- получение экономии топлива, повышение коэффициента полезного действия (КПД) двигателя и снижение токсичности выхлопных газов за счет применения керамических материалов;
- повышение эффективности рабочего процесса за счет применения газораспределительного механизма с регулируемыми параметрами, а также подбора оптимальной формы камеры сгорания и ее расположения в роторе-поршне;
- создание базового двигателя для авиационной техники с возможностью любой ориентации в пространстве.

Размеры двигателя определяются величиной эксцентриситета опоры ротора-поршня, радиусом эксцентриковой опоры ротора-поршня, наибольшим

радиусом кольцевого уплотнения ротора-поршня по боковым поверхностям, который, в свою очередь, зависит от размеров маслосъемных элементов кольцевого типа, поджимаемых к боковым поверхностям статора (боковым крышкам). По сравнению с обычным поршневым двигателем размеры «орбитального» двигателя меньше в несколько раз. Причем, чем больше мощность двигателя, тем больше соотношение уменьшения размеров достигается. Примерно в таком же соотношении уменьшается и масса двигателя.

Двигатель может иметь любое расположение в пространстве – вал отбора мощности может быть расположен горизонтально, вертикально и наклонно. Применение двигателя возможно для малых летательных аппаратов, а также во всех наземных, воздушных и водных видах транспорта [7].

Изготовленные опытные образцы двигателя орбитального типа с круговым параллельным движением ротора – поршня, представленные на рисунке 1, прошли стендовые испытания.

Наиболее ответственными элементами конструкции двигателя являются уплотнения лопастей в местах их соприкосновения с ротором и статором. Следует отметить, что Сейрич также получил патенты только на конструкции уплотнений пластин, совершающих поступательное движение в направляющих, выполненных в виде прорезей в статоре.

В предлагаемом двигателе имеется еще одно существенное отличие от двигателя Сейрича и финских изобретателей: круговое параллельное движение ротора-поршня обеспечивается специальным зубчатым механизмом. В этом случае достигаются наименьшие размеры ротора- поршня и двигателя в целом.

Немаловажным обстоятельством с позиции потерь на трение является использование в качестве уплотняющих контактирующих элементов подпружиненных планок (ленточных уплотнений). Так как усилия поджатия этих планок к поверхностям скольжения несоизмеримо меньше, чем давление поршневых колец на стенку цилиндра, то потери на трение так же значительно снижаются.

Выгодным отличием «орбитального» двигателя от обычного поршневого является также его высокая ремонтопригодность. Двигатель разбирается полностью за 0,5 часа и собирается за 1 час.

Испытания двигателя орбитального типа (рисунок 1) показали, что он имеет расход топлива на холостом ходу не выше двигателя ВАЗ-2106 (с тем же рабочим объемом и тем же карбюратором).

Таким образом, опытный образец двигателя показал свою работоспособность. Однако были вскрыты и некоторые конструктивные недочеты, касающиеся в основном систем смазки и охлаждения двигателя. Основную же задачу – обеспечение надежного уплотнения элементов двигателя – можно считать решенной. Это дает основание для продолжения работ над двигателем.

В настоящее время наиболее перспективным видится применение данного ДВС в сверхлегких самолетах типа СП-30, представленного на рисунке 2.



Рисунок 2. Внешний вид сверхлегкого самолета СП-30.

Данный ЛА представляет собой подкосный высокоплан с тянущим винтом, трехопорным неубирающимся шасси с носовым управляемым колесом.

Самолет двухместный, с расположением пилотов в кабине «рядом», цельнометаллическим фюзеляжем типа полумонококк, имеет следующие основные технические характеристики:

- двигатель Rotax 912 ULS (4-цилиндровый оппозитный, 1352 см^3, 80…100 л.с.);
- длина самолета – 6,3 м, высота – 2,69 м, размах крыльев – 9,4 м;
- экипаж – 2 человека;
- максимальная взлетная масса – 500 кг;
- максимальная скорость – 140 км/ч.

Таким образом, можно отметить большие перспективы применения данного типа ДВС и выделить следующие основные достоинства:

- малые габариты и вес (в 2…3 раза меньше по сравнению с обычным поршневым двигателем при одинаковой мощности);
- отсутствие поршневых колец и шатунов;
- применение уплотнительных устройств, снижающих потери мощности на трение;
- более высокие параметры по приемистости и КПД;
- снижение расхода топлива и улучшение экологических показателей вследствие лучшего наполнения рабочих камер и более полного сгорания топлива;
- получение большего крутящего момента при малых числах оборотов (частоте вращения) вала отбора мощности;
- привод клапанов от двух кулачковых независимо от числа камер;
- значительно более высокая технологичность изготовления, сборки, разборки и установки двигателя;
- возможность получения квазиформкамерного поджигания смеси без специальных устройств;
- легко осуществимо исполнение двигателя в дизельном варианте;

- возможность его любой ориентации в пространстве при установке создает выгодные условия для применения двигателя в различных транспортных средствах.

Использование конической передачи с круговым зубом позволяет уменьшить шумность и виброактивность, увеличить нагрузочную способность.

В перспективе для данного ДВС рассматривается возможность применения полимерных материалов [8] в его конструкции – в частности, клапанные крышки (некоторые возможные варианты – АБС-пластик или сврехвысокомолекулярный полиэтилен). При этом необходима разработка различных способов доводки двигателя (наращивание рабочего объема, дальнейшее совершенствование конструкции, исследование возможности добавления системы наддува и т.д.) для использования других видов топлива и установки в более тяжелых ЛА, нежели ранее упомянутый, СП-30.

В заключение можно отметить, что при всех возможных недоработках, устранимых в будущем, данный двигатель имеет большие перспективы применения в авиации АПК. За счет многотопливности при соответствующей доработке конструкции также возрастет его экономичность и экологичность.

Помимо этого, в работе решены следующие задачи:

1) Даны некоторые варианты повышения надежности и двигателя, в частности за счет внедрения системы стабилизации с круговым коническим зубом.

2) Предложен начальный вариант снижения энергоемкости и металлоемкости за счет применения полимерных материалов.

3) Описаны преимущества «орбитального» двигателя в сравнении с поршневыми и роторными аналогами.

Также не исключена возможность применения данного двигателя и в автомобильной промышленности ввиду описанных ранее преимуществ.

Список литературы

1. Патент RU 2285126 C2, МПК F01C1/39, F02B55/02. Орбитальный двигатель внутреннего сгорания [Текст] / Воробьев Ю.В., Тетерюков В.Б. – Патентообладатель: Воробьев Ю.В., Тетерюков В.Б. № 2004130817/06, заявлено 22.10.2004, опубл. 10.10. 2006. Бюл. №28. 26 с.

2. Vorobyov, Yuri Valentinovich. Patent EP 1 138 876 B1 “Internal combustion engine”.

3. Воробьёв, Ю.В. Двигатели внутреннего сгорания с круговым параллельным движением ротора-поршня (орбитального типа) [Текст] / Ю.В. Воробьёв// Сборник статей по материалам докладов НПК ПЕРСПЕКТИВА-2011 (22–23 ноября 2011 года) Воронеж: ВАИУ, 2011.– Ч. 2.– С. 87-88.

4. Лопато, Г.А. Конические и гипоидные передачи с круговыми зубьями. [Текст] / Лопато Г.А., Кабатов Н.Ф., Сегаль М.Г. / Справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.

5. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.2. 9-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2006. – 912 с.

6. Никитин, Д.В. Детали машин и основы конструирования. Часть 1. Механические передачи [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям 35.03.06, 23.03.03, 15.03.02, 15.03.05, 18.03.02/ Никитин Д.В., Родионов Ю.В., Иванова И.В. Электрон. текстовые данные. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 112 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64080.html. ЭБС «IPRbooks»

7. Ломовских, А.Е. Многоцелевой, перспективный двигатель внутреннего сгорания орбитального типа для беспилотных летательных аппаратов [Текст] / Ломовских А.Е., Шаповалов А.А / Сб. статей по материалам докладов XXIII Всероссийская НТК (26 июня 2014 г.) Серпухов Московской обл.: филиал ВА РВСН (г. Серпухов), 2014.– Ч. 7. – С. 73–77.

8. Баронин, Г.С. Полимерные нанокомпозиты и изделия на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), полученные объемной штамповкой в твердой фазе [Текст] / Баронин Г.С. [и др.]/ Сборник материалов VIII Межд. науч.-инновационной молодежной конф. «Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент», Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2016.– С. 28–34.

УДК 621.642

Шевченко Д.А., Попов А.Н.

ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

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

Аннотация. *В статье рассмотрены системы хранения и транспортирования сжиженных газов, способы уменьшения их потерь за счет испарения от внешних теплопритоков, особенности устройства транспортных резервуаров и трубопроводов для криопродуктов.*

Ключевые слова: *Криопродукты, хранение, транспортирование, потери.*

Annotation. *The article discusses storage and transportation systems for liquefied gases, ways to reduce their losses due to evaporation from external heat influxes, and features of transport tanks and pipelines for cryogenic products.*

Key words: *Cryoproducts, storage, transportation, losses.*

В настоящее время в различных областях народного хозяйства: в машиностроении, металлургии, энергетике, пищевой промышленности,

ракетно-космической технике, сельском хозяйстве и других широко используют жидкие криогенные продукты. Такими продуктами, т. е. газами при нормальных условиях, нашедшими наибольшее применение, являются метан, кислород, аргон, азот, водород и гелий. Широкое использование указанных веществ в жидком состоянии обусловлено, с одной стороны, общим прогрессом развития криогенной техники: совершенствованием процессов и оборудования для ожижения и выделения из газовых смесей перечисленных выше продуктов, а также оборудования для хранения продуктов и их транспортирования. С другой стороны, на протяжении последних десятилетий отмечен возрастающий спрос на криогенные продукты в связи с техническими и экономическими преимуществами использования криогенных температур в различных областях народного хозяйства [1].

Объемы производства жидких криогенных продуктов и, следовательно, масштабы их использования сами по себе весьма значительны; на протяжении последних десятилетий сохраняются высокие темпы ежегодного прироста объема производства, которые достигают 10 %. Промышленные масштабы использования жидких криогенных продуктов обусловили необходимость создания систем для хранения и выдачи продуктов потребителям с требуемыми параметрами. Системы хранения жидких криогенных продуктов и выдачи потребителям в дальнейшем будут называться жидкостными. Подобные системы обеспечивают накопление и хранение продуктов.

Для этой цели также освоено изготовление сосудов, резервуаров, цистерн с вакуумно-порошковой и экранно-вакуумной изоляцией.

Основная сложность хранения и использования жидких криоагентов связана с тем, что эти жидкости имеют высокую испаряемость даже при малых теплопритоках. По этой причине применяют высокоэффективные виды теплоизоляции, специальные конструкции тепловых мостов и другие меры для снижения теплопритоков. Криогенные емкости снабжены устройствами для их заполнения, слива, поддержания вакуума, контрольно-измерительными приборами и арматурой [2].

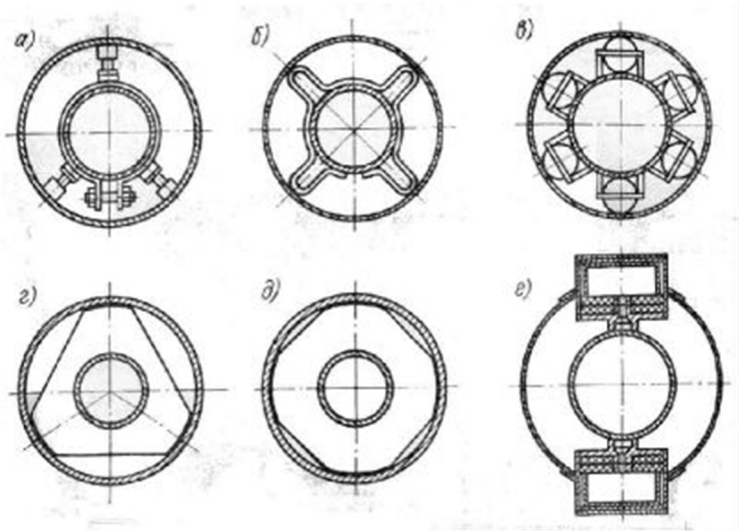
Системы транспортирования криожидкостей. При всем разнообразии конструкций криогенные емкости имеют много общего. Между внутренним сосудом для жидкости и кожухом помещена порошковая или многослойная теплоизоляция. Создание требуемого вакуума в теплоизоляционной полости обеспечивается с помощью вентиля, а поддержание его в период эксплуатации обеспечивается физическими адсорбентами и химическими поглотителями газа. Внутренний сосуд закрепляют в кожухе с помощью системы опор и подвесок.

В небольших емкостях внутренний сосуд крепят к горловине, служащей одновременно подвеской и трубой, позволяющей выполнять все

технологические операции при эксплуатации сосуда. Сосуды этой простой конструкции называют сосудами Дьюара [3].

Транспортные резервуары предназначены для хранения, транспортирования и выдачи жидкого кислорода или азота. Резервуары состоят из кожуха, внутреннего сосуда, испарителя, шкафа с арматурой и контрольно-измерительных приборов. Резервуары изготовлены из высокопрочных хладостойких материалов.

Трубопроводы. Криогенные трубопроводы предназначены для транспортирования жидких и газообразных криогенных продуктов. Они должны сохранять работоспособность во всем диапазоне рабочих температур от -50°С до температур транспортируемых продуктов, и обеспечивать достаточно малый теплоприток из окружающей среды. Выполнение этих требований достигается выбором материалов, работоспособных при низких температурах; конструктивными решениями по компенсации напряжений, возникающих при охлаждении трубопроводов; эффективной тепловой защитой от теплопритоков из окружающей среды. Современные промышленные конструкции криогенных трубопроводов базируются на вакуумированных типах изоляции: вакуумно-порошковой, слоисто-вакуумной и иногда чисто вакуумной. Наибольшее распространение в криогенных системах получили конструкции трубопроводов из гладких цельнотянутых или сварных труб. В качестве конструкционных материалов внутренней трубы используется нержавеющая сталь типа 12Х18Н10Т и иногда инвар 36НХ. Наружный кожух изготовляется из нержавеющей или углеродистой стали [2].Пространство между внутренней трубой и кожухом вакуумируется и в целях повышения эффективности теплозащиты заполняется либо порошком - аэрогелем или перлитом, либо используется для размещения слоисто-вакуумной изоляции. Внутренняя труба фиксируется относительно кожуха с помощью опор: пальчиковых, проволочных, шариковых, дисковых и цапфовых (рис. 1).



а – пальчиковая; б – проволочная; в – шариковая; г, д – дисковы; е –цапфовая

Рисунок 1. Конструктивные схемы опор внутренней трубы

Проволочные, пальчиковые и шариковые опоры предназначены только для обеспечения соосности внутренней трубы и кожуха, дисковые и цапфовые опоры обеспечивают также передачу на кожух усилий от внутренней трубы. В конструкциях опор использованы стеклопластики, обладающие малой теплопроводностью в сочетании с высокой прочностью длина участков трубопроводов с единой вакуумной полостью определяется удобствами вакуумирования, отыскания течей [3]. Криогенные трубопроводы служат для передачи сжиженных газов. Их снабжают высококачественной теплоизоляцией, что уменьшает испаряемость жидкости. Для ускорения предварительного охлаждения длинного криогенного трубопровода через определенные интервалы предусматривают специальные патрубки для отвода пара. Однако такой способ вызывает увеличение потерь жидкости. Если трубопровод имеет хорошую изоляцию и жидкость непрерывно подается с одного конца, то появление ее на другом конце трубопровода является вопросом только времени. Однако в реальных трубопроводах имеется внешний подвод теплоты, вызывающий испарение. Уменьшить испарение можно за счет переохлаждения жидкости или увеличения избыточного давления в трубопроводе. Большое количество жидкости можно передать по криогенным трубопроводам с помощью насосов.

Важным вопросом является компенсация температурных деформаций криогенных трубопроводов, которая может достигать десятков миллиметров. В качестве компенсаторов используют сильфоны, устанавливаемые на внутренней или наружной трубе. Наиболее Перспективным решением является применение материала с малым коэффициентом удлинения для внутреннего трубопровода. Таким материалом может служить инвар [4].

Конструирование и монтаж трубопроводов. Существует два основных подхода к конструированию и монтажу криогенных коммуникаций. В первом случае отдельные участки трубопроводов (секции) поставляются к месту монтажа в готовом виде, т. е. они полностью изготовлены и отвакуумированы в заводских условиях; при монтаже трубопроводов отдельные секции лишь стыкуются с помощью фланцевых соединении. Длина таких транспортабельных автономных секций ограничена габаритными размерами транспортных средств и не превышает 6–12 м.

При другом подходе изготовленные на заводе секции трубопроводов не имеют замкнутых изоляционных полостей. Отдельные секции свариваются друг с другом на месте монтажа, образуя гораздо более длинные участки с автономными изоляционными полостями. Лишь крайние секции таких участков, длина которых доходит до 50-100 м, снабжаются тепловыми мостами для замыкания вакуумных объемов изоляционного пространства. Вакуумирование изоляционных полостей производится после монтажа трубопровода. Ее концентрическое положение относительно кожуха достигается с помощью проволочных или пальчиковых опор. В связи с этим прямые секции используются на горизонтальных и слабо наклоненных участках. Прямые секции изготовляют в двух вариантах: без компенсаторов и с компенсаторами температурных напряжений на кожухе;

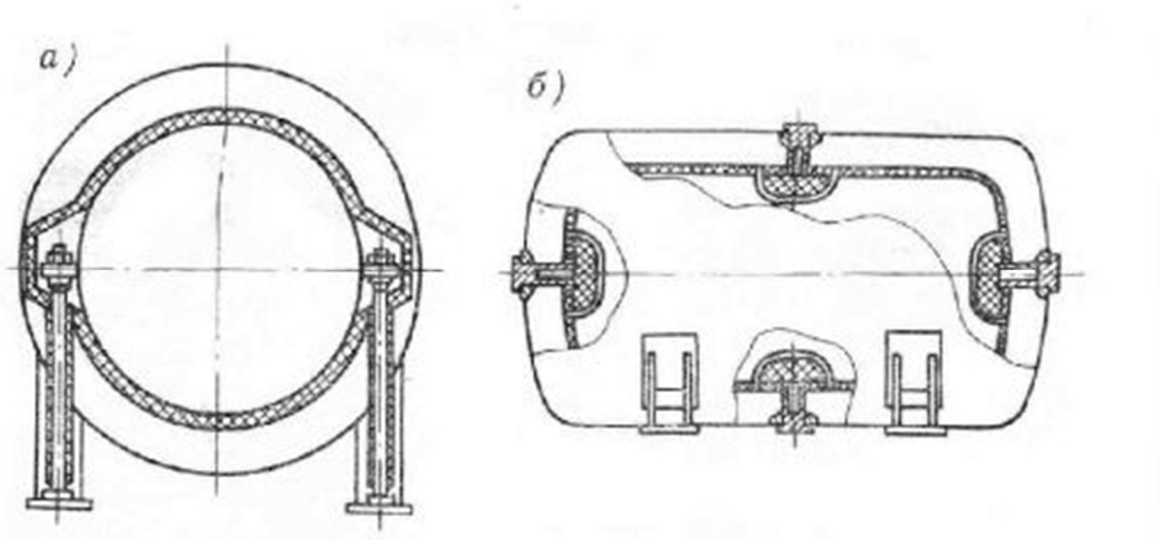
внутренняя труба не имеет компенсаторов. Выбор того или иного варианта прямых секций зависит от способа компенсации температурных напряжений и колебаний температуры воздуха применительно к конкретной трассе криогенной магистрали. Минимальная длина секций составляет 0,5 м для трубопроводов с диаметром 32 мм и 1 м для трубопроводов большего диаметра; максимальная длина от 8 до 12 м в зависимости от диаметра трубопроводов. Длина унифицирована.

Трубопроводы для транспортирования газов прокладываются как внутри, так и вне помещений (цеховые и межцеховые трубопроводы). Внутрицеховые трубопроводы прокладывают по стенам и колоннам здания или в крытых каналах. При совместной прокладке кислородных и водородных трубопроводов с трубопроводами для других газов первые крепят на отдельных опорах, кронштейнах, подвесках таким образом, чтобы обеспечить свободный доступ к ним для осмотра и ремонта. Расстояние между трубопроводами должно быть не менее 250 мм. Кислородные и водородные трубопроводы должны быть надежно заземлены. Для этого их присоединяют к заземляющему контуру. Трубопроводы, проходящие через стены или перекрытия зданий, заключают в гильзы. Зазор между трубопроводом и гильзой должен быть менее 5 мм по радиусу и заполнен негорючим волокнистым материалом. Участки трубопроводов, заключенные в гильзы, не должны иметь стыков.

Транспортные резервуары. Принципиальная конструктивная схема криогенного резервуара во многом определяется решением проблемы крепления внутреннего сосуда относительно кожуха. Обычно внутренний сосуд фиксируется относительно кожуха с помощью подвесок или опор. Их конструкция рассчитана на массу сосуда с жидкостью, а для транспортных резервуаров на дополнительные нагрузки, связанные с ускорением и торможением транспортного средства. Кроме того, они должны воспринимать усилия, связанные с температурными деформациями внутреннего сосуда. Одновременно опоры и подвески являются важнейшими элементами тепловой защиты.

На рисунке 2 представлены основные конструктивные схемы криогенных резервуаров, предназначенных для хранения всего ряда криогенных жидкостей кроме гелия.

В целях уменьшения металлоемкости резервуара в последние годы появились конструкции, в которых внутренний сосуд крепится на жестких трубчатых опорах (рисунок 2 а). Опоры сосуда и кожуха расположены коаксиально и пространство между ними сообщается с межстенным пространством резервуара, образуя единую вакуумную полость. Независимая система опор внутреннего сосуда и кожуха позволила снизить вес резервуаров. Вертикальные трубчатые опоры применяются в отечественных конструкциях крупных вертикальных и горизонтальных цилиндрических и сферических резервуаров. В некоторых конструкциях резервуаров (в основном транспортных) внутренний сосуд закреплен относительно кожуха на нескольких стеклопластиковых опорах (рисунок 2 б).



а – крепление на опорах; б – крепление на пластиковых опорах

Рисунок 2. Конструктивная схема криогенных резервуаров:

Такая конструкция достаточно проста, технологична в изготовлении и обеспечивает восприятие значительных нагрузок, хотя и менее эффективна в тепловом отношении. Очень крупные хранилища объемом более тысячи кубических метров для относительно высокотемпературных продуктов - кислорода, азота и метана часто выполняются с газонаполненной изоляцией, что позволяет применить иные конструктивные решения.

Гелиевые резервуары. Газгольдеры. Сосуды гелиевых резервуаров объемом до несколько сот литров обычно крепятся к кожуху с помощью удлиненной горловины. В конструкциях использованием холода отводимых паров экран представляет собой лист из высокотеплопроводного материала (обычно меди), припаянный к горловине. В некоторых случаях в целях лучшего охлаждения экрана к нему припаивается достаточно длинная трубка, по которой образующие пары отводятся в атмосферу или газгольдер. Конструкции с использованием азотного экрана более разнообразны. Для достижения более низких температур по всей поверхности экрана к листу может припаиваться трубка, по которой за счет теплопритока из окружающей среды осуществляется естественная циркуляция азота. В более крупных резервуарах азотный экран включает одну или две емкости для хранения жидкого азота и систему труб, залитых жидким азотом, расположенных вокруг гелиевого сосуда. К трубам приваривается или припаивается лист из теплопроводного металла. Азотный экран крепится с помощью подвесок и опор непосредственно к кожуху, а гелиевый сосуд - непосредственно к азотному экрану,это сокращает теплопритоки к гелию по подвескам и опорам [4]. Известны также схемные решения, в которых наряду с азотным экраном применяется экран, охлаждаемый парами отходящего гелия. Газгольдеры предназначены для хранения кислорода, азота, аргона, водорода и других промышленных газов. Различают газгольдеры переменного и постоянного объема с постоянным и переменным давлением, сухие и мокрые,

каждый из которых может быть тупиковым или проходным. Цистерна ЦТГ-0,6/0,07 (рис. 3) состоит из внутреннего сосуда 4 и наружного кожуха 5, изготовленных из стали 12Х18Н10Т. Внутренний сосуд подвешен на горловине 3.

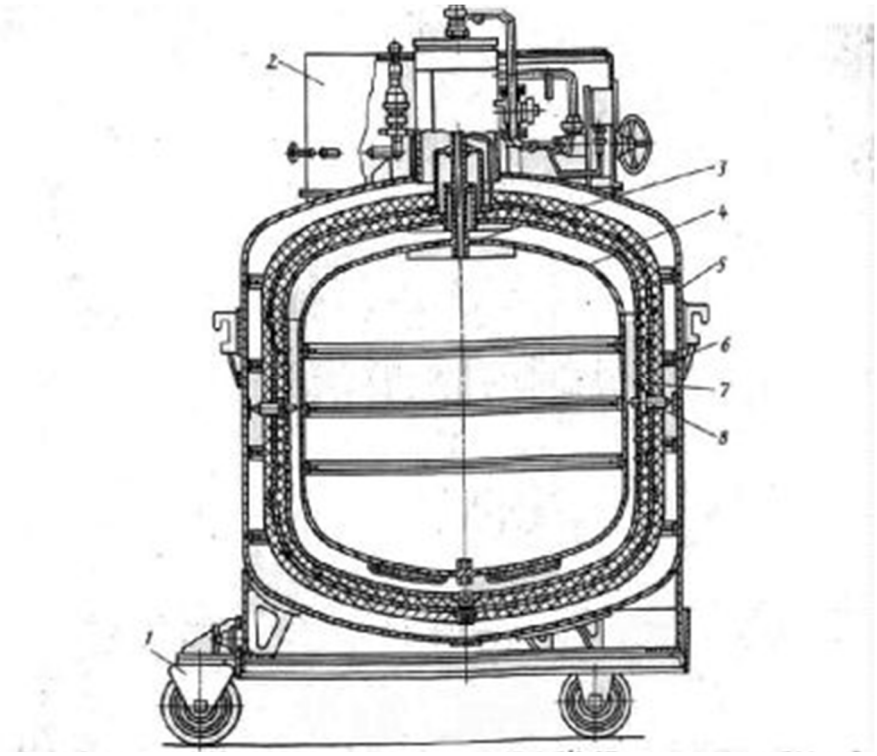


Рисунок 3. Цистерна для жидкого гелия ЦТГ-0,5/0,07 вместимостью 500 дм^3

Для компенсации нагрузок, возникающих при транспортировании, горловина подвешена на сферической цапфе; боковые упоры 8 ограничивают подвижность внутреннего сосуда. Трубопроводы, арматура, приборы и предохранительные устройства, размещенные в верхней части цистерны, защищены кожухом 2 со съемной крышкой. Вакуумно-многослойная изоляция смонтирована на двух медных экранах 6, охлаждаемых парами гелия, которые проходят по змеевику 7. Масса цистерны 430 кг. Потери гелия от испарения 1,1% в сутки, она смонтирована на тележке.

Цистерна ЦТГ-2,5/0,07 предназначена для хранения и перевозки большого объема (2500 дм) жидкого гелия. Внутренний сосуд закреплен внутри азотного экрана на опорах. Жидкий азот (400 дм) заливают в камеры на днищах экрана. Азотный экран установлен в кожухе на опорах из стеклопласта и закреплен с помощью восьми растяжек. Изоляция внутреннего сосуда вакуумная, азотного экрана - вакуумно-многослойная. Между внутренним сосудом и азотной камерой предусмотрен промежуточный экран. Поверхности внутреннего сосуда и экранов имеют высокую отражательную способность. Промежуточный экран и растяжки внутреннего сосуда охлаждаются испаряющимся гелием [4].

Список литературы

1 Архаров, А.М. Криогенные системы [Текст] / А.М. Архаров, В.П. Беляков. – М.,1987.

2 Новотельнов, В.Н. Криогенные машины [Текст] / В.Н. Новотельнов, А.Д. Суслов. –Спб.,1991.

3 Оконский, И.С. Процессы и аппараты кислородного и криогенного производства [Текст] / И.С. Оконский, А.А. Осокин. – М.,1985.

4 Филин, Н.В. Жидкостные криогенные системы [Текст] / Н.В. Филин, А.Б. Буланов.– Л.,1985

УДК 631.53.048

Казаров К.Р.[1], Черников В.А.[1], Солдатов Ю.И.[1], Лукина И.К.[2]

ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ НА ВЕС КОРНЕПЛОДА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

[1] Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

[2]Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В работе на основе экспериментальных данных, биологического анализа и использования теории вероятности установлена зависимость веса корнеплода сахарной свеклы при различных сочетаниях прилегающих к нему интервалов.*

Ключевые слова*:* вес корнеплода сахарной свеклы, сочетание прилегающих к корнеплоду интервалов, площадь питания растения.

Abstract. *In the work on the basis of experimental data, biological analysis and the use of probability theory, the dependence of the weight of sugar beet root crop at different combinations of adjacent intervals is established.*

Key words: *the weight of the root vegetable sugar beet, the combination of adjacent to the root crop intervals, plant nutrition area.*

Как известно, урожайность культур зависит от большого числа случайных факторов, их сочетания для конкретной культуры и условий, поэтому становится понятна сложность и трудность учета этого многообразия. Интервальное распределение семян сахарной свеклы в борозде, всходов и растений вдоль рядка сахарной свеклы оказывает существенное влияние на вес корнеплода и в целом на урожай.

Развитие компьютерных технологий дало возможность моделировать технологические процессы в растениеводстве и оценить целый ряд качественных показателей формирования густоты насаждения сахарной свеклы от посева до уборки. Одним из входных показателей в программировании

технологии возделывания сахарной свеклы является влияние площади питания на вес корнеплода. Этому вопросу посвящены экспериментальные и теоретические исследования. Влиянием интервального распределения на вес корнеплода сахарной свеклы занимался ряд исследователей.

Одни данный вопрос решали экспериментально [1, 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13], другие теоретически [3, 5, 6, 7, 9, 14]. Так, в работах С.Д. Полонецкого и др. [10] зависимость веса корнеплода (G) от сочетания интервалов установлена экспериментально и аппроксимирована гиперболической зависимостью

$$G0 = (th(c_1 \cdot x_1) + th(c_1 \cdot x_2)) \cdot (x_1 + x_2 + c_2) \cdot c_3, \quad (1)$$

где $th(x)$ – тангенс гиперболический;

c_1, c_2, c_3 – коэффициенты, зависящие от почвенно-климатических и погодных условий года. Для благоприятных условий они соответственно равны 0,03; 172; 1,7; а для неблагоприятных условий – 0,04; 200; 1;

x_1, x_2 – предыдущий и последующий интервалы, примыкающие к растению, см.

Расчетные данные, полученные по выражению (1) при значениях прилегающих к растению интервалов до 50 см, достаточно точно согласуются с опытными данными (рисунок 1). При дальнейшем увеличении одного или обоих интервалов вес корнеплода продолжает возрастать, несмотря на то, что существует биологический предел использования площади питания для увеличения веса корнеплода. Эти обстоятельства, а также стремление найти не статистическую, а аналитическую зависимость, базирующуюся на биологических особенностях растения, показывают, что интенсивность использования площади питания корнеплодом сахарной свеклы убывает по мере удаления от центра растения. Авторы [7] для аппроксимации этого явления теоретической зависимостью пришли к выводу, что точнее всего подходит закон Лапласа [4]

$$f(x) = a \cdot e^{-\lambda \cdot |x|}, \quad (2)$$

где x – удаление элементарного участка площади питания от центра корнеплода, см;

a и λ – положительные параметры, для закона Лапласа $a = 0{,}5 \cdot \lambda$.

Тогда расчетное выражение для определения веса корнеплода сахарной свеклы в зависимости от сочетания интервалов будет иметь вид

$$G_1 = G_{max} \cdot [1 - 0{,}5 \cdot (e^{-0{,}5 \cdot x_1 \cdot \lambda(x_1)} + e^{-0{,}5 \cdot x_2 \cdot \lambda(x_2)})], \quad (3)$$

где $\lambda(x_1) = (1 - e^{-0{,}5 \cdot x_1 \cdot \lambda_{max}}) \cdot \lambda_{max}$; $\lambda(x_2) = (1 - e^{-0{,}5 \cdot x_2 \cdot \lambda_{max}}) \cdot \lambda_{max}$, (4)

λ_{max} – максимальная интенсивность, получена из условия, что растения фактически не угнетают друг друга при среднем расстоянии 40 см, соответствует вероятности F(x)=0,98. Тогда, произведя вычисления по выражению (2), получим $\lambda_{max} = 0{,}1$.

В дальнейшем в своих работах авторы [5, 6] уточнили выражение $\lambda(x)$ с учетом взаимного угнетения близко находящихся растений. Аппроксимация этого уменьшения на основе анализа результатов полевых измерений и

интенсивности накопления веса $\lambda(x_1, x_2)$ при стесненных условиях размещения растений вычисляется выражением

$$\lambda(x_1, x_2) = \lambda_{max} \cdot \left(\frac{0{,}5 \cdot x_1 + 0{,}5 \cdot x_2 + 90}{140} \right)^2 \cdot \left[1 - 0{,}1 \cdot \left(\frac{x_1 - x_2}{x_1 + x_2} \right)^2 \right], \quad (5)$$

или окончательно зависимость веса корнеплода от интервалов будет выражаться формулой

$$G_2 = G_{max} \cdot \left(1 - 0{,}5 \cdot \left(e^{-0{,}5 \cdot x_1 \cdot \lambda(x_1, x_2)} + e^{-0{,}5 \cdot x_2 \cdot \lambda(x_1, x_2)} \right) \right) \quad (6)$$

По полученным выражениям вычислен вес корнеплода в зависимости от сочетания интервалов при фиксированном значении одного из интервалов, равном 20 см (рисунок 1).

Анализ зависимостей (G1), полученных по выражению (3), приведенных на рисунке 1, показывает, что вес корнеплода в зависимости от сочетания интервалов в пределах до 60 см увеличивается и при дальнейшем увеличении интервалов не возрастает. Следует учитывать, что по биологическим показателям использование примыкающих интервалов более 60 см не влияет на увеличение веса корнеплода (максимальная ширина междурядья посевов сахарной свеклы в мировой практике составляет 60 см).

При расчетах по выражению (6) в диапазоне интервалов до 60 см происходит интенсивное накопление веса корнеплода сахарной свеклы, а далее вес корнеплода увеличивается, но незначительно. Следовательно, с учетом биологических особенностей развития растений это выражение может быть использовано при определении веса корнеплода сахарной свеклы при интервалах не более 60 см.

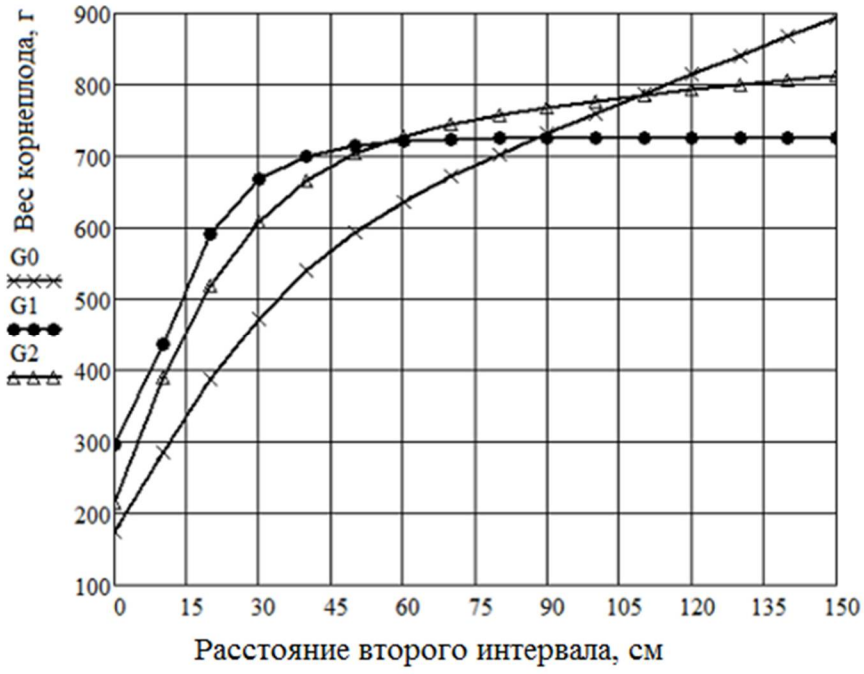


Рисунок 1. Вес корнеплода от сочетания второго интервала при постоянном $x_1 = 20$ см

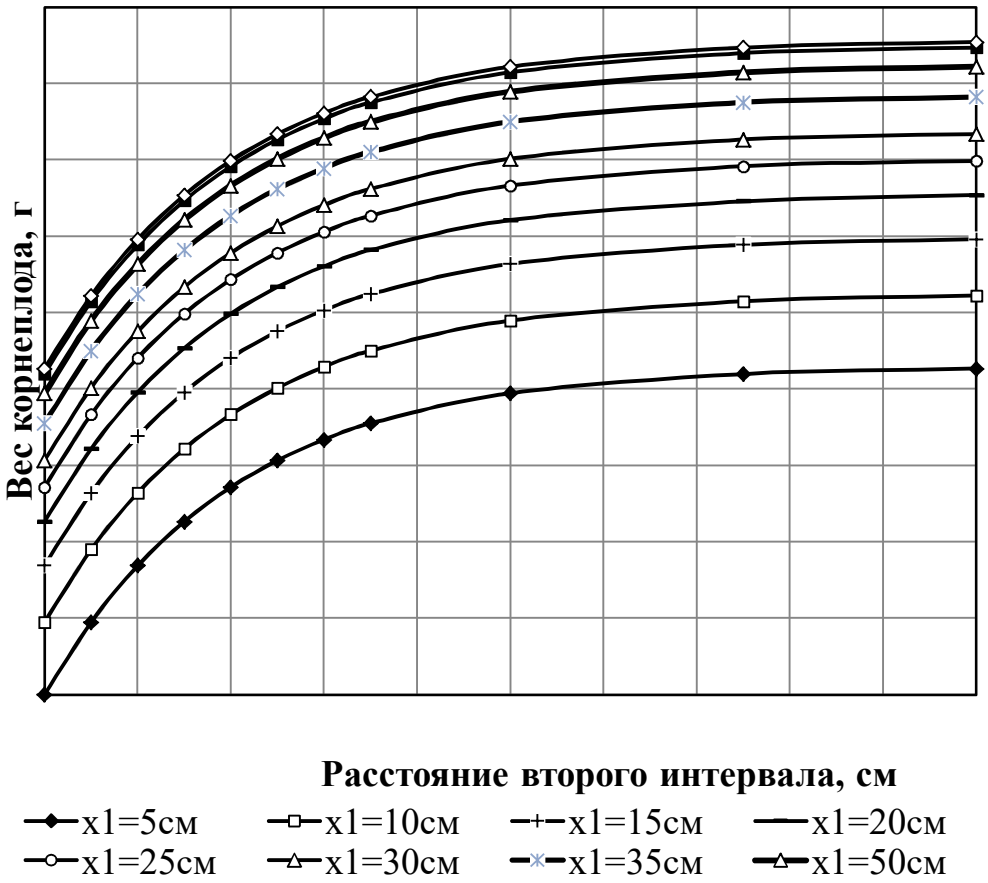


Рисунок 2. Зависимость веса корнеплода от сочетания интервалов

Таким образом, из всех рассмотренных зависимостей для расчета веса корнеплода с учетом сочетания прилегающих интервалов, (выражения (1), (3) и 6)) наиболее целесообразно использовать выражение (3).

По данному выражению выполнен расчет веса корнеплода сахарной свеклы в зависимости от сочетания интервалов, результаты приведены на (рисунке 2).

Из рисунка 2 видно, что с увеличением интервалов вес корнеплода увеличивается. Интенсивное увеличение веса корнеплода наблюдается в пределах интервалов до 20 см. В дальнейшем интенсивность увеличения веса корнеплода снижается до величины интервалов с одной стороны в пределах 50 см. Если интервал от корнеплода более 60 см, то вес корнеплода существенно не увеличивается.

Данный вывод в целом соответствует результатам исследования ученых по вопросам формирования густоты насаждения сахарной свеклы [8, 11, 12, 13, 14].

Список литературы

1. Характеристика различных способов выращивания свеклосемян [Текст]/ И.И. Бартенев [и др.] // Сахарная свекла. – 2011. – № 2. – С. 35-38.

2. Будагов, А.А. Точный посев пропашных культур и площади питания [Текст] / А.А. Будагов // Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. – М., 1971. – С. 440-445.

3. Гусинцев, Ф.Г. Влияние площади питания на рост свеклы [Текст] / Ф.Г. Гусинцев // Сахарная свекла. – 1967. – № 7. – С. 16-17.

4. Гурский, Е.И. Теория вероятностей с элементами математической статистики [Текст] / Е.И. Гурский. - М.: – Высшая школа, 1971. – 328 с.

5. Василенко, С.В. Влияние размещения растений в рядке на урожайность сахарной свеклы [Текст] / С.В. Василенко // Совершенствование технологий и технических средств производства продукции растениеводства и животноводства: сборник научных трудов. – Воронеж, ВГАУ – 1998. – С. 24-29.

6. Лукина, И.К. Математическая оценка площади питания сахарной свеклы [Текст] / И.К. Лукина, К.Р. Казаров// Сб. науч. тр./ Воронеж, ВГЛТА, 1999. – С. 24-27.

7. Казаров, К.Р. Оценка площади питания сахарной свеклы имитационным моделированием [Текст] / К.Р. Казаров, В.В. Василенко, С.В. Василенко, И.К. Лукина // Природопользование, ресурсы, техническое обеспечение. Межвузовский сб. науч. тр. Воронеж, 2000. – С. 159-161.

8. Современные технологии производства сахарной свеклы: (рекомендации)/А.В. Корниенко [и др.]// ВНИИСС. – М.: РАСХН, 2002. – 38 с.

9. Нагибин, Г.М. Продуктивность сахарной свеклы в связи с изменением площади питания [Текст] / Г.М. Нагибин // Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур: Сб. науч. тр./ ВАСХНИЛ. – М., 1971. – С. 329-335.

10. Полонецкий, С.Д. Определение агротехнического допуска на интервал между всходами сахарной свеклы при механизированном прореживании [Текст] / С.Д. Полонецкий, В.В. Василенко, К.Р. Казаров // Механизация сельского хозяйства: Тез. докл. науч. конф. Воронеж. СХИ. – Воронеж, 1970. – С. 3-6.

11. Свиридов, В.Д. Площадь питания и продуктивность свеклы [Текст] / В.Д. Свиридов // Сахарная свекла. – 1983. – №7. – С. 24-25.

12. Хмельницкий, А.А. Способы формирования густоты насаждения и выход деловых корнеплодов [Текст] / А.А. Хмельницкий, Н.К. Шепавалов // Сахарная свекла. – 2003. – №4. – С. 24.

13. Kastner, B. Zur Anwendung von BC-Programmen fur die Wahl des Kornabstandes und Standraum optlmierundals. Beszandtelle der Safware zur Begtaudesfiinnrng bei Zuckerruben. Feldwirtschaft. 1987. S. 28.

14. Слугінов, В.М. Рівномірність розподілу рослин в рядку при точном висіву насіння цукрового буряка [Текст] / В.М. Слугінов – Суми. – 2005. – 195 с.

УДК 665.7.038

Тещин М.А., Ломовских А.Е., Черноиванов В.И., Сафонов А.С., Логойда В.С.

АНТИФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПАР ТРЕНИЯ

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

Аннотация. *Экспериментально доказан положительный эффект обработки антифрикционным материалом ВПК-АЗ двигателей внутреннего сгорания автомобилей, рассмотрен метод безразборного ремонта двигателей внутреннего сгорания.*

Ключевые слова: *безразборный ремонт, защитное покрытие металлокерамики, ремонтно-восстановительный состав, испытания ДВС, технические характеристики, ресурс.*

Abstract. *Experimentally proved the positive effect of treatment with antifriction material VPK-AZ of internal combustion engines of cars, the method of the cradle less repair of internal combustion engines is considered.*

Keywords: *Cesspit repair, protective coating of metal ceramics, repair-recovery composition, friction test engine, technical specifications, resource.*

В настоящее время в России более 15 млн отечественных автомобилей имеют возраст старше трех лет и пробег свыше 100 тыс. км. При таком пробеге, даже при использовании современных смазочных материалов, износ некоторых деталей основных агрегатов автомобиля достигает критического уровня, увеличивает эксплуатационные расходы и, как правило, требует дорогостоящего ремонта.

Использование масел и топлива низкого качества приводит к дополнительному износу пар трения, снижению мощности, повышенному расходу топлива, угару масла, снижению эффективности эксплуатации двигателя и автомобиля в целом. Все это сопряжено с серьезными материальными издержками, так как требует частого обращения в ремонтные организации.

В Вооруженных силах РФ более 70 % военной автомобильной техники (ВАТ) имеют срок эксплуатации свыше 15 лет, что вызывает физическое старение техники, значительный износ деталей в ее механизмах и узлах, приводящий к ухудшению эксплуатационных, экономических и экологических характеристик ВАТ.

В результате этого сокращается межремонтный ресурс и увеличивается (более 20 %) расход топлива двигателей внутреннего сгорания (ДВС) ВАТ. Так же происходит превышение в 1,5…2 раза содержания в отработавших газах ДВС токсичных веществ – угарного газа (CO), оксидов азота (NO_x) и углеводородов (CH) и невозможности обеспечения требований основных руководящих документов [1].

Таким образом, исследования по влиянию антифрикционного материала ВПК-АЗ на основные параметры обрабатываемых деталей и узлов пар трения металлических поверхностей ДВС являются важной практической и актуальной научной задачей, направленной на увеличение ресурса, восстановление их эксплуатационных характеристик.

В процессе эксплуатации двигателя нарушается целостность как гильз цилиндров так и шеек коленчатых валов, которая согласно статистике не превышает 2…3 %. В связи с этим основной причиной капитального ремонта ДВС является износ гильз.

В ДВС наибольшему износу подвергается связка гильза цилиндра – поршень, износ данной связки приводит к падению мощности двигателя (уровень компрессии не соответствует данным технических характеристик ДВС), а также увеличение расхода масла на угар. Из выше сказанного следует, если рассмотренные связки имеют высокий износ, то необходимо производить ремонт двигателя с заменой изношенных деталей на новые [2].

При малом и среднем износе деталей и узлов трущихся механических поверхностей возможно применение методов безразборного восстановления и ремонта ДВС, что значительно сократит затраты на ремонт.

Безразборный ремонт подразумевает комплекс технических и технологических мероприятий, направленных на проведение операций технического обслуживания и ремонта узлов, и механизмов без проведения разборочно-сборочных операций с применением передовых разработок автохимической промышленности. Которые частично восстанавливают поверхности трения, что обеспечивает почти полное восстановление работоспособности изношенных деталей узлов. Это видно по улучшению их технических характеристик, в большинстве случаев вплоть до номинальных значений. Достигнутые результаты сопоставимы текущему, а в ряде случаев и капитальному ремонту машин, хотя применение данного метода не требует разборки агрегатов и замена изношенных деталей, так как ремонт выполняется при техническом обслуживании и при эксплуатации ВТ не выводя ее из строя [3].

В настоящее время в мире имеется большое количество разных ремонтно-восстановительных составов из них выделяют группы добавок, вводимые в моторные масла, непосредственно для восстановления изношенных деталей, вместо выработанного металла наращивается защитное покрытие металлокерамики (ЗПМК), материал с более выгодными физико-механическими свойствами, чем железо. В отличие от обычной, эта металлокерамика получается в результате прохождения процесса замещения ионов железа в узлах кристаллической решётки, на ионы магния из антифрикционного материала в поверхностном слое стали (чугуна) трущихся пар трения.

В результате образуются новые кристаллы с большими пространственными решетками, которые в своей массе "приподнимаются" над изношенной поверхностью, тем самым, компенсируют износ. Толщина защитного покрытия металлокерамики зависит от энергии, выделяемой при трении, и количества

антифрикционного материала, образовавшегося в местах трения. В результате происходит частичное восстановление формы обрабатываемой поверхности, компенсация зазоров в механизмах и их оптимизация [4].

В результате действия антифрикционных материалов производится микрошлифовка, при этом частично устраняются микродефекты поверхностей деталей с одновременным образованием металлокерамического слоя, снижением коэффициента трения с увеличением износостойкости в некоторых случаях в сотни раз, существенно увеличивающие ресурс. В критических режимах работы двигателя позволяет снизить нагрузочные и температурные воздействия сопряжений (перегрев, перегрузка, аварийная потеря смазки). Образовавшиеся покрытия в результате применения антифрикционного материала на изношенных деталях и узлах имеют больший срок службы, благодаря этому увеличивается ресурс деталей и узлов автомобиля, увеличиваются межремонтные интервалы, а также улучшаются и восстанавливаются их технические характеристики (улучшаются теплопроводность, уменьшается коэффициент трения, восстанавливается изношенная поверхность) [5].

Применение данного антифрикционного материала позволит получить дополнительное преимущество при ведения боя (обеспечение работоспособности военной техники с пробитым поддоном ДВС или коробки переключения передач благодаря ЗПМК), тем самым позволит продолжить бой, а так же вывести из боя поврежденную технику, и сохранить жизнь экипажу.

Положительные свойства ЗПМК заключаются в:

- обеспечении на долгое время в "паспортном" состоянии новой техники;
- отсутствии резкой границы между собой и металлом, на котором они образовались;
- восстановлении эксплуатационных характеристик изношенных ДВС ВАТ с целью продления их ресурса;
- совместимости с металлом, так как имеют с ним одинаковый коэффициент линейного термического расширения, т. е. не скалываются при нагреве - охлаждении;
- увеличении срока работоспособности масла, снижения его окисления и разложения;
- снижении затрат на ремонт ДВС ВАТ;
- уменьшении коэффициента трения деталей (в среднем до 50 %) в зависимости от материалов пары трения;
-улучшении экологических характеристик (СО, СН и дымности) ДВС ВАТ за счет снижения токсичности выхлопных газов;
- повышении стойкости к износу, окислениям и коррозии;

Также ЗПМК являются хорошим диэлектриком и огнеупором. Температура их разрушения порядка 1575…1600 С.

Поверхности можно возобновлять путем дополнительной обработки по мере их износа. По результатам исследований и изучению литературных

источников в ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) был изготовлен антифрикционный материал ВПК-АЗ.

Антифрикционный материал ВПК-АЗ относится к составам для обработки узлов пар трения металлических поверхностей, а именно антифрикционному и моющему материалу, и может быть использован для смазки трущихся поверхностей узлов пар трения любых машин и механизмов с целью создания стойкого износоустойчивого защитного покрытия металлокерамики (ЗПМК) на их трущихся поверхностях.

Действие антифрикционного материала ВПК-АЗ восстанавливает нарушенную геометрию пар трения, за счет реакции замещения устраняет водородное охрупчивание (старение металла), механическое разрушение и износ деталей, увеличивает микротвердость обрабатываемых поверхностей, уменьшая при этом коэффициент трения до максимально низких значений [6].

Так как в составе ВПК-АЗ содержится материал природного серпентинита, являющийся породой, которая содержит в своей структуре легирующий элемент в виде никеля и магния которые обеспечивают диффузную связь и микротвердость, а также природный Cr-серпентинит с Al_2O_3, являющийся чистым природным минералом, содержащий в своей структуре больше хрома, и включающий оксид металла Cr_2O_3, обеспечивающий повышение диффузионной связи и микротвердости защитного покрытия металлокерамики (ЗПМК).

Антифрикционный смазочный материал ВПК-АЗ необходимо применять строго по разработанной методики.

Методика проведения испытаний бензинового ДВС при обработке антифрикционным материалом ВПК-АЗ.

1. Провести визуальный осмотр двигателя:

1.1. Проверить на наличие подтекания топлива, масла, охлаждающей жидкости.

1.2. Проверить уровень масла, при необходимости долить.

1.3. Заменить (после второй обработки) фильтры очистки и само масло.

2. Запустить двигатель и прогреть его до рабочей температуры 80…90 °С.

3. Провести диагностику двигателя:

3.1. Замерить давление газов в конце такта сжатия (компрессию) в каждом цилиндре двигателя, кПа (кгс/см^2).

3.2. Замерить давление масла в главной масляной магистрали на холостых и средних оборотах двигателя, кПа (кгс/см^2).

3.3. Замерить содержание окиси углерода в отработавших газах.

3.4. Замерить характеристики вибрации, м/с^2 (м/с, дБ).

4. Заглушить двигатель.

5. Ввести антифрикционный материал в прогретый двигатель, в систему смазки через маслозаливную горловину:

- из расчета 1 мл состава (мелкодисперсного для бензиновых ДВС) на каждые 4 л масла;

- предварительно смешать требуемое количество антифрикционного материала с небольшим количеством (50…100 мл) масла той же марки, что залито в двигатель.

6. Запустить двигатель и дать ему поработать на холостых оборотах 20…25 минут, при этом через каждые 5 минут повышать его частоту вращения до 2000…2500 об/мин.

7. Провести диагностику двигателя согласно пп 3.1…3.4.

8. Обкатать (приработать) двигатель в течении 5…6 мото-часов или 300…400 км пробега автомобиля, причем первые 50 км на скорости не более 60 км/час.

9. Провести диагностику двигателя согласно пп 3.1…3.4.

Также необходимо учитывать следующие факторы:

1. Полная обработка двигателя материалом ВПК-А3 включает:

- 2…3-х кратную обработку – при пробеге автомобилем менее 50000 км;
- 3…6-и кратную обработку – при пробеге автомобилем 50000…150000 км.

2. После каждой последующей обработке проводится диагностика двигателя согласно пп 3.1…3.4.

Испытания проводились по разработанной методике согласно требований ГОСТ 23435-79. Перечень средств диагностического оборудования и их технические характеристики для диагностики ДВС до и после применения антифрикционного материала ВПК-А3 представлены в таблице.

Таблица. Перечень диагностического оборудования

№ п/п	Наименование прибора	Измеряемая величина	Единица измерения	Диапазон измерения	Погрешность измерения, %.
1	Компрессометр для бензиновых ДВС JONNESWAY AR020017 по ГОСТ 2405-80	давление	МПа	0 ÷ 0,21	± 0,5
2	Тестер давления масла AIST 19210810 по ГОСТ 2405-80	давление	МПа	0 ÷ 0,12	± 0,5
3	Газоанализатор АВТОТЕСТ-01.04М по ГОСТ 17.2.205-86	частота вращения	об/мин	0÷8000	± 2,5
		CO	%	0÷7	± 0,2
		дымность	%	0÷100	± 2
4	Анализатор шума и вибрации АССИСТЕНТ поГОСТ 17187-81, ГОСТ ИСО8041-2006, ГОСТ 31192.1-2004	частотный диапазон измерений	Гц	2 ÷ 20000	± 2
		уровень звука	дБ	20÷140	± 2,5
		уровень звукового давления	дБ	70÷170	±0,5
		уровень виброускорения	дБ ($м/с^2$)		

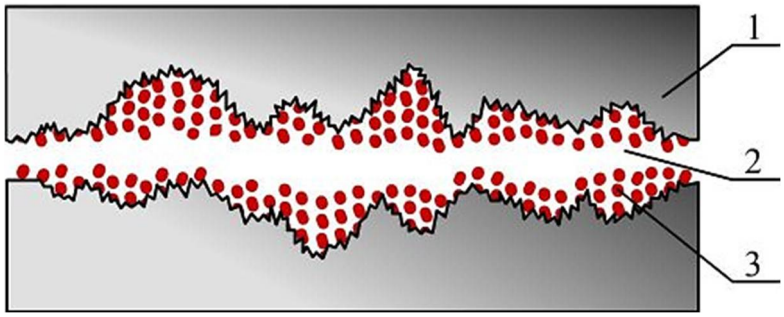
На этапе испытаний ВПК-АЗ был введен в моторные масла ДВС следующих автомобилей:

- Хонда «СР-В» – 2007 года выпуска с пробегом 143 тыс. км, двигатель марки R20A2 объемом 2,0 литра (150 л.с.);

- Митсубиси «Лансер-9» – 2006 года выпуска с пробегом 136 тыс. км, двигатель марки 4G18 объемом 1,6 литра (98 л.с.).

После трех обработок материалом ВПК-АЗ на обоих испытываемых двигателях вырос средней уровень кольцевой и поршневой компрессии. Для двигателя R20A2 повышение компрессии составило 6,7 % и 4,3 %, для 4G18 – до 5,5 %, а так же снизился, в 2…5 раз, максимальный разброс компрессии по цилиндрам двигателей, что говорит об улучшении равномерности их работы.

Защитное покрытие металлокерамики образовавшееся в результате действия материала ВПК-АЗ изображено на рисунке.



1 – металлическая поверхность детали; 2 – смазочный материал;
3 – защитное покрытие металлокерамики

Рисунок. Структура поверхности, восстановленная антифрикционным материалом ВПК-АЗ

Таким образом, подтвержден эффект образования защитного покрытия металлокерамики, восстановления нарушенной геометрии пар трения, снижения коэффициента трения до максимально низких значений, снижения расхода топлива и выброса вредных веществ в атмосферу а так же общий положительный эффект применения антифрикционного смазочного материала ВПК-АЗ, который следует рекомендовать к использованию на военной автомобильной и специальной техники.

Список литературы

1. Хрулев, А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей [Текст]/ А.Э. Хрулев. – Производственно-практ. издание. – М.: Издательство «За рулем», 2005. – 154 с.

2. Повышение ресурса агрегатов тракторов ремонтно-восстановительными добавками к смазочным материалам. Технологические рекомендации (временные) [Текст]. М: ФГНУ «Росинфомагротех», 2013.– 260 с.

3. Ладиков В.В., Маркелов Г.А., Чечет В.А., Дунаев А.В., Хмелевой Н.М., Суслов Д.А. Безразборные технологии увеличения эксплуатационного ресурса автотранспортной техники. М.: VICCO, 2004. – 52 с.

4. Болгов, В.Ю. Автомобильные присадки и добавки [Текст]/ В.Ю. Болгов, В.И. Балабанов. – М.: Транспорт, 2009. – 154 с.

5. Гипотезы механизма действия ремонтно-восстановительных серпентиновых трибопрепаратов [Текст]/ Дунаев А.В. [и др.]. Нанотехника, 2012. – № 4 (32). –С. 58–63.

6. Антифрикционный смазочный материал ВПК-АЗ. Приоритетные направления и актуальные проблемы развития средств технического обслуживания летательных аппаратов [Текст]/ А.К. Агафонов [и др.] // Сб. ст. по материалам II Всероссийская НТК (15–16 марта 2016 г.).– Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. –304 с. – С. 6–9.

УДК 502.175: 504.5: 621.43.06

Томилов А.А., Ломовских А.Е., Поспелов А.О., Галныкин Е.А., Логойда В.С.

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЛИЧНОГО СОСТАВА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ К ПРИМЕНЕНИЮ

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

***Аннотация**. В статье описывается один из способов и технические мероприятия по снижению экологического риска для личного состава при подготовке военной автомобильной техники к применению.*

***Ключевые слова:** система отвода выхлопных газов, каталитический нейтрализатор.*

***Summary.** The article describes one of the ways and technical measures to reduce the environmental risk for personnel in the preparation of military vehicles for use.*

***Keywords**: exhaust system, catalytic converter.*

На основании проведённых авторами Власовым А.Б., Колесником А.М., Коляскиным Ю.И., Макаренко И.Г., Можейко А.В., Прокопенко А.И., Серяковым О.А., Томиловым А.А., Шеффером В.Д. и другими авторами военных вузов и научных организаций теоретических и экспериментальных исследований следует, что военная техника оснащается более мощными двигателями, которые соответственно вырабатывают и выбрасывают большие объёмы отработавших газов. При запуске в помещении, а тем более одновременном запуске двигателей большого количества машин, происходит

быстрое и значительное задымление помещения, при котором водители на существенный промежуток времени оказываются в условиях замкнутого пространства с недопустимым превышением предельно – допустимой концентрации (ПДК) отработавших газов. Применение систем общеобменной вентиляции данной проблемы не решает.

В соответствии с нормами ВСН 35…94 (Министерства обороны Российской Федерации) рекомендуется применять местную вентиляцию. Местные вытяжные системы обеспечивают 90 % удаление отработавших газов от выхлопных труб сразу за пределы помещения за счёт следующих мероприятий:

1. Индивидуальное подключение выхлопной трубы каждой единицы техники к вытяжной системе. Вытяжная система оборудуется исходя из конструктивных особенностей зданий, регламента эксплуатации, схем расстановки и удобства подключения к вытяжной системе каждой единицы техники.

2. Полное удаление отработавших газов непосредственно от выхлопной трубы за пределы помещения достигается герметичностью системы вытяжных воздуховодов, своевременным запуском и правильным подбором технических характеристик вытяжных вентиляторов.

3. Полное улавливание отработавших газов, выходящих из газовыпускного тракта автомобиля, достигается за счёт использования индивидуальной конфигурации газоприёмной насадки, изготовленной специально и адаптированной к каждому образцу военной техники.

Преимуществами местных вытяжных систем являются:

экономия тепла и электроэнергии за счёт удаления выхлопных газов непосредственно от выхлопной трубы. По сравнению с общеобменной вентиляцией перерабатывается меньшее количество воздуха вентилятором меньшей мощности с автоматическим регулированием производительности, соответственно, меньшее количество теплового воздуха выбрасывается на улицу;

простой монтаж систем при помощи стандартных монтажных элементов, входящих в комплект систем;

небольшой вес систем допускает монтаж практически на любые существующие конструкции;

полное удаление выхлопных газов из помещения и чистота воздуха;

возможность обслуживания автомобиля с различным расположением выхлопных труб;

модульная конструкция позволяет создать системы необходимой конфигурации и длины и обслуживать требуемое количество единиц техники;

вытяжные шланги подвешены в воздухе, не загромождают рабочее пространство и не мешают проезду техники.

Существующие разработанные системы отвода выхлопных газов не нашли широкого практического применения и не были применены вообще из-за определённых недостатков.

Известна система отвода выхлопных газов в описании изобретения к патенту US №2013052928, МПК F 24 F 13/08, содержащая шланг, насадку для подключения вытяжной всасывающего шланга к выхлопной трубе автомобиля, а также магнит, поддерживающий выхлоп всасывающего шланга на расстоянии от указанного сопла.

Недостатки: выброс выхлопных газов в атмосферу без очистки и повышенная токсичность вблизи автомобиля с работающим двигателем.

Система для удаления отработавших газов от транспортного средства в описании изобретения к патенту №2191953, МПК F 24 F 7/04, от 11.07.2001, опубл. 27.10.2002, содержащая газоотводящий воздуховод, выполненный в виде трубы; по крайней мере один сквозной продольный канал, выполненный снизу газоотводящего воздуховода; парные эластичные шторки, закрывающие снизу сквозной продольный канал; вытяжную шахту с установленным в ней вентилятором; запорное устройство в виде заслонки, установленной с одной стороны газоотводящего воздуховода; выхлопной патрубок транспортного средства; муфту эллипсовидной формы, выполненную из изоляционного материала; газоотводящий воздуховод, который сообщен с выхлопным патрубком транспортного средства и с вытяжной шахтой, а через последнюю - с окружающей средой. Система снабжена вторым запорным устройством в виде второй заслонки, установленной с другой стороны газоотводящего воздуховода, выхлопной патрубок транспортного средства частично размещен в газоотводящем воздуховоде, а муфта закреплена на выхлопном патрубке транспортного средства с возможностью контактировать с парными эластичными шторками в сквозном продольном канале газоотводящего воздуховода.

Кроме этого, система содержит первый и второй датчики вентиляции, размещенные соответственно с одной и другой стороны газоотводящего воздуховода; коммутирующее устройство, связывающее первый и второй датчики вентиляции с вентилятором; первый и второй датчики приближения транспортного средства, установленные на заданных расстояниях от одной и другой стороны газоотводящего воздуховода; первый и второй датчики удаления транспортного средства, установленные на заданных расстояниях от одной и другой стороны газоотводящего воздуховода; первый и второй приводы заслонок, связывающие соответственно первый датчик приближения и первый датчик удаления транспортного средства с первой заслонкой, а второй датчик приближения и второй датчик удаления транспортного средства со второй заслонкой.

Верхний срез выхлопного патрубка транспортного средства расположен не ниже верхней границы парных эластичных шторок в газоотводящем воздуховоде; газоотводящий воздуховод выполнен наклонным от горизонтальной плоскости вверх в сторону вытяжной шахты; парные эластичные шторки с одной и другой стороны газоотводящего воздуховода на виде в плане выполнены по дуге; кривизна дуг парных эластичных шторок обратно пропорциональна заданной скорости движения транспортного средства и размеру муфты по оси,

перпендикулярной продольной оси газоотводящего воздуховода; парные эластичные шторки изнутри газоотводящего воздуховода покрыты изоляционным материалом; первая и вторая заслонки закреплены в газоотводящем воздуховоде на уровне точек касания дуг парных эластичных шторок с возможностью отклонения от вертикальной плоскости; первая и вторая заслонки выполнены из эластичного материала с вертикальным разрезом; усилие на страгивание (жесткость) первой и второй заслонок больше или равно усилию от разрежения, создаваемому вентилятором в газоотводящем воздуховоде; количество и относительное расположение по ширине газоотводящего воздуховода сквозных продольных каналов в газоотводящем воздуховоде, количество парных эластичных шторок, закрывающих снизу сквозные каналы, и количество муфт, закрепленных на выхлопных патрубках, соответствует количеству и относительному расположению выхлопных патрубков, расположенных в ряд по ширине транспортного средства; первый и второй датчики вентиляции имеют возможность контактировать соответственно с первой и второй заслонками.

Недостатки: недостаточно высокое качество очистки отработавших газов автомобильной техники, сложность конструкции.

Предлагаемый способ комплексной очистки отработавших газов автомобильной техники от вредных контаминантов в закрытых помещениях приведён на рисунке 1 и осуществляется следующим образом.

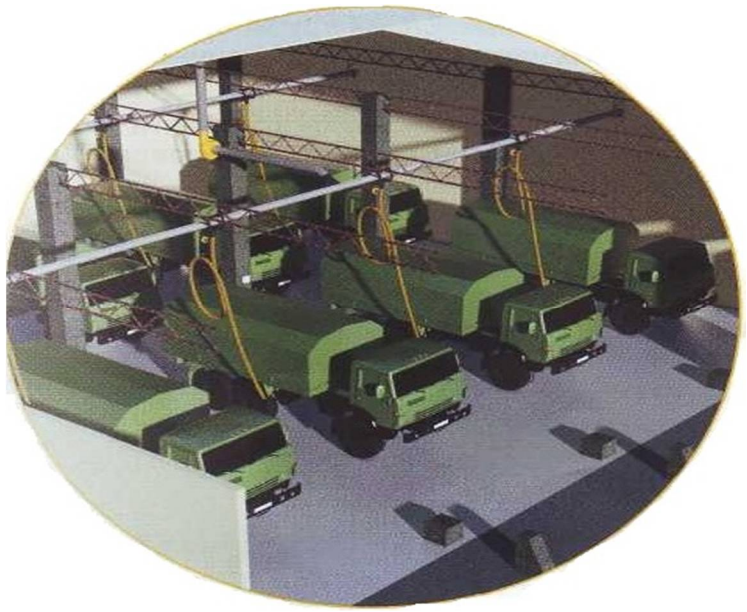


Рисунок 1. Способ комплексной очистки отработавших газов

Гибкий нержавеющий рукав сообщают с выхлопным патрубком автомобиля для удаления отработавших газов после запуска двигателя автомобиля. Через нержавеющий адаптер и через нержавеющий переходник к вытяжной шахте исключают попадание исходных отработавших газов обратно в гибкий нержавеющий рукав за счет обратного клапана, установленного в месте крепления нержавеющего переходника, и вытяжной шахты; при этом скорость потока газа

увеличивают на выходе из вытяжной шахты и уменьшают противодавление отработавших газов, которое имеет место за счет повышенного сопротивления каталитического нейтрализатора, с помощью вентиляторной вытяжной установки, которую включают с пульта управления на 15…20 мин. Прорвавшиеся отработавшие газы удаляют из автомобильного бокса в атмосферу и заполняют автомобильный бокс свежим воздухом из атмосферы с помощью приточно-вытяжной вентиляции, которую включают с пульта управления на 15…20 мин.

В вытяжной шахте отработавшие газы проходят очистку в 2 этапа под действием вентиляторной вытяжной установки, которая обеспечивает продуваемость вытяжной шахты, сажевого фильтра и каталитического нейтрализатора. Отработавшие газы на первом этапе очищают через сажевый фильтр, работающий по принципу диффузионной и инерционной задержки частиц сажи с помощью фильтрующего материала. На втором этапе отработавшие газы очищают в каталитическом нейтрализаторе, принцип работы которого основан на каталитическом беспламенном дожигании продуктов неполного сгорания.

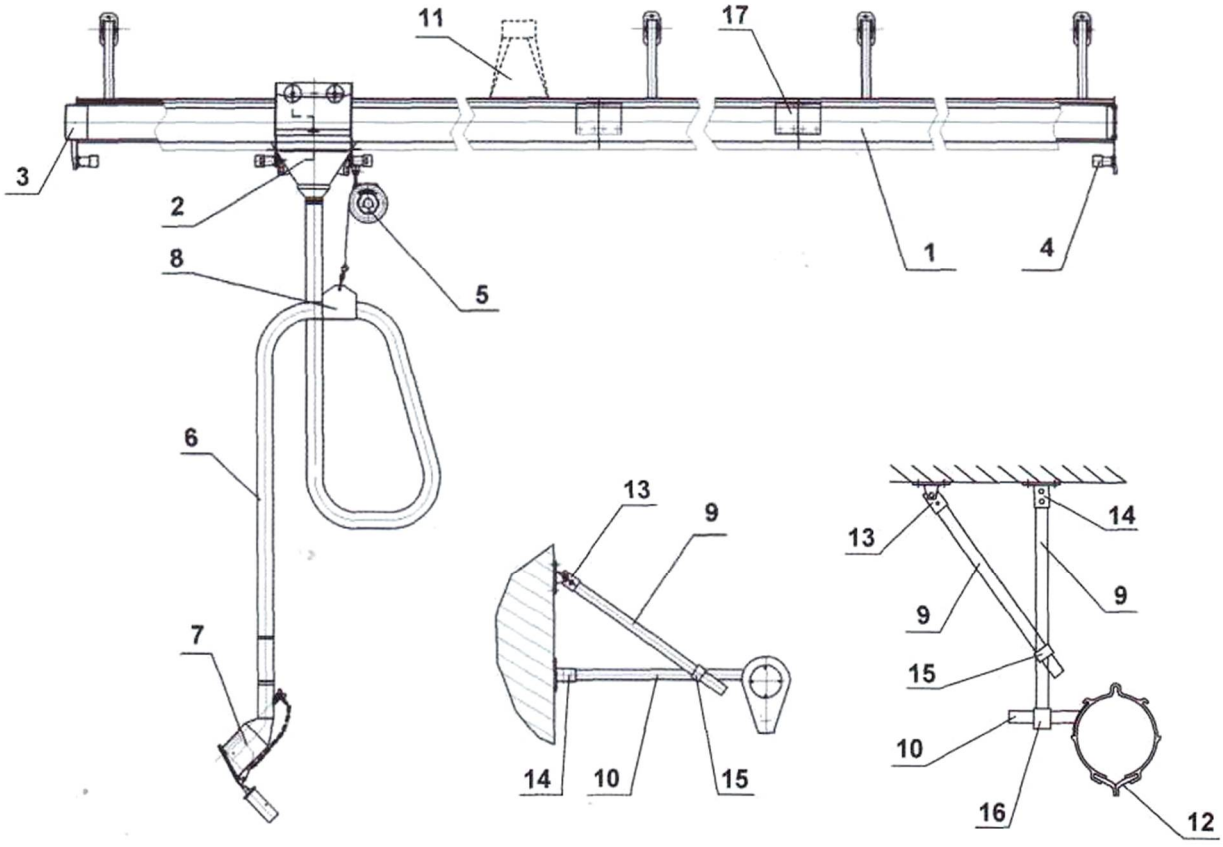


Рисунок 2. Элементы вытяжной системы отвода отработавших газов

Реакции нейтрализации токсичных композитов в присутствии катализаторов протекают эффективно при относительно низких температурах 150…180 ºС. В результате химических реакций с кислородом, между собой или с другими газами основные токсичные компоненты отработавших газов образуют нетоксичные газы, после отчистки отработавшие газы из сажевого фильтра и

каталитического нейтрализатора снова через вытяжную шахту выходят в атмосферу. Затем включают приточно-вытяжную вентиляцию и вентилятор, после чего воздух через заборные рукава, воздуховоды и вытяжную трубу выходит наружу в атмосферу. Через воздуховоды с распределительными насадками автомобильный бокс наполняют свежим воздухом из атмосферы до момента окончания работы двигателей в автомобильном боксе, либо до момента выхода техники из автомобильного бокса. После чего вентиляторную вытяжную установку и приточно-вытяжную вентиляцию выключают с пульта управления. В течение 10…20 минут заявленным способом в атмосферу из автомобильного бокса выбрасывают от 12 до 20 $м^3$ отработанных газов очищенными от вредных контаминантов.

Исходные данные, необходимые при проектировании систем удаления выхлопных газов от автобронетанковой техники, оснащенной двигателями внутреннего сгорания:

1. Габариты техники, схема расстановки, точное место расположения выхлопных труб в пространстве (для определения места расположения вытяжных устройств, длины шлангов и воздуховодов).

2. Конструкция, геометрия и конфигурация оконечного устройства газовыпускного тракта техники (цилиндрическая труба, прямоугольное отверстие, выпускные решетки, разнесенные по бортам выхлопные устройства, сдвоенные выхлопные трубы и т.д.) (для подбора или нового конструирования соответствующего газоприемного устройства (газоприемной насадки).

3. Мощность двигателя (л.с.) или объем (л.) и число оборотов двигателя (об./мин.), или количество выделяемых выхлопных газов (м.куб./час) (для определения производительности вентилятора, скорости воздушного потока в воздуховодах (10…15 м/с) и диаметра воздуховодов и шланга (от 125 мм и более).

4. Температура выхлопных газов на выходе из газовыпускного тракта (для определения термостойкости шланга: 200, 300, 450, 650, 1100 град. С. и более).

5. Регламент эксплуатации техники в радиусе действия систем удаления выхлопных газов:

коэффициент одновременности запуска двигателей;

количество оборотов двигателя при его работе в помещении;

частота запуска двигателей в день/месяц/год;

количество выездов в день/месяц/год;

необходимость удаления выхлопных газов во время движения;

необходимость саморазмыкания системы при выезде автомобиля из гаража;

необходимость комплектации системы быстроразъемной муфтой. (Для правильной комплектации системы).

Благодаря применению данного способа, предварительно произведённые расчёты по выбору типа установки приточно-вытяжной вентиляции и

каталитического нейтрализатора, можно сделать вывод, что количество и концентрация отработавших газов в закрытых местах стоянки военной автомобильной техники снижается на 95…99 %.

Для полноценной комплектации системы необходимы следующие основные элементы (рисунок 2):

комплект пряморельсовой вытяжной системы (ПРВС) необходимой длины в комплекте с опорами и элементами крепления к строительным конструкциям (поз. №1,3,4,9,10,11,12,13,14,15,16,17);

подвижный узел (ПДУ) в комплекте с кареткой, шлангом, поддержкой шланга и балансиром (поз. №2,5,6,8);

газоприемная насадка (поз. №7);

вентилятор;

пускатель магнитный ПМЛ.

Система дополнительно может комплектоваться системой автоматики.

Комплектация вытяжной системы отвода отработавших газов представлена в таблице.

Таблица. Комплектация вытяжной системы отвода отработавших газов

Комплектующие	Пряморельсовые вытяжные системы ПРВС/ВТ-L								
	L (протяженность, м)								
	5.8	8.7	11	14	17	20	23	26	290
Алюминиевый профиль L=5,8 м (поз. 1)	1	1	2	2	3	3	4	4	5
Алюминиевый профиль L=2,9 м (поз. 1)	-	1	-	1	-	1	-	1	-
Резиновое уплотнение, м (поз. 12)	11	17	23	29	34	40	46	52	58
Заглушка (поз. 4)	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Патрубок соединительный торцевой – 160 мм (п. 3)	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Патрубок соединительный боковой 350х60/ 200 мм, L=450 мм (поз. 11)	-	-	-	1	1	1	2	2	2
Опора неповоротная (поз. 14)	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Опора поворотная (поз. 13)	4	5	5	6	6	7	7	8	8
Консоль L=1 м (поз. 10)	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Труба 0 48 мм, L=4 м (поз. 9)	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Двойной хомут поворотный (поз. 15)	4	5	5	6	6	7	7	8	8
Двойной хомут жесткий (поз. 16)	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Муфта соединительная (поз. 17)	-	1	1	2	2	3	3	4	4

Благодаря применению данного способа, предварительно произведённые расчёты по выбору типа установки приточно-вытяжной вентиляции и каталитического нейтрализатора, можно сделать вывод, что количество и

концентрация отработавших газов в закрытых местах стоянки военной автомобильной техники снижается на 95…99 %.

Список литературы

1. Татаринов, В.В. Экологичность авиационных и автомобильных двигателей на разных эксплуатационных режимах работы [Текст]/ Д.В. Лиховидов, А.Е. Ломовских, Н.Н. Скребов // Высокие технологии в экологии. Материалы 15-й межрегиональной НПК. Воронеж: Научный вестник ВГАСУ, 2012. – С. 34-37.

2. Руководство по единым типовым требованиям к паркам воинских частей Вооружённых Сил Российской Федерации от 5 июня 1992 г.– № 28.

УДК 621.43.068.4

Стародубцев Д.А., Ломовских А.Е., Галныкин Е.А., Черноиванов В.И., Шаров А.А.

ИСПЫТАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ-236 НА ВОДНО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

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

***Аннотация**. В статье приводятся результаты испытаний двигателя внутреннего сгорания на водно-топливной эмульсии с использованием стендового двигателя ЯМЗ-236.*

***Ключевые слова:** температура сгорания, эмульгаторы, стабилизаторы, работоспособность.*

***Summary.** The article presents the results of tests of the internal combustion engine on a water-fuel emulsion using a bench engine YAMZ-236.*

***Keywords**: combustion temperature, emulsifiers, stabilizers, efficiency.*

На современном этапе развития автомобильной промышленности в связи с быстрым увеличением количества автомобилей стала актуальной проблема экономии невозобновляемого нефтяного топлива, а так же возросли требования к экономическим и экологическим характеристикам транспортных средств. Поэтому в настоящее время проблемой производителей и эксплуатирующих организаций является экономия природного топлива. В тоже время высокому уровню автомобилизации сопутствует загрязнение атмосферного воздуха вредными выбросами двигателей внутреннего сгорания (ДВС), особенно опасное появлением смога над крупными городами, что заставляет ужесточать требования по выбросу вредных веществ в окружающую среду, в связи с этим появились "ЕВРО" стандарты.

На сегодняшний момент в России действует стандарт "ЕВРО-5". В связи с этим становятся актуальными проблемы качества жидких нефтяных топлив, непосредственно количество вредных веществ, которое они выделяют при сгорании, а также применение альтернативных видов топлив.

Одним из направлений решения данных проблем является: применение эмульсионного топлива, разработанного в лаборатории механоактивации моторных топлив Тамбовского государственного технического университета (д.т.н. Ю.В. Воробьевым по патентам РФ №2411074; №2550203; №2365618; №2367683. На водно-топливную эмульсию получены Технические условия 19.20.20-001-02567780-2017, авторы – Ю.В. Воробьев, С.В. Паушок) при участии сотрудников ВУНЦ "ВВС ВВА им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина" (к.т.н. доцентом В.П. Ивановым и к.т.н А.Е. Ломовских) с применением активатора моторных топлив на ДВС. Внешний вид такой эмульсии представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Внешний вид емкости с водно-топливной эмульсией

Таким образом, для продления ресурса ДВС, а так же для улучшения его экологических показателей возможно путем применения ВТЭ. Данная ВТЭ приготавливается на специальной установке и подается в систему питания ДВС в разрыв топливного шланга.

При прямой подаче ВТЭ в камеру сгорания двигателя происходит: снижение температуры сгорания в результате расхода тепла на прогрев и испарение воды; уменьшение детонационной скорости сгорания топливной смеси. Водо-топливные эмульсии представляют собой смесь из двух взаимно нерастворимых жидкостей, одна из которых вода (дисперсная фаза) в виде мельчайших капель равномерно распределена в другой дизельном топливе (дисперсионной среде) [1].

В 2018 году в стенах ВУНЦ «ВВС ВВА им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» было проведено испытание ВТЭ с целью определения часового расхода топлива и устойчивости работы дизельного двигателя на топливе содержащем 65 % дизельного топлива, 33% дистиллированной воды и 2% эмульгаторов и стабилизаторов.

Испытательное оборудование включало стендовый двигатель ЯМЗ-236, а так же комплект средств измерений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Испытательное оборудование и средства измерений

Средство измерения	Измеряемая величина	Единица измерения	Диапазон измерения	Погрешность измерения
Термометр стеклянный	температура	°С	0 ÷ 200	±1%
Тахометр механический МЭСА-5	частота вращения	об/мин	0 ÷ 10000	±5%
Секундомер ПВ-53А	время	сек.	0 ÷ ∞	±5%

Стендовые испытания работоспособности двигателя ЯМЗ-236 на ВТЭ проводились на испытательном стенде представленном на рисунке 2, согласно требованиям ГОСТ 52408-2005, ГОСТ 51249-99 [2]:

- при температуре окружающего воздуха +20 °С;
- относительной влажности воздуха 36 % $\leq \varphi \leq$ 50 %;
- атмосферном давлении 750 мм.рт.ст.$\leq P_a \leq$ 760 мм.рт.ст.;
- температура топлива на входе в топливную систему поддерживалась в пределах 20°С $\leq T \leq$ 25 °С;
- температура охлаждающей жидкости поддерживалась в пределах указанных в технических условиях на двигатель 75…90 °С.

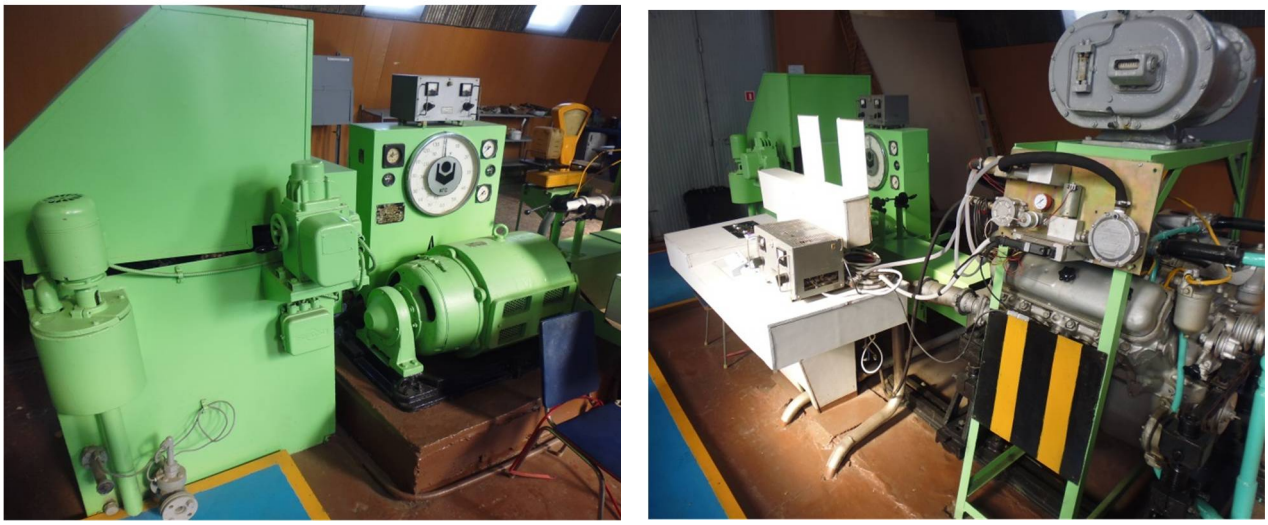


Рисунок 2. Испытательный стенд

Испытания проводились в три этапа:

I этап – запуск двигателя на дизельном топливе НК «Роснефть» и определение часового расхода топлива.

II этап – запуск двигателя на водно-топливной эмульсии и определение устойчивости его работы;

III этап – определение часового расхода двигателя на водно-топливной эмульсии при одинаковом положении топливной рейки ТНВД.

Всего было произведено 3 повтора испытаний. Средние значения результатов испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты стендовых испытаний двигателя ЯМЗ-236

Наименование топлива	Расход при 1200 об/мин, л/ч	Расход углеводородного топлива, л/ч	Экономия углеводородного топлива, %
1. Дизтопливо «Роснефть»	5,6	5,6	-
2. Водно-топливная эмульсия	7,86	5,11	9,75

При работе двигателя ЯМЗ-236 на ВТЭ, двигатель работает без перебоев и без существенного изменения мощностных характеристик.

Внешний вида выхлопных газов представлен на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, при работе на обычном дизельном топливе цвет выхлопных газов темно-синего цвета, а при работе на ВТЭ цвет выхлопных газов изменился на белый, что свидетельствует о снижении его токсичности из-за появления в газе паров воды.

Следует отметить, что высокодисперсная ВТЭ приготавливалась с помощью статического аппарата для обработки жидкого углеводородного топлива.



а) б)

а – при работе на дизельном топливе; б – при работе на ВТЭ

Рисунок 3. Внешний вид выхлопных газов стендового ДВС ЯМЗ-236

Данное устройство является высокоэффективным механическим устройством, включающем три последовательно расположенные ступени воздействия на топливную среду, приводящего к самоорганизации энергетического состояния по принципу увеличения масс-долей легких и средней легкости углеводородов (коротких и средних молекулярных цепей топлива).

Устройство не требует, какого-либо привода, не содержит химических веществ и не приводит к изменению показателей топлива, регламентируемых соответствующими требованиями ГОСТ (октанового и цетанового чисел, фракционного состава), от которых зависит заводской ресурс двигателя.

Принципы смешения и активации, заложенные в предлагаемом аппарате, заключаются в следующем. В первой секции происходит сложное движение потока, реализующее нормальную, тангенциальную, относительную и кориолисову составляющие ускорения, а вместе с тем соответствующие силы инерции (кинематическая зона). Во второй секции происходит вихреобразование и кавитация. В третьей секции осуществляется окончательное дробление потока на мини-струи и капли, диаметр которых составляет 5 мкм и менее чем достигается высокая степень гомогенизации.

В цилиндрическом корпусе 1, имеющем ступенчатую внутреннюю поверхность, расположены секции 1, 2 и 3 (см. рисунок 4).

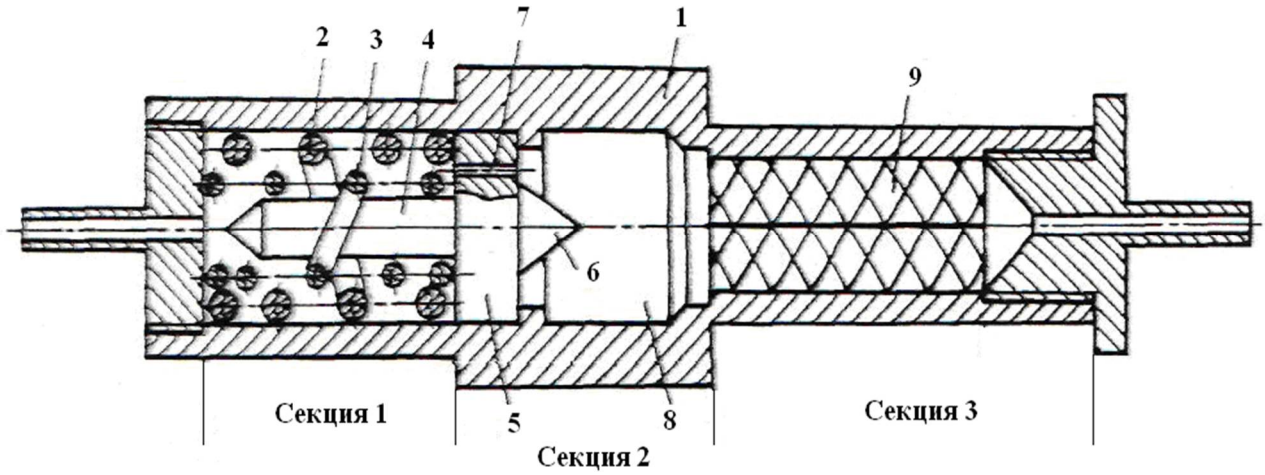


Рисунок 4. Схема статического аппарата для обработки жидкого углеводородного топлива моторного топлива

Секция 1 расположена на входе в активатор. В ней находится смеситель, состоящий из двух винтовых элементов 2 и 3. Винтовой элемент 2 прилегает к цилиндрической поверхности корпуса 1 и имеет навивку правостороннюю или левостороннюю. Внутри винтового элемента 2 находится винтовой элемент 3, имеющий соответственно левостороннюю или правостороннюю навивку. Между витками винтовых элементов 2 и 3 имеется по возможности малый зазор. Внутри винтового элемента 3 также с малым зазором проходит

цилиндрический стержень 4, выполненный заодно с цилиндрической вставкой 5. имеющей со стороны, противоположной стержню 4 конус 6.

В цилиндрической вставке 5 выполнены каналы 7, центры входных отверстий которых располагаются в зазоре между витками винтовых элементов 2 и 3. Каналы 7 могут располагаться вдоль оси корпуса 1 или под углом к этой оси.

Цилиндрическая вставка 5 относится к секции 2, включающей также промежуточную камеру 8. После промежуточной камеры 8 следует секция 3, внутри которой установлен смесительный элемент 9, составленный из перекрещивающихся решеток 10, образующих пространственную систему каналов, осуществляющую разделение и воссоединение потоков, в результате чего происходит эффективное дробление углеводородного топлива на молекулярном уровне.

Работа активатора происходит следующим образом.

Внешним штатным насосом системы питания углеводородное топливо подается на вход секции 1, и далее произвольно распределяются по внешнему и внутреннему винтовым элементам 2 и 3 соответственно. Дальнейшее движение топлива осуществляется в противофазе, что приводит к множественным локальным квазиударным процессам, приводящим к его дроблению. В конце секции 1 перед цилиндрической вставкой 5 образуется вихревая зона, формирующая псевдокипящий слой.

Далее обработанное топливо поступает в каналы 7, в которых повышается внутреннее давление, сжимающее образующиеся капли. При попадании капель в промежуточную камер 8 секции 2 возникает процесс кавитации вследствие резкого перепада давления, что приводит к дроблению крупных капель на капли меньшего диаметра. Конус 6 предназначен для направленного движения обязующихся потоков и ликвидирует застойную зону. В секции 3 вновь происходит разделение капле содержащих потоков на мелкие струи, которые движутся по ломанным щелевидным каналам, образующим пространственную решетку.

В итоге создаются условия для дробления и перемешивания ВТЭ, а тяжелые молекулярные цепи разделяются на более легкие.

В итоге, кроме дробления, происходит активация жидкофазных систем, выражающаяся, в том числе, в равномерном распределении тяжелых и легких молекулярных цепей на выходе из секции 3.

Прохождение топлива через смесители, установленные в секциях 1 и 3, воспроизводит динамический режим, при котором происходит превращение отдельных молекул или комплексов сталкивающихся молекул из начального i-го квантового состояния во все конечные f состояния. Они могут быть как незначительными, так и существенными и приводят к заметным изменениям качества продукта. Существенным является так же то, что при прохождении потоков через указанные смесители может возникнуть неустойчивое

стационарное состояние, приводящее к автоколебаниям. Этому также способствует пульсирующая работа подающих насосов.

Винтовые элементы 2 и 3 могут быть выполнены в виде пружин с левой и правой навивкой. В зависимости от плотности и вязкости смешиваемых сред целесообразно менять шаг навивки.

В предлагаемом активаторе регулирование осуществляется с помощью торцевой крышки, расположенное на входе в активатор, которая имеет резьбу, и посредством соответствующей резьбы в корпусе 1 может перемещаться в осевом направлении. Вторая торцевая крышка, расположенная на выходе обработанной среды из активатора может быть глухой или также установленной на резьбе. Кроме того, указанная крышка имеет нейтральную конусообразную выемку для формирования потока на выходе.

Подводя итог всему описанному выше можно сделать вывод, что согласно полученным данным применение ВТЭ соответствует эксплуатационным требованиям предъявляемым к дизельному топливу, так как двигатель работает устойчиво, без перебоев.

В связи с этим такая ВТЭ может быть рекомендована к применению в качестве топлива для ДВС, что позволит продлить ресурс двигателя, а так же улучшить его экологические показатели.

Список литературы

1. Иванов И.А. Исследование работы транспортных дизелей на топливноводяных эмульсиях, полученных с помощью акустического излучателя [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. Ростов: НУД, 1967. – 24 с.

2. ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний [Текст]. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1981. – 42 с.

УДК 621.43.068.4

Ломовских А.Е., Иванов В.П, Тещин М.А., Шаров А. А., Свиридов А.А.

ИСПЫТАНИЕ АВТОМОБИЛЯ ЗИЛ-131 ПРИ СЛИТОМ МАСЛЕ ИЗ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

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

***Аннотация**. В статье приводятся результаты испытаний двигателя внутреннего сгорания автомобиля ЗИЛ-131 работающего с антифрикционным смазочным материалом ВПК-АЗ.*

***Ключевые слова:** антифрикционный смазочный материал, износоустойчивость, эффективность работы.*

Summary. *The article presents the results of tests of the internal combustion engine of the car ZIL-131 working with antifriction lubricant VPK-AZ.*

Keywords*: anti-friction lubricant, wear resistance, working efficiency.*

В настоящее время в России более 15 млн отечественных автомобилей имеют возраст старше трех лет, более 70 % военной автомобильной техники (ВАТ) имеют срок эксплуатации свыше 15 лет, что вызывает физическое старение техники, значительный износ деталей в ее механизмах и узлах, приводящий к ухудшению эксплуатационных, экономических и экологических характеристик ВАТ.

В результате этого сокращается межремонтный ресурс и увеличивается (свыше 20 %) расход топлива ДВС ВАТ, превышение в 1,5…2 раза содержания в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания (ДВС) токсичных веществ – угарного газа (CO), оксидов азота (NO_x) и углеводородов (CH).

Кроме того, использование масел и топлива низкого качества приводит к дополнительному износу пар трения, снижению мощности, повышенному расходу топлива, угару масла, снижению эффективности эксплуатации автомобиля в целом. Все это сопряжено с серьезными материальными издержками, так как требует частого обращения в ремонтные органы.

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. Как правило, это высокотехнологичные составы, разработанные на основе последних достижений науки и техники, в том числе нанотехнологий.

В этой связи возрастает роль антифрикционных смазочных материалов для обработки узлов трения металлических поверхностей, позволяющих скомпенсировать выработки мест трения и контакта деталей машин в режиме их штатной эксплуатации [1].

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

Для оценки эффективности его работы были проведены испытания автомобиля ЗИЛ-131 при слитом масле из системы смазки двигателя внутреннего сгорания (ДВС) [3].

Испытания проводились на автомобиле ЗИЛ-131 с пробегом 233тыс км, основные технические характеристики до обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Диагностические показатели автомобиля ЗИЛ-131 до обработки ВПК-АЗ

№ п/п	Диагностические показатели								
1	Показания счетчика пробега, км	232980							
2	Расход топлива (по данным водителя) город/загород, л/100км	49,5							
3	Компрессия в цилиндрах ДВС	1	2	3	4	5	6	7	8
	-кольцевая, кгс/см^2	3	2,8	2	4,5	3,6	3,5	4	4
	-поршневая, кгс/см^2	5	4,5	3,8	6	4	5,5	6,2	6,5
4	Средняя компрессия в цилиндрах, кПа	3,4/5,2							
5	Максимальный разброс компрессии по цилиндрам, кгс/см^2	2/2,7							
6	Содержание СО в выхлопных газах -на холостых оборотах, %	0,84/2520							
	-на средних оборотах (3000 мин$^{-1}$), %	1,22/1100							
7	Вибрация (общая)/ виброускорение: -по оси X, №/м/с^2	525/96,7							
	-по оси У, №/м/с^2	526/94,4							
	-по оси Z, №/м/с^2	527/110,6							

До проведения испытаний двигатель автомобиля ЗИЛ-131 был повторно пятикратно обработан антифрикционным смазочным составом ВПК-АЗ, согласно методике, в течении 25 моточасов.

Результаты основных технических характеристик после обработки представлены в таблице 2.

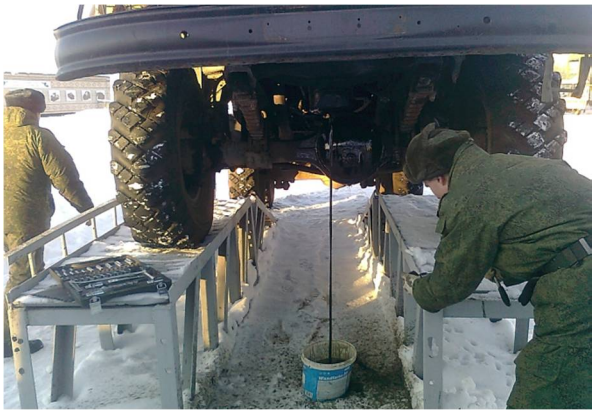
После завершения этапа обработки ДВС составом ВПК-АЗ были проведены испытания двигателя ЗИЛ-131 автомобиля ЗИЛ-131 при слитом масле из системы смазки двигателя и снятом поддоне картера. Ход проведения испытаний показан на рисунке 1.

Цель испытаний состояла в определении максимального времени работы ДВС без смазки для доказательства положительного влияния состава ВПК-АЗ на работу ДВС за счет образования на поверхностях трения кривошипно-шатунного механизма и цилиндро-поршневой группы антифрикционного покрытия.

После завершения ресурсных испытаний работы ДВС ЗИЛ-131 без смазки двигатель остался еще в работоспособном состоянии и решено было провести дополнительно более сложные его испытания – проверить работоспособность ДВС без масла не на холостом ходу, а под нагрузкой – при движении автомобиля вплоть до полной его остановки.

Таблица 2. Диагностические показатели автомобиля ЗИЛ-131 после обработки ВПК-АЗ

№ п/п	Диагностические показатели								
1	Показания счетчика пробега, км	4 обработки по 5 моточасов – каждая по 20 моточасов (по 7мл)							
2	Компрессия в цилиндрах ДВС	1	2	3	4	5	6	7	8
	-кольцевая, кгс/см^2	5,9	4	4	4	4,2	4,5	4,5	4,2
	-поршневая, кгс/см^2	6,8	6,5	6,3	6,7	6,6	6,5	6,7	6,9
4	Средняя компрессия в цилиндрах, кПа	4,4/6,6							
5	Максимальный разброс компрессии по цилиндрам, кгс/см^2	1,9/0,6							
6	Содержание СО в выхлопных газах -на холостых оборотах,%	0,71/1060							
	-на средних оборотах (3000 мин$^{-1}$),%	0,81/430							
7	Вибрация (общая)/ виброускорение: -по оси X, №/м/с^2	531/117,3							
	-по оси У, №/м/с^2	532/102,3							
	-по оси Z, №/м/с^2	533/106,8							



а)



б)

а – процесс слива масла из поддона картера ДВС; б – процесс снятия поддона картера ДВС

Рисунок 1. Ход проведения испытаний

Испытания проводились по следующему алгоритму:

- Автомобиль устанавливается на полуэстакаду.
- Запускается двигатель и прогревается до рабочей температуры 85…90 °С.
- Двигатель глушится.
- Сливается масло из поддона картера двигателя через сливную пробку.
- Снимается поддон картера двигателя.

- Запускается двигатель, автомобиль съезжает с полуэстакады и осуществляется движение по кругу на территории автопарка.
- Ведется хронометраж движения автомобиля с фото и видеофиксацией состояния его работы.

С целью более точной оценки результатов пробега автомобиля в его кабине был прикреплен смартфон модели «Самсунг» с программным обеспечением «Навигатор», позволяющим при помощи системы «ГЛОНАС» отслеживать пройденный маршрут и скорость движения автомобиля.

На рисунках 2, 3 показано крепление смартфона на лобовом стекле испытываемого автомобиля ЗИЛ-131 и данные полученные в ходе эксперимента, в том числе маршрут движения автомобиля по автопарку.



Рисунок 2. Крепление смартфона на лобовом стекле автомобиля ЗИЛ-131



Рисунок 3. Смартфон и данные, полученные с помощью программы «ГЛОНАС»

Двигатель ЗИЛ-131 автомобиля ЗИЛ-131 проработал с $9^{\underline{58}}$ до $10^{\underline{15}}$ в течении 17 минут до полной остановки. После остановки ДВС произошло заклинивание коленчатого вала, то есть он полностью перестал вращаться при прокрутке вначале стартером, а затем ручкой кривого стартера за храповик маховика.

За это время работы ДВС:

- автомобиль проехал расстояние L =1,37 км;

- максимальная скорость движения автомобиля составила V_{max} =18 км/ч;

- средняя скорость движения автомобиля составила $V_{ср.движ.}$ =13,47 км/ч.

Таким образом, проведенные испытания ДВС ЗИЛ-131 показали, что обработка составом ВПК-АЗ изношенных в процессе эксплуатации узлов и деталей двигателя приводит к улучшению основных технических параметров ДВС за счет образования на поверхностях трения антифрикционного покрытия. Предлагаемый способ безразборного ремонта составом ВПК-АЗ показывает, что такая обработка неаварийных узлов и агрегатов, особенно не имеющих предельного износа, является оправданной альтернативой текущему и капитальному ремонту автомобильной и специальной техники в их предремонтный и в послеремонтный период эксплуатации. При этом до ремонтный ресурс агрегатов может продлится на 1…3 года, при этом уменьшаются затраты на ремонт и горюче-смазочные материалы.

Для выяснения причин остановки (заклинивания коленчатого вала) ДВС и состояния кривошипно-шатунного механизма и цилиндро-поршневой группы двигателя планируется его разборка.

Список литературы

1. Болгов, В.Ю. Автомобильные присадки и добавки [Текст] / В.Ю. Болгов, В.И. Балабанов.– М.: Транспорт, 2009. –154 с.

2. Гергенов, С.М. Испытания автомобильных двигателей [Текст] / С.М. Гергенов. –Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2002. 65 с.

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

УДК 621.791.92

Малыхин Е.В. , Чупахин А. В., Филонов С.А.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *Перечислены факторы, оказывающие влияние на износ распределительного вала. Рассмотрены наиболее распространенные методы восстановления распределительных валов, определены их преимущества и недостатки. Произведен математический расчет определения наиболее экономически выгодного метода восстановления.*

Ключевые слова. *Распределительный вал, восстановление, наплавка, металлизация, способ.*

Annotation. *The factors affecting the wear of the camshaft are listed. Considered the most common methods of restoration of camshafts, identified their advantages and*

disadvantages. The mathematical calculation of determination of the most cost-effective method of restoration is made.

Key word. *Camshaft, restoration, welding, plating, method.*

В настоящее время все более интенсивно начинает развиваться сельское хозяйство, что ведет к увеличению количества машин. Для поддержания работоспособного состояния необходимо проводить ремонт деталей. При проведении ремонта возникает вопрос замены деталей, или их восстановление. Предпочтение отдается восстановлению, так как этот процесс более целесообразен.

На сегодняшний день разработано множество способов восстановления деталей. Они отличаются сложностью, применяемым оборудованием, технологическими режимами и т. д. Рассмотрим наиболее распространенные методы с целью выявления наиболее выгодного с экономической точки зрения.

Обычным материалом для изготовления распределительных валов служит сталь 45. Поверхности кулачков и опорных шеек подвергаютс закалке на глубину от 2 до 4 миллиметров с твердостью HRC 54 – 62.

Во время эксплуатации распределительный вал подвергается действию знакопеременных нагрузок, причем каждая нагрузка прилагается с угловым смещением по отношению к другой. Поэтому вал работает не только на изгиб, но и кручение. Большие удельные контактные давления возникают в сопряжении кулачок – толкатель, которые являются причиной износа кулачков.

Проанализируем основные методы восстановления, рассмотрим их плюсы и минусы и выберем наилучший способ.

Наплавка в среде углекислого газа. Технология процесса наплавки в среде углеродистого газа заключается в следующем. Газ поступает в зону сварки из специальных горелок, монтируемых на автоматических сварочных головках, или с помощью специальных аппаратов, предназначенных для сварки в среде углекислого газа.

Преимущества: видимость места сварки, отсутствие шлаковой корки, дешевизна углекислого газа по сравнению с флюсом и возможность наложения швов любой конфигурации.

Данный метод можно использовать для ремонта тонколистовых элементов (кузовов автомобилей, сельхозтехники и т. д.). Производительность сварки в среде углекислого газа в 2,5-3,5 раза выше, чем ручная сварка.

Минусами данного метода являются выгорание легирующих элементов и повышенная податливость наплавленного материала.

Суть метода вибродуговой наплавки заключается в вибрации электрода, что приводит к мелкокапельному переходу металла с электрода на деталь. Минимальная зона термического влияния приводит к малому выгоранию легирующих элементов. Поэтому этим методом можно создавать тонкие и прочные покрытия на деталях малого диаметра (от 15 мм).

Но наплавленный слой обладает пористостью, из-за чего прочность снижается практически в два раза. Производительность данного метода ниже, чем у традиционной наплавки.

Одним из самых простых способов восстановления является наплавка под слоем флюса. Данный метод обеспечивает практически заводской ресурс распределительных валов после их восстановления данным методом. Но данный метод требует точного соблюдения технологического режима: обнажение дуги приводит к неравномерности наплавленного слоя и образованию раковин.

Металлизация – метод, при котором практически нет температурного воздействия на восстанавливаемую деталь. Это обеспечивает сохранение физико-механических свойств детали. Наплавленный металл обладает высокой твердостью, пористостью, хрупкостью и низкой механической прочностью. Покрытие не выдерживает нагрузки на сдвиг и сжатие, а также полное отсутствие смазки. Эксплуатация в таких условиях приводит к выкрашиванию и разрушению наплавленного слоя.

Поверхности распределительного вала можно восстанавливать следующими способами: наплавка в среде защитных газов, вибродуговая наплавка, наплавка под слоем флюса, металлизация и обработка под ремонтный размер. Целесообразность применения того или иного способа восстановления находится по технико-экономическому критерию. Он определяется из следующего соотношения:

$$C_B = K_Д \cdot C_H, \quad (1)$$

где C_B - стоимость восстановления детали, р.;

C_H - стоимость новой детали, р.;

$K_Д$ - коэффициент долговечности.

Стоимость восстановления каждым способом определим по формуле [2]:

$$C_B = S \cdot C_{уд}, \quad (2)$$

где S - площадь восстанавливаемой поверхности, м^2;

$C_{уд}$ - удельная стоимость восстановления вала каждым из возможных способов, р./м^2.

Найдем площадь восстанавливаемой поверхности детали по формуле [3]:

$$S_{шеек} = \pi \cdot \sum (D_i \cdot B_i), \quad (3)$$

где D_i - диаметр i $\underline{той}$ шейки, мм;

B_i - ширина i $\underline{той}$ шейки, мм.

$$S_{шеек} = 3,14*(44,5*20*16+3,14*25^2*4) = 0,69 м^{2\cdot}$$

Определим стоимость восстановления распределительного вала каждым из вышеперечисленных способов:

— вибродуговой наплавкой:

$$C_{вибр}=0{,}36*7200=2592р.;$$

— в среде CO_2:

$$C_{со2}= 0{,}36*7000= 2520р.;$$

— под слоем флюса:

$$C_{флюса}= 0{,}36*8000= 2880р.;$$

— металлизацией:

$$C_{металл}=0{,}36*7800= 2808р.$$

Коэффициенты долговечности для каждого из вышеперечисленного способа имеют следующие значения :

— при вибродуговой наплавке – $K_{Д1} - 0,8...0,9$;

— при наплавке в среде CO_2 – $K_{Д2} - 0,75...0,85$;

— при наплавке под слоем флюса – $K_{Д3} - 0,85...1,0$;

— при металлизации – $K_{Д4} - 0,9...1,0$.

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

$$\frac{C_B}{K_Д} \to \min \cdot \qquad (4)$$

При вибродуговой наплавке:

$$2592/0{,}85=3049р.$$

При наплавке в среде CO_2:

$$2520/0{,}8=3150р.$$

При наплавке под слоем флюса:

$$2880/0{,}9=3200р.$$

При металлизации:

$$2808/0{,}95=2956р.$$

Согласно произведенным расчетам, наиболее рациональным способом восстановления шеек и кулачков распределительного вала является металлизация. Данный способ требует наименьшего количества ресурсов, а также оптимален по своим физическим свойствам.

Список литературы

1. Практикум по технологии реомнта машин / А.И. Чечин, А.В. [и др.] // PRIVET.STUDENT.COM. – URL http://www.docme.ru/doc/1162060/857.praktikum-po-tehnologii-remonta-mashin--ucheb.-posobie-

2. Большая энциклопедия нефти и газа/ Процесс наплавки // www.ngpepia.ru, 2018 г. – URL http://www.ngpedia.ru/id341703p3.html

3. Практикум по технологии ремонта машин учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" : [учеб. изд.]. (Ч.2) / А. И. Чечин [и др.] ; Воронеж. гос. аграр. ун-т .— Воронеж : ВГАУ, 2010 .— 294 с.

4. Механизированные способы электродуговой сварки и наплавки / Строй-Техника.ру // 2018 г. – URL http://stroy-technics.ru/article/mekhanizirovannye-sposoby-elektrodugovoi-svarki-i-naplavki

5. Выбор рационального способа восстановления детали / Учебно-методическое пособие / ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»// – URL http://kubsau.ru/upload/iblock/67d/67d687b9acca646561cda96f60ed74c6.doc

6. Чупахин, А. В. Этапы и направления организации технического сервиса / А. В. Чупахин, А. И. Чечин, Н. Н. Булыгин. // Современные тенденции развития технологий и технических средств для АПК: Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов по актуальным проблемам АПК в области механизации, электрификации сельского хозяйства и переработки сельскохозяйственной продукции. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014 – С. 25-31.

7. Выбор рационального способа восстановления детали: Учеб.-метод.. пособие / ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»// – URL https://studme.org/157959/tehnika/vosstanovlenie_sheek_kolenchatyh_valov_naplavkoy_flyusom

УДК 629.06

Астанин В. К., Брюховецкий О.А., Спицин И.А.

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В работе рассмотрены технологии проверки деталей, восстановленных гальваническим методом.*

Ключевые слова*. Восстановление, приборы, ремонт, электролиты, контроль, качество.*

Abstract*. In this paper, the technologies for testing the recovered parts by electroplating are considered.*

Key words*. Restoration, devices, repair, electrolytes, control, quality.*

Контроль качества на предприятии по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники - это система проверки специальной документации, инструментов, приборов, агрегатов, а также процесс производства, состоящий из комплекса методов, способов и форм. Ремонт сельскохозяйственной техники хозяйства является составной частью комплексной системы управления качеством производства и эксплуатации машин, которая охватывает все элементы и стадии производственного процесса. Объектом контроля являются все восстановленные (отремонтированные) детали или сборочные единицы.

Контроль качества продукции на предприятии по ТО (техническому обслуживанию) и ремонту автомобилей осуществляется отделом технического контроля. Главной задачей данной службы является предотвращение выполнения некачественного ремонта, не соответствующего требованиям стандартов и техническим регламентам [1].

Проводится контроль качества электролитических покрытий на наружной поверхности детали, на доступных участках, не имеющих накатки, удаленных от ребер, углов, резьбы, отверстий, мест контакта с монтажным приспособлением, паяных и сварных швов.

Надобность проведения контроля на труднодоступных, а также на внутренних поверхностях детали обязана быть обсуждена в специальной технической документации на изделие с указанием определённого способа контроля и необходимого места проведения измерения. Перед началом работы контролируются такие показатели как толщина, пористость функциональных и защитных свойств покрытия детали. Непосредственно перед проведением проверки детали на качество, её должны выдерживать до температуры помещения, в котором проводится контроль, после чего деталь необходимо обезжирить этиловым спиртом или пастой из окиси магния. После обезжиривания деталь промывается в ёмкости с дистиллированной водой, а затем протирается фильтровальной бумагой, либо сушится на воздухе. Дальше мы рассмотрим несколько видов метода контроля качества гальванических покрытий [2].

Метод контроля внешнего вида покрытий. Данный метод проводится с помощью осмотра внешних поверхностей, после чего выявляются дефекты покрытия. На данный момент этот способ является наиболее простым и распространённым, применим для деталей любых форм и габаритов.

Контроль детали проводят при естественном или искусственном освещении путем проведения осмотра «невооруженным глазом» на расстоянии около 25-30 см от осматриваемой поверхности. Освещенность в помещении по техническому обслуживанию должна составлять не менее 300 лк (при использовании ламп накаливания) и не менее 500 лк (при использовании люминесцентных ламп), поскольку недостаточная освещенность может существенно снизить обнаружение мелких дефектов на осматриваемой детали.

Нужно принимать во внимание состояние поверхности контролируемой детали перед нанесением покрытий при оценке внешнего вида покрытий.

Применение оптических устройств оговорено в технической документации на изделие. В приведённом способе в основном используют увеличительные стекла (т. е. лупы).

Качественную оценку внешнего вида нанесённых покрытий допускается проводить на образце-эталоне, размеры, форма и внешний вид которых должны быть между собой согласованы [3].

Метод контроля толщины покрытий. Толщину нанесённых покрытий контролируют двумя способами: неразрушающими или разрушающими. Так, к

примеру, в первом случае используют толщиномеры или металлографические микроскопы, а в разрушаемом методе контроля толщины применяется метод капли, суть которого заключается в том, что на поверхность при помощи пипетки подается раствор, который растворяет нанесённое гальваническое покрытие. Использование того или иного способа зависит от вида покрытия, а также материала детали [4].

За результат измерения толщины нанесённого покрытия принимают среднее арифметическое значение, не менее 3-х измерений на поверхности одной детали или на 3-5 деталях одной партии единовременной загрузки, если поверхность одной детали менее одного сантиметра в квадрате.

Метод контроля пористости покрытий. Данный метод основан на взаимодействии основного металла с реагентом в местах пор с образованием соединений. Этот способ применяют для контроля пористости в медных, никелевых, хромовых, оловянных, серебряных покрытий и покрытий сплавами олова на стальных деталях.

Пористость металла определяют путем наложения на него фильтровальной бумаги, смоченной в специальном химическом растворе. На заранее обезжиренную поверхность заготовки из стальных или медных сплавов. Раствор подбирается таким образом, чтобы он не входил в связь с нанесённым металлом, а действовал через поры с основным. По прошествии 10-15 минут фильтровальную бумагу снимают и подсчитывают количество оставленных на ней точек.

Метод контроля химического состава покрытий. Анализ химического состава нанесённого гальванического покрытия - это немаловажная процедура на предприятии, занимающимся восстановлением деталей с помощью нанесения гальванических покрытий. Химический анализ гальванических покрытий используется для контроля восстановленных деталей. Состав химического анализа можно использовать для решения такой задачи как: определение химического состава гальванопокрытия.

Приведённый вид анализа осуществляется мобильными или же стационарными рентген флуоресцентными анализаторами.

Методы контроля прочности сцепления покрытия. Данный метод основан на различии физико-механических свойств металла-покрытия с основным металлом. Проверку выбирают в зависимости от вида покрытия, свойств основного металла, назначения и типа детали. При контроле прочности сцепления применяют количественные или качественные методы измерений.

Детали после нанесения на него гальванического покрытия подвергают механической обработке (полированию, шлифованию, гравированию и т. п.) на соответствующих для этой цели станках [5]. После окончания проведения испытаний по данным методам покрытие не должно вздуваться и отслаиваться.

В заключении хотелось бы сказать, что контроль качества позволяет значительно повысить качество восстановленных деталей и поднять наработку сборных единиц на сто прооцентов и более.

Список литературы

1. Азгальдов, Г.Г. Проблемы измерения и оценки качества продукции [Текст] / Г.Г. Азгальдов // Требованиям стандартов и техническим регламентам, -1969, с.- 97-100.

2. Земскова, И.А. Контроль качества продукции машиностроения [Текст]/ И. А. Земскова // Контроль качества продукции, 1984/ – №1. – С. 64-147.

3. Астанин, В.К. Восстановление изношенных деталей сельскохоз техники осаждением гальваническими покрытиями [Текст] / В.К. Астанин // Вестник Воронежского аграрного университета. Осмотр нанесённого покрытия.– 2016. – Т.47. – №3.

4. Кравченко, Д. А. Навигация веб-сайта: гальванические покрытия [Электронный ресурс] / Д.А. Кравченко. – URL : http://mash-xxl.info/info/5664.

5. Захаров, Ю. А. Анализ способов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей машин [Текст] / Е. Г. Рымякин // Молодой ученик -2014, №16. – С. 68-71.

УДК 005.591.6:631.5

Климкина Е.В., Климкин А.Ф., Светашова Л.А.

БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – ВЕДУЩИЙ ТРЕНД ЭКОНОМИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АПК

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *Перспективный тренд на биологизацию земледелия, и в целом на органическое сельское хозяйство и бережное отношение к экологии - должен обосновываться современными инновационными научными разработками. На данный момент словосочетание «биологизация земледелия» является причиной многочисленных дискуссий. В статье рассмотрены вопросы, что собой представляет органическое (биологическое) земледелие, его принципы, основы организации и опасности внедрения.*

Ключевые слова: *органическое, сельское хозяйство, биологизация, земледелие, принципы, развитие, инновационные агротехнологии.*

Abstract. *A promising trend for the biologization of agriculture, and in General, organic agriculture and respect for the environment - should be justified by modern innovative scientific developments. At the moment, the phrase "biologization of agriculture" is the cause of many discussions. The article deals with the issues of what is organic (biological) agriculture, its principles, the basics of organization and the dangers of implementation.*

Key words: *organic, agriculture, biologization, agriculture, principles, development, innovative agricultural technologies.*

Без урегулирования вопросов продовольственной безопасности невыполнимо решение экономических и социальных проблем. На заседании Межведомственной рабочей группы по реализации и разработке Национальной технологической инициативы инновационного развития и модернизации при Президенте РФ утверждена Концепция дорожной карты эволюции рынка персонализированного питания (FoodNet). По оценкам экспертов, в перспективе к 2035 году, объем мирового рынка питания составит более четырех с половиной триллионов долларов. На фоне возрастающего спроса в двадцать первом веке все большую актуальность приобретает органическое питание, производство экопродуктов имеет ряд достоинств — безвредность, свежесть, полезность для здоровья, на внутреннем и внешнем рынках - это способствует упрочнению конкурентоспособности. В настоящее время продукты с маркировкой «органический», «био» и «эко» получили всеобщее признание.

В мире за последние тридцать лет созданы новые и оптимизированы уже существующие инновационные агробиотехнологии. К перспективным трендам внедрения современных наукоемких технологий можно отнести органическое сельское хозяйство и биологизацию земледелия. При росте FoodNet Россия может претендовать более чем на 300 млрд долларов мирового рынка за счёт производства продукции органического земледелия, так как имеет все условия для производства экологически чистой продукции. В нашей стране потенциал рынка органической продукции специалистами оценивается до 25 %, поэтому в перспективе она может занять одно из ведущих мест в экспорте органической сельскохозяйственной продукции [2].

Здоровье почв, экосистем и людей – это цель органического сельского хозяйства. В нем полностью запрещены пестициды, гормоны роста, антибиотики, ГМО, пищевые добавки, но это не отказ от использования результатов научных исследований и современных технологий. Во всем мире именно в данной сфере применяются современные достижения микробиологии, биологической системы защиты растений, технологии повышения плодородия почвы, урожайности, без ущерба для экологии [1].

Согласно характеристике данной Международной федерацией органического сельскохозяйственного движения (IFOAM) - органическое сельское хозяйство должно обеспечивать работу экосистем с биогеохимическими циклами элементов и веществ, поддерживать и получать эффект от их оптимизации. При этом в долгосрочной перспективе оно предполагает сохранить здоровье, и конкретных объектов, и всей планеты.

В мире к 2015 году более пятидесяти миллионов гектар земли используется в соответствии с основными принципами органического (биологического) земледелия, заложенными в базовых стандартах IFOAM(рис. 1) [3].

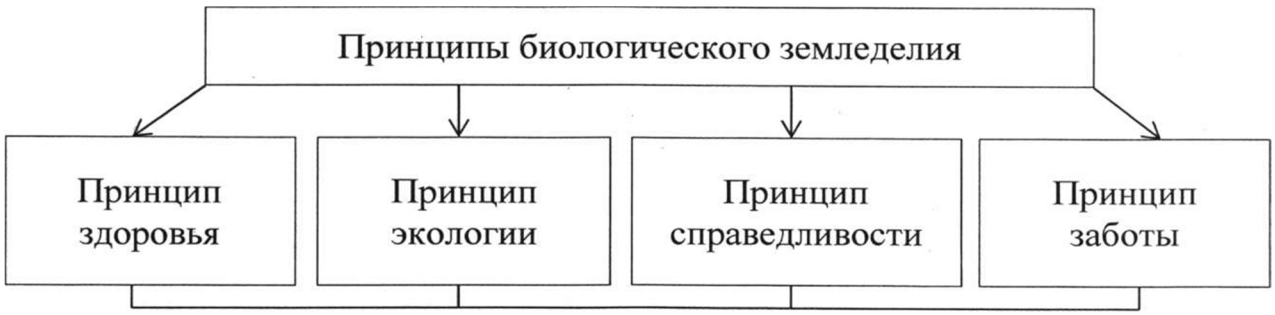


Рисунок 1. Принципы биологического земледелия

В биологическом земледелии выращивание сельскохозяйственных культур обеспечивается не за счёт средств химизации или прочих организационных мероприятий, а за счёт абсолютного использования биоклиматического потенциала, когда большая часть возделывания культур происходит не с помощью механических и технических средств, а при воздействии микро-и макроорганизмов и самих же растений. Эта хозяйственная модель, где сочетаются методы традиционного ведения хозяйства, современные научно-технические разработки и инновационные технологии, которые благотворно влияют на экологию и обеспечивают их полноценное развитие различных форм жизни.

Улучшение плодородия почвы и рост урожая происходит за счёт разработки и внедрения биологизированных, ресурсоэнергоемких севооборотов на агроландшафтной основе; применения: органических удобрений (навоза, компоста, сидератов и др.), системы точного земледелия, безотвальной обработки почвы, высокоурожайных гибридов, биологических средств защиты растений, умного водоснабжения и т.д. (рис. 2).

На данный момент органическое земледелие – это сложная современная агрономия, высокие технологии и повышенная степень контроля.

В России есть все возможности создать современный АПК, который может стать драйвером всей экономики. В настоящее время роль органики в сельском хозяйстве не так велика, так как отсутствует единая долгосрочная перспективная научно-техническая инновационная политика. Небольшими темпами развиваются только отдельные направления биологизации земледелия.

Например, актуальным направлением экологизации является создание новейших действующих веществ, новых препаративных форм (МЭ, ККР, МКС и др.), уменьшение дозы препаратов, снижения класса опасности и т.п.

Российские ученые большое внимание уделяют созданию микробиопрепаратов, которые предназначены для органического (биологического, экологического) земледелия. Основное их достоинство - безопасность для окружающей среды, людей, животных, полезных насекомых и прочих представителей биоценоза.

В 2015 году было применено около 56 тысяч тонн биопрепаратов, а в 2016 - зарегистрированы еще 47 наименований разной направленности (бактериальные, вирусные, нематодные, грибные и т. д.) [2].

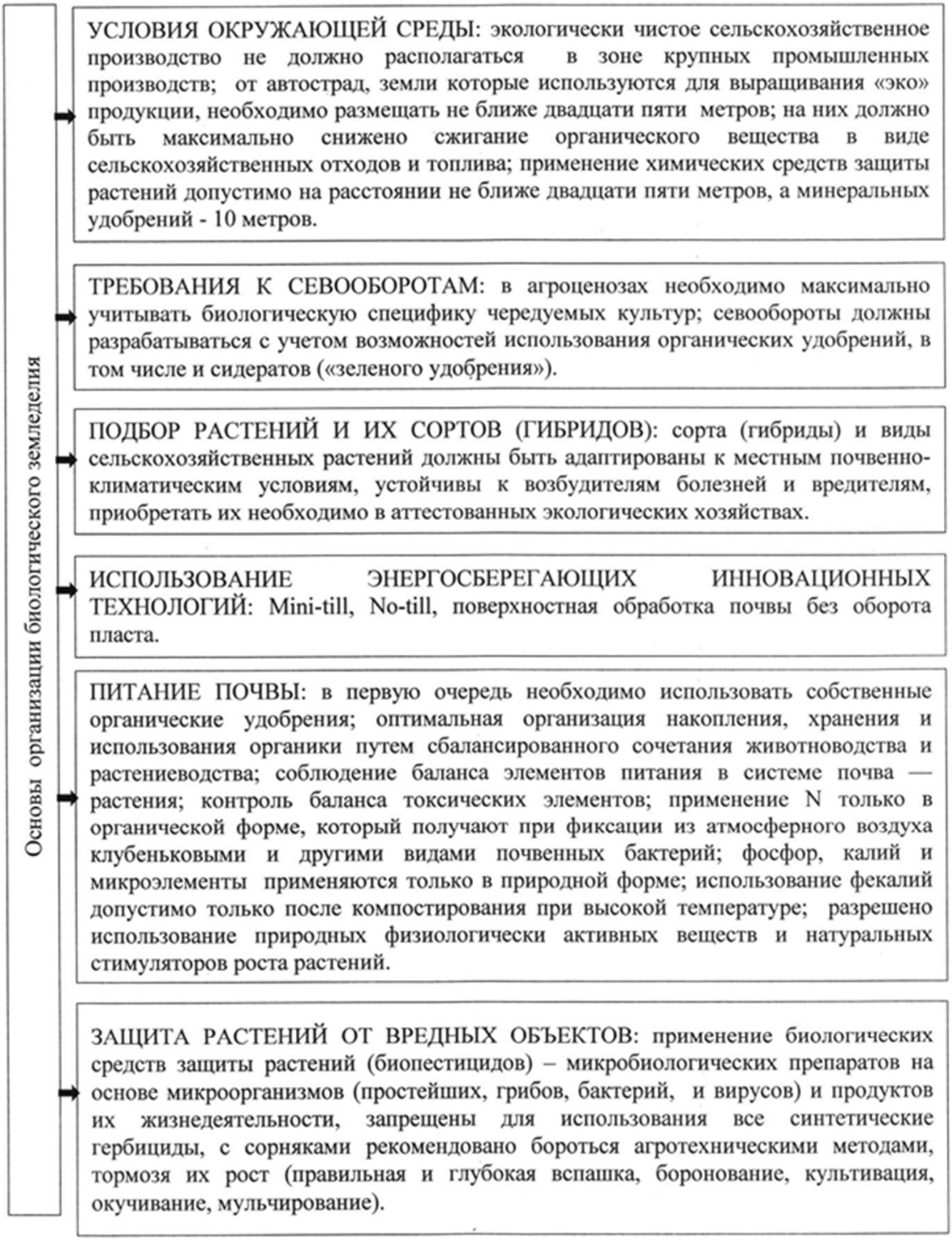


Рисунок 2.– Основы организации биологического земледелия

Для дальнейшего развития биологического земледелия ведется поиск ранее неизвестных видов энтомофагов и микроорганизмов, их селекция, разрабатываются технологии производства, хранения и применения биологических средств защиты растений.

При применении этих средств защиты растений необходим высокий уровень подготовки и квалификации кадров, требуется иметь определенные знания, четко понимать, когда и при каких условиях их использовать, чтобы они были наиболее эффективны.

Меры биологической защиты растений способствуют повышению урожайности, снижению потерь в растениеводстве, внедрению интегрированных систем защиты растений, недопущению токсичных веществ в конечной продукции.

Российские ученые могут работать в перспективных направлениях, они осуществляют фундаментальные исследования, при этом добиваются поразительных результатов, но, к сожалению, на данный момент наука не может динамично способствовать внедрению всех достижений

Анализ тенденций развития российского производства органической продукции на основе проработки зарубежного опыта развития биологического земледелия выявил следующие риски:

- производство дорогой «органической» продукции по ретро агротехнологиям (возврате к доиндустриальному земледелию), а это приведет к снижению урожайности, увеличению себестоимости единицы продукции и росту цен (в таблице представлены данные урожайности и цены в органическом земледелии без использования инновационных технологий в сравнении с индустриальным земледелием Германии в 2001 г.) [4];

Таблица. Урожайность и цены сельскохозяйственных культур при доиндустриальном органическом земледелии в сравнении с индустриальным производством, в %

Культура	Урожайность при органическом земледелии в сравнении с индустриальным	Цена при органическом земледелии в сравнении с индустриальной
Зерновые культуры	-30%	+70%
Пшеница	-35%	+60%
Рожь	-20%	+80%
Овес	-10%	+50%
Картофель	-30%	+100%
Масличные культуры	-30%	+12%
Зернобобовые культуры	-20%	+20%

- инвестиции в разработку инновационных технологий для биологического земледелия - это «длинные деньги» (срок окупаемости затрат 5-12 лет), а в настоящее время экономическая ситуация в стране не так стабильна, что бы вкладывать деньги с такой большой перспективой, конечно, крупнейшие

агрохолдинги разрабатывают собственные научно-исследовательские программы и готовы инвестировать прогрессивные технологии, но только на ближайшую перспективу (до 5 лет);

- невозможность полностью обеспечить своими органическими удобрениями всю пашню, так как животноводческих органических ферм в России еще меньше, чем растениводческих;

- вложение многомиллиардных инвестиций в освоение сорока миллионов гектар залежей под стратегию эволюции органического земледелия;

- более 80% ассортимента новых биопрепаратов, удобрений, агроприемов сельхозпроизводители не знают, так как не имеют средств и возможностей их тестировать;

- нехватка специалистов владеющих знаниями об инновационных технологиях.

Бесспорно - для последующего развития инновационного биологического земледелия необходимы концепция определений и знаний, индикаторы, позволяющие планировать, отслеживать динамику, анализировать, разрабатывать государственные стратегии роста, региональные программы, а так же увязка науки и практики. В «Прогнозе научно-технологического развития АПК РФ на период до 2030 года», подготовленным НИУ ВШЭ и утвержденный Минсельхозом РФ в январе 2017 года, говорится, что приоритеты производства в отрасли объединены с резервированием традиционных рынков сбыта, включением в ассортимент новых видов продукции, способов ее распределения, упаковки и доставки до потребителя, ужесточением требований к ее качеству. В документе сформирована система технологического прогнозирования и планирования, которая включает в себя три уровня: первый – федеральный, в качестве приоритета в нем утверждены экологически чистое качественное сельское хозяйство и агротехнологии, второй уровень – отраслевой, третий – региональный [5].

Таким образом, у России есть возможность влиться в новую инновационно-технологическую волну, а органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия будет одним из элементов интеграции и ведущим трендом экономико-технологического развития агропромышленного комплекса.

Список литературы

1. Волкова О.Ю. Развитие сельского хозяйства, ориентированного на производство органической продукции [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nsau.edu.ru/file/46331/ (Дата обращения: 16.11.2018 г.).

2. Органическое земледелие – почва для инноваций [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/organicheskoe-zemledelie-pochva-dlja-innovacii.html (Дата обращения: 15.11.2018 г.).

3. Органическое сельское хозяйство: рентабельность и основные принципы [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--

80ajgpcpbhkds4a4g.xn--p1ai/articles/organicheskoe-selskoe-hozyajstvo-rentabelnost-i-osnovnye-printsipy/ (Дата обращения: 18.11.2018 г.).

4. Российское земледелие на распутье [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stimix.ru/biblioteka/160-rossiyskoe-zemledelie-na-raspute.html (Дата обращения: 15.11.2018 г.).

5. Эффективность органического земледелия [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agri-news.ru/zhurnal/2014/№1/2014/organicheskoe-proizvodstvo/effektivnost-organicheskogo-zemledeliya.htm (Дата обращения: 15.11.2018 г.).

УДК 631.173.4(430.1)

Семыкин В.В., Колесников Н.П.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН НА ПРИМЕРЕ СЕЛЬКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ LPA KALTENSUNDHEIM (ГЕРМАНИЯ)

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье рассмотрена организация технического сервиса машин на примере одного из сельскохозяйственного предприятия в Германии. Проанализирована ремонтно-обслуживающая база, а также технология и организация работ по техническому обслуживанию и ремонту машин на этом предприятии. Информация получена в ходе прохождении производственной практики одним из авторов этой статьи.*

Ключевые слова: *техническое обслуживание, ремонт, сельскохозяйственная техника, ремонтно-обслуживающая база.*

Abstract. *In this article the organization of technical service of cars on an example of one of the agricultural enterprise in Germany is considered. The repair and service base, and also technology and the organization of works on maintenance and repair of cars at this enterprise is analyzed. The information was obtained in the course of practical training by one of the authors of this article.*

Key words: *maintenance service, repair, agricultural machinery, repair and maintenance base.*

Свою историю предприятие ведет с 1972 года, когда здесь было создано одно из коллективных хозяйств бывшей ГДР. Но к 1990 году оно было закрыто. В том же 1990 году начинает свою деятельность ныне действующее сельскохозяйственное предприятие «LPA Kaltensundheim». Землепользование «LPA Kaltensundheim» расположено в районе Шмалькальден-Майнинген, который в свою очередь входит в землю Тюрингия [1].

В настоящее время за предприятием закреплено 2339 га земельной площади, из которой на долю пашни приходится 1074 га, на пастбища 1203 га,

а оставшаяся земля приходится на лес, дороги и земли населенных пунктов. На землях предприятия расположено четыре населенных пункта, в которых размещаются производственные объекты «LPA Kaltensundheim». Все населенные пункты связанны между собой асфальтированными автомобильными дорогами.

Предприятие специализируется на двух отраслях: животноводство и растениеводство. Основной отраслью является животноводство.

В административно-хозяйственном центре - коммуне Кальтензундхайм размещено административное здание, рядом с которым находятся: дом культуры, школа, почта, общежитие, магазин биопродукции, также здесь расположена производственная зона, которая включает: ремонтную мастерскую, строительный и складской сектор, гараж для сельскохозяйственной техники, заправку, весовую, биогазовую установку, силосные ямы, коровники для разных возрастных групп животных и многие другие постройки.

Предприятие располагает большим парком новых тракторов и сельскохозяйственных машин. Основу парка представляют машины марки «Massey Ferguson», одного из крупнейших американских производителей сельскохозяйственных машин и оборудования (рис. 1).



Рисунок 1. Машинно-тракторный парк «LPA Kaltensundheim»

Для обслуживания этой техники «LPA Kaltensundheim» имеет развитую ремонтно-обслуживающую базу, ядром которой является торгово-сервисная компания «Handels- und Dienstleistungsgesellschaft mbH Kaltensundheim» (HDK) созданная в 1992 году. В HDK работает команда из 19 высококвалифицированных сотрудников, которые занимаются продажей, обслуживанием и ремонтом как новой, так и подержанной техники [2].

Для осуществления своей деятельности данное подразделение имеет сервисный центр с хорошо оснащенной отапливаемой ремонтной мастерской, где имеется всё необходимое оборудование (станки, приспособления, инструменты, кран-балки и многое другое) (рис. 2). Кроме того имеются: площадки для хранения техники, автозаправочная станция и авторемонтная

мастерская. Так же есть достаточное количество складских помещений для хранения запасных частей и расходных материалов.



Рисунок 2. Ремонтная мастерская «LPA Kaltensundheim»

На базе HDK создана служба экстренной технической помощи, которая готова прийти на помощь своим клиентам в любое время суток.

Сотрудники HDK регулярно проходят обучение на предприятиях производителей техники, участвуют в ярмарках и выставках, таких как B. Eurotier и Agri-Technika. Компания регулярно проводит дни поля, на которых демонстрирует потенциальным клиентам свою технику. С момента основания компании наблюдается устойчивый рост, и она смогла расширить свой рыночный потенциал, благодаря чему имеет возможность предлагать своим клиентам общенациональную поставку сельскохозяйственной, кормовой, коммунальной и лесной техники, а также надежное оборудование и системы биогазовых установок.

Сотрудники сервисного центра HDK принимают непосредственное участие в обслуживании техники головного сельскохозяйственного предприятия «LPA Kaltensundheim». Это позволяет своевременно и незамедлительно производить ремонт и техническое обслуживание машин, что, в свою очередь, позволяет исключить их простой, повышает качество выполняемых работ. Всё это ведет к повышению эффективности работы предприятия, так как сельскохозяйственная техника играет важную роль в жизни предприятия.

Для проведения выездных ремонтных работ и технического обслуживания в полевых условиях, а также перевозки запасных частей в HDK имеются сервисные автомобили, оснащённые всем необходимым оборудованием (рис. 3). Это позволяет оперативно устранять неисправности машин, к примеру, в поле при какой-либо поломке.



Рисунок 3. Сервисный автомобиль HDK

Рядом с мастерской выделена специальная площадка для проведения технического обслуживания. На ней проводятся, например такие виды работ как: продувка радиаторов, очистка и продувка воздушных фильтров, смазка узлов и механизмов машин и другие ремонтно-обслуживающие воздействия (рис. 4).


Рисунок 4. Выполнение работ по ТО на специальной площадке

На предприятии можно наблюдать хорошо организованный ремонтно-обслуживающий процесс. Обязанности при выполнении какой-либо работы распределяются довольно рационально, с целью улучшения условий труда рабочих, уменьшения времени выполняемой работы, повышения качества работы.

Процесс ремонта выполняется следующим образом. При поломке машины, главный инженер решает, сколько нужно человек на устранение этой неисправности. После этого он закрепляет определённое количество людей (их может быть как трое, так и один) за машиной. Эти мастера начинают выполнять свою работу. Их ни кто не ограничивает во времени. Это позволяет провести ремонт более качественно. Эти мастера занимаются только своей машиной, не отвлекаясь больше ни на что. По завершению ремонта, машина проверяется на исправность, рабочее место убирается, а именно все инструменты раскладываются по своим местам, мусор убирается (остатки почвы, травы и так далее), если произошла утечка масла на пол, то масляные пятна присыпаются специальной присыпкой, которая впитывает в себя всё масло, после чего её также убирают. В мастерской, имеется большой спектр специализированных инструментов от обыкновенных ключей, до пневматических инструментов. Ко всем этим видам инструмента и оборудования имеет доступ каждый рабочий. Всё это позволяет рабочим выполнить свою работу в кратчайшие сроки. При ремонте машин, предпочтение отдают замене вышедшего из строя узла на новый. Восстановлением изношенных деталей на предприятии занимаются редко. В мастерской имеется склад, где можно быстро взять новую деталь, а если даже её нет, то можно заказать. Заказ будет выполнен уже на следующее утро.

С целью безопасного использования сельскохозяйственных машин и сохранения их исправности и работоспособности, государственные службы Германии периодически проверяют всю технику предприятия. При выявлении несоответствия требованиям, предприятие обязано принять меры для устранения этой проблемы. При не устранении выявленных недостатков, предприятие не имеет право использовать данную машину.

С точки зрения отношения к сельскохозяйственной технике, Германия ни чем не отличается от России. Техника также эксплуатируется в тяжелых условиях, нарабатывая большое количество моточасов.

Проанализировав состояние технического сервиса на зарубежном предприятии можно сделать вывод о том, что некоторые аспекты организации технического обслуживания и ремонта нужно более подробно рассмотреть, изучить и применять на отечественных предприятиях с целью улучшения качества работ и повышения производительности труда на подобных предприятиях.

Список литературы

1. Landschaftspflege Agrarhöfe GmbH & Co. KG Kaltensundheim: [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.heimischelandwirtschaft.de/users/aribert-bach (дата обращения: 18.11.2018).

2. HDK Handels- und Dienstleistungsgesellschaft mbH: [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hdk-kaltensundheim.de/firmenprofil.html (дата обращения: 18.11.2018).

УДК 629.113.5:621.45.043

Деревянченко С.О., Свиридов А.С., Королев А.И.

СИСТЕМА ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В статье рассмотрена система питания бензиновых ДВС. Описаны основные конструктивные элементы системы, принцип работы инжектора и форсунок, особенности систем впрыска.*

Ключевые слова: *инжектор, форсунка, одноточечный впрыск, многоточечный впрыск, непосредственный впрыск.*

Abstract. *The article discusses the fuel supply system for benzine engines. The main structural elements of the system, the principle of operation of the injector and nozzles, the features of injection systems are described.*

Key words: *injector, nozzle, simple injection, multipoint injection, direct injection.*

В настоящее время повсеместно и постоянно происходит усовершенствование и внедрение новых современных технологий, особенно в автомобильной отрасли. Здесь постоянно улучшают двигатель, ходовую часть, трансмиссию, форму кузова для лучшей аэродинамики, и т. д. Одной из самых важных систем в двигателе внутреннего сгорания является система подачи топлива, которую совершенствуют и изменяют с начала XX-го века и по настоящий день.

Система питания необходима для подача топлива из бака, фильтрации, образования горючей смеси и подачи ее в цилиндры двигателя.

За всю историю существования можно выделить следующие типы систем: карбюраторная система подачи; моновпрыск; инжекторная система подачи.

Более подробно рассмотрим основные элементы топливной системы.

В состав системы питания обычно входят следующие элементы:

– топливный бак, который предназначен для хранения топлива и представляет собой компактную емкость с устройством забора топлива (насос) и, чаще всего, элементами грубой фильтрации;

– топливопроводы, представляющие собой комплекс топливных трубопроводов, предназначенных для транспортировки топлива к устройству смесеобразования;

– топливный насос, предназначенный для закачивания топлива в топливопровод;

– устройство смесеобразования (карбюратор, инжектор), механизм, в котором происходит соединение топлива и воздуха для дальнейшей подачи в цилиндры двигателя;

– электронный блок управления работой устройства смесеобразования (ЭБУ) (моновпрыск и инжекторные системы питания) – электронное устройство для управления работой топливных форсунок, клапанов отсечки, датчиков контроля;

– фильтры грубой и тонкой очистки;

– установленные фильтрующие элементы в цепь подачи топлива.

Рассмотрим каждый из элементов подробнее, с учётом использования в современных автомобилях.

Топливный бак – это емкость для безопасного хранения горючего топлива, предотвращения его утечки и выбросов вследствие испарения. Его стараются размещать в безопасном месте, чтобы обеспечить отсутствие деформации при ударе, и, как следствие, детонации топлива.

К кузову или раме автомобиля бак крепится ленточными хомутами. Чтобы обеспечить ему дополнительную защиту от повреждений, нижняя часть может быть закрыта металлическим листом. Чтобы избежать нагрева бака и его содержимого от частей выхлопной системы, применяются теплоизоляционные прокладки.

Для изготовления баков применяется три материала: сталь, алюминий и пластик (высокоплотный полиэтилен). Последний сейчас используется наиболее часто.

Пластик удобен тем, что позволяет наилучшим образом использовать установочное пространство и изготовить емкость любой формы, а значит, получить максимальную вместимость топливного бака. Основное достоинство данного материала в том, что ему не страшна коррозия. Однако на молекулярном уровне пластик проницаем для углеводородов. В настоящее время, чтобы не допустить микроутечек, баки делают многослойными, а внутреннюю поверхность покрывают фтором [2].

Металлические баки сваривают из штампованных листов алюминия, сталь для баков с бензиновым топливом в данный момент не используется.

Уровень топлива в баке контролируется при помощи датчика, объединенного с насосом в одно устройство. Датчик состоит из поплавка и потенциометра. При изменении уровня топлива поплавок поднимается или опускается, вызывая изменение сопротивления потенциометра, и в результате меняется напряжение в цепи, и стрелка на приборной панели меняет свое положение.

Современные автомобили оснащаются системой вентиляции топливного бака замкнутого типа, бак не имеет непосредственного контакта с атмосферой.

Для избежания разрежения используется клапан вентиляции. Представляет собой обратный клапан, открывающийся в тот момент, когда разрежение в баке достигает определенного значения. После его открытия внутреннее давление выравнивается с атмосферным.

Пары топлива удаляются при помощи системы уловителя паров через вентиляционный трубопровод, после этого они попадают в адсорбер, где

конденсируются. Когда емкость адсорбера заполнится, включается система его продувки, и горючее попадает во впускной коллектор и смешивается с рабочей смесью. Аналогичным образом стравливается давление, возрастающее при нагреве топливного бака.

Также система вентиляции оснащается гравитационным клапаном, это устройство предотвращает разлив топлива в случае, если автомобиль перевернется.

Эффективная работа топливной системы автомобиля невозможна без топливного насоса, который отвечает за подачу необходимого количества топлива. Топливные насосы подразделяются на два основных вида: механические и электрические.

Механические топливные насосы в настоящее время практически не используются. Они комплектовались на карбюраторных двигателях, и их часто устанавливали непосредственно на них.

Электрический топливный насос находится в топливном баке или топливопроводе. На современных автомобилях насос чаще непосредственно встроен в топливный бак, благодаря этому удается достичь эффективного охлаждения насоса. Таким образом, если постоянно эксплуатировать автомобиль с малым количеством топлива в баке, будет происходить перегрев и преждевременный износ бензонасоса.

Электрический насос состоит из таких конструктивных элементов, как электрический привод и собственно насос, которые находятся в металлическом корпусе. Топливный насос, все элементы которого пребывают в непосредственном контакте с топливом, имеет конструкцию модуля, в состав которого включается также датчик расхода топлива, топливозаборник и топливный фильтр грубой очистки.

Электрический бензонасос оснащен двумя клапанами. Обратный клапан отвечает за запирание топливной системы при остановке двигателя. Поддержка давления в системе возложена на редукционный клапан.

Существует несколько видов электрических насосов, конструкция которых отличается: роликовый; шестеренный; центробежный.

Роликовый насос оборудован ротором и роликами, обеспечивающими всасывание и нагнетание топлива. Когда пространство между ротором и роликом увеличивается, его заполняет топливо за счет созданного разряжения. После полного заполнения пространства топливом подача приостанавливается. Ротор продолжает вращаться, уменьшая объемы пространства. Таким образом, создается давление, выпускное отверстие открывается, чтобы топливо покинуло насос.

В шестеренном насосе всасывание и нагнетание топлива обеспечивается благодаря движению ротора относительно внутренней шестерни. Шестеренный насос имеет особенную конструкцию, и может быть установлен только в топливопроводе.

Центробежные насосы устанавливают непосредственно в топливных баках. Рабочее колесо (крыльчатка) насоса имеет многочисленные лопасти. Вращение крыльчатки происходит внутри камеры, где располагаются всасывающий и нагнетательный каналы. Лопасти воздействуют на топливо, обеспечивая его завихрения и повышая давление всасывания [1].

На сегодняшний день отдается предпочтение центробежным насосам, имеющим невысокий уровень шума и равномерно подающим топливо, роликовый насос также достаточно распространен, шестеренный практически не используются.

Чтобы обеспечить эффективный запуск двигателя, электрический насос запускается вместе с зажиганием автомобиля. Насосы современных автомобилей запускаются еще до включения зажигания, при открывании водительской двери. Электрический насос эффективно поддерживает давление, которое регулируется изменением напряжения тока в цепи.

Подробно устройство карбюратора разбирать не будем, в данный момент он практически не используются, так как технически и морально устарел.

Инжектор представляет собой принципиально другой способ подачи топлива в камеру сгорания по сравнению с карбюратором. В инжекторном моторе наибольшие конструктивные изменения коснулись системы питания и топливоподачи. В то время как карбюратор смешивал бензин с определенной частью воздуха во внешнем устройстве (карбюраторе), инжектор имеет инжекторные форсунки, которые дозировано впрыскивают горючее под давлением, после чего происходит смешивание порции топлива с воздухом.

Если сравнивать эффективность подачи горючего инжектором и карбюратором, мотор с инжектором оказывается до 15% мощнее (на современных автомобилях это значение достигает 20%). Также отмечается существенная экономия топлива на разных режимах работы двигателя, ввиду более точной работы инжектора относительно карбюратора.

Устройство инжектора предполагает в основе наличие следующих базовых компонентов системы: электронного блока управления (ЭБУ); электробензонасоса; инжекторных форсунок; топливной рампы с регулятором давления; электронных датчики температуры, угла открытия дроссельной заслонки, и т.д.

Рассмотрим, как компоненты системы взаимодействуют между собой на примере распространенного типа инжекторных двигателей с многоточечным распределенным впрыском. После поворота ключа зажигания питание подается на электрический бензонасос, который находится в топливном баке и погружен в горючее. Указанный насос подает топливо в топливную магистраль под определенным давлением. Инжекторные форсунки установлены в топливной рампе (рейке), через которую реализован подвод топлива к форсункам, а также осуществлена фиксация самих форсунок на впускном коллекторе. В рампе также установлен регулятор давления топлива, который служит для

поддержания разницы между давлением воздуха во впуске и в самих инжекторах [3].

Благодаря установленным датчикам электронной системы управления двигателем (ЭСУД) контроллер ЭБУ получает информацию, на основании которой удается синхронизировать впрыск в соответствии с режимами и условиями работы ДВС. Блок управления получает показания от датчика температуры двигателя, кислородного датчика, датчика детонации, датчика положения распредвала (датчика Холла) и датчика коленвала. Так удается скорректировать количество подаваемого топлива в каждый цилиндр, гибко и динамично изменять состав топливно-воздушной смеси [5].

Датчики фиксируют различные изменения в работе двигателя и меняющиеся условия, постоянно передавая сигналы на блок управления. Данная схема позволяет затрачивать строго определенное количество топлива во время запуска, прогрева, работы на холостых оборотах, спокойной или динамичной езды и т.д.

Указанная точность во время дозирования горючего возможна только благодаря работе управляющей электроники автомобиля в виде совокупности датчиков и ЭБУ двигателя. В блоке управления прошиты микропрограммы, а сама работа основывается на топливных картах. Датчики непрерывно подают информацию о режиме работы двигателя, о скорости движения ТС и т.д. Контроллер получает и обрабатывает данные, после чего определяет необходимое количество впрысков топлива и их продолжительность по времени. Любые изменения в работе ДВС считываются датчиками и заставляют ЭБУ динамично вносить коррективы в работу инжектора.

Высокая экологичность современных инжекторов стала возможной благодаря наличию кислородного датчика (лямбда зонда). Указанный датчик находится в выпускной системе и «оценивает» состояние выхлопных газов. На основании его показаний ЭБУ обедняет или обогащает топливно-воздушную смесь (изменяет соотношение количества воздуха и топлива в составе рабочей смеси) во время работы двигателя.

Инжектор включает в себя несколько форсунок, установленных под каждым цилиндром. Они объединены с помощью топливной рампы, соединенной с бензонасосом.

Работу системы контролируют датчики и передают сведения в электронный блок управления, регулирующий открытое и закрытое положение форсунок. Цикличное наполнение в цилиндрах контролирует датчик массового наполнения. Он следит за расходом воздуха и в соответствии с этим рассчитывает наполнение цилиндра. Датчик, контролирующий температуру охлаждающей жидкости следит за включением электровентилятора (в настоящее время устанавливается чаще всего на радиаторе системы охлаждения). Датчик, контролирующий температуру двигателя, показывает температуру на приборной панели автомобиля.

Типы систем впрыска разделяют в зависимости от места подачи горючего и числа сопел: одноточечные или моновпрыск; многоточечные или распределенные; прямые или непосредственные.

Одноточечный (центральный) впрыск обеспечивает одной форсункой все цилиндры. При многоточечном впрыске к каждому цилиндру подведена своя форсунка.

Самым простым считается одноточечный впрыск, так как имеет более простую конструкцию, можно использовать более простой ЭБУ. Однако такой вид впрыска является менее эффективным.

Многоточечная система осуществляет более мощный впрыск. Наиболее экономичная и сложная система. Установка такой системы повышает производительность двигателя на 10%. Основные ее преимущества в автоматической настройке и точном наполнении цилиндров. Благодаря близкому расположение впускных клапанов подача топлива осуществляется более рационально.

При непосредственном типе горючее через форсунки попадает прямо в цилиндры (сейчас данный тип впрыска используется в основном на экспериментальных моделях, активно разрабатывается, в особенности, компанией Bosch). Является конструктивно сложным, но очень перспективным в ближайшем будущем.

В настоящий момент современные автомобили преимущественно оснащают именно многоточечной системой ввиду её преимуществ.

Для впрыска топлива в цилиндр используется форсунка. Форсункой называют регулируемый распылитель жидкого или газообразного вещества. Наибольшее применению устройство получило в современных автомобилях бензиновых и дизельных двигателей с системой подачи топлива инжекторного типа. Форсунка является конечным звеном системы и непосредственно подает распыленное топливо дозированными порциями от топливного насоса в двигатель [4].

Форсунки бывают: механические; электромагнитные; электрогидравлические; пьезоэлектрические.

Механические форсунки не используются в виду их несоответствия современным требованиям.

С бензиновым двигателем используют только электромагнитную форсунку. Работает форсунка с помощью программы, зашитой в электронном блоке. Этот блок подает напряжения на обмотку клапана. Возбуждаемое электромагнитное поле отжимает пружину и поднимает клапан с иглой. Через свободное сопло впрыскивается топливо. Напряжение снижается, и игла опускается на седло.

Таким образом, именно развитие форсунок и ЭБУ позволяет использовать технически более сложные системы питания. Преимущество отдается многоточечным системам с чувствительными форсунками, контролируемыми высокоточными ЭБУ и датчиками. Также большим потенциалом обладают

активно развивающиеся системы с непосредственным впрыском, имея перспективу превзойти многоточечные системы, и со временем вытеснить их.

Список литературы

1. Поливаев, О.И. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие для студентов вузов [Текст]/ О.И. Поливаев [и др.]; под общ. ред. О.И. Поливаева. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2013. – 286 с.

2. Рогов, В.А. Новые материалы в машиностроении: учебное пособие для вузов [Текст]/ В.А. Рогов, В.В. Соловьев, В.В. Копылов – М.: РУДН, 2008. – 324 с.

3. Ерохов, В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей: конструкция, расчет, диагностика: учебник для вузов [Текст]/ В.И. Ерохов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 552 с.

4. Системы впрыска топлива BOSCH [Текст]/ Сост. В.А. Деревянко; Пер. с пол. В. Мицкевич. – М.: Петит, 2009. – 200 с.

5. Bosch. Системы управления бензиновыми двигателями [Текст]/ Перевод с немецкого – 1-е изд. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 432 с.

УДК:621.43.068

Булыгин Н.Н., Боев И.О.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНДИЦИОНЕРОВ МЕТАЛЛА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

***Аннотация**: В данной статье рассмотрена основная группа трибоматериалов, это группа кондиционеров металла. Представлена информация об области применения ,основной состав, и фирмы выпускающие данные трибосоставы.*

***Ключевые слова:** сервис, восстановление, ремонт, трибосоставы, присадки, обкатка.*

***Annotation.** This article discusses the two main groups of tribomaterials: a group of metal conditioners. Presents information about the application, the main part, and the company producing these tribosostavy.*

***Keywords:** service, recovery, repair, tribosostavy, additives, run-in.*

Двигатели внутреннего сгорания тракторов сельскохозяйственного назначения и зерноуборочных комбайнов работают в условиях повышенной запыленности окружающей среды и засоренности растительными примесями. Функции, которые выполняют смазочные масла – снижение трения и износа

деталей, отвод теплоты, удаление продуктов износа и др. Действие высоких температур и давления приводит к выжиманию масляной пленки из зоны трения деталей. Для сохранения условий жидкостного трения масло должно иметь требуемую вязкость, а также способность создавать на защищаемых поверхностях слой, который может выдержать высокое давление [2]. В настоящее время присадки к моторным маслам набирают большую популярность, количество производителей тех или иных присадок колоссальное, различие их в области применения и состав.

Задача присадки относящийся к разделу кондиционеры металлов являются: уменьшение потерьмасла, уменьшение коэффициента трения, эффект реставрации в местах трения, продление срока эксплуатации изношенных деталей.

Начнем с того что автовладельцы со временем сталкиваются с усталостью своего автомобиля не только узлов кузова но и ходовой частью, это проявляется с потерей мощности двигателя, наличие стуков ,шумов ,скрежетов появления дыма ,большому расходу масла.

При диагностике ДВС после выше перечисленных проблем, связанных с износом агрегата всегда выявляется поведение компрессии, очевиден износ цилиндропоршневой группы . В итоге увеличивается объем цилиндра а на его стенках образуются царапины ,микронеровности , параллельно с этим идет износ коленчатого вала и его вкладышей, также накапливается грязь и различные отложения .Но на сегодняшний день есть альтернатива преждевременному капитальному ремонту двигателя ,а именно кондиционеры металла [1].

Рассмотрим принцип работы присадки в моторном масле:

При естественном износе двигателя надо понимать увеличение зазоров, появление микро царапин, трещин и сколов из этого следует увеличение расхода масла, расхода топлива так же в двигателе скапливаются отложения и загрязнение. Что касается присадок, а именно кондиционеров металла они выполняют разные функции. Если сказать простыми словами с присадкой в двигатель попадает целый букет разных минеральных веществ ,которые в свою очередь образуют на поверхности металла пленку . После этого поверхность становится гладкая выравниваются неровности .Более того внедряясь в верхние слои металла, присадка создает металлокерамический композитный слой [3].

Что входит в состав: Синтетические углеводороды, антиоксидант, функциональные добавки [5].

Наиболее эффективные и хорошо показавшие себя на испытаниях марки кондиционеров металла:

1. Синтетический кондиционер металла 2-го поколения SMT2- это полностью синтетический, негорючий, коррозионно неактивный, нетоксичный, биоразлагаемый антифрикционный кондиционер металла, предназначенный для снижения трения и изнашивания деталей машин. Доставляется в зону трения путем добавления в смазочный материал

2. ENERGY RELEASE METAL CONDITIONER - Воздействует непосредственно на поверхности трения металлических деталей. Не влияет на показатели смазочного материала или любого другого носителя. При повышении температуры в узле трения препарат инициирует внедрение ионов железа в структуру наружных слоев металла, оптимизирует субшероховатость контактирующих поверхностей (без изменения макроразмеров деталей).

Лабораторные испытания трибосоставов проводятся на машине трения (рисунок).

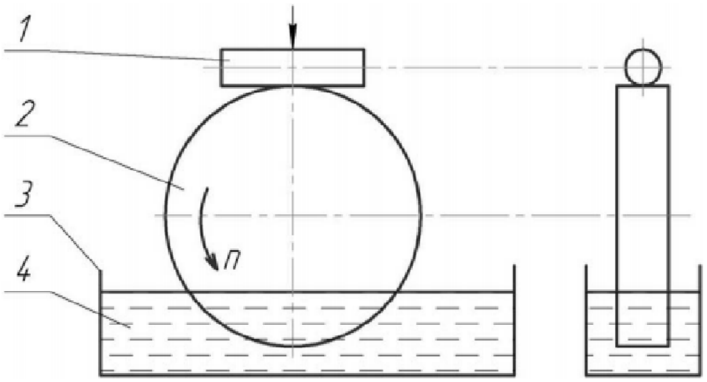


Рисунок. 1 - образец, 2 - контробразец, 3 - ванна, 4 - смесь масла и нанопрепарата

Методика проведения испытания на устройстве, схема которого приведена на рисунке 1, используются образцы и контр образец в виде роликов и кольца подшипника качения из стали ШХ15 твердостью 72HRC, которые имеют неменяющиеся геометрические характеристики, высокий предел выносливости материала, высокую твердость, способность выдерживать значительные деформации без разрушения [4].

Таким образом, применение кондиционеров металлов может способствовать повышению эффективности эксплуатации высоконагруженных двигателей внутреннего сгорания, используемых на сельскохозяйственной технике.

Список литературы

1. Дунаев, А. В. Исследования ГОСНИТИ, ВНИИТиН и ООО «РИП» в области нетрадиционной триботехники [Текст] / Дунаев А.В., Остриков В.В., Пустовой И.Ф. – Труды ГОСНИТИ. – Т.110. –Ч. 1. – Москва, 2012. – С. 79-84.

2.Любимов, Д.Н. Структура смазочных слоев, формируемых при трении в присутствии присадок минеральных модификаторов трения [Текст] / Любимов Д.Н., Долгополов К.Н.– Трение и износ.- г Ростов-на-дону, 2009. – С. 516-521.

3. Ретюнских, Р.С. Композитные материалы [Текст] / Ретюнских Р.С., Булыгин Н.Н. // Молодежный вектор развития аграрной науки: Материалы 64-й научной студенческой конференции / – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, Ретюнских Р.С., Булыгин Н.Н. 2013. – С. 136-139.

4. Шабанов, А.И. Навигация веб-сайта: испытания трибосоставов [Электронный ресурс] / А.И. Шабанов. - URL http://www.zr.ru/content/articles/798459-ekspertiza-prisadok-k-maslam-teoriya-chudes .

5. Черноиванов, В.И. Наноматериалы в техническом сервисе сельскохозяйственных машин [Текст] / В.И. Черноиванов, А.К. Ольховацкий, Р.Ю. Соловьев, Д.А. Гительман, Ю.А. // Учебное пособие для вузов. Труды ГНУ ГОСНИТИ, 2010. – 68 с.

УДК 621.7.024.2

Рачков П.В., Грешнов А.С., Кровяков В.Б., Короленко В.В.

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ

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

Аннотация. *В работе представлены результаты исследования траектории движения частиц загрязнителя в потоке жидкости и их распределения по сечению трубопровода. На основе выполненных исследований предложены технические решения средств контроля, повышающие представительность проб жидкости.*

Ключевые слова: *промышленная чистота, пробоотборное устройство, контроль, проба, очистка, промывка.*

Abstract. *The work presents the results of the study of the trajectory of the movement of particles of the pollutant in the fluid flow and their distribution over the cross section of the pipeline. On the basis of the research performed, technical solutions for the control means were proposed that increase the representativeness of the fluid samples.*

Key words: *industrial purity, sampling device, control, cleaning, washing, liquid system, cavity.*

Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники тесно связано с обеспечением ее надежности. Показатели надежности в рыночных условиях являются определяющими параметрами спроса, как на новую, так и на отремонтированную сельскохозяйственную технику. Особенно этот показатель важен для фермерских хозяйств и сельскохозяйственных акционерных обществ, имеющих слабую производственную базу, при выборе ремонтного предприятия в качестве исполнителя по восстановлению ресурса и работоспособности своих сельхозмашин. Поэтому повышение надежности отремонтированной техники является чрезвычайно важной задачей, особенно в настоящее время [1]. Решить эту задачу можно, прежде всего, путем повышения качества ремонта. Как известно, качество ремонта сельхозтехники и особенно гидроагрегатов можно обеспечить только на специализированных ремонтных предприятиях. Качество ремонта гидроагрегатов в значительной

степени определяет безотказность машин в напряженные периоды проведения сельскохозяйственных работ.

Актуальность данной работы подтверждается и тем, что несмотря на имеющиеся фундаментальные исследования и нормативные документы ГОСНИТИ по ремонту гидроагрегатов, из-за сложившегося объективного состояния машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве, который более чем 80% утратил свой ресурс, потребовались новые разработки по обоснованию пересмотра технических требований по ремонту и контролю технического состояния агрегатов и систем [1].

Повышенная ответственность надежности работы жидкостных систем и агрегатов (ЖСА) изделий авиационной техники (АТ), связанная с возможной потерей дорогостоящих воздушных судов (ВС), перевозимых грузов, экипажа и пассажиров, предъявляет и повышенные требования к эффективности технологических процессов очистки ЖСА и контроля ее качества. Разработанные под требования изделий АТ технологии и оборудование однозначно с высокой эффективностью могут быть применены к изделиям других отраслей промышленности.

Комплексное решение проблем обеспечения промышленной чистоты (ПЧ) ЖСА предполагает одновременное решение в полном объеме трех задач: очистки применяемых рабочих и технологических жидкостных сред, очистки непосредственно рабочих полостей ЖСА до установленного нормативного уровня, контроля уровня загрязненности ЖСА и применяемых рабочих сред [2, 3].

При выполнении специалистами ВУНЦ ВВС «ВВА» совместно с Центральный НИИ Военно-воздушных сил Министерства Обороны РФ по заказу Службы безопасности полетов авиации Вооруженных Сил Минобороны России исследований в области совершенствования технологий и оборудования для обеспечения требуемого уровня ПЧ рабочих полостей ЖСА ВС для предотвращения авиационных происшествий и повышения безопасности полетов выявлен существенный пробел в области обеспечения контроля уровня загрязненности рабочих полостей бортовых ЖСА [4].

В связи с этим одним из существенно важных направлений работ по повышению надежности бортовых ЖСА является совершенствование существующих и разработка новых эффективных методов и средств диагностирования их технического состояния по показателям загрязненности [5].

Сравнение фактического уровня загрязненности по гранулометрическому составу с нормативным, установленным разработчиком систем, позволяет определять возможность дальнейшей эксплуатации промышленного средства и прогнозировать остаточный ресурс агрегатов систем, а при техническом обслуживании определять момент прекращения технологической операции промывки загрязненных систем, занимающей существенную часть в общей продолжительности работ по их обслуживанию [6].

Следует отметить, что если с контролем загрязненности рабочих жидкостей при эксплуатации и техническом обслуживании все обстоит более-

менее благополучно (имеется большое количество методов и средств лабораторного и автоматического контроля загрязненности жидкостей) [7], то при определении (измерении) загрязненности рабочих (внутренних) полостей ЖСА возникают определенные трудности, обусловленные их сложным конструктивным устройством. Учитывая практические трудности измерения загрязненности поверхностей рабочих полостей систем методами прямого контроля для изделий авиационной техники в подавляющем большинстве случаев применяется метод косвенного контроля, когда за показатели загрязненности рабочих полостей принимают показатели загрязненности циркулирующей в системе жидкости [4, 8, 9].

В идеальном случае системно-направленный мониторинг степени загрязненности рабочих полостей ЖСА должен обеспечивать возможность прогнозирования отказов наиболее важных жидкостных агрегатов в реальном времени во время полета и при различных видах подготовки ВС к полету.

Эта задача может быть решена оснащением бортовых жидкостных систем ВС датчиками встроенного контроля технического состояния жидкостных систем по изменению уровня загрязненности рабочей жидкости [10]. Однако, разработанные к настоящему времени средства встроенного контроля уровня загрязнения рабочей жидкости имеют существенные ограничения, например, разработать датчики встроенного контроля, регистрирующие частицы менее 5 мкм при наличии дестабилизирующих факторов, связанных с тяжелыми условиями эксплуатации ВС, до настоящего времени не удается. Помимо этого, датчики встроенного контроля регистрируют лишь дисперсный (гранулометрический) состав загрязнений, тогда как более глубокий, по качественным показателям, анализ загрязнений систем позволяет, используя методы и средства трибодиагностики, контролировать состояние узлов агрегатов, прогнозировать дефекты и определять их местоположение [11].

Таким образом, отбор проб жидкости из систем с целью контроля ее загрязненности и косвенного контроля загрязненности рабочих полостей самих систем остается актуальной задачей в настоящее время и в долгосрочной перспективе [12].

Важнейшей составляющей аналитического контроля любого объекта является отбор представительной пробы объекта контроля, которая по составу, свойствам или структуре принимается идентичной объекту аналитического контроля, от которого она отобрана. При этом погрешность отбора пробы для обеспечения качества анализа должна быть минимизирована [13].

Методика отбора пробы, как совокупность операций с применением средств отбора проб, должна обеспечивать представительность этой самой пробы, которая зависит от соблюдения ряда условий [14]:

пробы, взятые из системы, должны иметь такой же состав загрязнений, как и усредненный состав по сечению трубопровода в месте отбора этих проб;

частота отбора дискретных проб и место отбора должны быть обоснованными, что в большинстве случаев определяется экспериментально и

зависит от состава и свойств загрязнителя, особенностей контролируемой системы, условий эксплуатации ВС и самих устройств отбора проб;

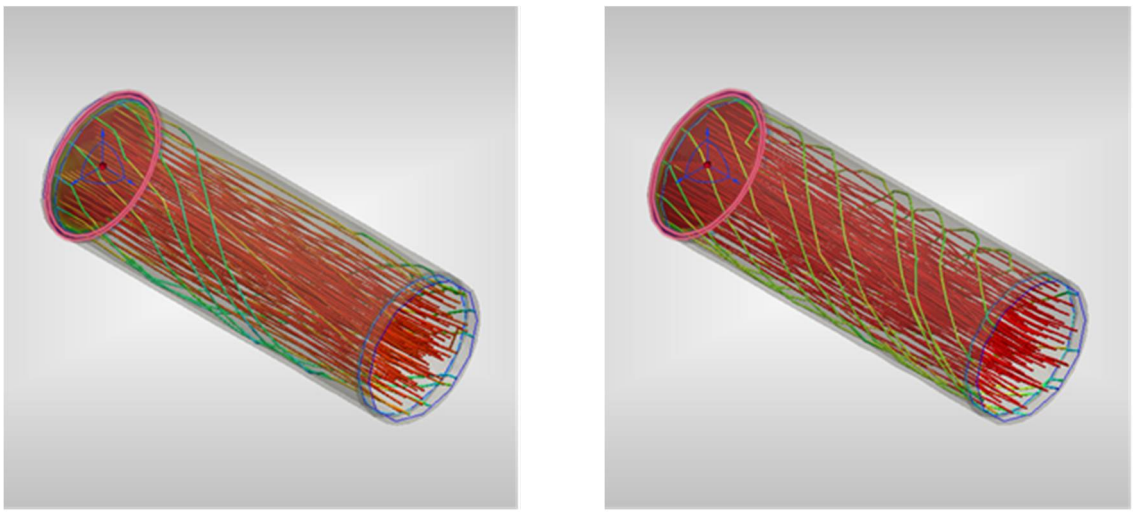
необходимо обеспечение сохранения достоверности пробы при транспортировке до места лабораторного анализа или до соответствующих приборов автоматического контроля загрязненности.

Невыполнение любого из этих условий влечет нарушение представительности пробы и, соответственно, приводит к ошибочной оценке уровня загрязненности контролируемых ЖСА.

Учитывая то, что достоверность взятой пробы и ее соответствие реальному уровню загрязненности полостей ЖСА является основой для принятия важных решений, обеспечивающих штатный режим работы как самих систем, так и изделий АТ в целом, в условиях невозможности применения методов прямого контроля загрязненности внутренних поверхностей ЖСА, к процедуре отбора проб жидкости следует подходить особенно ответственно.

При отборе пробы жидкости для последующего анализа необходимо учитывать особенности движения частиц загрязнений в потоке жидкости и их распределение по сечению трубопровода, так как эти характеристики напрямую влияют на представительность пробы, отбираемой с использованием разных методов пробоотборными устройствами разной конструкции.

На рисунке 1 представлены результаты компьютерного 3D моделирования движения частиц загрязнений в потоке жидкости в участке трубопроводной системы в разные моменты времени, выполненного в программной среде Autodesk Simulation CFD 2015.



а) б)

а) траектории движения частиц загрязнения на момент времени Т,
б) траектории движения частиц загрязнения на момент времени Т + 1 с;

Рисунок 1. Траектории движения частиц загрязнения в трубопроводе

Выполненное моделирование показывает, траектория движения частиц загрязнений с течением времени меняется непредсказуемо.

Для моделирования распределения частиц загрязнений в потоке жидкости по сечению трубопровода создана 3D модель участка трубопроводной системы с изгибами и выбрано конкретное сечение трубопровода (рисунок 2).

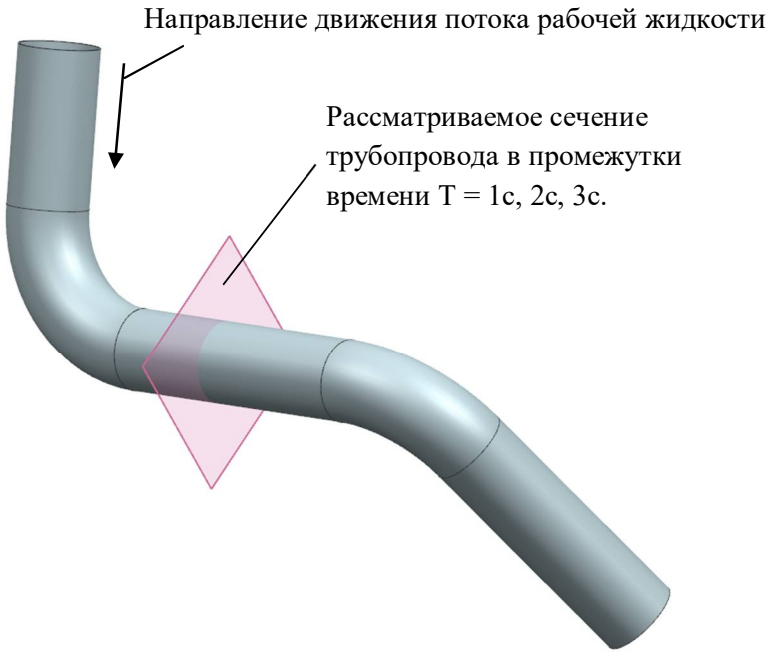


Рисунок 2. Модель трубопровода

Выбранные случайным образом (без привязки к конкретным системам конкретных изделий АТ) параметры трубопровода следующие: толщина стенки, мм – 1,5; внутренний диаметр трубопровода, мм – 50; материал трубопровода – 12Х18Н10Т. Трубопровод считается жестким.

На рисунках 3, 4 представлены результаты моделирования распределения частиц загрязнений для следующих расчетных случаев (для иллюстраций расчетные случаи выбраны случайным образом): 1-й расчетный случай - размер d частиц загрязнения, мкм – 100; 2-й расчетный случай - размер d частиц загрязнения, мкм – 50. Параметры исследуемой системы: среда, заполняющая трубопровод – вода; плотность частиц загрязнения (металлическая стружка), кг/м^3 – 7900; давление внутри трубопроводной системы, МПа – 0,25; расход жидкости, л/мин – 200;

На рисунке 3 показано распределение частиц загрязнения по сечению трубопровода в зависимости от времени.

Выполненные исследования демонстрируют непредсказуемость распределения частиц загрязнений по сечению трубопровода в разные моменты времени даже для одинаковых начально заданных условиях в одном и том же месте одной и той же системы, что свидетельствует о невозможности обеспечения достоверности пробы жидкости при ее точечном или щелевом отборе.

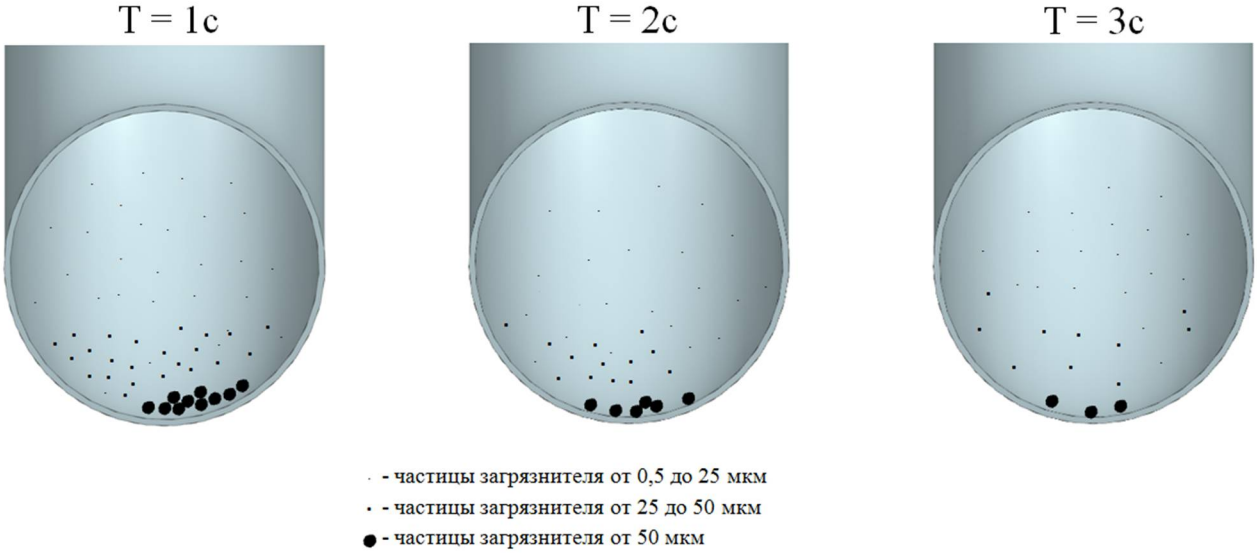


Рисунок 3. Распределение частиц загрязнения по сечению трубопровода в различные промежутки времени, d = 100 мкм

Из вышесказанного следует, что для повышения достоверности результатов измерений загрязненности систем целесообразным представляется применение полнопоточных устройств отбора проб, реализующих метод объемного отбора пробы, когда полость пробоотборника требуемого нормативного объема в процессе функционирования контролируемой системы является ее частью в точке отбора, а на момент отбора пробы отсекается от потока (жидкость одновременно перенаправляется через байпасный участок трубопровода), извлекается из пробоотборника и направляется на анализ. При этом сам пробоотборник может использоваться в качестве контейнера для транспортировки пробы. Такие пробоотборники существуют, их применение не столь широко, как у представленных ранее, но их использование в ряде случаев определяется необходимостью максимально точного измерения [15].

Недостатком существующих полнопоточных пробоотборных устройств является то, что они не обеспечивают достаточную представительность отбираемой пробы жидкости в части ее загрязненности механическими загрязнениями по следующим причинам:

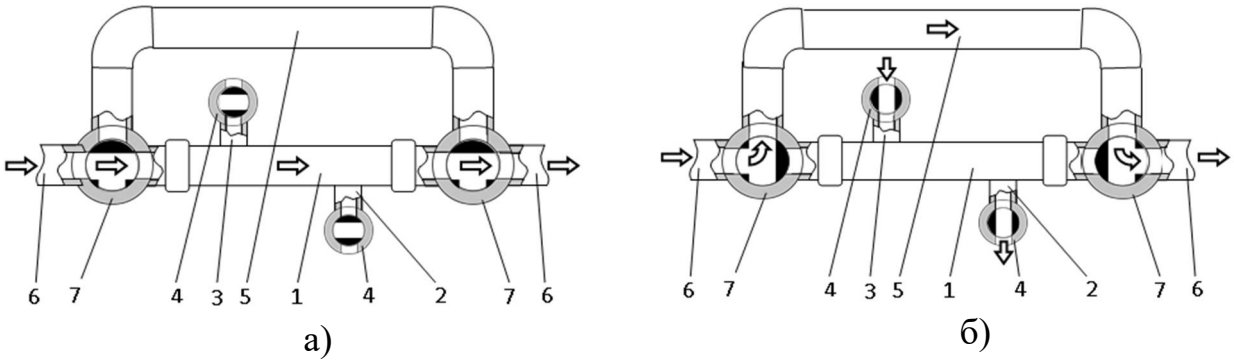
- в режиме отбора пробы (байпасная секция открыта, пробоотборная закрыта) происходит осаждение на стенках пробоотборной секции механических фракций загрязнений жидкости, которые не попадают в слитую для анализа пробу, что искажает ее представительность;

- в рабочем режиме (пробоотборная секция открыта, байпасная закрыта) происходит накопление на стенках пробоотборной секции дополнительных загрязнений, поступающих из работающей системы, которое при взятии пробы так же приводит к нарушению ее представительности.

Специалистами ВУНЦ ВВС «ВВА» предложена усовершенствованная конструкция полнопоточного устройства отбора проб жидкости (патент

РФ №171725) [16]. Техническим результатом предложенной конструкции является повышение представительности отбираемой пробы жидкости.

Предложенная конструкция поясняется иллюстрациями, где на рисунке 4 представлены схемы предлагаемой конструкции устройства для отбора проб жидкости в режиме работы контролируемой жидкостной системы и в режиме отбора пробы. На рисунке позициями обозначено: 1 - пробоотборная секция; 2 - отборный штуцер пробоотборной секции; 3 - входной штуцер пробоотборной секции; 4 - краны отборного и входного штуцеров; 5 - байпасная секция; 6 - контролируемая жидкостная система; 7 - трехходовые шаровые краны. Стрелками обозначено направление течения жидкости.



а) б)

а) – в режиме работы контролируемой жидкостной системы; б) – в режиме отбора пробы

Рисунок 4. Схематичный чертеж устройства для обора проб жидкости

Устройство работает следующим образом. В рабочем режиме (рисунок 4а) поток жидкости контролируемой системы 6 проходит в полном объеме через трехходовые шаровые краны 7 и пробоотборную секцию 1, при этом гранулометрический, физико-химический состав жидкости в пробоотборной секции 1 полностью соответствует составу жидкости в контролируемой системе 6, а неравномерное распределение по сечению потока жидкости механического загрязнителя, носящее случайный характер, не оказывает влияния на представительность отсеченной пробы жидкости, поскольку пробоотборная секция 1 в рабочем режиме характеризуется полным охватом поперечного сечения потока жидкости.

При необходимости отбора пробы трехходовые шаровые краны 7 посредством общей системы управления (на рисунке не показана) одновременно отсекают объем жидкости в пробоотборной, являющейся мерной, секции 1 и перенаправляют его в байпасную секцию 5, что позволяет не нарушая установленного режима работы контролируемой системы 6 производить отбор пробы жидкости (рисунок б). Для отбора пробы жидкости открывают кран 4 отборного штуцера 2 и, для предотвращения создания разрежения во внутренней полости пробоотборной секции 1, затрудняющего вытекание жидкости, открывают кран 4 дополнительного входного штуцера 3. При нахождении отсеченной пробы жидкости в полости пробоотборной секции 1 в состоянии покоя происходит выпадение в осадок твердых фракций,

содержащихся в жидкости, которые при сливе пробы самотеком остаются внутри пробоотборной секции и, не попадая в пробу, снижают ее достоверность, приводя к ошибочной оценке как состояния рабочей жидкости, так и технического состояния самой контролируемой системы и ее агрегатов.

Для повышения представительности пробы, после ее слива в предназначенную для хранения и транспортировки пробы емкость (на рисунке не показана) через входной штуцер 3 с открытым краном 4 производят промывку внутренней полости пробоотборной секции 1 заведомо чистой рабочей жидкостью контролируемой системы от внешнего источника (на рисунке не показано) со сливом через штуцер 2 с краном 4 в ту же или иную емкость в зависимости от целей дальнейшего исследования пробы. Так же штуцеры 3 и 2 с кранами 4 используются для периодической промывки внутренней полости пробоотборной секции 1.

Помывку внутренней полости пробоотборной секции 1 с использованием входного 3 и отборного 2 штуцеров с кранами 4 осуществляют любым из известных эффективных методов промывки, например с организацией неустановившегося потока жидкости в полости секции 1, или с импульсным вводом под избыточным давлением газовой среды [17].

Общая система управления трехходовыми шаровыми кранами может быть выполнена с использованием известных технических решений: механической с ручным управлением, когда краны соединены общим валом с рычагом; или с автоматизированным управлением от пульта, если трехходовые шаровые краны оснащены пневматическим или электрическим приводом.

Таким образом, использование предложенной конструкции позволяет повысить представительность отбираемой пробы жидкости и предотвратить ошибочную оценку уровня загрязненности рабочей жидкости и технического состояния контролируемой жидкостной системы и ее агрегатов.

Другим направлением повышения достоверности оценки состояния загрязненности рабочих полостей систем, является определение объективных точек отбора пробы, где жидкость по своему составу, свойствам или структуре полностью идентична объекту аналитического контроля, от которого она отбирается. В связи со значительной сложностью геометрической конфигурацией жидкостных систем современных ВС, пробоотборные устройства должны быть минимизированы по габаритным и весовым параметрам, должны иметь возможность быть встраиваемыми в бортовые масляные, топливные, гидравлические и прочие жидкостные системы ВС.

Исходя из вышеперечисленных требований, разработано устройство для точечного отбора проб жидкости, представленное на рисунке 5 [9,12].

Достоинством конструкции является то, что элемент непосредственной подачи пробы жидкости в емкость для ее транспортировки до места анализа выполнен в виде иглы, на которую накалывается эластичная пробка емкости (на рисунке не показана), что предотвращает попадание в пробу жидкости

загрязнений из окружающей среды в период ее взятия и при последующей транспортировке.

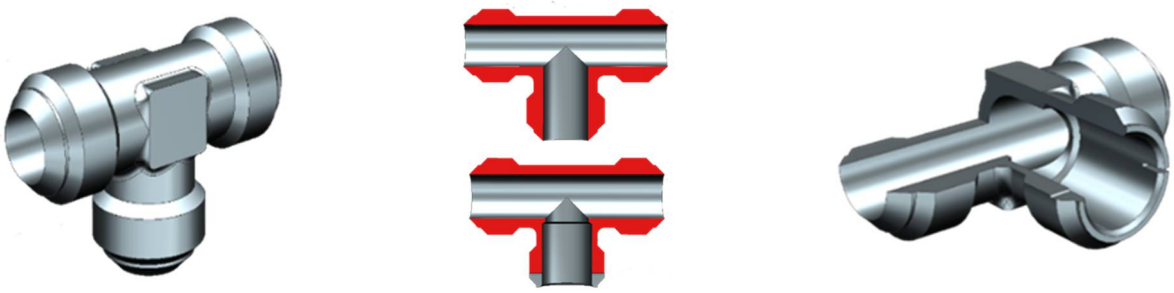


а) б) в)

Рисунок 5. Пробоотборное устройство для встраивания в бортовые системы ВС: а)- в разрезе, б) - в сборе, в) - в разобранном виде

Представленный пробоотборник (рисунок 5) апробирован в реальном производстве, внедрен и используется в составе промывочного оборудования при производстве серийной продукции в ОАО «Научно-исследовательский институт автоматизированных средств производства и контроля» (Акт внедрения утвержден Генеральным директором ОАО «НИИАСПК» 21.04.2016 г.).

Разработанная конструкция пробоотборника отличается простотой, и возможностью в силу своих минимальных габаритных параметров быть встроенной в стандартную арматуру бортовых трубопроводных систем ВС. На рисунке 6 показана последовательность доработки нормализованного по ГОСТ 13964-74 авиационного тройника. На рисунке 7 изображено пробоотборное устройство для встраивания в жидкостные системы в разрезе.



Стандартный авиационный тройник | Доработка стандартного тройника | Доработанный тройник

Рисунок 6. последовательность доработки нормализованного авиационного тройника для оснащения его элементами пробоотборного устройства



Рисунок 7. Устройство точечного отбора проб жидкости из работающих жидкостных систем на базе нормализованного (ГОСТ 13964-74) авиационного тройника в разрезе.

Таким образом, при невозможности прямой оценки загрязненности поверхностей внутренних полостей ЖСА ВС направление повышения достоверности результатов измерений лежит в области совершенствования пробоотборных устройств полнопоточного типа.

При необходимости оснащения бортовых систем ВС пробоотборными устройствами достоверность контроля загрязненности систем может быть достигнута определением объективных точек забора проб и использованием представленного пробоотборника точечного отбора.

Список литературы

1. Лахмаков, В.С. Гидропривод сельскохозяйственной техники. Учебник [Текст] / В.С. Лахмаков. – Белорусского государственного аграрного технического университета. Минск. 2008 г.

2. Кровяков, В.Б. Влияние промышленногй чистоты рабочих полостей жидкостных систем воздушных судов на безопасность полетов [Текст] / В.Б. Кровяков, А.В. Попов, А.Ю. Коротеев, А.А. Ялпаев. Журнал Авиационная промышленность. – № 2.– 2017 г. 72 с. С 54-60.

3. Кровяков, В.Б. Проблемные вопросы и направления совершенствования средств обеспечения промышленной чистоты жидкостных систем машинотехнических изделий [Текст] / В.Б. Кровяков, А.М. Сафин, Д.И. Сергеев. Журнал «Национальные приоритеты России», серия 1 «Наука и военная безопасность». ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева» МО РФ. Филиал в Омске. (Омский автобронетанковый инженерный институт). –№ 1 (4) – 2016. –184 с. – С 130-138.

4. Наркевич, А.В. Контроль загрязненности рабочих полостей жидкостных систем и агрегатов летательных аппаратов [Текст] / А.В. Наркевич, В.Б. Кровяков, А.Ю. Коротеев. – Журнал Труды ЦНИИ ВВС МО РФ «Эксплуатация и ремонт

вооружения и военной техники (НИЦ, г. Люберцы), № 100, – С. 168-173. 2017. – 72 с. С 54-60.

5. Барышев, В.И. Классификация, контроль и нормирование промышленной чистоты рабочих жидкостей и масел [Текст] / В.И. Барышев. Вестник Южно-Уральского Государственного университета № 1 (41) 2005. Серия «Машиностроение». Выпуск 6. –192 с. –С. 149 – 162.

6. Проблемные вопросы контроля промышленной чистоты рабочих полостей жидкостных систем летательных аппаратов и средств наземного обслуживания [Текст] / Фимушин [и др.]. Сборник научных трудов II Всероссийской н/т конф. «Приоритетные направления и актуальные проблемы развития средств технического обслуживания летательных аппаратов». ВУНЦ ВВС «ВВА», 15 – 16 марта 2016 г. –304 с. – С 234-237.

7. Санчугов В.И., Решетов В.М., Родионов Л.В. Анализ чистоты рабочих жидкостей (27 – 013/ЭИ) [Текст] / В.И. Санчугов, В.М. Решетов, Л.В. Родионов. Малый тираж Самарского Университета, 2013.– 1,62 п.л. Тираж: 20 экз. (методические указания).

8. Белянин, П.Н. Промышленная чистота машин [Текст] / П.Н. Белянин, В.М. Данилов. М.: Машиностроение, 1982. –С. 224.

9. Производство гидрогазовых и топливных систем. Часть 2. Монтаж, контроль и испытание гидрогазовых и топливных систем. Руководящие технические материалы РТМ–1.4.535–89.М.: НИАТ, 1991. С. 243.

10. Корнилин Д. В., Кудрявцев И. А., Логвинов Л. М. Автоматический счетчик частиц загрязнений жидкости гидравлического оборудования с цифровой обработкой сигнала. //Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева, № 1(12) . – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 260 с; с. 178-181.

11. Kudryavtsev I.A. Bondar M.V., Belokonov I.V. Problems of Navigational Support of a Tether System Deployment by an Example of the YES2 Experiment aboard Foton-M3. //Gyroscopy and Navigation vol. 1, No. 4/: Pleiades Publishing, 2010, с. с. 341-349.

12. Повышение боеготовности воздушных судов за счет улучшения контроля чистоты рабочих полостей жидкостных систем и агрегатов летательных аппаратов [Текст]/ А.Ю. Коротеев [и др.]. Сборник научных трудов Международной военно-научной конференции «Актуальные проблемы вооруженной борьбы Войск (Коллективных сил) Организации Договора о коллективной безопасности в воздушно-космической сфере». ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж). 29-30.09.2016 г. – 491 с. –С.309-313.

13. ГОСТ Р 52361-2005. Контроль объекта аналитический. Термины и определения. 2005 г.– 12 с. – С 1 – 3.

14. Карпенко, О.Н. Вопросы контроля загрязненности рабочих полостей жидкостных систем авиационной техники [Текст]/ О.Н. Карпенко, В.Б. Кровяков, Т.С. Мороз. Труды IX международной конференции «Управление развитием

крупномасштабных систем MLSD’2016». Том II. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (г. Москва). 442 с. –С 155-157.

15. Повышение боеготовности воздушных судов за счет улучшения контроля чистоты рабочих полостей жидкостных систем и агрегатов [Текст] / Романов А.А. и [др.]. Сборник научных трудов Международной военно-научной конференции «Актуальные проблемы вооруженной борьбы Войск (Коллективных сил) Организации Договора о коллективной безопасности в воздушно-космической сфере». ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж, 29-30.09.2016 г.). 2017 г. 491 с. С.309-313.

16. Устройство для отбора проб жидкости: Патент № 171725 Рос. Федерация: Кровяков В.Б., Степанов Р.Н., Романов А.А. [и др.]. заявитель и патентообладатель Военный учебно–научный центр Военно–воздушных сил «Военно–воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) – заявка № 2016143321 ; заявл. 02.11.2016 ; опубл. 13.06.2017, Бюл №17 – 5 с.

17. Кровяков, Повышение достоверности контроля чистоты рабочих полостей жидкостных систем и агрегатов воздушных судов [Текст] / В.Б. Кровяков, И.А. Кожевников, М.В. Андреев // (Авиакосмические технологии – 2017) Труды XVII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. – Воронеж. 2017. – 361 с.

УДК 629.3–592.2

Ляпич Е.Н., Рачинский О.В., Чужиков Д.А., Варварин А.М.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ КОЛЕСНЫХ ШАССИ

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

***Аннотация**. В статье описывается методика оценки технического состояния гидравлической тормозной системы колесных шасси, которые имеют тормозную систему с комбинированным приводом с целью своевременного диагностирования и технического обслуживания гидравлического привода.*

***Ключевые слова:** сжатый воздух, тормозной привод, комбинированный привод.*

***Abstract.** The article describes a technique for assessing the technical condition of the hydraulic brake system of the wheel chassis, which have a brake system with a combined drive for the timely diagnosis and maintenance of the hydraulic drive.*

***Keywords**: compressed air, brake actuator, the combo drive.*

Анализ эксплуатации колесных базовых шасси автомобильной техники, которые имеют тормозную систему с комбинированным приводом, показал, что проблемным вопросом является диагностирование и технического

обслуживание гидравлического привода. Причинами данного положения дел является:

1) Отсутствие комплексных систем диагностирования;

2) Сложность и трудоемкость операций контроля технического состояния тормозной системы;

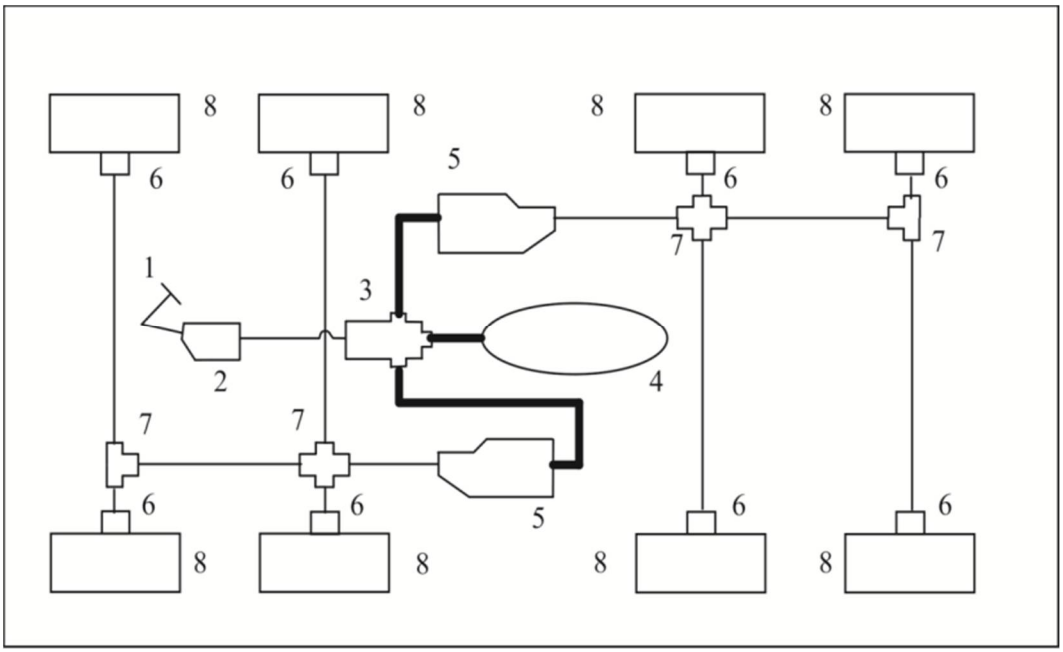
3) Отсутствие узких специалистов, способных провести техническую диагностику тормозных систем;

4) Низкая требовательность и слабый контроль со стороны командиров и начальников за вопросами технического обслуживания шасси;

5) Отсутствие бортовых систем контроля;

6) Отсутствие датчиков контролирующих параметры гидравлического привода.

Шасси имеет независимую многоконтурную тормозную систему, схема которой представлена на рисунке 1.



1 – педаль, 2 – подпедальный цилиндр, 3 – тормозной кран, 4 – ресивер штуцер колесного цилиндра, 5 – главные тормозные цилиндры, 6 – колесный цилиндр, 7 – тройник, 8 – колесо

Рисунок 1. Схема тормозной системы специального колесного шасси

Особенностью конструкции привода тормозной системы шасси является то, что во время движения практически невозможно осуществлять контроль технического состояния тормозной системы так, как параметры контроля в гидромагистралях отсутствуют. Поэтому разработана методика оценки технического состояния гидравлической тормозной системы алгоритм которой представлен на рисунке 2. Данная методика позволит спрогнозировать и оценить состояние тормозной системы на любом этапе и в любой момент жизненного цикла транспортного средства и в зависимости от условия

продолжительности ее использования выработать рекомендации по техническому обслуживанию [1].

Данная методика включает 2 цикла: диагностика технического состояния гидравлической тормозной системы на месте и в движении.

Для проведения диагностики на месте необходимо выполнить следующую операцию: нажать на педаль тормоза. При этом производится проверка комбинированного привода тормозной системы, а так же проверка всех тормозных механизмов.

При нажатии педали определяется такие параметры как: усилие на педали тормоза, свободный и полный ход педали. Для этих целей установлены соответствующие датчики, а показатели с этих датчиков поступает в блок сбора информации. Проверка гидравлического привода осуществляется по 3 контурам: контур под педального цилиндра, контур передней тележки и контур задней тележки.

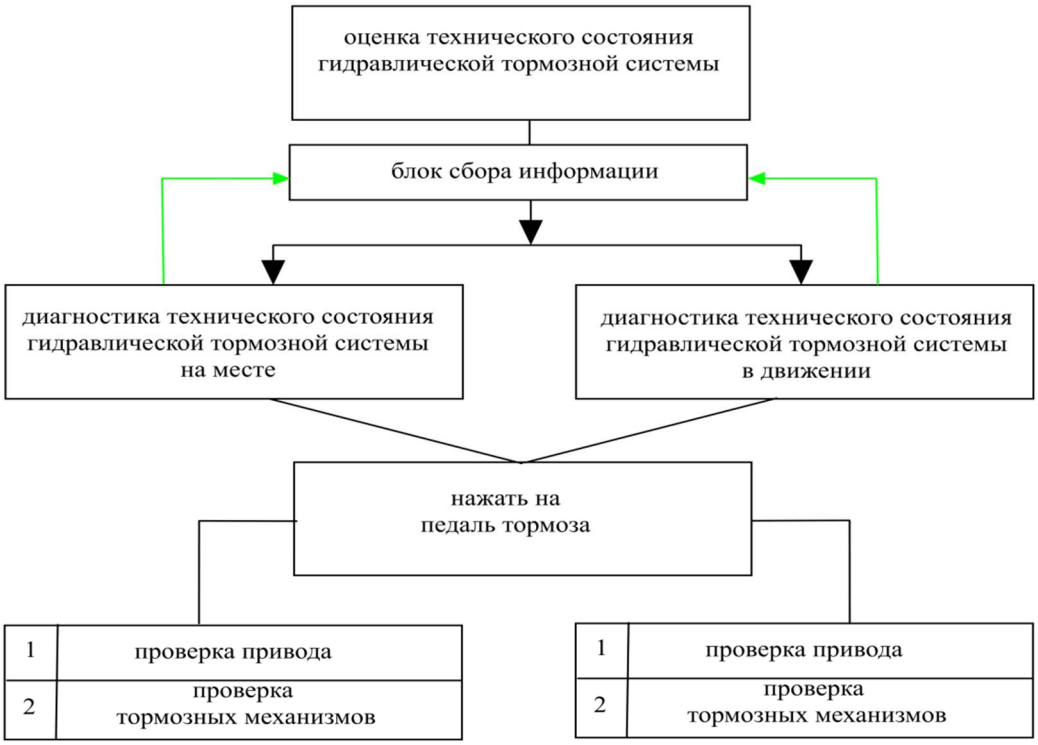


Рисунок 2. Алгоритм методики оценки технического состояния гидравлической тормозной системы

При контроле контур подпедального цилиндра проверяется: уровень тормозной жидкости в подпедальном цилиндре, качество тормозной жидкости, давление тормозной жидкости в контуре подпедального цилиндра. Для считывания данных параметров устанавливаются следующие датчики: датчик давления тормозной жидкости в гидроприводе, датчик контроля качественного

состояния тормозной жидкости, датчик уровня тормозной жидкости в подпедальном цилиндре.

Контуры передней и задней тележки проверяются отдельно друг от друга так как они не зависимы, но параметры контроля идентичны. Для гидроконтуров передней и задней тележки специального колесного шасси определяются следующие показатели: уровень тормозной жидкости в главном тормозном цилиндре, качество тормозной жидкости и давление в каждом контуре. Все эти параметры так же поступают в блок сбора информации. Проверка тормозных механизмов включает контроль следующих параметров: перемещение тормозных колодок в тормозном барабане каждого колеса, усилие тормозной колодки в тормозном барабане и износ тормозных колодок. Для этих целей в каждом тормозном механизме устанавливаются: датчик усилия давления тормозной колодки на тормозной барабан, датчик перемещения тормозной колодки. Датчик износа тормозных колодок устанавливается в колесном цилиндре. Показание этих датчиков собирается в блоке сбора информации. Аналогично происходит оценка технического состояния гидравлической тормозной системы в движении. Особенностью является лишь то, что дополнительно в гидравлических контурах передней и задней тележки контролируется показатель температуры тормозной жидкости.

Проверяются с начала левые колеса первой, второй и третей осей. На задней тележке проверяется с начала левые колеса четвёртый, пятый, шестой и седьмой осей, а затем правые колёса четвёртый, пятый, шестой и седьмой осей.

После проверки исправления параметров привода и тормозных механизмов, на месте производится диагностика технического состояния гидравлической тормозной системой в движении. Проверка привода в движении аналогично его проверке на месте. Разница шин в том, что к параметрам, проверяемым в контурах передней и задней тележек добавляется проверка температуры тормозной жидкости (при необходимости тормозную жидкость необходимо заменить). Проверка тормозных механизмов в движении и вовсе повторяет ее проверку на месте. После полной диагностики технического состояния гидравлической тормозной системы на месте и в движении и исправления обнаруженных недостатков, можно заключить, что гидравлическая тормозная система исправна [2].

Применение методики оценки технического состояния гидравлической тормозной системы современного специального колесного шасси позволит определить локальные диагнозы, полученные при изменении значений состояния тормозной системы. С использованием данной информации можно определить значения параметров технического состояния объектов диагностирования и на основе их делать заключение о соответствии тормозной системы к эксплуатации, а в случае несоответствия, выявить конкретную причину неисправности.

Постоянный и систематический контроль за состоянием гидравлического привода и тормозных механизмов повышают высокую эксплуатационную

надежность узлов, механизмов и агрегатов осуществляющих торможение управляющих механизмов и элементов, передающих управляющее воздействие, включая рабочую жидкость. Прогнозировать сохранения стабильных тормозных свойств гидропривода при совершении длительных маршей, без возможности проведения технического обслуживания и ремонта в полном объеме.

Список литературы

1. Медведков, В.И. Автомобили КАМАЗ-5320 УРАЛ-4320 [Текст]/ В.И. Медведков, С.Т. Билык, И.П. Чайковский.– М.: ДОСААФ, 1981. – 334 с.

2. Ляпич, Е.Н. Диагностика тормозных систем с гидравлическим приводом [Текст]/ Е.Н. Ляпич // Машиностроение. Сборник докладов Международной научно-методической конференции. Пенза, 2008.– С. 36–38.

УДК 631.333

Секретарев А.П., Шварц А.А.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, г. Курск, Россия

Аннотация. *Рассмотрены различные методы механизации внесения минеральных удобрений. Выделены основные тенденции развития. Определен наиболее эффективный способ внесения удобрений.*

Ключевые слова: *внесение минеральных удобрений, пневматические разбрасыватели, пневмомеханические разбрасыватели, центробежно-дисковые устройства.*

Absract. *Various methods of mechanization of mineral fertilizers are considered. The main trends of development are highlighted. The most effective method of fertilizer application has been determined.*

Key words: *mineral fertilizer application, pneumatic spreaders, pneumomechanical spreaders, centrifugal-disk devices.*

Сельхозпроизводители постоянно стремятся к получению максимального урожая. Для достижения этих целей широко используются различные виды удобрений. Разнообразие почв и возделываемых культур, различие их плодородия требует практически неограниченного сочетания видов и доз минерального питания. Решение этой проблемы осуществляется путем последовательного внесения каждого вида питательных элементов, внесением сложных удобрений или их смесей различных форм и состава (органно-минеральные смеси; смеси твердых и жидких удобрений и ряд других). Поэтому совершенствование технологий и средств механизации для

увеличения урожайности и повышения качества урожая является первостепенной задачей. Это подтверждается решением Правительства по вопросу о приоритетных направлениях «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы в рамках импортозамещения».

Важнейшим источником повышения плодородия почвы и обеспечения высоких урожаев возделываемых культур является применение минеральных удобрений. Наукой и практикой доказано, что до 40-50% прибавок урожая сельскохозяйственных культур можно получить за счет качественного внесения удобрений [5]. На долю основного внесения, которое проводится поверхностным способом, приходится более половины объема минеральных удобрений [9].

В связи с этим возникает необходимость в дальнейшем углублении научных исследований, направленных на обоснование параметров и режимов работы рабочих органов разбрасывателей удобрений для увеличения равномерности основного внесения.

Дозирующий, распределяющий и рассеивающий рабочий орган машины существенно влияют на качество распределения по полю удобрений и их смесей. Для внесения минеральных удобрений, в качестве рассеивающих применяют рабочие органы дисковый, шнековый, маятниковый, тарельчатый аппарат, пневматический и пневмомеханический.

В мировой практике наибольшее распространение среди рабочих органов для рассеивания получили центробежно-дисковые устройства, так как они считаются самыми эффективными [10].

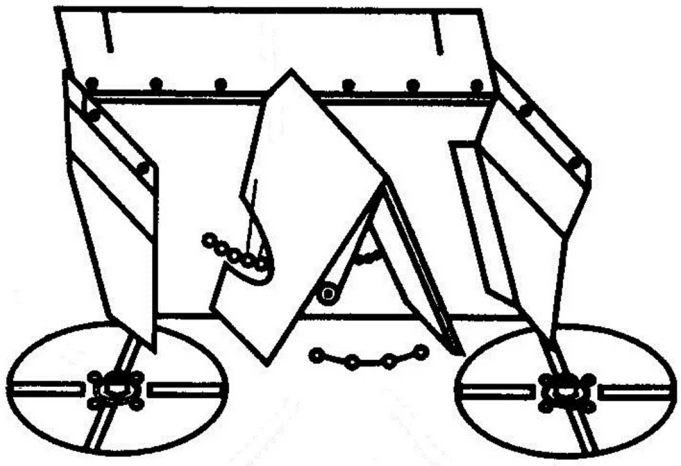


Рисунок. Центробежно-дисковый разбрасыватель

К их преимуществам также можно отнести высокую надёжность и простоту в обслуживании. Машина, оборудованная центробежным рабочим органом, имеет высокие показатели производительности, манёвренности, удобна для загрузки различными машинами. Однако их работа характеризуется высокой неравномерностью внесения удобрений на общей полосе захвата.

Свойства вносимого удобрения оказывают существенное влияние на ширину захвата центробежного рабочего органа и на равномерность внесения. Точность внесения удобрений разбрасывателями с центробежными рабочими органами в значительной мере зависит от частоты вращения дискового рассеивающего рабочего органа.

Основная тенденция развития центробежных распределительных устройств является совершенствование форм дисков и разбрасывающих лопаток, а также изменение количества лопаток рабочего органа.

К центробежным рабочим органам относятся маятниковые разбрасывающие устройства. Приводное устройство этого рабочего органа менее материалоёмкое, чем приводное устройство дискового рабочего органа. Но чаще выходит из строя [6]. Качество распределения удобрений и их смесей этим устройством по ширине захвата примерно такое же, как и дисковым. Так, внесение гранулированных удобрений обеспечивает ширину захвата значительно, на порядок, выше, чем внесение мелкокристаллических и порошковидных.

Замечено, что машины, которыми вносили гранулированные удобрения с выравненным гранулометрическим составом, обеспечивают большую ширину захвата, чем машины, которыми вносили удобрения с меньшей выравненностью гранулометрического состава.

Исследования пневмомеханического рабочего органа, проводимые во ВНИПТИМЭСХ, показывают, что независимая работа центробежного диска от воздушного потока позволяет изменять ширину полосы рассева. Причем ширина захвата пневмомеханического рабочего органа в 1,7 раза больше ширины захвата центробежного разбрасывающего диска. Но оборудование разбрасывателей минеральных удобрений двумя типами рабочих органов представляет определенные трудности, связанные с выносом туков из кузова и разделением отдозированных потоков удобрений на каждый рабочий орган [2].

Распределение тукосмеси по поверхности поля тарельчатыми и шнековыми аппаратами примерно одинаково. Неравномерность распределения смеси по ширине захвата машины составляет 19,3-31,8% для тарельчатого и 22,2-36,5% для шнекового аппарата, что несколько превышает агротехнически допустимую (25%) неравномерность для поверхностного внесения [3].

Ленточные штанговые сеялки распределяют удобрения по ширине захвата гладкой гибкой лентой, установленной на ведущем и ведомом барабанах. Преимущества ленточных сеялок - антикоррозийная стойкость прорезиненной ленты. Недостаток ленточных сеялок состоит в трудности обеспечения надёжного уплотнения между лентой и жёлобом, сложности изготовления специальной ленты, а также в налипании удобрений на внутреннюю поверхность ленты и барабана, в снижении равномерности высева при буксовании ленты.

Высокую равномерность внесения минеральных удобрений при постоянной ширине захвата вне зависимости от физико-механических свойств

минеральных удобрений обеспечивают пневматические разбрасыватели. Поэтому тенденция использования пневмоаппаратов сохраняется. Он обеспечивает 21,6 м ширину захвата и неравномерность внесения до 15% [7].

Приспособление к разбрасывателю МВУ-5, повышающее его ширину в 1,5-2 раза, включающее вентилятор высокого давления, размещенный в передней части машины, и установленное вместо центробежных дисков пневмораспределительное устройство, соединенное с вентилятором пневмопроводом [1].

В пневматических сеялках для устойчивого транспортирования гранулированных удобрений в тукопроводах скорость воздушного потока должна быть более 22 м/с [4]. Гранулы, перемещаясь с такой скоростью, интенсивно разрушаются на изгибах тукопроводов, что отрицательно сказывается на эффективности применения удобрений. Кроме того, образовавшаяся пыль вместе с отходящим воздухом поднимается в атмосферу. Пневматическими сеялками вносят удобрения, качество которых соответствует стандарту. Высев удобрений повышенной влажности приводит к залипанию тукопроводов, а при наличии в удобрениях инородных тел, комков возможны забивания. В условиях производства пневматические сеялки вносят удобрения с неравномерностью 20-30% [8]. Кроме того, пневматические аппараты дороже, требуют больших затрат на обслуживание и ремонт.

Проведённые исследования показывают, что наиболее эффективными аппаратами для внесения удобрений и их смесей являются пневмомеханические. Однако на равномерность распределения смесей по полю данным рабочим органом влияет качество приготовления смеси. Так как на качество самой смеси влияет большое число факторов, то представляет интерес влияние параметров пневмомеханического аппарата распределительного типа на качество распределения смеси при внесении компонентов без их предварительного смешивания.

Список литературы

1. Вожик, Ю.П. Механизация рассева минеральных удобрений [Текст]/ Ю.П. Вожик // Химизация сельского хозяйства. - 1990. - № 11. - С. 5-7.

2. Вялков, В.И. Использование пневмоцентробежного рабочего органа на рассеве сыпучих материалов [Текст]/ В.И. Вялков // Совершенствование методов использования техники в полеводстве: Сборник. науч. тр. / ВНИПТИМЭСХ. - Зерноград, 1990. - С.29-36.

3. Изотов В.А. Экспериментальные исследования качества рассева смешанных минеральных удобрений [Текст]/ // В сборнике: Механизация сельского хозяйства. — Киев. - 1976. - Вып. 37. - С. 24 - 27.

4. Каюшников Ю.Г. Исследование процесса разделения и транспортирования минеральных удобрений по горизонтальным трубопроводам пневматических сеялок [Текст]: Автореф. дис. канд. техн. наук.— М., 1972.-26 с.

5. Комплексная механизация внесения минеральных удобрений [Текст]/ Рекомендации для работников сельского хозяйства. – Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1972. - 16 с.

6. Кузькина Т.И., Гриценко М.П. Навесные машины для внесения минеральных удобрений [Текст]: Экспресс-информ. - М.: ЦНИИТЭИтракторсельхозмаш, 1989. - С. 1-14. (Сер. 2. Сельскохозяйственные машины и орудия. (Зарубежный опыт.); Вып. 3).

7. Романов, Г.В. Совершенствование парка машин для поверхностного внесения удобрений [Текст]/ Г.В. Романов, К.Д. Костенко, В.Н. Потровинов. - Техника в сельском хозяйстве. - 1988. - №4. - С. 49 - 51.

8. Тенденции развития машин для химизации и внесения органических удобрений. Händen Eckhard Breiter Struer und genauer Zutelien.//Landtechnik. - 1990. - №1. - S. 13-15.

9. Худояров, Б.М. Повышение равномерности внесения минеральных удобрений и их смесей центробежно-дисковыми аппаратами [Текст]: Автореф. дис. канд. техн. наук. - Горки, 1989. - 17 с.

10. Hagen Eckhard Тенденции развития машин для химизации и внесения органических удобрений. Breiter struen und geneuer zuteilien. // Landtechnik. - 1990. - №1. - S. 13 - 15.

УДК 665.73.5/621.431

Деревянченко С.О., Барыкин К.В., Титова И.В.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВС В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В статье рассмотрена система охлаждения бензиновых ДВС. Описаны основные конструктивные элементы системы, принцип работы, особенности функционирования и эксплуатации.*

Ключевые слова: *рубашка БЦ, насос, термостат, радиатор, вентилятор, охлаждающая жидкость.*

Abstract. *The article discusses the cooling system of benzine engines. The basic components of the system, working principle, functioning features and exploitation are described.*

Key words: *casing of CB, pump, thermostat, radiator, antifreeze.*

Любой двигатель внутреннего сгорания проектируется так, чтобы большую часть времени агрегат работал в строго ограниченном температурном диапазоне. Холодный мотор после запуска сначала выходит на рабочую температуру, после чего система охлаждения удерживает нагрев в заданных пределах. Современные двигатели работают с учетом диапазона нагрева

охлаждающей жидкости, составляющей 85-105 °С. Следовательно, система охлаждения не позволяет двигателю опуститься ниже минимальной отметки, и превысить максимальный порог. Постоянное поддержание рабочей температуры двигателя необходимо, так как в данном случае технические жидкости имеют нужную текучесть, зазоры между деталями ДВС приходят в расчетную норму в результате температурного расширения, топливо расходуется и сгорает наиболее эффективно. То есть обеспечивается максимальная производительность, топливная экономичность, сохраняется моторесурс ДВС, достигаются необходимые экологические показатели [3].

При неисправностях системы охлаждения неизбежен перегрев двигателя: слабый (локальный); средней тяжести; сильный (критический). При слабом и среднем перегреве высока вероятность того, что мотор останется в исправном состоянии. При критическом перегреве происходят непоправимые изменения: прогар прокладки ГБЦ, разрушении поршневых колец, оплавление поршней, деформация головки блока цилиндров, расплавление вкладышей коленчатого вала, заклинивание силовой установки. В таком случае восстановление мотора будет нецелесообразно с экономической точки зрения. В конечном итоге сильно перегретый и разрушенный двигатель требует полной замены.

В настоящее время на современных автомобилях чаще всего активно применяется комбинированная система охлаждения, которая представляет собой совокупность воздушной и жидкостной системы. Данное решение позволяет наиболее эффективно поддерживать заданный температурный режим для различных видов ДВС независимо от их типа и особенностей конструкции. Также, кроме основной функции, система охлаждения выполняет следующие задачи: нагрев воздуха в системе отопления и кондиционирования салона автомобиля; охлаждение масла в системе смазки ДВС; охлаждение отработавших газов; на дизельных ДВС также охлаждение воздуха в системе турбонаддува; охлаждение рабочей жидкости в автоматической коробке передач.

Система охлаждения состоит из следующих конструктивных элементов: охлаждающей рубашки блока цилиндров; насоса системы охлаждения; термостата; теплообменника отопителя салона; радиатора системы охлаждения; вентилятора системы охлаждения; расширительного бачка (рис. 1). В системе охлаждения циркулирует охлаждающая жидкость (ОЖ) [2].

Рубашка охлаждения представляет собой каналы системы охлаждения, проходящие через блок цилиндров и головку блока цилиндров. По ним циркулирует охлаждающая жидкость, отводящая тепло с цилиндропоршневой группы ДВС.

Насос обеспечивает постоянную принудительную циркуляцию ОЖ в системе. Устанавливается в передней части силового агрегата. Оснащается двумя типами привода. На механическом приводе усилие передается от коленчатого или распределительного вала при помощи ременной или цепной передачи. Такой привод наиболее распространен на бюджетных моделях. На

электрическом приводе используется отдельный электродвигатель, имеющий собственную электронную систему управления (ЭСУ). Насос охлаждающей жидкости является насосом центробежного типа. В процессе работы создает давление в системе охлаждения около одной атмосферы, сдвигая точку кипения ОЖ вверх на 20 °С.

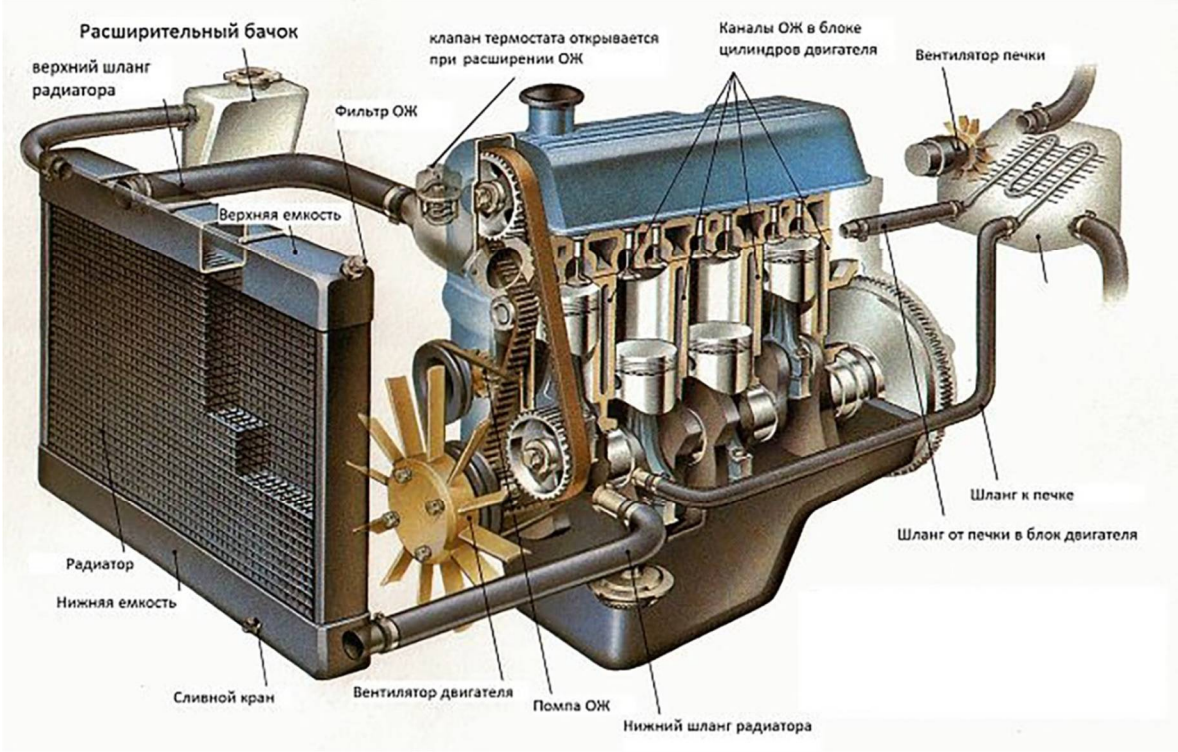


Рисунок 1. Система охлаждения бензинового ДВС

Конструктивно насос состоит из рабочего колеса, которое закреплено на валу со шкивом. Корпус помпы изготавливают из чугуна, литого алюминия или магниевых сплавов. Более удешевленные версии имеют отдельные элементы, изготовленные из пластмассы. Корпус жестко фиксируется на блоке цилиндров двигателя, между ними размещается уплотнительная прокладка, так как важную роль играет качественная герметизация и наилучшее уплотнение, так как уплотнительная прокладка не позволяет вытекать охлаждающей жидкости из насоса в месте соединения с рубашкой охлаждения двигателя. На выходе вала из корпуса насоса устанавливается сальник, надежно герметизируя устройство, уплотняя его стык с блоком, эффективно предотвращая утечку ОЖ [1].

При запуске двигателя рабочее колесо начинает вращаться от привода, создавая на входе насоса разрежение. ОЖ попадает на его лопасти, и будет выброшена центробежной силой в рубашку охлаждения блока цилиндров ДВС. Далее происходит первоочередное охлаждение максимально разогретых выпускных клапанов, а только после остальных теплонагруженных элементов мотора.

Насос с электрическим приводом является надёжным механизмом, ремонт и замена проводятся по мере необходимости. В случае механического привода производят замену вместе с плановой заменой цепи ГРМ по пробегу через каждые 80 тысяч километров или 48 месяцев пробега.

В системе охлаждения выделяют малый и большой круги циркуляции ОЖ. Малый круг составляют рубашка БЦ ДВС, насос, теплообменник отопителя салона. По нему жидкость циркулирует сразу после запуска мотора. Его основная задача – обеспечить поддержание оптимальной температуры для работы силового агрегата для быстрого прогрева двигателя. Большой круг состоит из термостата, радиатора системы охлаждения, расширительного бака. Циркуляция по нему начинается только после достижения двигателем рабочей температуры, и открытия термостата.

Термостат – устройство, отвечающее за управление потоком охлаждающей жидкости. Благодаря ему становятся возможными быстрый и эффективный прогрев, и дальнейшее поддержание оптимального температурного баланса на всех режимах работы и при любых нагрузках. Конструктивно термостат является термочувствительным клапаном, заключенным в рамку из латуни. Имеет тарелку, крепящуюся на корпусе. Корпус представляет собой цилиндр, в который вставлен шток, упирающийся одним своим концом в верхнюю часть рамки, а другим – на полость из резины в корпусе устройства. Корпус и резиновая полость разделены термочувствительным элементом. Чувствительный к нагреву ОЖ элемент представляет собой медный баллон, резиновую диафрагму и шток. Твердый наполнитель находится между диафрагмой и стенкой баллона. Элемент представляет собой смесь мелкокристаллического гранулированного воска (или парафина), медного порошка и церезина. Воск является основным компонентом ввиду высокого коэффициента объёмного расширения, его получают путём дистилляции. При нагреве ОЖ происходит нагрев наполнителя, он увеличивается в объеме, поднимает (вытесняет) шток, открывая клапан. Также наполнитель может быть жидкостным, но в настоящее время он морально и технически устарел. В современных двигателях используют термостат с твердым наполнителем [5].

Термостаты бывают следующих видов: одноклапанный; двухклапанный; двухступенчатый; с электронным управлением. Одноклапанный термостат отличается простотой и надёжностью, автопроизводители в основном отдают предпочтение ему. Двухклапанный и двухступенчатый термостаты используют для систем с повышенным давлением, при этом различается только конструктивное исполнение. Термостат с электронным управлением является наиболее совершенными и максимально точным, но в тоже время самым сложным конструктивно. Главным преимуществом является возможность обеспечения гибких температурных режимов в соответствии с различными режимами работы ДВС, при учёте температуры окружающей среды. В его термоэлемент добавлено дополнительное нагревательное сопротивление.

Управляет нагревом указанного сопротивления и температурными режимами электронный блок управления двигателем (ЭБУ). Благодаря этому достигается ощутимое снижение расхода горючего, а также небольшой прирост мощности.

Рекомендуется производить замену термостата с интервалом от двух до пяти лет или от 50 до 100 тысяч километров пробега, совмещая с плановой заменой насоса и охлаждающей жидкости.

Радиатор – устройство, рассеивающее в атмосферу тепло, отведенное от двигателя охлаждающей жидкостью. Его необходимо устанавливать в таком месте в конструкции автомобиля, где происходит наилучший обдув встречным воздушным потоком в процессе движения автомобиля. Конструктивно состоит из верхнего и нижнего бачков, соединенных между собой трубками из латуни или алюминия. К этим трубкам посредством пайки прикреплены пластины, увеличивающие площадь поверхностного охлаждения. Верхний бачок имеет заливную горловину для заправки охлаждающей жидкостью, нижний – сливную пробку. Горловина перекрывается пробкой, имеющей паровой и воздушный клапаны. С остальными элементами соединяется патрубками. На радиаторе также устанавливается датчик, контролирующий температуру охлаждающей жидкости. Пластины радиатора являются основными элементами теплообмена. Бачки изготавливают из пластика (в более дешевых вариантах) или металла. ОЖ разбивается на большое количество микропотоков, проходя через трубки, на которых установлены гофрированные медные или алюминиевые пластины. Изделия из алюминия имеют меньший вес, но склонны к механическим повреждениям. Поэтому радиаторы из алюминия изготавливают большими по размеру, увеличивая толщину элементов.

Паровой клапан нагружается пружиной, позволяющей увеличить давление в системе охлаждения, и повысить температуру закипания охлаждающей жидкости до 120 °С. Воздушный клапан тоже нагружают пружиной, для пропуска воздуха внутрь устройства, если произошла конденсация ОЖ из-за её закипания и быстрого охлаждения. Также пробка изолирует систему охлаждения, устраняется зависимость от атмосферного давления, что особенно важно при процессе езды по горной местности (по причине пониженного атмосферного давления в горах охлаждающая жидкость закипала бы при меньшей температуре, чем в обычных условиях) [4].

Средой для рассевания избыточного тепла в процессе его отвода от разогретой силовой установки выступает воздух. Вентилятор – устройство охлаждения, обеспечивающее стабильный и равномерный отвод тепла в окружающую среду благодаря обдуву ДВС и увеличению скорости потока и общей массы воздуха, проходящей через ребра радиатора. Местом установки вентилятора в большинстве случаев становится пространство между радиатором и силовой установкой. Сам вентилятор заключают в специальный кожух. На данный момент наиболее распространенной является конструкция, имеющая 8 лопастей, установленных под определенным углом для наилучшего забора воздуха и обдува.

Вентиляторы отличаются по конструкции привода и делятся на: механические; гидромеханические; электрические. Механический и гидромеханический приводы работаю от коленчатого вала при помощи ременной передачи. При гидромеханическом приводе соединение осуществляется через вискомуфту, гидромуфту или термомуфту, изменяющих скорость вращения вентилятора. В настоящее время данные конструкция практически не используется, за редким исключением в виде автомобилей с продольным расположением ДВС и некоторых мощных внедорожников.

Активное развитие и внедрение электронных устройств управления и контроля различных систем в процессе работы двигателя привело к появлению вентилятора с электрическим приводом. Данный привод имеет отдельный электродвигатель и собственную электронную систему управления. Контроллер позволяет задавать интенсивность работы и гибко изменять скорость и длительность вращения вентилятора на основе показаний температурного датчика. Датчик измеряет показания температуры охлаждающей жидкости и температуры ДВС. Такое решение повысило не только эффективность, но и позволило добиться улучшенной равномерности охлаждения двигателя сравнительно с другими типами привода. Вентилятор с электронным блоком управления занимает лидирующие позиции по использованию в автомобилях.

На моделях автомобилей, имеющих климатическую установку, могут быть установлены два вентилятора. Вентиляторы могут работать синхронно или по отдельности, что будет напрямую зависеть от температуры и условий эксплуатации ДВС. Также на всех современных автомобилях реализовано продолжение работы вентилятора после остановки двигателя, вплоть до охлаждения до необходимой температуры.

Телом для переноса теплоты от двигателя к радиатору является охлаждающая жидкость. Изначально в качестве ОЖ использовалась вода. При преимуществе в виде дешевизны, имеет целый ряд недостатков: необходимость сливать её при отрицательных температурах (из-за замерзания); высокий коррозионный износ узлов системы охлаждения; повреждение резиновых элементов (в особенности прокладок), сильное образование накипи. В связи с этим в качестве ОЖ стали использовать антифризы или тосол. Антифриз – жидкость, состоящая из концентрата этиленгликоля и пакета антикоррозионных и смазочных присадок, смешанных с дистиллированной водой. Использование антифриза избавляет от необходимости сливать воду с наступлением холодов, увеличивает срок службы и эффективность работы самой системы охлаждения благодаря наличию активных присадок. В результате негативное воздействие охлаждающей жидкости в условиях работы при высоких температурах и последующем интенсивном остывании было сведено к минимуму. Это положительно сказалось на ресурсе всех элементов системы охлаждения. Автопроизводители смогли снизить вес указанных деталей и повысить производительность системы без риска быстрого выхода компонентов из строя.

Так как любой антифриз или тосол является концентратом, смешивающимся с водой в определенных пропорциях, при разогреве до высоких температур может происходить выкипание воды. По этой причине необходимо следить за уровнем ОЖ и поддерживать его. ОЖ необходимо менять каждые 2-3 года или 40-80 тысяч километров пробега. Также необходимо промывать системы охлаждения при замене ОЖ. Особенно это важно при смене одной ОЖ на другую.

Таким образом, система охлаждения является важнейшей системой автомобиля, её неисправности могут привести к серьёзным проблемам. Поэтому необходимо тщательно следить за состоянием всех её элементов, своевременно производить их замену, а также замену охлаждающей жидкости.

Список литературы

1. Поливаев, О.И. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие для вузов [Текст]/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский. – СПб.: Лань, 2013. – 288 с.

2. Болотов, А.К. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по агроинженерным специальностям [Текст]/ А.К. Болотов, А.А. Лопарев, В.И. Судницын. – М.: КолосС, 2008. – 352 с.

3. Туревский, И.С. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1. [Текст]/ И.С. Туревский. – М.: Форум, 2011. – 432 с.

4. Епифанов, Л.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебное пособие [Текст]/ Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова – М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2018. – 349 с.

5. Виноградов, В.М. Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]/ В.М. Виноградов. – М.: КУРС, 2017. – 376 с.

УДК 621.43.038.77:629.113

Деревянченко С.О., Ливенцев Д.Н., Королев А.И.

СОВРЕМЕННЫЕ ФИЛЬТРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМОБИЛЯ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье рассмотрены фильтрующие элементы автомобиля. Описаны их основные конструкции и принцип работы, а также материалы, использующиеся в фильтрах. Приведены их преимущества и дальнейшие перспективы развития.*

Ключевые слова: *воздушный фильтр, маслянный фильтр, топливный фильтр, целлюлоза, синтетика, нановолокно.*

Abstract. *This article describes the filter elements of the car. Describes their basic design and principle of operation, as well as materials used in filters. Their advantages and future development prospects are given.*
Key words: *air filter, oil filter, fuel filter, cellulose, synthetics, nanofibers.*

На заре эпохи автомобилестроения двигатели автомобилей регулярно выходили из строя. Если пробег в сотню километров обходился без ремонта, это считалось достижением. Подобное положение заключалась не только в слабости конструкции, а в большей степени в отсутствии системы очистки топлива, воздуха и масла. Пыль, металлические частицы распада, продукты трения деталей механизмов – всё это попадало в двигатель и другие узлы, нещадно увеличивая (причём на порядок) степень абразивного износа. Ситуация стала меняться в двадцатые годы прошлого века – в автомобилях стали использовать фильтрующие элементы. Пробег между ремонтами стал достигать тысячи километров, это было огромным достижением. Несмотря на то, что современное автомобилестроение шагнуло далеко вперед, от качеств фильтрующих элементов всё ещё зависит очень многое (в особенности ресурс и надежность работы двигателя). В современных автомобилях может быть установлено до двадцати фильтрующих элементов (рис. 1). Можно выделить воздушные фильтры, фильтры гидравлической системы и охлаждающей жидкости, трансмиссионного и моторного масел, топливные фильтры, сажевый фильтр (на дизельных ДВС). Такое количество фильтров наглядно показывает, что фильтрация в механизмах и агрегатах современной мобильной техники является важнейшим средством повышения ее технического уровня и ресурса, производительности и других эксплуатационных характеристик.

Попадание загрязняющих элементов в узлы машин происходит при изготовлении (заусенцы обработанных деталей, отслоение покрытий, образование забоин при их перевозке) и во время эксплуатации. Основными источниками загрязнения при работе машины являются минеральные и органические частицы (пыль), металлические частицы (продукты износа деталей), сажа от неполного сгорания топлива, отработавшие газы, загрязнения (попавшие в системы при их заполнениях гидравлической жидкостью, маслами и топливом). Наиболее опасным загрязнителем является пыль, преимущественно попадающая вместе с засасываемым воздухом, для защиты от которой используют воздушные фильтры [4].

Рассмотрим воздушный, масляный, и топливный фильтры, так как они присутствуют в мобильных средствах любых конструкций и имеют наиболее важное значение для силовых агрегатов. Остальные виды фильтров имеют схожее строение.

ДВС в процессе работы необходимо большое количество воздуха (среднее значение составляет около 10 $м^3$ воздуха на 1 литр топлива), соответственно, современный воздушный фильтр (ВФ) должен обладать высокой эффективностью фильтрации при низком сопротивлении потоку

воздуха. Эти требования ещё обусловлены и тем, что концентрация пыли на российских дорогах на порядок выше, чем на европейских (содержание твердых частиц в воздухе колеблется от 2 до 10 мг/м^3) (рис. 2).

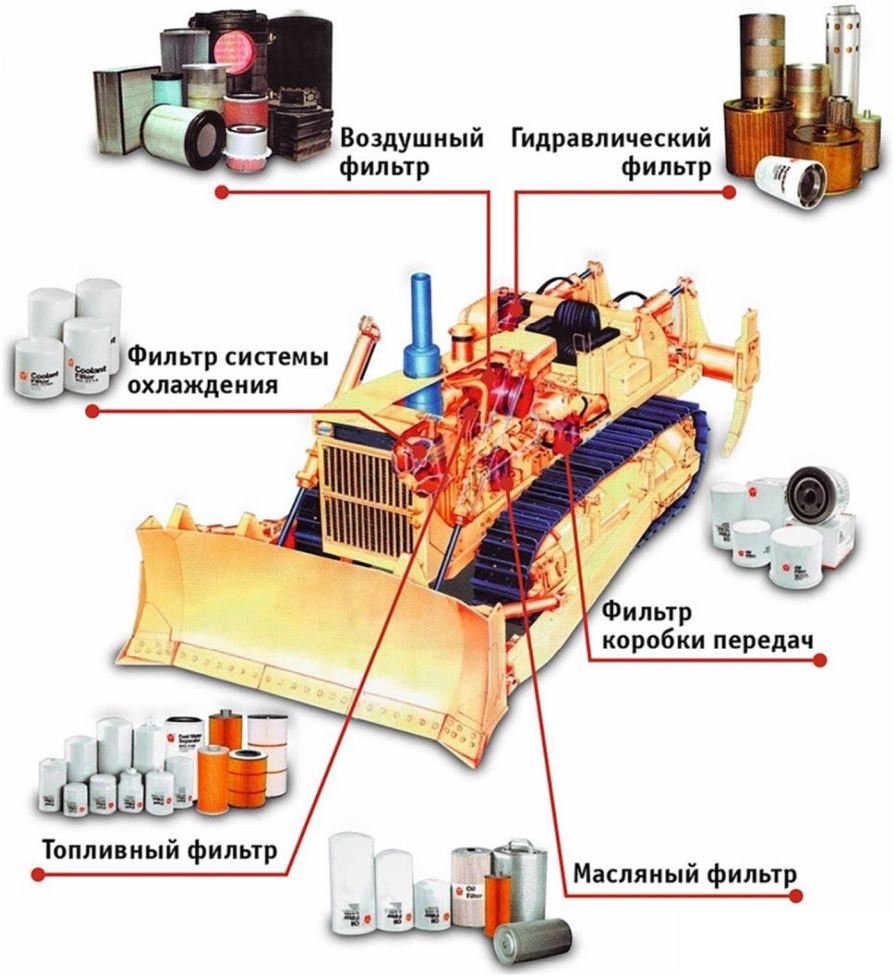


Рисунок 1. Фильтрующие элементы современного бульдозера

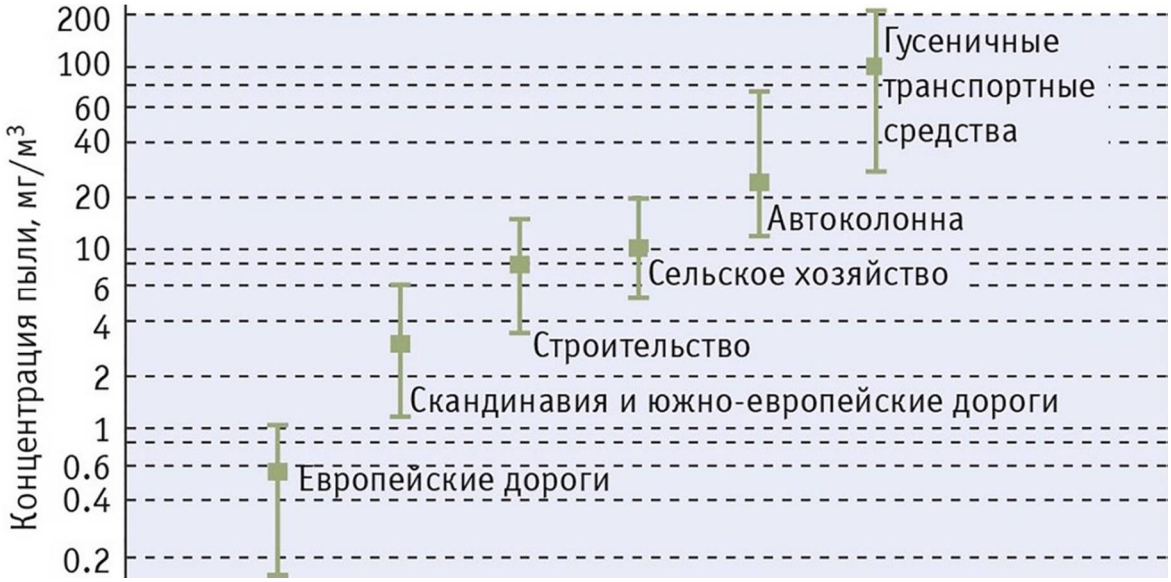


Рисунок 2. Уровень концентрации пыли

При использовании некачественного фильтра частицы пыли оказываются в камере сгорания и в масле, в результате происходит ускоренный износ цилиндро-поршневой группы, потеря мощности, повышенный расход топлива. Таким образом, он также обеспечивают защиту клапанов, зеркал цилиндров, поршневых колец и подшипников от раннего износа.

Основным показатель является «эффективность очистки», или коэффициент очистки пыли, представляет отношению массы задержанных фильтром частиц к массе всех поступивших на фильтр частиц в процентах. В современных ВФ удалось добиться значения в 99,98 % и обеспечить при этом наилучшее смесеобразование, выполняя качественную очистку воздуха даже в условиях высокой запыленности и в тяжелых климатических условиях.

Основной и важнейшей частью ВФ является фильтрующий материал. Представляет собой матрицу, состоящую из пористых волокон целлюлозы, с вплетением искусственно синтезированных синтетических волокон. Волокна подвергаются пропитыванию составом из фенольных, эпоксидных, или акриловых смол. Каркас фильтра изготавливается из полиуретана, обладающего повышенной эластичностью, упругостью и прочностью, а также воздухонепроницаемостью и устойчивостью к перепаду температур.

Система смазки автомобиля представлена в виде замкнутого контура с движущимся по нему моторным маслом, которое смазывает и охлаждает элементы ДВС, при этом перенося продукты нагара, грязь, пыль, мелкую стружку (образующуюся при трении деталей). Масляный фильтр (МФ) устанавливается на блоке цилиндров двигателя, и производит очистку масла от этих элементов. В современных МФ фильтрующий элемент состоит из синтетических волокон, пропитанных фенольными или эпоксидными смолами, устойчивыми к высоким температурам и агрессивным химическим соединениям, имеющихся в масле. Синтетические волокна предпочтительнее целлюлозных и войлочных ввиду более качественной очистки и меньшего гидравлического соединения (особенно актуально при использовании синтетических моторных масел) [1].

Конструктивно масляный фильтр представляет собой корпус цилиндрической формы и состоит из следующих элементов:

– крышки, имеющей впускное и выпускное отверстие;

– фильтрующего патрона (фильтрующего элемента);

– предохранительного перепускного клапана;

– мембранного противодренажного (противосливного) клапана.

Детали корпуса имеют двустороннюю антикоррозионную гальваническую обработку и обладают покрытием, обеспечивающим антикоррозионное воздействие. Торцовое уплотнение выполнено из устойчивой к высокому давлению и температурам резины, имеющей повышенную пластичность и упругость для обеспечения высокой герметичности. Фильтрующий патрон, благодаря использованию высококачественного композитного материала со специальной пропиткой,

позволяет выполнять фильтрацию с эффективностью 97%. Глубокая формовка и особое гофрирование фильтрующего материала позволяет обеспечить увеличенную площадь фильтрования, и избежать попадания неочищенного масла к деталям двигателя.

Предохранительный перепускной клапан служит для предотвращения недостаточного уровня смазки и износа деталей двигателя при высокой вязкости моторного масла. Например, если масло не может проходить через фильтрующий элемент из-за повышенной вязкости (запуск автомобиля при низких отрицательных температурах зимой), масло начинает двигаться через клапан в обход фильтрующего материала. После прогрева силового агрегата вязкость масла восстанавливается, и клапан закрывается. Таким образом, концепция перепускного клапана обусловлена тем, что лучше недолго смазывать мотор грязным маслом, чем не смазывать его вовсе. Мембранный противодренажный клапан препятствует попаданию моторного масла из магистрали в картер двигателя при выключенном моторе. Мембрана выполняется из эластичного материала, обладающего упругостью в широком температурном диапазоне (от –65°С до +150ºС) [2].

Для мобильных энергетических средств, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях при больших нагрузках (например, сельскохозяйственная техника), вместе с фильтрующим элементом устанавливают предварительный сепарирующий фильтр для дополнительной и более качественной фильтрации (ввиду повышенного количества пыли). Сепарация осуществляется за счет использования инерционно-центробежных сил (устройства типа циклонов, инерционных решеток, центрифуг). Очистка масла происходит благодаря центробежной силе, перемещающей загрязняющие частицы к стенкам фильтра.

Топливные фильтры (ТФ) служат для очистки бензинового или дизельного топлива от загрязнений и воды, обеспечивая высокую степень защиты точных элементов системы питания ДВС от повреждений и быстрого износа. Пыль, мелкие металлические частицы, вода, а также микроорганизмы, живущие в топливном баке, при попадании вызывают быстрый износ высокоточных форсунок, имеющихся в современных автомобилях. Также из-за загрязнённого топлива возможен затрудненный пуск двигателя, неустойчивые холостые обороты, ухудшение разгонной динамики, хлопки в выпускной системе и повышенный расход топлива. На современных моторах в топливную систему устанавливают два или три ТФ, ввиду очень высоких требований, предъявляемых к качеству фильтрацию. Вначале осуществляется грубая фильтрация, а после тонкая (изменяется диаметр улавливаемых частиц). Фильтрующий материал в данный момент полностью изготавливается в виде композита из синтетики, высококачественной целлюлозы, или стекловолокна, компаундированной полимерными смолами, и прошедшей специальную химическую обработку. В итоге достигается фильтрация частиц диаметром в 3 мкм с эффективностью 98% на протяжение всего срока службы фильтра.

При этом в конструкции ТФ отсутствуют перепускные клапаны, то есть, если фильтрующий элемент полностью выработал ресурс, поток топлива не будет проходить, через фильтр, и двигатель будет остановлен [5].

Также стоит отметить, что для всех фильтрующих элементов после изготовления проводят стендовые и эксплуатационные испытания, для определения их эффективности и качества фильтрации, минимального размера улавливаемых частиц, а также оптимального рекомендуемого срока службы (в зависимости от условий эксплуатации и режима работы).

В данный момент ведётся активная разработка материалов для фильтрующих элементов различных фильтров. Наиболее перспективным фильтрующим материалом является 100% синтетика. Однако её стоимость на порядок выше, чем стоимость бумаги из целлюлозы. Одна из ведущих разработок на данный момент – синтетический материал из полимерного волокна StrataPore. В отличие от целлюлозы и стекловолокна имеет многослойную структуру. При этом возможно увеличение ресурса, благодаря увеличению числа слоёв. В перспективе внедрение наноматериалов, имеющих волокна толщиной около 0,2 мкм, позволяющих значительно понизить размер диаметра частиц (увеличить качество очистки) без потери мощности, и увеличить ресурс фильтров, так как площадь фильтрующей поверхности из наноматериала во много раз превышает площадь поверхности из целлюлозы или стекловолокна. На данный момент таким материалом является микропористая структура NANOWEB [3]. И хотя эта технология довольно сложная и дорогостоящая, в ближайшие годы она будет активно внедряться в автомобильную технику.

Таким образом, мы видим, что основное направление развития фильтрующих элементов – именно развитие и улучшение фильтрующих материалов. Первоначально это была бумага из целлюлозы, в данный момент преимущество отдают синтетическим волокнам, при этом активно развивается структура из наноматериала. В связи с этим уменьшается диаметр отсеиваемых частиц, увеличивается качество фильтрации, возрастает срок службы ДВС и качество его работы.

Список литературы

1. Поливаев, О.И. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие для вузов [Текст]/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский. – СПб.: Лань, 2013. – 288 с.

2. Лабораторный практикум по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей» [Текст]/ Е.В. Пухов [и др.]; Воронежский государственный аграрный университет. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2016. – 138 с.

3. Лабораторный практикум по дисциплине «Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств» [Текст]/ Е.В. Пухов [и др.];

Воронежский государственный аграрный университет. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2016. – 222 с.

4. Рогов, В.А. Новые материалы в машиностроении: учебное пособие для вузов [Текст]/ В.А. Рогов, В.В. Соловьев, В.В. Копылов – М.: РУДН, 2008. – 324 с.

5. Виноградов, В.М. Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]/ В.М. Виноградов. – М.: КУРС, 2017. – 376 с.

УДК 658.567.1:628.4.045

Титова И.В., Пухов Е.В., Пивненко А.Е.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В статье даны сведения о положении в сфере переработки отходов полимерных материалов и их вторичного использования. Приведен анализ возможных направлений решения данных проблем. По имеющимся данным было оценено годовое количество отходов по районам и области в целом. На основании данных о распределении отходов полимерных материалов на территории Воронежской области было предложено создание сети перерабатывающих предприятий.*

Ключевые слова: *отходы, полимерные материалы, вторичное сырье, перерабатывающие предприятия.*

Abstract. *The article provides information on the situation in the field of recycling of polymeric materials and their recycling. An analysis of the possible ways to solve these problems. According to reports it was estimated annual amount of waste by district and region as a whole. Creation of a network of processing enterprises were invited on the basis of the distribution of plastics waste data in the Voronezh region.*

Key words: *waste, polymeric materials, recycled materials, processing plants.*

На территории Воронежской области ежегодно образуется 2,5 млн. $м^3$ твёрдых бытовых отходов. Сбором отходов с целью дальнейшей утилизации занимаются ЖКХ. На данный момент это направление деятельности осуществляется бесхозяйственно, так как отходы примитивно вывозятся на полигоны захоронения твёрдых бытовых отходов (ТБО). А ведь ТБО содержат ценные фракции: полимерные материалы, чёрные и цветные металлы, стекло, макулатура и другое. Данные материалы могут стать вторичным сырьём для производства различных изделий, помочь сэкономить качественное первичное сырьё, снизить себестоимость готовой продукции [1,2]. Морфологический состав ТБО представлен в таблице 1.

Таблица 1. Морфологический состав ТБО

	Климатическая зона		
	средняя	южная	северная
Пищевые отходы	35...45	40...49	32...39
Бумага, картон	32...35	22...30	26...35
Дерево	1...2	1...2	2...5
Черный металлолом	3...4	2...3	3...4
Цветной металлолом	0,5...1,5	0,5...1,5	0,5...1,5
Текстиль	3...5	3...5	4...6
Кости	1 + 2	1...2	1...2
Стекло	2...3	2...3	4...6
Кожа, резина	0,5...1	1	2...3
Камни, штукатурка	0,5...1	1	1...3
Пластмасса	3...4	3...6	3...4
Прочее	1...2	3...4	1...2

Как видно из таблицы отходы нельзя рассматривать лишь как источник загрязнения окружающей среды, они содержат ценные материалы, которые нельзя выводить из кругооборота сырья, что является до сегодняшнего дня обычным явлением.

Отходы полиэтилена при бесконтрольном обращении с ними представляют экологическую опасность, они разлагаются в течении 500 лет, захламляют сельхозугодья, тем самым затрудняя механическую обработку почв, создают опасные ситуации в животноводстве.

На данный момент в Российской Федерации вопрос вторичной переработки отходоврешается незначительно, большинство ценных компонентов утилизируются на полигонах и вместо возможного дохода получаются затраты, возрастающие год от года [3].

Муниципальное казённое предприятие городского округа г.Воронеж «Производственное объединение по обращению с отходами» предоставило следующие данные по количеству отходов и по их морфологическому процентному составу (рисунок 1).

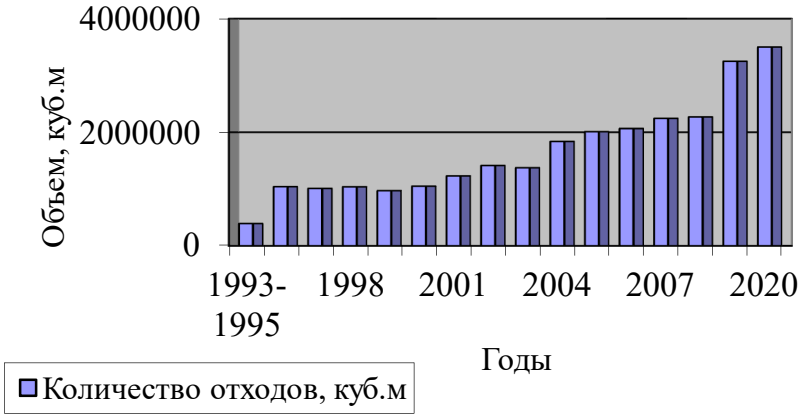


Рисунок 1. Количество принятых отходов на полигон ТБО г. Воронежа

От общего уровня отходов перерабатывается только 5 … 7 % от их массы. В усреднённом составе твёрдых бытовых отходов, поставляемых на захоронение, 8 % составляют пластмассы, их доля постепенно неуклонно увеличивается (рисунок 2).

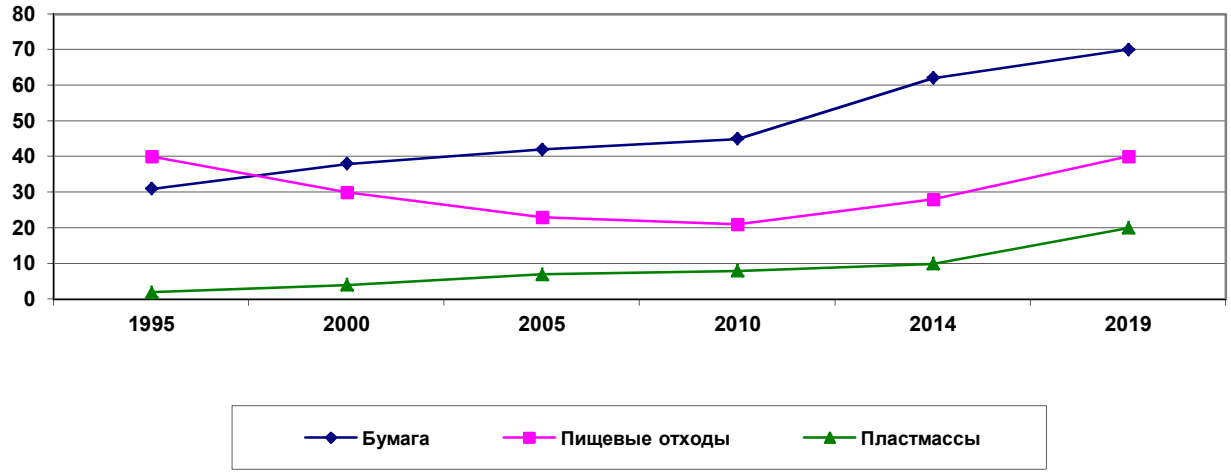


Рисунок 2. Прогноз изменения морфологического состава ТБО

Количество отходов полиэтилена, образующегося на территории Воронежской области за год, рассчитываем по следующей формуле

$$Q_i = q \cdot N_i + F_i \cdot n \cdot K_П + Q_ж + Q_Т + Q_П, \quad (1)$$

где q=*13кг/чел*[18] – норма образования отходов полиэтилена в год на человека;

N_i - количество человек проживающих в i – ом районе, чел;

F_i – площадь посевных площадей i –го района, га;

n – усредненная норма внесения удобрений, кг/га;

K_n – удельная масса полиэтилена на килограмм внесенных удобрений ;

$Q_т$ - количество отходов полиэтилена от теплиц, кг;

$Q_ж$ – количество отходов полиэтилена от животноводства, кг;

$Q_П$ – количество отходов полиэтилена от перерабатывающих предприятий, кг.

Удельная масса полиэтилена на килограмм внесенных удобрений определяется по следующей формуле

$$K_n = m / M, \quad (2)$$

где m – масса полиэтиленового мешка, в котором хранятся и транспортируются удобрения, кг;

M – масса удобрений в мешке, кг;

$$K_n = 0,04 / 50 = 0,0008.$$

Для Аннинского района количество отходов полиэтилена будет равно

$$Q_a = 13 \cdot 54100 + 167,8 \cdot 120 \cdot 0,0008 + 620 + 0 + 2 = 721920 \text{ кг/ год.}$$

Для остальных районов расчет аналогичен результаты расчетов помещаем в таблице 2.

Таблица 2. Распределение отходов полимеров по Воронежской области

Наименование административного района	Площадь района ($км^2$)	Население (тыс,чел)	Колличество бытовых отходов полиэтилена в год (тонн)	Площадь пашни (тыс,Га)	Колличество отходов полиэтилена при внесении удобрений (тонн)	Отходы полиэтилена с перерабатывающих предприятий (тонн)	Отходы полиэтилена от теплиц (тонн)	Отходы полиэтилена от животноводства (тонн)	Общее количество отходов (тонн)
Аннинский	2098	54,1	703,3	167,8	16	2	2	0,62	721,92
Бобровский	2235	57,9	752,7	178,8	17	0,5		0,27	770,47
Богучарский	2180	41,9	544,7	174,3	16,7	6,62		0,36	568,38
Борисоглебский	1371	76.9	936.3	109,6	10,5	3	5	0,1	954.8
Бутурлиновский	1802	55,9	726,7	144,2	13,8	2,7		0,35	743,55
Верхнемомонский	1345	22,8	296,4	107,6	9,8	0,35		0,21	306,76
Верхнехавский	1255	28,3	367,9	100,4	8,5	0,6		0,1	377,1
Воробьевский	1236	22,5	292,5	98,8	9,4	1,26		0,5	303,66
Грибановский	2016	40,8	530,4	161,2	15,4	1,2		0,062	547,06
Калачеевский	2106	64,3	835,9	168,4	16,1	2,1		0,47	854,57
Каменский	999	23	299	79,8	7,6	1,5		0,28	308,38
Кантемировский	2348	43,4	564,2	187,8	18	0,7		0,44	583,34
Каширский	1060	28,9	375,7	84,8	8,1	0,8		0,19	384,79
Лискинский	2030	103.3	1239.6	162,4	15,5	1,3	6	0,79	1263.2
Нижнедевицкий	1196	25,9	336,7	95,6	8,1	1,37		1,08	347,25
Новоусманский	1247	62,2	808,6	99,8	9,2	2,69		0,26	820,75
Новохоперский	2334	49,4	642,2	186,6	17,8	1,4		0,19	661,59
Ольховатский	1045	26,4	343,2	83,5	8	1,34		0,17	352,71
Острогожский	1725	62.3	747.6	138	13,1	1,56		0,16	762.4
Павловский	1886	59,9	778,7	150,8	14,4	2,85	4	0,6	796,55
Панинский	1398	33	429	111,8	10,7	1,34		0,16	441,2
Петропавловский	1644	25	325	131,4	12,5	2,26		0,09	339,85
Поворинский	1066	18,5	240,5	85,2	8,1	1,45		0,03	250,08
Подгоренский	1579	31,7	412,1	126,3	12	1,95		0,21	426,26
Рамонский	1283	31,7	412,1	103	8,8	2,47		0,19	423,56
Репьевский	934	18,3	237,9	74,6	7,1	1,34		0,16	246,5
Россошанский	2371	96.2	1154.4	189,6	18,1	1,8	4	0,67	1178.9
Семилукский	1582	65,3	848,9	126,5	12	1,65		0,26	862,81
Таловский	1910	49,7	646,1	152,7	14,5	2,95		0,47	664,02
Терновский	1391	28,2	366,6	111,2	10,5	3,62		0,17	380,89
Хохольский	1451	35,1	456,3	116,1	11,1	1,24		0,39	469,03
Эртильский	1458	34,1	443,3	116,6	11,1	1,59		0,33	456,32
г,Воронеж	592	978	12710,1			39,6	21		12771
г,Нововоронеж	46,1	40,1	521,3			1,9	6		529,2
ИТОГО:			28849,6		389,5	101	30	10,33	31014

Таблица 3. Исходные данные и результаты расчёта рационального места расположения

Зона п/п	Наименование административного района	Расстояние по оси Х ,см	Расстояние по оси У , см	Количество отходов, тонн	Количество перерабатываемых отходов, тонн	Координаты оптимального места расположения		Населённый пункт
						X	Y	
1	Борисоглебск	54,8	38,9	954,8	162,1	52	38	г.Борисоглебск
	Грибановский	53,6	40,7	547	93,0			
	Новохопёрсский	48,9	32,5	661	112,3			
	Поворинский	57,5	35,1	250	42,5			
	Терновский	48,0	45,5	380	64,6			
2	Аннинский	32,2	41,0	721	124,7	32,6	41,9	п.г.т. Анна
	Верхнехавский	25,5	48,8	377	65,2			
	Панинский	28,3	44,5	441	76,2			
	Таловский	36,7	32,4	664	114,9			
	Эртильский	37,2	49,0	456	78,9			
3	Богучарский	34,3	6,0	568	96,6	26,2	9,3	г. Россошь
	Верхнемамонский	31,8	11,5	307	222,2			
	Кантемировский	24,2	1,0	583	99,1			
	Ольховатский	16,3	14,2	353	60,0			
	Петропавловский	39,0	10,3	339	57,6			
	Россошанский	20,5	12,1	1178,9	200,4			
4	Семилукский	13,5	45,5	862	181,1	16	44	г. Воронеж
	Рамонский	17,7	50,5	423	88,8			
	Новоусманский	18,5	44,5	820	172,2			
	Хохольский	9,8	42,0	469	98,4			
	Каширский	32,5	40,8	348,8	73,2			
	г. Воронеж	15,6	43,1	12771	3192			
5	Бобровский	26,7	31,0	770	130,9	31,7	22,4	Бутурлиновка
	Бутурлиновский	34,8	26,5	743	126,3			
	Воробьёвский	40,0	22,4	194	33,0			
	Калачеевский	28,0	18,0	796	135,3			
	Павловский	28,0	18,0	796	135,3			
	Подгоренский	21,0	17,4	426	72,4			
6	Каменский	18,5	23,8	380	64,6	15,3	33,2	г. Лиски
	Лискинский	20,0	29,7	1263,2	214,7			
	Нижнедевицкий	4,0	42,2	347	59,2			
	Острогожский	13,5	27,0	762,4	129,6			
	г. Нововоронеж	17,0	37,9	523	88,9			
	Репьёвский	7,5	32,0	246	41,8			

Для равномерного покрытия территории Воронежской области сетью предприятий разбиваем её на шесть зон.

Чтобы выбрать рациональное место расположение перерабатывающих предприятий необходимо:

- на схематической карте рассматриваемой территории отметить районные центры и границы объединений районов
- по краям карты нанести оси координат
- на ось абсцисс спроектировать районные центры и полученные расстояния X_i на оси умножить на количество отходов полиэтилена образующихся в этом районе Q_i
- абсциссу точки, к которой тяготеют объекты, находят из выражения

$$X = \sum Q_i \cdot X_i / \sum Q_i \ , \qquad (3)$$

Аналогично определяем ординату точки

$$Y = \sum Q_i \cdot Y_i / \sum Q_i \, . \qquad (4)$$

По рассчитанным координатам на карте отмечаем место расположения пункта, к которому тяготеют отходы полиэтилена. Из числа ближайших к найденной точке районных центров выбираем пункт с хорошими подъездными путями, энерго-, водоснабжением и прочее.

Проведя расчёт оптимального места расположения перерабатывающего предприятия объединяющего Аннинский, Верхнехавский, Панинский, Таловский и Эртильский районы, выясним, что наиболее удобным пунктом расположения перерабатывающего предприятия является п.г.т. Анна.

Для остальных районов расчёты аналогичны, исходные данные и результаты расчёта приведены в таблице 3.

Из числа ближайших к найденным точкам, отметили наиболее удобные пункты с хорошими подъездными путями, энергоснабжением, обеспеченными трудовыми резервами

Список литературы

1. Санитарная очистка городов от ТБО [Текст]/ Под ред. З.И. Александровской. - М.: Стройиздат, 1999. - 537 с.

2. Твёрдые отходы и экологическая безопасность городов [Текст]/ В.М. Гарин [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. - 2001. - № 2. – С.14-19.

3. Титова, И.В. Мониторинг полимеров с учётом их кругооборота в регионе [Текст]/ В.К. Астанин, И.В.Титова, В.В. Худояров // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». М. – 2006. Вып. 1(16). – С. 88-89.

УДК 629.113.52:621.43.068

Деревянченко С.О., Ливенцев Д.Н., Титова И.В.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ В ДИЗЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье рассмотрены основные способы снижения токсичности отработавших газов дизельных ДВС различных конструкций. Даны характеристики их особенностей и условий применения. Рассмотрены основные преимущества и недостатки данных способов.*

Ключевые слова: *каталитический нейтрализатор, рециркуляция отработавших газов, оксиды азота, сажевый фильтр, DPNR, SCR.*

Abstract. *This article describes the main ways to reduce toxicity of exhaust gas the diesel engine of various designs. The characteristics of their features and conditions of use are given. The main advantages and disadvantages of these methods are considered.*

Key words: *catalytic converter, recirculation of exhaust gas, nitrogen oxides, particulate filter, DPNR, SCR.*

В настоящее время, ввиду повсеместного увеличения количества автомобилей на дорогах, ухудшения состояния экологической обстановки (в частности, в больших городах), крайне важным стало нахождение способов уменьшения выбросов вредных веществ с отработанными газами автомобилей с дизельными двигателями (из-за их большого распространения на транспорте в последние годы). Стоит отметить, что дизели активно используются на подавляющем большинстве автобусов, грузовых автомобилей и сельскохозяйственной техники, помимо этого широко используясь на легковых автомобилях [1].

Можно выделить наиболее актуальные и перспективные способы по улучшению экологических показателей дизельного ДВС:

– улучшение конструкции смесеобразования и сгорания;

– нейтрализация отработавших газов (при помощи каталитического нейтрализатора);

– улучшение качества топлива;

– применение альтернативных видов топлива с меньшим выделением вредных веществ;

– применение системы рециркуляция отработавших газов (ОГ);

– использование улучшенных сажевых фильтров;

– применение системы DPNR (The Diesel Particulate-NO_x Reduction), разработанных «Toyota»;

– использование системы SCR (Selective Catalytic Reduction).

Появление новых разрабатываемых экологических стандартов и ужесточение старых приводит к необходимости улучшать конструкцию дизелей. Улучшение

проводят за счет оптимизации камеры сгорания (её формы), совершенствуя топливную аппаратуру, так как данные элементы автомобиля являются основными для процесса смесеобразования и сгорании топлива, следовательно, наиболее важны во время работы силового агрегата.

До недавних лет преобладали модели дизелей с разделенными камерами сгорания. Эти двигатели в процессе эксплуатации выделяли большое количество CH, имели большой удельный расход топлива. В связи с этим в последние годы основным направлением разработки более экономичного дизеля являлось создание двигателя с неразделенной камерой сгорания при использовании непосредственного впрыска с помощью технологически развитых высокоточных форсунок.

Применение способа впрыска стало возможным благодаря использованию систем топливоподающей аппаратуры, регулирования и автоматического управления новых поколений. Определенно новый вехой в развитии дизелей стало появление системы питания Common Rail от Bosch, благодаря которой появились преимущества в виде увеличения мощности, значительном снижении расхода топлива, улучшении динамики, и т. д. Всё это стало возможным благодаря разработке технологии впрыска топлива под давлением до 300 Мпа, позволяя при одном и том же времени впрыска значительно увеличивать количество подаваемой топливной смеси [3].

Основными трудностями, сильно осложняющими улучшение экологичности путем уменьшения выброса NO_x, является вызывание роста выброса частиц сажи. В связи с этим, длительное время эффективность использования нейтрализаторов была низкой, в том числе и из-за недостаточной температуры догорания частиц. Проблема частично решена использованием каталитических окислительных нейтрализаторов на быстроходных дизелях легковых автомобилей, а также небольших грузовиков. Это связано с тем, что температура отработанных газов этих двигателей является достаточной для окисления CH, CO, растворимых органических частиц и альдегидов, в тоже время, температура не позволяет происходить образованию сульфатов. При высоких температурах в нейтрализаторе сначала выходящий из цилиндров SO_2 окисляется до SO_3, а затем SO_3 взаимодействует с парами воды, органическими и неорганическими частицами, образуя сульфаты, которые существенно увеличивают количество частиц. По этой причине использование каталитических окислительных нейтрализаторов для дизелей грузовых автомобилей затруднено.

Качество дизельного топлива сильно влияет на эмиссию токсичных веществ. При наличии в нём большего количества лёгких фракций будет достигаться большая однородность состава смеси. При повышение однородности увеличивается сгораемость, в итоге снижается выброс CH и CO, также снижается дымность, содержание в отработанных газах NO_x.

По стандартам Euro 4 массовая доля серы должна быть менее 0,005%. Но при использовании нейтрализаторов данный показатель недостижим. Проблему стало возможно разрешить уменьшением содержания в дизтопливе ароматических

углеводородов, что позволяет заметно снизить выбросы дизелями канцерогенных веществ (преимущественно сажи), а также серы.

Разработка присадок и технологий изменения состава дизельного топлива преимущественно направлены на уменьшение эмиссии NO_x и частиц сажи. В перспективе возможно добиться снижения выброса NO_x на 10% , и уменьшить содержания сажи на 30% [2].

Возможно снижение токсичности путём использования альтернативных дизельных топлив. Наиболее перспективными в данный момент являются диметиловый и рапсметиловый эфиры. К сожалению, ввиду недостаточного развития технологий, использование этих топлив в чистом виде невозможно, так как это приводит к значительному ухудшению технико-экономических показателей. Поэтому могут применять смесь топлива с рапсметиловым эфиром.

Как уже отмечалось выше, в последнее время преобладает тенденция внедрения в производство дизелей с системой подачи топлива нового поколения. Применение топливной аппаратуры аккумуляторного типа Common Rail с насос-форсунками делает возможным снижения выбросов NO_x и жесткости, при этом уменьшить выброс твердых частиц CO и CH. Тем не менее, даже при использовании обычной топливной аппаратуры можно добиться снижения количества выбросов оксидов азота при помощи объемно-пленочного смесеобразования (недостатком является увеличение доли несгоревших углеводородов).

Современные ужесточающиеся нормы выбросов вредных веществ практически невозможно выполнить без использования гибкого электронного управления. К примеру, при высоких нагрузках использование малого угла опережения впрыска топлива приведёт к снижению NO_x, в то время как при малых нагрузках его целесообразно увеличить для уменьшения расхода топлива и снижения дымности [5].

Рециркуляция ОГ используется в дизелях также преимущественно для снижения выбросов NO_x, уменьшения количества частиц сажи и дымности. При увеличении степени рециркуляции возрастает длительность задержки воспламенения и уменьшается скорость тепловыделения. Усиление этих эффектов происходит при охлаждении рециркулирующих газов. При этом целесообразно увеличивать опережение и давление впрыскивания. На полных нагрузках возможно только минимальное использовать рециркуляции, так как при большой степени будет происходить значительный рост выброса сажи при снижении мощности силовой установки. Таким образом, для высокооборотного дизеля с системой наддува, аккумуляторной системой впрыскивания и электрогидравлической форсункой наибольшая эффективность при снижении NO_x и дымности при неизменном расходе топлива будет обеспечиваться оптимальным управлением степенью рециркуляции и рациональным охлаждением ОГ [4].

Для снижения уровня сажи применяют сажевые фильтры. Материал современного фильтрующего элемента состоит из керамической (карбид кремния) микропористой губки. Толщина стенок между ее каналами не имеет размер до 0,4

мм, благодаря этому обеспечивается большая площадь фильтрующей поверхности. Такие фильтры задерживают 80% частиц сажы диаметром до 20 нм. При полном заполнении (закупоренности) и понижении давления срабатывает датчик, подающий сигнал в микропроцессор управления ДВС. Он активирует дожигание, контролируемое датчиком температуры фильтра. После сгорания частиц фильтр может работать снова.

«Toyota» произвела разработку собственной эффективной системы очистки, названной DPNR. Представляет собой микропористый керамический сажевый фильтр с использованием платины в качестве катализатора. Система одновременно обезвреживает канцерогенные частицы сажи и оксиды азота. Во время работы двигателя на обеднённой смеси частицы сажи окисляются атомарным кислородом, освобождающимся при соединении NO и O_2 из выхлопных газов в процессе накопления NO_2. При кратковременном обогащении смеси эти частицы окисляются кислородом, возникающим при разложении накопленных оксидов в безвредный азот. Недостатком системы является возможность её использования только на дизелях последнего поколения с системой питания Common Rail.

Стоит отметить систему SCR (Selective Catalytic Reduction). Принцип её действия заключается в действии химической реакции аммиака с оксидами азота выхлопных газов, в результате которой образуются безвредный азот и водяной пар. Селективный преобразователь состоит из двух основных узлов: каталитического нейтрализатора, установленного в глушителе автомобиля, и дополнительного бака под аммиачный заменитель (мочевину) AdBlue. Средний расход AdBlue составляет 6% от потребляемого количества дизельного топлива. Двигатель оснащается дополнительным модулем, совмещенным с электронной системой управления мотором, который точно дозирует количество жидкости AdBlue, подаваемой в выпускной коллектор. Преимуществом системы SCR является существенная экономичность: в результате топлива расходуется на 30% меньше.

Таким образом, произведя сравнительную оценку различных способов снижения токсичности, можно сделать вывод, что основные тенденции по улучшению экологичности дизельных ДВС заключаются в улучшение конструкции смесеобразования и полноты сгорания, применении современных систем подачи топлива, нейтрализации отработавших газов при помощи каталитического нейтрализатора, использовании системы рециркуляция отработавших газов, а также применении улучшенных сажевых фильтров.

Список литературы

1. Поливаев, О.И. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие для вузов [Текст]/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский. – СПб.:Лань, 2013. – 288 с.

2. Парсаданов, И.В. Повышение качества и конкурентовозможности дизелей на основе комплексного топливо-экологического критерия [Текст]/ И.В Парсаданов. – Харьков: Издательский центр НТУ «ХПИ», 2003. – 244 с.

4. Системы впрыска топлива BOSCH [Текст]/ Сост. В.А. Деревянко; Пер. с пол. В. Мицкевич. – М.: Петит, 2009. – 200 с.

4. Токсичность автомобильных двигателей / Морозов К.А. и др. – М.: Легион-Автодата, 2001. – 80 с.

5. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов [Текст]/ Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – М.: Легион-Автодата, 2005. – 344 с.

УДК 629.33:339.13

Ливенцев Д.Н., Деревянченко С.О., Титова И.В.

РАЗВИТИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация: *Развитие автомобильной отрасли началось чуть более 100 лет и продолжается постоянно. Основными показателями к которым стремятся конструкторы – это скорость и безопасность автомобиля. Современные машины развивают скорость в 14 раз больше, чем их первые собратья. А также автомобили стали более устойчивы и легки в управлении.*

Ключевые слова: *автомобильная отрасль, двигатель внутреннего сгорания, конструкторы, скорость, устойчивость автомобиля.*

Abstract: *The development of the automotive industry began a little over 100 years and continues constantly. The main indicators to which designers are striving are the speed and safety of the car. Modern cars are 14 times faster than their first brothers. As well as cars have become more stable and easy to drive.*

Keywords*: automotive industry, internal combustion engine, constructors, speed, vehicle stability.*

Развитие автомобильной отрасли началось с конца 19 века, двигалось оно медленно и неторопливо. Единственной чертой связывающей первые автомобили с современными является – двигатель внутреннего сгорания. Появление первых автомобилей с двигателем внутреннего сгорания относят к 1885 год, когда известный конструктор Карл Бенц создал первую бензиновую повозку (рис. 1). Данная повозка имела три колеса. В это же время появляется велосипед с мотором конструктора Готлиба Даймлера. Поэтому Бенца и Даймлера можно считать основоположниками в автомобильной отрасли. Даймлер же работает над производством автомобильных моторов. Бенц предлагает для продажи механизм отдаленно похожий на современный автомобиль, управление которого происходит с помощью руля в виде буквы Т.

Был использован двигатель с водяным охлаждением, который располагался в горизонтальном положении. С помощью ремней и цепей приводились в движение задние колеса.

Огромным достижением того времени считается наличие электрического зажигания и впускного клапана с механическим приводом.

Изначально объем двигателя составлял 985 $см^3$. Данного значения недостаточно даже для разгона автомобиля, поэтому когда изобретение Бенца было запущено в производство, на нем был установлен мотор с объемом 1,7 л и двухступенчатая коробка передач. С каждым годом мощность двигателя и скорость продолжали расти, теперь скорость составляла 19 км/ч.



Рисунок 1. Автомобиль Карла Бенца

Но Карл Бенц на этом не останавливался и вскоре его изобретение стало участником британских гонок London-to-Brighton Run, где средняя скорость автомобиля составляла 13 км/ч. В 1890 году трехколесная повозка Карла Бенца стала первым автомобилем запущенным в промышленное производство. Через 8 лет (1893 году) после изобретения трехколесной повозки был выпущен четырехколесный автомобиль. Созданный на основе первого изобретения Бенца, он казался старомодным. Несмотря на примитивность и тихий ход этого изобретения, он отличался простотой в техническом обслуживании и ремонте, а также долговечностью. Таких автомобилей было выпущено всего 2300 штук. В 1909 году была набрана группа французских инженеров, создавших улучшенную модель автомобиля. Она содержала четырехцилиндровый рядный двигатель. После выпуска данной модели автомобиля, компания начала стабильное продвижение вверх. [1].

В 1889 году Даймлер со своим другом Вильгельмом Майбахом сконструировали свой первый автомобиль и в 1895 году было запущено

серийное производство машины «Daimler». Вместе с тем компания лицензировала свои двигатели и заложила фундамент для выпуска моделей «Panhard» и «Peugeot». Также в 1889 году создается гоночная машина с четырехцилиндровым двигателем, которая развивает скорость до 80 км/ч. Но автомобиль был громоздким и тяжелым. И совладелец Эмиль Еллинек заявил о необходимости более легких и послушных в управлении автомобилях. Вследствие чего в 1900 году была выпущена модель, названная в честь дочери Даймлера, Мерседес (рис. 2).

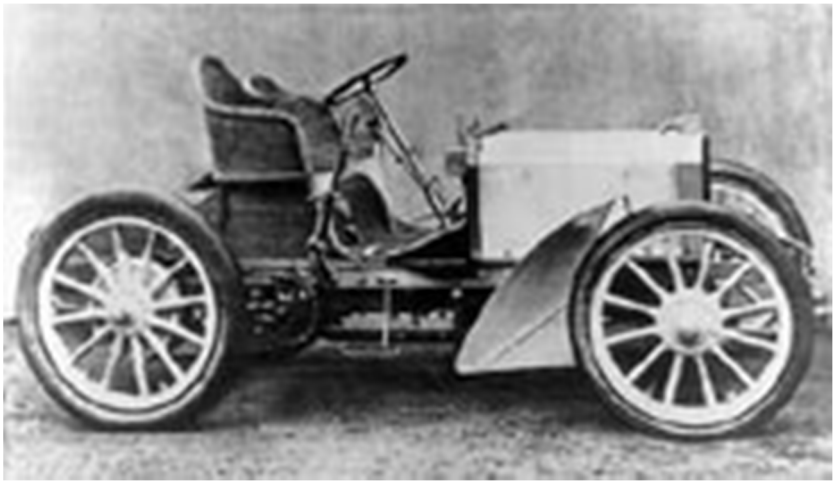


Рисунок 2. Первый автомобиль «Mercedes»

Данная модель соединила в себе прежние технические решения: переключение передач, радиатор и зажигание от магнита низкого напряжения, а также технические новшества - низко расположенную легкую штампованную раму и механический привод впускных клапанов. В следствии чего, повысилась эффективность тормозов и надежность управления данным автомобилем. Именно с того времени все модели произведенные «Daimler» стали носить имя «Mercedes».

Постепенно производители автомобилей отказываются от подавляющего размера двигателей и пользуются результатами технического прогресса. В 1912 году появился автомобиль отличающийся от предыдущих – универсальный многоцелевой с двумя распределительными валами и полусферическими камерами сгорания. В следствии изменений уменьшился вес клапанных пружин, улучшилось наполнение цилиндров горючей смесью.

Начало 20 века характеризует бурное развитие автомобилестроения во многих странах. Некоторые предприятия продолжают выпускать автомобили, другие оставили свой след в истории автомобильной отрасли.

Конструкторам, производящим автомобили, понимали, что в связи с возрастанием скорости потребуется изменения в конструкции машины. Необходимо сделать автомобиль более устойчивым, обтекаемый кузов, изобрести новые типы шин, мощные тормоза. В связи с тем, что увеличивается круг покупателей, стало необходимым задуматься о закрытых кузовах,

отоплении, сделать вентиляцию, более легкое управление, простые механизмы в обслуживании, добавить радио. Конкуренция с подвигнет создателей автомобилей к улучшению привлекательности машин, в оригинальных колесных колпаках, облицовки радиатора. В связи с этим появятся проблема расхода топлива и других материалов, необходимых в эксплуатации, а также цены автомобиля.

Теперь появляются книги с инженерными расчетами, печатные работы по теории автомобиля, создаются конструкторские коллективы. Эксперименты с автомобилями и двигателями начинают испытывать на стендах и аэродинамических трубах, создаются специальные полигоны для дорожных испытаний. Также появляется новая профессия – художники-конструкторы.

В 30-40-х годах прошлого столетия появились новые конструкции автомобилей. Основная цель в Европе была направлена на экономию, а в США наоборот, - комфорт, эстетика. Но спустя треть века позиции с обеих сторон поменялись местами.

В Европе стали распространяться устойчивые на поворотах сравнительно компактные переднеприводные автомобили с задним расположением двигателя. Даже в известной фирме «Даймлер-Бенц» выпустили несколько таких машин. В США появились классические автомобили, но с гидромуфтами сцепления, автоматическими передачами, двигателями мощностью в сотни лошадиных сил. Одинаковой чертой автомобилей на обоих континентах стало – независимая подвеска передних колес, металлические кузова.

Тем не менее продолжала преобладать классическая компоновка с переднепродольным двигателем и приводом на задние колеса. Такая составляющая автомобиля продолжает оставаться основой любой книги по теме «Устройство автомобиля». В тоже время такая компоновка имеет несколько вариантов. В старом варианте радиатор находится над передней осью кузов, двигатель – сразу за ним, а кузов все также расположен над рамой.

В новом варианте рама приняла сложноизогнутую, приобретенную с помощью штампования, форму. Что послужило значительным снижением пола кузова для лучшей устойчивости и обтекаемости автомобиля.

Вследствие чего сильно изменились пропорции автомобиля. Теперь характерными становились автомобили с большим передним свесом при коротком капоте двигателя, длинным и низким корпусом кузова, выступающим сзади объемом багажника, а с боков — объемами крыльев.

Но постепенно начался переход автомобиля, собранного из отдельных элементов, к слитному на вид, части которого переходят плавно из одного в другой. В старых моделях радиатор и подложки закрыли облицовочными панелями. Подложки в скором будущем были полностью убраны, в связи с понижением пола автомобиля.

В конце 30-х годов в Америке произошли изменения в конструкции автомобиля. Сначала расширили кузов, далее все коробки передач оборудовали

синхронизаторами, что снизило усилия для переключения передач, а также на дорогих автомобилях установили автоматические трансмиссии [2].

Так как при расширении кузова, рычаги стали мешать установке дополнительного места, было решено перенести их с пола под рулевое колесо. Переднее сиденье стало обширным диваном. В Европе изменение положения рычага способствовало увеличение автомобилей с передним приводом.

В связи с этим, при нахождении нескольких человек в одном автомобиле потребовало появления форточек, обогревателя, регулируемого сиденья водителя.

Развитие конструкции автомобилей оценивают положительно. Прежде всего – это постепенное сокращение усилий водителя по управлению автомобилем, быстрое развитие, а также расширение области деятельности машин в экономике страны.

Большим событием рассмотренного периода явилось возникновение третьей автомобильной сферы — социалистической автомобильной индустрии, в то время представленной одной страной — СССР. За годы трех первых пятилеток по выпуску автомобилей СССР переместился в первую десятку, а по грузовым автомобилям занял первое место в Европе и второе в мире.

Переломный момент в СССР пришелся на 70- е годы. Именно в этот момент меняется приоритет производства грузовиков на создание легковых автомобилей. Первая партия Жигулей ВАЗ-2101 поступила в продажу в 1971 году и состояла из 220 тысяч машин. Данная модель производилась не только для продажи внутри страны, но также шла на экспорт. Но так как название «жигули» звучало неблагозвучно, было решено дать ей новое название для машин отправляемых на экспорт – Lada. Основой, для создания «Жигулей» послужил итальянский Fiat 124. Такое «подражание» могло укрепить политические отношения между СССР и Италией и помочь автомобильной промышленности Советского Союза. Также известно, что из итальянского прообраза было решено заменить более 800 деталей. В основном модернизация коснулась подвески, был заменен двигатель на верхневальный, а также было принято решение заменить дисковые тормоза на барабанные. В 1975 году началась разработка переднеприводного автомобиля, но появился он только в 1980 году – ВАЗ 2108 Самара.

Также в этот период происходила разработка модели ГАЗ-21 Волга. Пик популярности этого автомобиля пришелся на 60-е года 20 века. В 1970 году с конвейера сошла последняя модель, но уже 1972 году завод начал сборку грузопассажирского автомобиля ГАЗ -24-02. Чуть позже началось производство автомобилей медицинской службы ГАЗ-24-03.

Инженеры смогли сконструировать в короткие сроки внедорожный автомобиль ВАЗ-2121 или Нива. В 1975 году были собраны автомобили для испытаний. Нива заняла новый сегмент рынка – легкие внедорожники, которые еще не были известны зарубежным конкурентам. И в 1977 году Нива вошла в серийное производство. Главное отличие данного автомобиля – это был

полноценный внедорожник с оригинальным кузовом. Также кузов был произведен так, что имел высокую прочность при небольшом весе и имел оптимальные геометрические параметры.

На переломе XX и XXI веков к ранее существовавшим проблемам добавились экономические и финансовые кризисы, а также ужесточение конкурентной борьбы на перенасыщенном мировом автомобильном рынке. Всё это привело к созданию более совершенных и дорогостоящих автомобилей с нарочито округлыми формами и расширению работ по микроавтомобилям и гибридным машинам.

В наше время первые места по популярности занимают наиболее экономичные и практичные автомобили малого и среднего классов (Ford Ka, Renault Twingo, Ford Focus, Renault Scenic, Peugeot 307 и другие), за которыми следовали многочисленные седаны и дорогие внедорожники.

В категорию машин высшего класса входили Rolls-Royce Flying Spur и представительский Maybach, развивавший скорость 275 км/ч. Самый привлекательный спортивный класс составляла безграничная продукция известных изготовителей от BMW до Lamborghini и Ferrari, среди которых флагманом являлся самый мощный, скоростной и сверхдорогой 1000-сильный болид Bugatti Veyron, развивавший скорость 406 км/ч [3].

Тема, касающаяся автомобилей в настоящее время очень актуальна, так как прогресс за несколько десятков лет продвинулся очень сильно, а за ним и автомобилестроение. В настоящее время автомобиль используется в различных направлениях.

Из года в год автомобилестроение становиться все более прогрессивным, экономичным и разнообразным. Тысячи ученых и рабочих на заводах каждый день стремятся отнестись с полной отдачей при выпуске каждого автомобиля. А клиент должен получить соответственно, то о чем он мечтал. Если вернуться немного назад, то можно увидеть, что и в прошлые времена автолюбители очень серьезно относились к автомобилям, смотрели, следили и ждали выпуск все более интересного, но в тоже время комфортного. Каким бы не был автомобиль мы не должны забывать и том, что он является источником повышенной опасности, это касается что легковых, то и грузовых автомобилей.

Список литературы

1. Долматовский, Ю.А. Автомобиль за 100 лет. [Текст] / Ю.А. Долматовский / М.: Знание – 1986. – 240 с.

2. Ковалев, С. История автомобиля [Текст] / С. Ковалев, М. Ковалева, Д. Шаповалов. – М.: ООО «Торговый дом «Mikko». – 2012, 160 с.

3. Шильбергер Фридрих. – Карл Бенц. На заре автомобилестроения. Биография. [Электронный ресурс]. Ф. Шильбергер. – URL:http://modernlib.net/books/shilberger_fridrih/karl_benc_na_zare_avtomobilestroeniya_biografiya/read_2/

УДК 621.4:504

Ливенцев Д.Н., Деревянченко С.О., Титова И.В.

ТИПЫ ДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация: *Основным источником загрязнения окружающей среды являются выхлопные газы автомобилей. С момента создания первого двигателя внутреннего сгорания человечество стремиться сделать его экологически чистым. Уже сейчас появилась альтернатива – электромобили.*

Ключевые слова: *Двигатель внутреннего сгорания, электромобиль, окружающая среда, выхлопные газы.*

Abstract: *The main source of environmental pollution are vehicle exhaust gases. Since the creation of the first internal combustion engine, mankind has sought to make it environmentally friendly. Already, there was an alternative - electric cars.*

Keywords*: internal combustion engine, electric vehicle, environment, exhaust gases.*

Выхлопными газами называют продукты окисления и неполного сгорания углеводородного топлива. Каждый день в атмосферу больших городов поступает огромное количество выбросов выхлопных газов. Это приводит к увеличению канцерогенов и токсичных веществ в воздухе. Основными «загрязнителями» являются автомобили.

Наиболее распространенной причиной повторного прохождения техосмотра является то, что содержание вредных веществ в выхлопных газах превышает установленную норму. Для проведения замеров используется специальное оборудование, которое определяет содержание в выхлопных газах углеводород и углекислый газ. Данные показатели должны не превышать нормы, установленные Министерством окружающей среды, а также европейским нормам, занесенным в регистрационном свидетельстве транспортного средства.

Время для двигателей внутреннего сгорания еще далеко до завершения, так считают большое количество специалистов и обычных автолюбителей. Для двигателей внутреннего сгорания есть две основные проблемы – это вредный выхлоп и большой расход. Запасы нефти ограничены, а основными потребителями являются автомобили. Выхлопные газы вредят окружающей природе. Они накапливаются в атмосфере и создают парниковый эффект. Конструкторы и инженеры весьма эффективно борются с недостатками двигателей внутреннего сгорания.

В современных автомобилях за очищение выхлопных газов от вредных веществ отвечает катализатор. Его работа заключается в сжигании остатков топлива, которое попало в двигатель внутреннего сгорания, но не было переработано. Однако эффективность этого устройства проявляется при

достижении им рабочей температуры, которая колеблется в пределах 250-900 градусов.

Существует ряд технологических мероприятий, которые могут снизить количество вредных веществ в выхлопных газах автомобиля, к ним относятся:

- совершенствование двигателей;
- изменение топлива, например, сжиженный газ;
- применение энергии торможения;
- использование гибридных автомобилей [1].

Первым мероприятием для снижения загрязнения является совершенствование двигателей внутреннего сгорания. Например, в США ведется разработка карбюратора с раздельным смесеобразованием. Он позволит получать обогащенную смесь, которая будет подаваться в специальную предкамеру со свечой зажигания. Благодаря этому происходит полное сгорание рабочей смеси, что, в свою очередь, позволяет свести до минимума содержание оксида углерода и углеводородов в выхлопных газах.

Создан карбюратор, благодаря которому возможно использовать низкооктановые сорта бензина без антидетонационных добавок. В этом устройстве, состоящем из теплообменника, смесителя и реактора, бензин не только распыляется, но и расщепляется с помощью катализатора на более простые газы, например, метан.

В настоящее время во многих странах мира разрабатываются новые, более совершенные двигатели, которые будут использоваться в повседневной жизни. В частности, указывают на перспективность роторно-поршневого двигателя Ванкеля.

Главной технической особенностью роторно-поршневого двигателя внутреннего сгорания является «производительность труда». За один полный оборот ротора, выходной вал совершает три полных оборота. В обычном поршневом двигателе таких результатов можно добиться только, используя шестицилиндровый ДВС. К тому же «ванкель» почти в два раза компактней и легче традиционного ДВС, что в свою очередь улучшает управляемость автомобиля, облегчает оптимальное расположение трансмиссии и позволяет сделать более просторный и удобный салон. Ещё одно важное преимущество — низкий уровень шумов и вибраций. В 1957 году, после успешной демонстрации роторного ДВС крупные автомобильные компании стали интересоваться разработкой. Первыми, кто приобрел лицензию на двигатель, является корпорация Curtiss-Wright, через год, Daimler-Benz, MAN, Friedrich Krupp и Mazda. Но также роторно-поршневой двигатель имеет ряд недостатков – это недолговечность, повышенная токсичность выхлопа «ванкеля», а также неэкономичность. Поэтому данный роторно-поршневой двигатель не получает должного развития [2].

Для развития и совершенствования двигателей внутреннего сгорания есть нереализованный потенциал. Первым и главным решением является снижение

расхода топлива. Достигнуть существенное уменьшение расхода топлива возможно в связи с внесением в конструкцию ряд технических новшеств.

Первым изменением стал переход от карбюраторных двигателей к двигателям впрысковым. Система впрыскивания обеспечивает подачу топлива в цилиндры под высоким давлением, в следствии чего, происходит его тонкое распыление и хорошее смешивание с воздухом. В ходе сжатия топливо впрыскивается в камеру сгорания точно отмеренными порциями до 5-7 раз. Использование наддува, увеличение числа клапанов, повышение степени сжатия также позволили более полно сжигать рабочую смесь. Совершенствование формы камеры сгорания, днища поршней, применение систем с регулируемыми фазами газораспределения способствовали улучшению процессов смесеобразования. В связи с данными изменениями двигатель может работать на более дешевых смесях, при этом происходит экономия топлива и снижается выброс вредных веществ. В современных автомобилях очень распространено применение системы старт-стоп, дающая экономию топлива в движении по городу. Данная система запускается автоматически при остановке автомобиля. Включение системы старт-стоп в автомобилях с механической коробкой передач производится при нажатии педали сцепления, в автомобилях с автоматической коробкой передач при отпускании педали тормоза [1].

Впервые система рекуперации энергии торможения появилась на гибридных автомобилях, постепенно внедрилась и на обычные. Кинетическая энергия останавливающего автомобиля, которая раньше растрачивалась на нагрев деталей тормозной системы, сейчас преобразуется в электрическую и используется для подзарядки аккумулятора. Снижается потребление топлива до 3%. Существенным обстоятельством является то, что изменение технических характеристик двигателей внутреннего сгорания происходит при значительном уменьшение их объема.

Лучшим двигателем в 2010 году признан TSI 1,4, он развивает мощность до 178 л.с., при объеме 1390 см3. За последние 20-30 лет расход топлива был снижен в два раза. В результате уменьшается потребление топлива и соответственно выброс вредных веществ в окружающую среду.

Все вышеперечисленные способы уменьшают вредное влияние на окружающею среду за счет развития технических характеристик. Также в мире разработан ряд систем, применение которых приведут к уменьшению количества вредных веществ в выхлопных газах.

К таким относят – каталитический нейтрализатор – и систему рециркуляции выхлопных газов EGR. При вступлении в химическую реакцию вредных веществ содержащиеся в выхлопных газах, с веществами находящимися в каталитическом нейтрализаторе происходит распад веществ на безопасные элементы.

Система Exhaust Gas Recirculation имеет более узкое назначение. Ее цель - уменьшение содержания оксидов азота в выхлопных газах, в момент ускорения

или при прогреве, т.е. в тот период, когда работа двигателя происходит на обогащённой смеси. Задача системы заключается в возврате выхлопных газов обратно в цилиндр. Данный принцип приводит к снижению температуры горения и уменьшению концентрации оксидов азота.

Приведенные выше системы - универсальны, поэтому они применяются на бензиновых и дизельных моторах. Подводя итог, можно сделать выводы, что еще несколько десятилетий мы будем применять двигатели внутреннего сгорания. Об этом технические и экономические факторы. Отработанная технология по изготовлению ДВС позволяет получать низкую стоимость. Развитие процесса модернизации улучшает характеристики двигателей и снижает выброс вредных веществ в окружающую среду [3].

Но человечество не стоит на месте и уже ищет альтернативу двигателям внутреннего сгорания. К новым видам ДВС можно отнести автомобили с электродвигателями. Некоторые страны: Великобритания, Германия, Нидерланды и Норвегия, а также несколько американских штатов предлагают к 2050 году полностью отказаться от использования и продажи автомобилей с двигателем внутреннего сгорания в пользу литий-ионных аккумуляторов. Но данное производство не носит массового выпуска по ряду причин. К таким относят: «недостаток» электроэнергии, долгий заряд аккумулятора, дорогое «топливо», электромобили не подходят для длинных поездок и холодного климата.

При подсчете независимого американского агентства в США 197,5 млн электромобилей могут быть заряжены в период спада нагрузки на электросеть, т.е. ночью. В Европе, где развита альтернативная энергетика, особенно в Дании, Норвегии – это совсем не является проблемой. Так как там уже испытывают избыток генерации.

При «медленной» зарядке аккумулятора этот процесс занимает от 4 до 8 часов. При «быстрой» зарядке от станции постоянного тока данная процедура занимает 30 мин. В ближайшей перспективе перед разработчиками стоит план сократить это время до 15 мин.

Средний пробег для автомобилистов составляет не более 90 км, но в перспективе электромобили должны иметь возможность преодолевать расстояния на одном заряде в 5 раз больше. В данный момент стали появляться технологии, чтобы повысить емкость батареи. Также огромное значение на электромобиль оказывает температура. При температуре -30°С и ниже передвижение на электромобилях возможно, правда, при включенной печке, что влечет за собой потребление «топлива» и сокращает пробег. Второй недостаток — при минусовой температуре литий-ионный аккумулятор менее охотно отдаёт энергию — исправлен при помощи подогрева батареи. Также в России стоит остро вопрос заряда батареи, единичные заправки имеют розетки для «пополнения» энергии. В европейских странах при покупке экологически чистого автомобиля имеются льготы на покупку и использование данного средства передвижения.

Рост продаж экологически чистых автомобилей во многих странах стимулирован правительственной поддержкой. При отсутствии помощи со стороны государства спрос на электромобили стремительно падает.

Многочисленные попытки создать достойную альтернативу двигателям внутреннего сгорания пока не увенчались успехом. Для внедрения электромобилей в серийное производство понадобятся громадные капиталовложения и длительный промежуток времени.

Список литературы

1. Панин, В.Ф. Теоретические основы защиты окружающей среды [Текст]/ В.Ф. Панин – Конспект лекций по учебной дисциплине. Томск: ТПУ, 2009. – 115 с.

2. Исаев, И.Ю. Роторные двигатели – прошлое и будущее [Текст] / И.Ю. Исаев – 2018.

3. Митрофанов, С.В. О ДВС, его резервах и перспективах развития глазами специалиста [Электронный ресурс]/ С.В. Митрофанов – 2012.

УДК 629.3.027.5:678.4

Барыкин К.В., Деревянченко С.О., Титова И.В.

СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье рассмотрен процесс производства автомобильных шин. Описаны характерные отличия видов сборки и различия материалов из которых состоит автомобильная шина.*

Ключевые слова: *резиновая смесь, корд, послойная сборка, вулканизация.*

Abstract. *The article considers the process of production of automobile tires. The characteristic differences between the types of assembly and the differences in the materials of which the car tire consists are described.*

Key words: *rubber compound, cord, layer-by-layer assembly, vulcanization.*

В настоящее время на характеристики и качества автошины важнейшее влияние оказывает состав резиновой смеси. Прочность и износостойкость, устойчивость и сезонность полностью зависят от исходных компонентов резины. В результате, условия ее эксплуатации будут зависеть именно от того, из какого материала сделана та или иная покрышка [2].

Важнейшим и основным элементом при изготовлении является каучуковый материал (может быть натурального или искусственного происхождения). Он является базой, на которой будет происходить создание резиновой смеси. Основное свойство каучука состоит в обеспечении покрышек,

должным уровнем эластичности и мягкости. Благодаря этому свойству возможно достижение необходимого показателя сцепления шин с поверхностью дорожного покрытия. При использовании натурального каучука используется сырье естественного (природного) происхождения, отличается более высокой стоимостью (по сравнению с синтетическим аналогом каучука, получаемым в результате проведения специальной обработки с использованием определенных химических веществ). Поэтому, в связи с более низкой стоимостью материала, искусственный (синтетический) каучук широко используется производителями покрышек при производстве [3].

Следующий после каучука в составе по процентному содержанию компонент – технический углерод (иногда употребляют название «сажа»). Зачастую подобный материал именуется как «сажа». Технический углерод действует на молекулярном уровне. Благодаря данному компоненту удаётся достичь необходимого скопления составных волокон смеси, вследствие чего происходит обеспечение соответствующего уровня прочности, и устойчивости к износу. Наиболее часто в качестве технического углерода используют сажу. Однако нередко в качестве его альтернативных вариантов возможно применение серы, или кремниевой кислоты.

Также составными компонентами резиновой смеси резиновой смеси покрышек являются различные маслянистые компоненты и смолы. Эти элементы являются вспомогательными материалами, их применение осуществляется в малом количестве относительно других компонентов. Благодаря действию масел и смол осуществляют регулировку степени жесткости резины (для необходимого типа дорожного полотна), делая их более твердыми, или наоборот, более мягкими. Также для данной цели возможно использование микрочастиц различных металлов – цинка, никеля, свинца.

Важнейшей силовой частью покрышки является каркас шины. Его выполняют из нескольких слоев специальной ткани – корда. Корд необходим для выдерживания давление сжатого воздуха изнутри и нагрузки от дороги снаружи. В качестве материала нитей могут использоваться хлопок, нейлон, металлическая проволока, стекловолокно, и прочие материалы. Большой надёжностью отличается брекер со свитыми из тонких стальных проволок нитями корда. Данный корд, в сравнении с текстильными, имеет растяжение, меньшее на порядок. Однако при этом он имеет следующие недостатки: плохо выдерживает нагрузки на низкочастотном покрытии, в случае прокола шины, при попадании воды в брекер (особенно с химическими реагентами), быстро разрушается от коррозии. В настоящее время используют шины с диагональным и радиальным расположением нитей корда. В диагональных шинах нити корда расположены перекрестно при угле наклона в 35-38°. Соответственно, происходит соединение боковин покрышки по диагонали. В радиальных шинах нити корда располагаются под прямым углом (по отношению к бортам) (рис.).



Рисунок. Варианты расположения нитей корда шины

Основные достоинства радиальных шин проявляются в хорошем сцеплении с дорогой, малом сопротивлении качению, и большим сроком службы. Радиальные шины являются наиболее современными, их использование предпочтительнее, нежели диагональных. Поэтому именно они используются на автомобилях в большинстве случаев, обеспечивая машину лучшей устойчивостью, экономичностью и динамичностью движения.

Сборка покрышек производится в виде очень сложного комплекса многочисленных операций на барабанах сборочных станков, агрегатов или поточных линий. Является крайне ответственным и самым трудоёмким процессом в технологии производства шин. Повышенная трудоёмкость сборки возникает в связи с многодетальностью изделия, из-за большого количества сложных ручных операций. Процесс выполняется сборщиком с использованием сборочных станков. При этом используются более десяти различных заготовок. Ввиду разнообразия конструкций, а также потребности в шинах различных размеров, был создан многочисленный парк сборочных станков. Их классификация построена на совокупности большого числа признаков.

Сборочным станкам необходимо соответствовать требованиям прецизионности и стабильности при выполнении технологических операций, при снижении дисбаланса (благодаря повышенной однородности и распределенности материалов) и достижении равномерного натяжения нитей корда в различных слоях каркаса. Требованиями установлены допустимые отклонения размеров (компонентов, деталей, шины), обеспечение точности наложения и центрирования слоёв корда, равномерности размещения их стыков по периметру каркаса, качество прикатки всех составных деталей. Станки, а также способы сборки классифицируют в зависимости от конструкции сборочных барабанов.

По форме наружной поверхности различают полуплоские, полудорновые, дорновые сборочные барабаны. По виду сборки выделяют барабаны

складывающиеся, разборные, разжимные, с изменяющимися и с постоянными геометрическими размерами. Параметры сборочных станков указаны в ГОСТ 15940-80. Также выделяют следующие основных способы наложения слоёв при сборке покрышки: послойный и браслетный.

Послойный способ сборки покрышек является наиболее распространённым, при этом соответствует необходимым требованиям прецизионности шин. В процессе работы количество кареток с валиками обрезиненного корда соответствуют числу слоёв покрышки. Их, а также другие заготовки (полуфабрикаты) автоматизированным способом посредством системы транспорта доставляют к определённым питателям сборочных станков. В этот момент происходит перематывание корда на валики питателей. Далее на сборочный барабан станка необходимо последовательно наложить, а после провести прикатывание слоёв корда, резиновых прослоек, усилительных ленточек, а также деталей бортов, протектора и боковины (при этом необходимо соблюдать точность центрирования, и регламентированную равномерность вытягивания). Отклонения угла наклона нитей корда составляют не более 1-2%. Благодаря этому запас пресности покрышки увеличивается приблизительно на 10%, при этом, соответственно, возрастает ресурс шины. Конструкцию питателя выбирают исходя из требований отсутствия изменений геометрических размеров каждой детали при сборке, а также от удобства обслуживания самого питателя. На станках для сборки легковых и грузовых покрышек чаще всего используют автоматизированные ролико-прокладочные питатели башенного типа. Главным их недостатком является громоздкость. Также возможна сборка легковых покрышек при помощи ролико-прокладочных питателей барабанного типа. Их преимущества заключаются в более высокой геометрической точности, меньших габаритах самих питателей, и их увеличенная ёмкость [1].

В основе браслетного способа сборки покрышек предполагается надевание готовых каркасных (или брекерных браслетов) из двух и более слоёв корда на сборочный барабан станка. А настоящее время данный способ продолжает активно совершенствоваться и развиваться. Тем не менее, он является менее перспективным по сравнению с послойным способом. Ввиду меньшего обеспечения сохранения геометрических размеров. Рассмотрим технологический процесс сборки этим способом.

Сначала происходит надевание первого браслета на питатель-расширитель с дальнейшим центрированием приспособления при сложенном барабане. После проводят его расширение до необходимого размера. Затем совершают поворот расширителя на 90°, перемещая в позицию надевания браслета, захватываемого натягивающим механизмом. Происходит его надевание (натягивание) на сборочный барабан, снова проводят центрирование по центральной (осевой) линии, используя для этого оптический указатель. Процесс проходит при необходимых периодических остановках механизма надевания. Далее браслет прикатывают по цилиндрической части сборочного

барабана, вручную проводя обжимание кромок по плечикам, с дальнейшим прикатыванием. После завершения надевания двух браслетов при помощи механизмов обработки борта устанавливают бортовые крылья, производят заворот кромок на крыло, прикатывание бортов прикатчиками. По окончанию процесса надевания брекерного браслета накладывают бортовую ленту, осуществляют навивку горячего протектора и боковин лентой резиновой смеси (при этом лента – различного сечения), поступающей непосредственно с экструдера через охлаждающие барабаны (для избежания подвулканизации).

Следующим процессом после сборки является вулканизация. Необходима для преобразования каучука в резину. Во время её проведения происходит объединение линейных молекул каучука в цельную вулканизационную сетку с единой кристаллической решеткой. Её создание в трехмерном пространстве обусловлено поперечными химическими связями, ввиду того, что каучук легко теряет стабильное состояние при внешнем воздействии на него.

В настоящее время, используемое вулканизирующее оборудование позволяет производить единовременную вулканизацию только одной максимум двух заготовок. Соответствующее оборудование называется индивидуальными вулканизаторами. Работа таких вулканизаторов от начал загрузки заготовки и вплоть до её выгрузки в виде готового изделия полностью автоматизирована.

В соответствие с конструкцией и размерами выделяют одноместные, двухместные, а также малогабаритные вулканизаторы. Создание требуемого давления в них возможно благодаря гидравлическим устройствам. В производстве при изготовлении шин, как правило, используют одноместные (или двухместные) вулканизаторы автоклавного типа, для изготовления автопокрышек. Особенностью вулканизации автомобильных покрышек является процесс изготовления, при котором достигаются необходимые регламентированные соединения между всеми деталями покрышки, и придание ей определенной формы. Для того, чтобы обеспечить необходимое внутреннее давление при вулканизации, необходимо применять эластичные формы, устанавливаемые (закладываемые) внутрь покрышек. Эти формы называются варочными камерами.

Варочная камера имеет вид полого резинового кольца с утолщенным сердечником, снабженным вентилем, через который в полость варочной камеры поступает перегретая вода и пар. Перед вводом перегретой воды варочные камеры обычно прогревают насыщенным паром. Через специальное устройство с системой трубопроводов, по которым согласно установленному режиму вулканизации подают необходимый теплоноситель или агент давления. Далее вулканизатор закрывают, при этом стенки полуформ смыкаются. Внутрь варочной камеры для ее прогрева сначала подают насыщенный пар под давлением до 1,3 МПа, а затем под давлением 2–2,5 МПа перегретую воду с температурой 175–180 ºС для обеспечения прессующего давления на покрышку с целью ее окончательного формования и вулканизации. Под действием перегретой воды, находящейся под давлением, варочная камера раздувается и

плотно прижимает невулканизованную покрышку к поверхности формы, благодаря чему на поверхности покрышки отпечатывается рисунок, выгравированный на форме, и происходит прочное соединение всех слоев. Воздух, находившийся в форме, удаляется в полость паровой камеры через просверленные в форме отверстия. При вулканизации покрышки внутрь паровой камеры индивидуального вулканизатора подают греющий насыщенный водяной пар с температурой 140–170 ºС. Продолжительность вулканизации зависит от размеров покрышки и параметров применяемых теплоносителей. По окончании вулканизации из варочной камеры удаляют перегретую воду, а из паровой камеры – греющий пар. В некоторых случаях производят охлаждение вулканизованных покрышек под давлением, для чего внутрь варочной и паровой камер подают охлажденную воду. После удаления из паровой и варочной камер теплоносителей открывают вулканизатор и извлекают вулканизованную покрышку. После извлечения покрышки из вулканизатора она обладает своей законченной формой и всеми своими свойствами [4].

Таким образом, проведя изучение современных технологий изготовления автомобильных шин, можно сделать вывод, что процесс изготовления автомобильных покрышек является многогранной и многоуровневой структурой производства, в которой наиболее важным и самым сложным этапом является процесс сборки. Стоит выделить послойный способ сборки, как наиболее перспективный и технологичный. Также данный способ позволяет обеспечить высокий уровень производительности при производстве покрышек.

Список литературы

1. Баранов, Ю.Н. Оборудование для шиномонтажа и балансировки колес: методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Типаж и эксплуатация технологического оборудования» студентами агроинженерного факультета [Текст] / Воронеж. гос. аграр. ун-т; [сост. Ю.Н. Баранов, А.И. Королев]. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – 31 с.

2. Лямзаев, А.И. Оценка надежности шин автотракторных средств: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.03 / А. И. Лямзаев[Текст]; Моск. гос. агроинженер. ун-т; науч. рук. О. Н. Дидманидзе. – М.: Моск. гос. агроинженер. ун-т, 2008. – 16 с.

3. Яворский, Ю. Резина в автомобилях [Текст] / Ю. Яворский; пер. с пол. А.М. Спички. – Ленинград: Машиностроение, 1980. – 360 с.

4. Никитин, Ю.Н. Технология пневматических шин: учебное пособие для вузов [Текст] / Ю.Н. Никитин. – Омск: Изд-во филиала ФГБОУ ВПО «МГУТУ имени К.Г. Разумовского» в г. Омске, 2014. – 176 с.

УДК 621.7-2:621.359

Фокша Е.Г., Астанин В.К.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕМ ЖЕЛЕЗИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ МАШИН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация: *статья посвящена вопросу восстановления корпусных деталей машин методом электроосаждения железистых материалов. Проанализированы существующие методы восстановления, с целью выявления наиболее перспективного способа железнения. Приведены процентные данные.*

Summary: *the article is devoted to the problem of restoring machine parts through the electrodeposition of iron-containing materials. The restoration methods are analyzed to determine the most promising way of ironing. The data is in percentage.*

Ключевые слова: *восстановление, электроосаждение, корпусная деталь, отверстие.*

Key words: *renovation, electrodeposition, bodypart, orifice.*

В последние годы в Российской Федерации усиленно развивается сельское хозяйство, что неизбежно влечёт за собой приумножение количества работающих машин, эксплуатируемых в различных хозяйствах. Следовательно, выходящие из строя машины, дорогостоящие запасные части их обслуживание, низкое качество изготовления комплектующих и материалов - вынуждают сосредоточиться на совершенствовании и оптимизации существующих методов восстановления деталей. Должное внимание стоит уделить восстановлению корпусных деталей машин, а конкретно посадочных отверстий для подшипников качения. Так как стоимость восстановленных деталей лежит в пределах 35-50% от стоимости новых, то в затратах на ремонт машин затраты на запасные части составляют 55-65%.[4]

В связи с вышеуказанным утверждением, разработка технологии восстановления деталей является актуальной.

Основные способы восстановления корпусных деталей: установка ремонтной втулки и метод горячей сварки. Однако послеремонтный ресурс таких деталей ниже, чем новых, в процессе ремонта используются дорогостоящие материалы и методы обработки. Один из высокоперспективных способов и есть – электроосаждение железистых покрытий в текучем электролите. Электролитическое осаждение применяется при восстановлении деталей с износами от нескольких микрометров до 3-4 мм. В качестве электролитов применяются сернокислые, на основе серной кислоты (H_2SO_4) и солей металлов, и хлористые электролиты, на основе соляной кислоты (HCL) и её солей.

Особенностью гальванопокрытия является высокая антикоррозионность, износостойкость и низкая себестоимость восстановленных деталей, покрытие легко подаётся предварительной и окончательной обработке. При

электроосаждении не проводится нагрев детали, имеется возможность осаждения электролитических сплавов, причем последовательность нанесения слоёв может варьироваться от мягких, обеспечивающих хорошую сцепляемость с основным металлом, до твёрдых, обладающих высокой износостойкостью; имеется возможность повторно (многократного) восстановления поверхности, подверженной износу; возможностью восстановления «в размер» изношенной поверхности. Габаритные размеры и вес оборудования для железнения не большие и дают возможность использовать их как мобильные устройства.

Технология нанесения покрытия включает следующие операции:

- механическая обработка, для придания правильной формы и удаления следов износа;

- защита не покрываемых поверхностей изоляционным лаком;

- нанесение покрытия ванным или вне ванным способом. При этом катодом является деталь, анодом – стержень или лист низкоуглеродистой стали. Происходит осаждение металла на восстанавливаемую поверхность. Процесс нанесения, как чистого электролитического железа, так и с добавлением легирующих добавок ведётся при температуре 20-35^{o}C.

Корпуса деталей машин часто имею-т большие размеры, что достаточно затрудняет восстановление посадочных отверстий электролитическими покрытиями ванным способом. Поэтому железнение осуществляется вне ванным способом.

При вне ванном способе восстановления детали в месте износа создаётся электролитическая ячейка, которая выполняет функции ванны. Полости ячейки заполняются электролитом, деталь подключается к электропитанию как катод. Анод устанавливается внутри ячейки. Так как объём ячейки не большой, необходимо прокачивать электролит через ячейку с целью поддержания концентрации солей в его составе.[5]

Микротвёрдость получаемых покрытий железнением находится в пределах от 220 до 635 кгс/мм^2, соответствуя 22…63 HRC. Микротвёрдость покрытия зависит от режимов осаждения. Наиболее лучшие покрытия по своим физико-механическим свойствам получаются на переменном и импульсных токах.

Эффективность процесса железнения в 10-20 раз больше, чем при хромировании. Высокая скорость осаждения металла и дешевизна исходного материала при этом определяет экономическую выгоду процесса осаждения железа.

Приведенные методы обнаружили довольно обширное использование в ремонтном изготовлении, однако с формированием учено-технологического прогресса, возникновением новейших использованных материалов и технологий, имеют необходимость в совершенствовании и модернизации. Усовершенствование способа электроосаждения железистых использованных материалов в корпусных элементах автомобилей дает возможность возрождать корпусные детали в отсутствии нагрева и должен непременно быть ориентирован для увеличения природоохранной защищенности, вещественной

и ресурсной экономии, надёжности научно-технических процессов и свойств получаемого итога. Резерв возрождённого элемента необходим являться не меньше 85% с степени ресурса новейшей, а в эталоне устремляться к 100%.

Электроосаждение железистых материалов, с использованием переменного и импульсного токов, решает поставленные задачи, однако требует исследования режимных и технологических параметров.

Список литературы

1. Астанин, В.К. Износостойкость деталей, восстановленных хромированием на нестационарных режимах осаждения [Текст] / В.К. Астанин, Ю.Ф. Стекольников, В.В. Елщев, Э.М. Санников. –Вестник Мичуринского государственного университета №2, 2017.– С.102-108.
2. Астанин, В.К. Ремонт деталей сельскохозяйственной техники осаждением покрытий железом на переменном токе [Текст] / В.К. Астанин, Ю.А. Стекольников, Н.Ю. Стекольникова, Е.В. Кондрашова. – Вестник Воронежского Аграрного университета, 2016. – Т.47. – №2.
3. Астанин, В.К. Восстановление изношенных деталей сельскохозяйственной техники осаждением гальваническим покрытиями. [Текст] / В.К. Астанин, Ю.А. Стекольников, Н.Ю. Стекольникова, Е.В. Кондрашова. – Вестник Воронежского Аграрного университета, т.47 №3.
4. Живогин, А. А. Восстановление гильз цилиндров дизельных двигателей сельскохозяйственной техники гальваническим композитным покрытием на основе железа. [Текст]. –Диссертация – С.4.
5. Захаров, Ю.А. Анализ способов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей машин [Текст] / Ю.А. Захаров, Е.Г. Рылякин, А.В. Лахно.–Молодой ученный, 2014. – №16. – с.68-71.

УДК 67.02; 631.95

Сидоренков В.Л., Титова И.В, Астанин В.К.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Определена необходимость проектирования отечественного оборудования для переработки полимерных материалов.*

Ключевые слова: *переработка полимеров, полимерные отходы, утилизация*

Abstract. *The necessity of designing domestic equipment for the processing of polymeric materials has been determined.*

Key words: *polymer processing, polymer waste, recycling.*

На сегодняшний день тема рециклинга крупнотоннажных полимерных отходов становится все более актуальной. Российский рынок переработки полимерных отходов имеет огромный потенциал для роста [4].

В мире ежегодно производится около 200 миллионов тонн полимерных материалов. В Российской Федерации производится до 5 миллионов тонн в год. При этом практически все производимые изделия пригодны для переработки без потерь своих характеристик или при незначительном их ухудшении [1].

Сфера переработки полимерных отходов активно развивается, но, к сожалению, реальные темпы развития ниже, чем могли бы быть. Происходит это по следующим причинам:

Отсутствие централизованной системы управления потоками полимерных отходов;

Неразвитость системы раздельного сбора отходов;

Слабая законодательная база, действие которой не направлено на развитие данной отрасли;

Практическое отсутствие государственной поддержки развития перерабатывающих предприятий;

Малое количество перерабатывающего оборудования, приспособленного к российским условиям и производимого в России [2].

Для организации линии по переработке полимерных отходов нет необходимости закупать большой объем оборудования. Основой такой производственной линии служат три устройства: дробилка для измельчения отходов до получения нужной фракции, плавильно-нагревательный агрегат (экструдер) и формовочный пресс [6]. Дополнительно, естественно, понадобятся пресс-формы, а также вспомогательные установки: шнековые и ленточные конвейеры, системы подачи и дозирования смеси [3].

Вначале необходимо приобрести измельчитель пластика. Лучше всего подходит радиальная дробилка. Это позволит снизить затраты на сырье, поскольку стоимость готового полимера значительно выше дробленых б/у отходов. А измельчитель может перерабатывать абсолютно всё: банки, бутылки, канистры, пленки и т. д. Но необходимо найти добросовестного поставщика отходов, который сможет выполнять условия по поставке сырья.

Следующий элемент - экструдер. Задача плавильной установки – в разогреве и смешивании всех компонентов в единую массу до получения необходимой консистенции [5]. Производительность этих машин может достигать 1000 кг/ч, поэтому подбирать аппарат необходимо в соответствии с вашими потребностями.

Третья основная машина в производственной линии – пресс формовочный. Важным условием является возможность изменять размеры рабочей поверхности. Данный фактор необходим для размещения различных пресс-форм (бордюрных, черепичных и пр.). Кстати, на их стоимости лучше не экономить. Дело в том, что только качественные формы, выполненные из

легированных сталей с термозакалкой, способны прослужить долго и выдержать до 5 миллионов формовок.

Не смотря на простоту эксплуатации полимерпесчаного оборудования, процесс пуска и настройки должны производить профессионалы, имеющие опыт в данной сфере. При этом необходимо произвести инструктаж обслуживающего персонала производственной линии.

Поэтому мы предлагаем проект технологической линии с полным циклом переработки отходов, начиная от сбора и заканчивая производством готовых изделий.

Проектируемая конструкция представляет собой установку для формования изделий различной формы из песко-полимерной смеси, полученной в результате переработки использованных деталей сельскохозяйственной техники, а также другого полимерного мусора. В приведенном в данной работе варианте установка служит для формирования тротуарной плитки различных цветов и размеров (на эскизе – форма для изготовления плитки размером 330*330 мм и толщиной 60 мм. Также возможна замена

- бордюры, водостоки;
- напольные покрытия;
- кровельные покрытия.

При изготовлении тротуарной плитки толщина изделий более 60мм позволяет плитке выдерживать движение и стоянку любой сельскохозяйственной техники (до 40 тонн). Для сравнения, бетонная тротуарная плитка толщиной 60 мм выдержит только транспортные средства массой до 8 тонн и в основном предназначается для стоянок легковых автомобилей. Для стоянки тяжелой техники необходима бетонная плитка толщиной 100 мм.

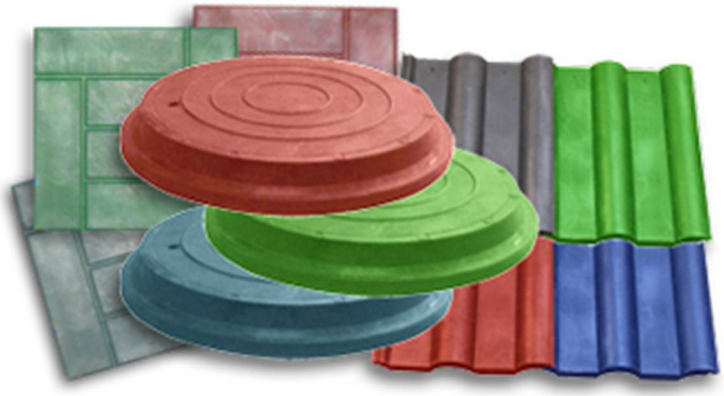
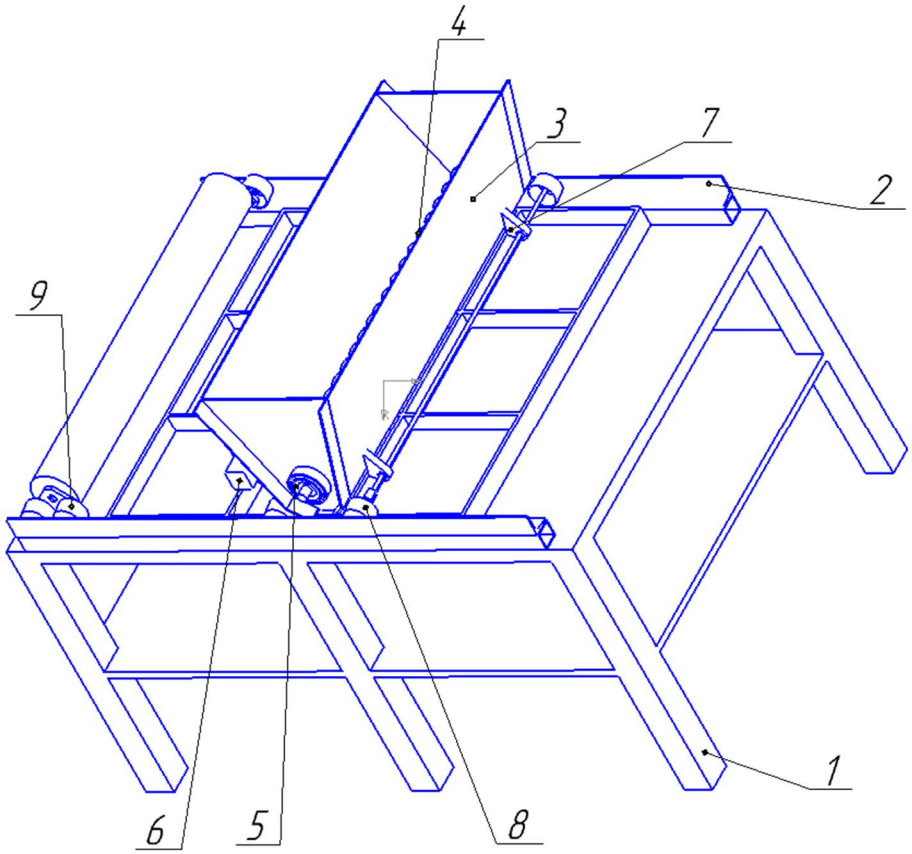


Рисунок 1. Примеры изделий, производимые из переработанных полимерных отходов

Установка для производства полимерных изделий сельскохозяйственного назначения представляет собой стол 1 с закрепленными по боковым сторонам рельсами 2. Стол рассчитан на рабочую площадь 1030*1030 мм высотой 60 мм.



1 - Стол; 2 -Рельсы;3 - Бункер для хранения пескополимерной смеси; 4- Шнек; 5 - Подшипник; 6 - Шаговый двигатель привода перемещения; 7 - Кронштейн; 8 - Колеса привода бункера; 9 - Колеса перемещения бункера

Рисунок 2. 3D-модель устройства

Шнековый смеситель-распределитель состоит из коробчатого корпуса 3 и шнека 4, посаженного на подшипники 5. На корпусе закрепляются шаговый двигатель 6 и кронштейны 7. В кронштейнах запрессованы подшипники. Передвижение смеситель осуществляет с помощью ременной передачи на приводную ось, на которую одеты колеса 8. Вторая ось служит исключительно для опоры смесителя-распределителя.

Прикатывающий ролик перемещается на таких же колесах 9, что и смеситель, но не имеет электропривода ввиду меньшей массы.

Достоинствами данной установки является ее низкая себестоимость относительно аналогов, отсутствие дорогостоящих компонентов. Производство полимерных изделий на данной установке не требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Совмещение в одном устройстве функций экструдера и пресса позволяет снизить себестоимость технологической линии, что особенно важно при наладке таких линий на небольших предприятиях.

Список литературы

1. Астанин, В. К.Технология мониторинга и рециклинга полимеров : математические аспекты / В. К. Астанин.– Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. – 120 с. – С. 113-117

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

3. Новые реалии вторичной переработки полимерных материалов в России : статья / [К. В. Рзаев, к. э. н., председатель совета директоров ГК «ЭкоТехнологии»] / Журнал «Полимерные материалы», 2015 г, №7 <URL:http://www.polymerbranch.com/3f998e713a6e02287c374fd26835d87e/d14d03f590909f35d3398185f18bba84/magazineclause.pdf>.

4. Методы утилизации и обезвреживания полимерных материалов // Studbooks.net — [Электронный ресурс]. URL: http://studbooks.net/1018269/ekologiya/metody_utilizatsii_obezvrezhivaniya_polimernyh_materialov (дата обращения: 12.11.2018).

5. Отходы в России : мусор или ценный ресурс? / International Finance Corporation (IFC, Группа Всемирного банка) // Чувашская республика – официальный портал органов власти – [Электронный ресурс]. URL: http://gov.cap.ru/UserFiles/orgs/GrvId_63/ifc_waste_in_russia_report.pdf (дата обращения: 06.11.2018).

6. Оборудование для производства полимерпесчаных изделий // www.equipnet.ru – [Электронный ресурс]. URL: http://studbooks.net/1018269/ekologiya/metody_utilizatsii_obezvrezhivaniya_polimernyh_materialov (дата обращения: 15.11.2018).

УДК 621.436.001

Костиков О.М.

ВЛИЯНИЕ ВЫКЛЮЧЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ НА ВИБРАЦИОННУЮ НАГРУЖЕННОСТЬ ТРАКТОРА БЕЛАРУС-1221

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Рассмотрено влияние выключенных цилиндров дизеля Д-260 на вибрационную нагруженность трактора Беларус-1221. Выявлено, что при выключении цилиндров двигателя наблюдается незначительный рост вибронагруженности трактора.*

Ключевые слова: *двигатель, трактор, выключение цилиндров, вибрационная нагруженность.*

Abstract. *Influence of the switched-off cylinders of the d-260 diesel on vibration loading of the Belarus-1221 tractor is considered. We found that the deactivation of engine cylinders, there is a slight increase in vibration of the tractor.*
Key words: *engine, tractor, cylinder shutdown, vibration loading.*

Работа тракторного двигателя характеризуется определенной цикличностью связанной с последовательностью чередования тактом в отдельных его цилиндрах, что приводит к возникновению вибрационных нагрузок, которые пагубно влияют на двигатель, трансмиссию и рабочее место оператора [1, 2, 3, 4, 5]. Поэтому в ходе проектировании двигателя и трактора в их конструкцию закладываются определенные решения, позволяющие снижать влияние вибрации на их узлы и детали и способствовать к улучшению условий на рабочем месте оператора [6].

В статье изучено влияние выключенных цилиндров двигателя на уровни его виброускорений. В качестве объекта испытаний выбран трактор Беларус-1221, оснащенный рядным дизелем Д-260 с шестью цилиндрами. Для определения частоты вращения коленчатого вала двигателя использовался тахометром трактора. Влияние выключенных цилиндров на вибронагруженность трактора определялось на холостом ходу двигателя на различных частотах вращения [1, 2, 3].

Перед приведением испытаний трактора на его двигатель был установлен трехкомпонентный вибропреобразователь АР2038Р, который был закреплен на среднюю часть левой стороны блок картера в зоне оси вращения коленчатого вала и использовался для замера виброускорений с помощью виброметра ОКТАВА-101ВМ [7, 8].

Испытания трактора проводились по следующей схеме. После прогрева дизеля проводились измерения значений виброускорений в октавных полосах и их эквивалентных уровень по трем осям координат на различных режимах при работе на всех цилиндрах. Затем последовательно выключались цилиндры путем отключения линий высокого давления и также на тех же скоростных режимах проводились замеры виброускорений [1, 2, 3].

Испытания трактора проведены при работе двигателя с одним и более выключенными цилиндрами. Выбор выключаемых цилиндров производился исходя из сохранения чередования тактов при его порядке работы 1-5-3-6-2-4. Очередность выключения цилиндров представляла следующую последовательностью чередования тактов расширения:

- при выключенном 1 цилиндре 0-5-3-6-2-4;
- при выключенном 1 и 3 цилиндре 0-5-0-6-2-4;
- при выключенном 1, 2 и 3 цилиндре 0-5-0-6-0-4.;

Результаты измерения значений виброускорений дизеля Д-260 представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Результаты испытаний двигателя трактора при 800 мин$^{-1}$

	0 выключено			1 выключен		
	Значения виброускорений по осям, дБ			Значения виброускорений по осям, дБ		
Среднегеометрические частоты полос, Гц	Z	X	Y	Z	X	Y
1,0	64	74,5	71,9	100,7	102,5	111,5
2,0	98,8	94,5	105,1	102,7	98,2	103,4
4,0	100,9	99,6	107,6	101,3	103	107,6
8,0	114,6	112,2	121,6	125,7	123,1	129,9
16,0	121,9	118,2	127,7	125,9	124	131,3
31,5	128,8	125	135,5	130,3	127,5	136
63,0	127	125,1	130	131,3	129,8	135,2
125,0	128,5	124,9	133,9	133,2	131	137,9
Эквивалентный уровень виброускорений	109,7	106,3	128,9	116,3	113,8	133,8
	1 и 3 выключены			1, 2 и 3 выключены		
	Значения виброускорений по осям, дБ			Значения виброускорений по осям, дБ		
Среднегеометрические частоты полос, Гц	Z	X	Y	Z	X	Y
1,0	97,3	95,6	111,7	96,6	93,2	102,9
2,0	101,4	95,9	107,7	99,1	95,1	105,7
4,0	101,2	100	106	104	98,3	108,3
8,0	123,5	118,8	129,7	122,9	117,4	129,3
16,0	124,1	119,3	130,3	122,3	118,5	128,6
31,5	128,7	124	135,4	127,6	123,4	135,4
63,0	129,9	125,7	134,4	129,1	125,4	134,4
125,0	132,3	127,1	137,3	131,5	126,6	136,7
Эквивалентный уровень виброускорений	115,1	110,6	133,3	114,1	109,2	132,7

Из таблицы видно, что наибольшие виброускорения двигатель воспринимает в направлении оси "у". При вращении коленчатого вала с частотами от 800 до 1500 мин$^{-1}$ для выбранной очередности выключения цилиндров происходит изменение виброускорений от 4,8 до 12,0 %. При росте частоты вращения коленчатого вала до 1500 мин$^{-1}$ виброускорения на соответствующих режимах выключения цилиндров увеличиваются до 6,0 %.

В ходе испытаний установлено, что виброускорения двигателя в направлении всех осей координат не имеют существенных количественных отличаев в диапазоне частот вращения коленчатого вала от 800 до 1500 мин$^{-1}$. При этом, на частоте вращения 800 мин$^{-1}$ меньшие иброускорения соответствуют трем выключенным цилиндрам двигателя, а на частоте вращения 1500 мин$^{-1}$ влияние количества выключенных цилиндров на уровни виброускорений сглаживается.

Таблица 2. Результаты испытаний двигателя трактора при 1500 мин$^{-1}$

	0 выключено			1 выключен		
	Значения виброускорений по осям, дБ			Значения виброускорений по осям, дБ		
Среднегеометрические частоты полос, Гц	Z	X	Y	Z	X	Y
1,0	100,4	96,6	103,9	101	98,6	104,3
2,0	124,5	115,7	123,3	127,2	116,1	122,4
4,0	118	115,5	119,5	118,4	114,3	121,7
8,0	119,7	117,7	121,3	119,2	117,5	123
16,0	132,2	129,9	135,4	135,3	132,6	138
31,5	132,3	130,6	140,6	134,8	132,5	141,6
63,0	144,5	140,6	149,5	145,5	141,7	150,1
125,0	139,3	137,2	145	140,7	138,2	145,9
Эквивалентный уровень виброускорений	122,7	118,4	138,7	127,9	120,5	140,5
	1 и 3 выключены			1, 2 и 3 выключены		
	Значения виброускорений по осям, дБ			Значения виброускорений по осям, дБ		
Среднегеометрические частоты полос, Гц	Z	X	Y	Z	X	Y
1,0	102,8	98,2	111,4	94,4	91,7	97,7
2,0	124,5	115,5	120,2	124,9	114,8	122,2
4,0	117,1	111,8	119,7	119,4	112,8	121,6
8,0	118,4	117	121,3	121	115,9	121,3
16,0	137,6	134	140,1	135,3	130,3	136,9
31,5	134	132	140,2	131,7	131,4	138,2
63,0	145,6	141,5	150	145,5	143,5	150
125,0	140,2	137,5	145	141,8	141	146,7
Эквивалентный уровень виброускорений	126,1	120,7	141,3	129,6	123,6	140,9

Таким образом, исследования показали, что при выключении цилиндров двигателя влияние роста вибронагруженности двигателя не приведет к существенным отрицательным воздействиям как на узлы трактора, так и на рабочее место оператора. Поэтому регулирование мощности двигателя методом выключением цилиндров даже на серийных двигателях представляет собой эффективное решение по улучшению топливной экономичности сельскохозяйственных тракторов.

Список литературы

1. Конструкция тракторов и автомобилей [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, А. В. Ворохобин, О. С. Ведринский: Учебное пособие для ВУЗов – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2011. – 429 с.

2. Костиков, О. М. Оценка эффективности регулирования мощности двигателей сельскохозяйственных тракторов отключением цилиндров [Текст] /

О. М. Костиков, Н. Р. Сурин // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции. – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 99-104.

3. Поливаев, О.И. Выбор оптимальных характеристик упругодемпфирующих приводов ведущих колес тракторов [Текст] / О. И. Поливаев, С. Н. Пиляев, А. Н. Беляев // В сборнике: Улучшение работоспособности деталей и узлов сельскохозяйственной техники. Сборник научных трудов. Воронеж, 1995. –С.31-38.

4. Поливаев, О.И. Крутильные колебания валов механических трансмиссий [Текст] / О. И. Поливаев, А. Н. Беляев, Е. М. Попов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2000.-№4.-С.28-29.

5. Поливаев, О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства [Текст] / О. И. Поливаев, В. П. Гребнев, А. В. Ворохобин. Учебник для высших учебных заведений. Воронежский ГАУ им. Императора Петра I. Воронеж, 2014.-264с.

6. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. Учебное пособие для вузов -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.-291 с.

7. Поливаев, О.И. Электронные системы управления автотракторных двигателей: учебное пособие [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, О. С. Ведринский. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.-200 с.

8. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Агроинженерия" [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков, О. С. Ведринский .-М.: КНОРУС, 2011.-96 с.

УДК 631.331.54

Булыгин Н.Н., Ожерельев В.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ГНЕЗДОВОГО ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация: *Представлены результаты экспериментальных исследований разработанного высевающего аппарата для посева мелкосеменных культур (на примере люцерны).*

Ключевые слова*: Высевающий аппарат, распределение семян, гнездовой посев, семена люцерны*

Abstract: *Presents the results of experimental studies of the developed seeder for seeding small-seed crops (for example, alfalfa).*

Keywords: *The sowing device, distribution of seeds, nested crops, lucerne seeds.*

Современные конструкции высевающих аппаратов для мелкосеменных культур обладают рядом недостатков. К ним относятся перерасход семян, самоподсев через неплотности сопрягаемых деталей, повреждение движущимися частями аппарата, что нарушает распределение семян и растений в рядке.

Для решения задачи гнездового посева мелкосеменных культур на семенные цели на агроинженерном факультете Воронежского ГАУ был разработан высевающий аппарат с боковым заполнением ячеек, устанавливаемый на свекловичную сеялку [1].

Предварительные опыты позволили определить рациональные параметры ячеек, обеспечивающие заполнение преимущественно по два семени: длина ширина и высота ячейки соответственно 2,5мм, 2мм и 1,5мм а также линейную скорость ячеек диска 0,2м/с [2]. При длине семенной зоны заполнения 60 мм диаметр трубки питателя и ширина камеры должны быть 8 – 10 мм, что позволяет снизить уровень повреждаемости семян.

После серии предварительных опытов были проведены стендовые испытания аппарата. В исследованиях определялись следующие показатели: высев ячейками различного количества семян, т.е. заполнение по одному, по два, по три и по четыре семени, дисперсия количества семян в ячейках, повреждаемость семян в камере высевающего аппарата.

Семена высевались на липкую ленту и определяли показатели высева. Включали стенд с установленным высевающим аппаратом с засыпанными в бункер семенами. В начальный момент для отбора семян использовалась рабочая емкость, после стабилизации высева они фиксировались на липкой ленте транспортера.

В зависимости от скорости высевающего диска и при изменении длины семенной камеры оценивали повреждаемость семян, которую определяли как отношение количества поврежденных семян к общему количеству высеянных. По результатам опытов был определен рациональный диапазон рабочих скоростей диска и конструктивные параметры аппарата.

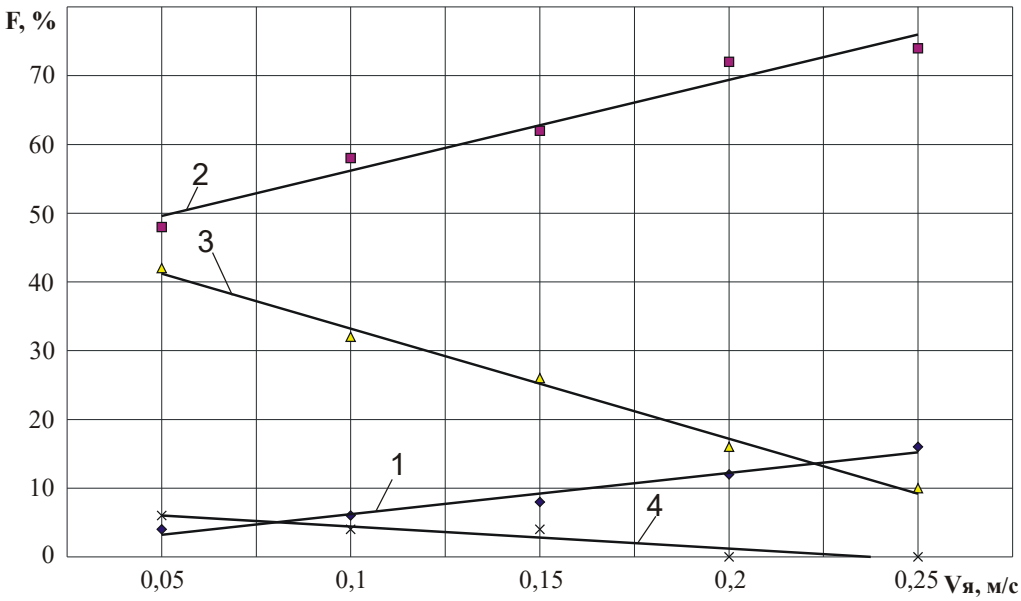
В основном ячейка высевает по 2 – 3 семени, а когда попадаются более крупные или более щуплые семена, она может быть заполнена по 1 – 4 семени (рис.1).

Заполнение по 1 – 2 семени возрастает при увеличении линейной скорости ячеек диска. Это связано с изменением условий заполнения.

На рисунке 2 показано влияние скорости высевающего диска на дисперсию количества семян в ячейках. Наиболее полное заполнение происходит при малых скоростях диска. Скорость ячеек диска 0,2…0,25 м/с обеспечивает наиболее лучший отбор семян.

Однако на качественные показатели дозирования влияют такие параметры как размеры семенной камеры, повреждаемость семян в семенной

камере высевающего аппарата и т.д., поэтому также исследовались эти факторы.



1 – процент гнезд с одним семенем; 2 – с двумя; 3 – с тремя; 4 – с четырьмя семенами

Рисунок 1. Степень заполняемости ячеек в зависимости от их линейной скорости

В нашем случае стояла задача минимизировать размеры семенной камеры, для того, чтобы легче было добиться плотности ее прилегания к высевающему диску для обеспечения условий локальной подачи семян к нижней части диска, то есть максимально сблизить зону заполнения ячеек и зону выгрузки.

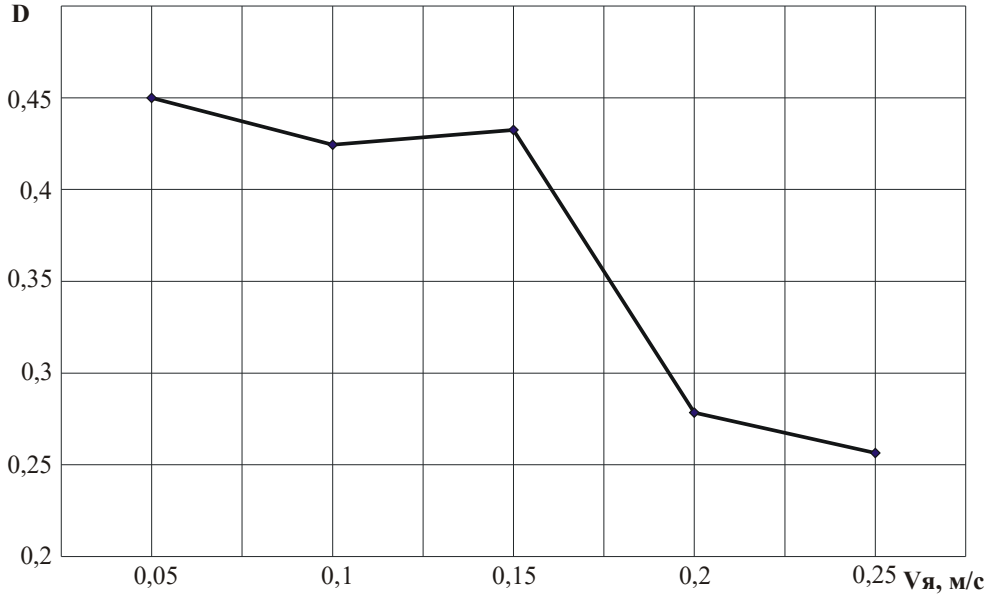
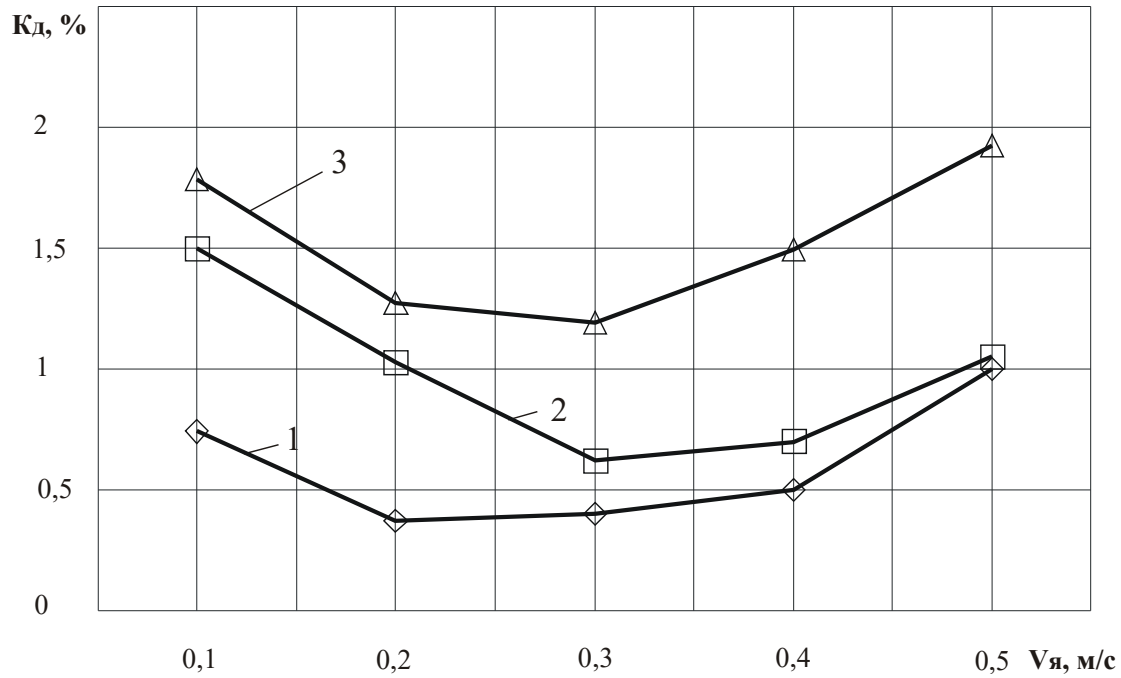


Рисунок 2. Зависимость дисперсии количества семян в ячейках от скорости ячеек диска

На рисунке 3 представлены результаты опытов по влиянию длины семенной камеры на дробление (повреждаемость) семян.



1 – длина камеры 7 см; 2 – 6 см; 3 – 5 см

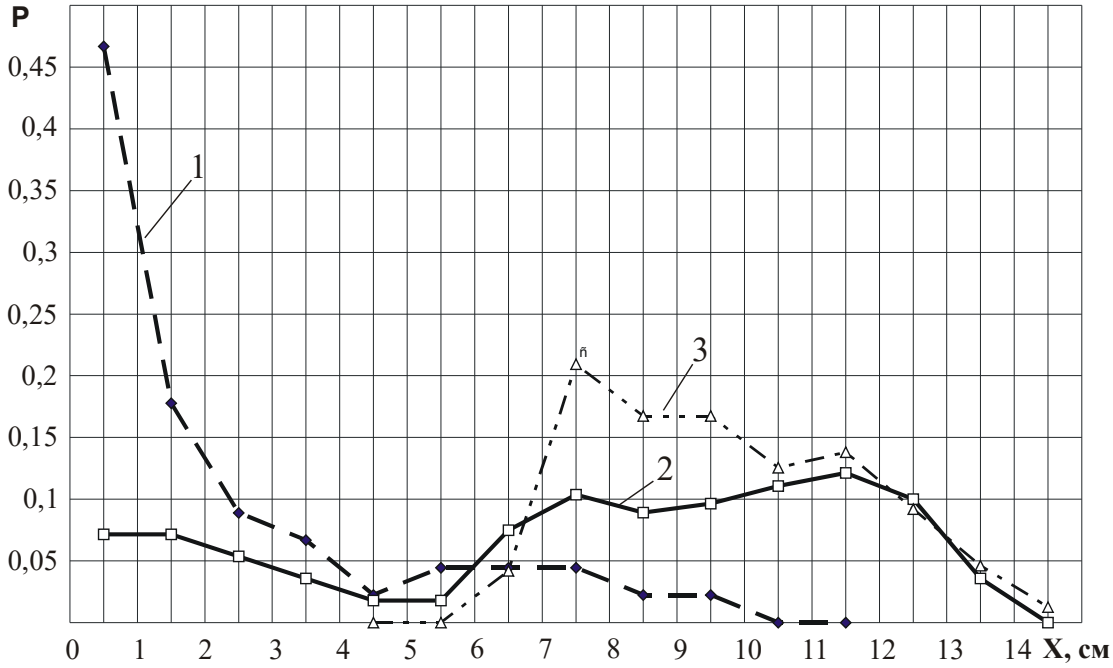
Рисунок 3. Зависимость повреждаемости семян в камере высевающего аппарата от скорости ячеек диска и длины семенной камеры

Когда ячейки заполняются поврежденными семенами, это сказывается на их полевой всхожести, от которой впоследствии будет зависеть урожайность.

При увеличении длины семенной камеры наблюдается снижение повреждаемости семян, что объясняется воздействием семенами организованного дублирующего ряда на семена, заполнившие ячейку. Дублирующий ряд играет роль отражателя лишних семян. При воздействии кромки ячейки на защемленное семя оно может повреждаться. Уменьшение длины семенной камеры меньше определенного значения способствует увеличению дробления семян.

Влияние скорости ячеек на повреждаемость семян следующее. При малой скорости в ячейку проходит большое количество семян, а те, которые прошли не полностью, повреждаются. Наилучшие условия обеспечивает длина камеры 6 – 7см, при скорости ячеек 0,2 – 0,4 м/с.

Полевые опыты позволяют оценить как качество работы высевающего аппарата, так и влияние полевой всхожести на распределение растений. Результаты представлены на рис. 4.



1- базовый вариант; 2 – экспериментальный аппарат
3 – распределение интервалов между центрами гнезд экспериментальным аппаратом

Рисунок 4. Вероятность распределения растений вдоль рядка

На кривой 2 наблюдается два максимума. Первый показывает малые интервалы, которые образуются между растениями в гнездах. Второй максимум отражает интервалы между гнездами.

При использовании базового варианта переоборудования свекловичной сеялки растения составляют почти сплошной рядок. Применение разработанного высевающего аппарата дает лучшее распределение растений. Средний интервал между растениями и среднее квадратическое отклонение интервалов составили соответственно $\overline{m}_p$=8,3 см σ_p=3,8 см. Количество гнезд с одним растением 85%, с двумя 11%, с тремя 4%.

Применение данного высевающего аппарата позволяет достичь снижения нормы высева семян до 0,5…0,7 кг/га. Улучшение распределения растений люцерны приводит к повышению урожайности семян.

Список литературы

1. Труфанов В.В Переоборудование свекловичной сеялки для посева люцерны [Текст]/ В.В. Труфанов, Н.Н. Булыгин // Сельский механизатор. – 2007. – №6. – С. 24 – 25.

2. Булыгин Н.Н. Оптимизация параметров высевного диска для гнездового посева люцерны [Текст] / Н.Н. Булыгин // Вклад молодых ученых в решение проблем аграрной науки: Мат. межрегиональной науч.-практ. конф. молодых ученых – Воронеж: ВГАУ, 2005. – С. 198-200.

УДК 629.1

Костиков О.М.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ И ТРАНСМИССИИ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ TOYOTA

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Приведено описание конструкции энергетической установки и трансмиссии гибридных автомобилей компании TOYOTA. Представлены структурные составляющие системы управления гибридного автомобиля.*

Ключевые слова: *двигатель, гибридная трансмиссия, электродвигатель, электронная система управления .*

Abtract. *The description of the design of the power plant and transmission of Toyota hybrid cars is given. The structural components of the hybrid car control system are presented.*

Key words: *engine, hybrid transmission, electric motor, electronic control system.*

Современные транспортные средства имеют высокие экологические и показатели и хорошую топливную экономичность. Однако в условиях неравномерного движения и чередования режимов замедления, разгона и стоянки с работающим двигателем указанные показатели кардинально ухудшаются [1, 2].

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений решения данной проблемы является применение на транспортных средствах гибридных силовых установок, позволяющих улучшения экологических показателей за счет сочетания преимуществ основного и электрохимического источника энергии. Сегодня многие автомобилестроительные компании в своем модельном ряде имеют гибридные автомобили [3, 4].

Рассмотрим более детально конструктивные особенности гибридных автомобилей одного из мировых лидеров автопрома компании Toyota, в которых реализован совместный гибридный привод (Hybrid Synergy Drive).

На рисунке 1 представлена схема гибридного автомобиля модели RX400h в котором используется гибридная система Toyota-II (THS-II), которая осуществляет оптимальное согласованное управление двигателем внутреннего сгорания и высокоскоростным электродвигателем посредством гибридной трансмиссии, имеющей высокие рабочие характеристики.

В состав гибридного автомобиля Toyota входят: двигатель, гибридная трансмиссия, инвертор, высоковольтная аккумуляторная батарея и задняя трансмиссию. В гибридных автомобилях Toyota применяется система регулирования напряжения, в которой повышающий преобразователь повышает постоянное рабочее напряжение высоковольтной батареи с 288 В до максимального уровня 650 В, а инвертор преобразует постоянный ток в

переменный, чтобы обеспечить работу мотор-генераторов MG1 и MG2, гибридной трансмиссии и мотор-генератора MGR задней трансмиссии на высоком напряжении, а также минимизировать электрические потери, связанные с передачей электрической энергии на малом токе.

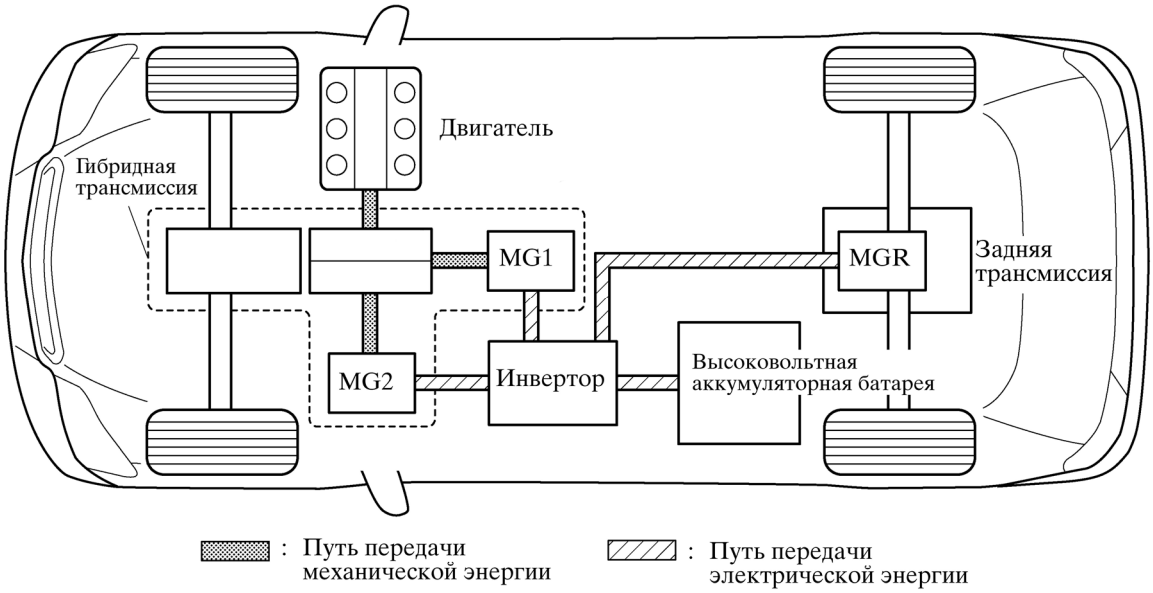


Рисунок 1. Схема гибридного автомобиля Toyota

Гибридная трансмиссии автомобилей Toyota состоит, из MG1, MG2, блока шестерен, узла промежуточной шестерни и редуктора дифференциала (рис. 2). Блок шестерен включает планетарный редуктор электродвигателя MG2 и планетарную передачу деления мощности двигателя и механически связывает двигатель с мотор-генератор MG1 и MG2. Данная система приводит в движение автомобиль, оптимально объединяя тяговые усилия двигателя и мотор-генератора MG2 в соответствии с условиями движения автомобиля на основе мощности, генерируемой двигателем. Планетарная передача деления мощности в гибридной трансмиссии разделяет мощность двигателя на два потока: для привода колес и привода MG1 с тем, чтобы он мог работать в режиме генератора.

В планетарном редукторе электродвигателя солнечная шестерня соединена с выходным валом MG2, а водило закреплено неподвижно. Блок шестерен включает две коронных шестерни планетарной передачи, промежуточную приводную шестерню и парковочную передачу.

Мотор-генератор MG2 является источником дополнительного тягового усилия и по мере необходимости он отдает мощность, помогающую получить высокие динамические характеристики автомобиля, включая плавное трогание с места и разгон. Когда включен рекуперативный тормоз, он преобразует кинетическую энергию автомобиля в электрическую энергию, которая затем запасается в высоковольтной аккумуляторной батарее.

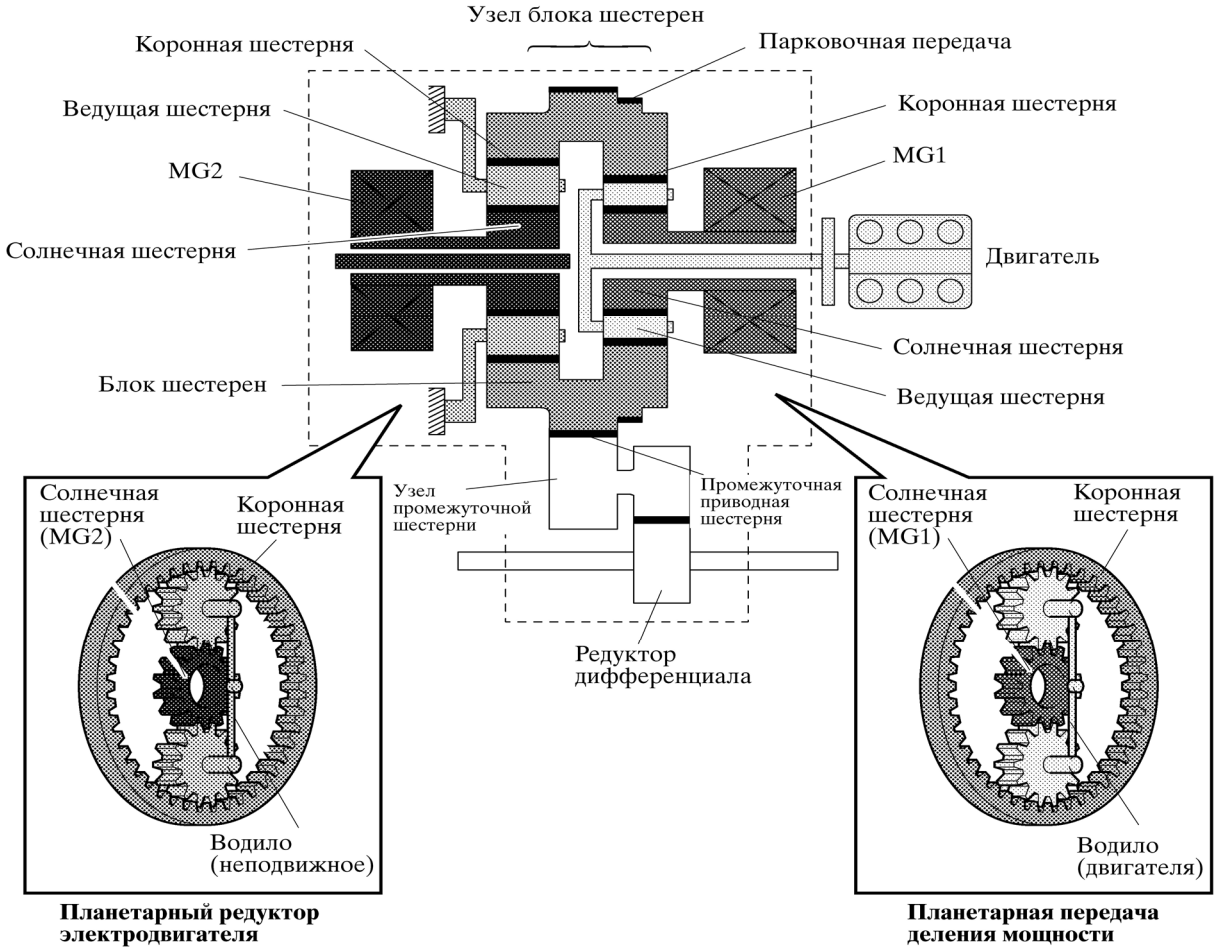


Рисунок 2. Схема гибридной трансмиссии автомобиля Toyota

Мотор-генератор MG1 подзаряжает высоковольтную аккумуляторную батарею и передает электрическую энергию для приведения в движение MG2. Кроме того, регулируя количество генерируемой электроэнергии за счет изменения частоты вращения генератора, MG1 эффективно управляет бесступенчатой трансмиссией. Также MG1 выполняет функции стартера при пуске двигателя.

Схема системы управления гибридных автомобилей Toyota представлена на рисунке 3.

В систему управления гибридных автомобилей Toyota входят следующие компоненты [5, 6].

1. Мотор-генератор MG1, приводится в движение двигателем, генерирует электроэнергию высокого напряжения, которая подается на MG2 или используется для зарядки высоковольтной аккумуляторной батареи. Кроме того, он выполняет функции стартера при пуске двигателя. MG1 работает таким образом, что передаточное число планетарной передачи деления мощности соответствует условиям движения автомобиля.

2. Мотор-генератор MG2, приводится в движение электрической энергией от MG1 или высоковольтной батареи и создает тяговое усилие для передних

колес. Во время торможения, либо, когда педаль акселератора не нажата, он вырабатывает электроэнергию для подзарядки высоковольтной аккумуляторной батареи.

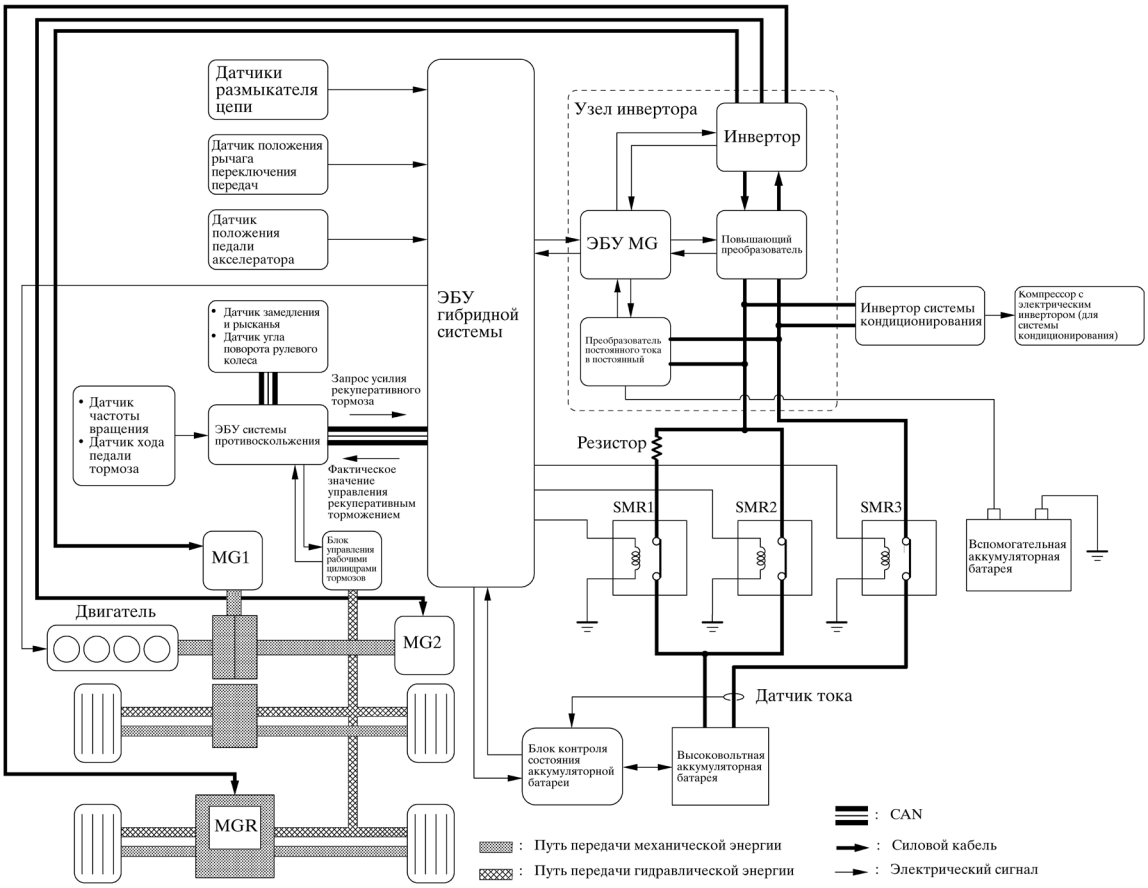


Рисунок 3. Схема системы управления гибридных автомобилей Toyota

3. Высоковольтная аккумуляторная батарея, передает электроэнергию MG1 и MG2 в соответствии с условиями движения автомобиля. Подзарядку аккумуляторной батареи осуществляют MG1 и MG2 в соответствии со степенью ее заряда и условиями движения автомобиля.

4. Узел инвертора включающий:

- инвертор, устройство, преобразующее высокое постоянное напряжение аккумуляторной батареи в переменный ток (MG1 и MG2) и наоборот.

- повышающий преобразователь, устройство, повышающее максимальное постоянное напряжение высоковольтной аккумуляторной батареи с 288 до 650 В и наоборот понижает с 650 до 288 В.

- преобразователь постоянного тока в постоянный, устройство, понижающее максимальное постоянное напряжение с 288 до 12 В для питания компонентов электрооборудования автомобиля, а также для подзарядки вспомогательной аккумуляторной батареи (12 В).

5. Электронный блок управления (ЭБУ) MG, управляет инвертором и повышающим преобразователем в соответствии с сигналами, получаемыми от

ЭБУ гибридной системы и, таким образом, приводит в движение MG1 или MG2 или переключает их в режим генерирования электроэнергии, а также управляет преобразователем постоянного тока в постоянный.

6. ЭБУ гибридной системы, получает информацию от всех датчиков и ЭБУ и, на основании этих данных, рассчитывает требуемый крутящий момент и выходную мощность. ЭБУ гибридной системы передает результаты вычислений в узел инвертора и ЭБУ системы противоскольжения. Включает систему управления дроссельной заслонкой (ETCS-i) в соответствии с заданной частотой вращения двигателя и требуемым тяговым усилием двигателя. Контролирует заряд высоковольтной аккумуляторной батареи. Управляет вентилятором системы охлаждения высоковольтной аккумуляторной батареи.

7. Датчики гибридной системы:

- положения педали акселератора, преобразует положение педали акселератора в электрический сигнал и передает его в ЭБУ гибридной системы.

- положения рычага переключения передач, преобразует положение рычага переключения передач в электрический сигнал и передает его в ЭБУ гибридной системы.

- размыкателя цепи, определяет удар автомобиля при столкновении и передает соответствующий сигнал в ЭБУ гибридной системы. При получении этого сигнала ЭБУ гибридной системы приводит в действие главное реле системы SMR для отключения электропитания.

8. ЭБУ системы противоскольжения, во время торможения рассчитывает требуемое усилие рекуперативного тормоза и передает его в ЭБУ гибридной системы.

9. Блок контроля состояния аккумуляторной батареи, контролирует состояние высоковольтной аккумуляторной батареи и передает эту информацию в ЭБУ гибридной системы, а также контролирует ток повреждения высоковольтной аккумуляторной батареи.

10. Главное реле системы (SMR), разрывает и восстанавливает высоковольтную цепь питания между аккумуляторной батареей и узлом инвертора в соответствии с сигналом от ЭБУ гибридной системы.

Таким образом, на автомобилях Toyota организован совместный гибридный привод, в котором осуществляет оптимальное согласованное управление двигателем внутреннего сгорания и электродвигателями посредством гибридной трансмиссии, имеющей высокие рабочие характеристики.

Оптимизированная внутренняя конструкция MG2 обеспечивает высокий уровень рекуперации энергии, что позволяет значительно экономить топливо. Данная система останавливает двигатель, при работе автомобиля на холостом ходу, а также, насколько возможно, останавливает двигатель в условиях, в которых эффективность его работы низка, обеспечивая работу автомобиля только с использованием MG2. Когда двигатель может работать эффективно, он приводит в движение автомобиль с использованием MG1 и одновременно

генерирует электроэнергию. Рассмотренная гибридная система автомобилей Toyota выполняет высокоэффективное управление передачей энергии, что позволяет добиться существенной экономии топлива.

Список литературы

1. Божко, А.В. Повышение технико-экономических и экологических показателей дизельных двигателей за счет применения газодизельного топлива [Текст] / А.В. Божко // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК Материалы Всероссийской науч.- практ. конф. молодых ученых и специалистов, посвященные 100-летию Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2012. -С. 137-140.
2. Конструкция тракторов и автомобилей [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский: Учебное пособие для ВУЗов – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2011. – 429 с.
3. Поливаев, О.И. Крутильные колебания валов механических трансмиссий [Текст] / О.И. Поливаев, А. Н. Беляев, Е. М. Попов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2000.-№4.-С.28-29.
4. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок [Текст] / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. Учебное пособие для вузов - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.- 291 с.
5. Поливаев, О.И. Электронные системы управления автотракторных двигателей: учебное пособие [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.- 200 с.
6. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Агроинженерия" [Текст] / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский.- М.: КНОРУС, 2011.-96 с.

УДК 546.26

Кречко Л.М., Бородин Ю.В., Субботин Е.А.

О МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ЛИНЕЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР – КАРБИНА И НАНОТРУБОК

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

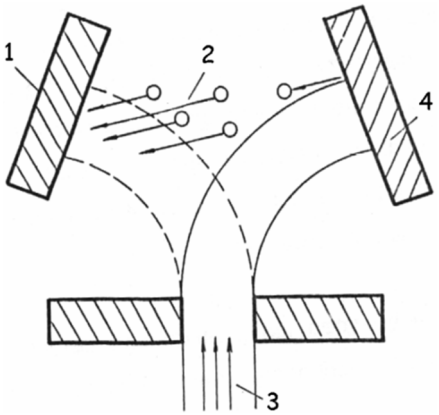
Аннотация. *В статье приводятся теоретические и экспериментальные данные по механическим характеристикам углеродных наноструктур: карбина – линейно-цепочечного полимера углерода и нанотрубки – квазилинейной структуры углерода.*

Ключевые слова: *линейные структуры углерода, карбин, нанотрубки, уникальные механические свойства, прочность, модуль упругости.*

Abstract. *In the article theoretical and experimental data on mechanical properties of carbon nanostructures, such as carbyne – linear-chain carbon polimer and nanotubes – quasi-linear carbon structure, are presented.*

Keywords: *linear carbon structures, carbyne, nanotubes, extremal mechanical properties, strength, modulus of elasticity.*

В настоящее время в технике применяются углеродные материалы с самыми разнообразными свойствами. Это разнообразие связано со способностью атомов углерода образовывать различные аллотропные формы, отличающиеся друг от друга типом гибридизации валентных электронов. Алмаз и графит – две наиболее хорошо изученные основные аллотропные формы углерода – представляют собой пространственный и плоскостной полимеры углерода с sp^3- и sp^2-гибридизацией валентных электронов соответственно. В 1960 году впервые химическим путем был синтезирован линейный полимер углерода на основе sp^1-гибридизации, получивший название карбин [1–2]. Вскоре новая аллотропная форма углерода была обнаружена в природе [3]. Природные образцы карбина, так же как и полученные химическим путем, представляют собой аморфные и мелкодисперсные пленки, порошки и волокна. В 1990 году методом ионно-стимулированной конденсации углерода (рис. 1) впервые были получены монокристаллические пленки карбина [4].

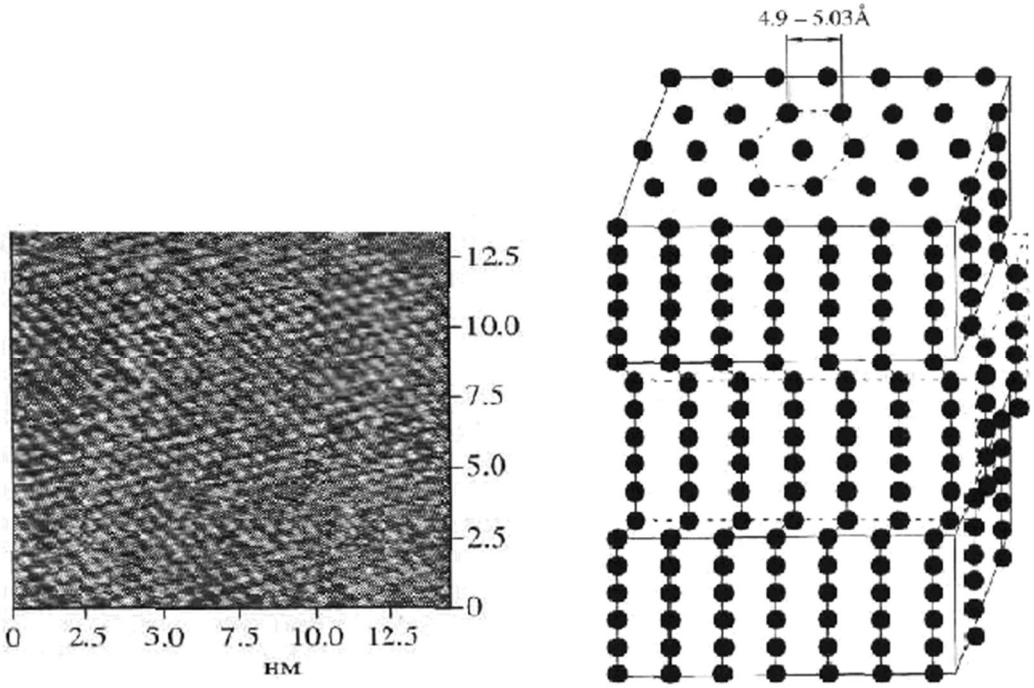


1 – подложка, 2 – поток углерода, 3 – поток ионов аргона, 4 – графитовая мишень

Рисунок 1. Схема метода получения углеродных пленок

Была предложена структурная модель, согласно которой карбин представляет собой многослойную структуру со случайными смещениями между слоями (рис. 2). Каждый слой состоит из плотноупакованных в гексагональную структуру углеродных цепочек, ориентированных нормально к поверхности пленки. Длина С–С-связей 1,28 Å. Кратчайшее расстояние между цепочками 4,9–5,1 Å. Соседние слои соединены между собой зигзагами в

цепочках. Современные технологи позволяют получать карбин только в нанофазе – в виде микрокристаллов (< 1 мкм) и тонких (< 1 мкм) пленок.

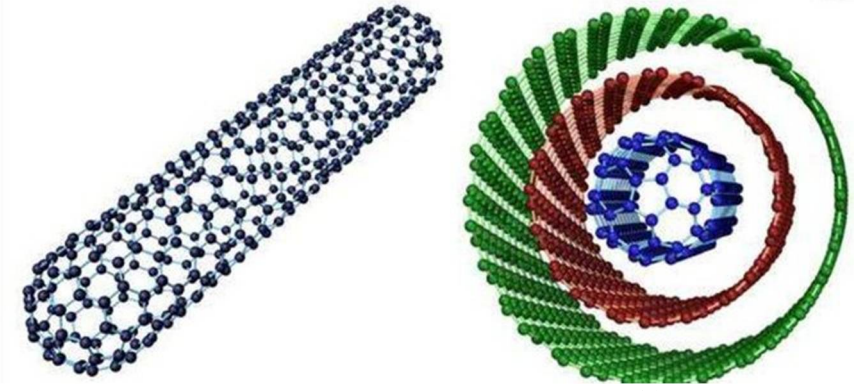


а) *б)*

а) изображение в атомно-силовом микроскопе; *б)* модель атомной структуры

Рисунок 2. Структура монокристаллической плёнки карбина

В 1991 году японским исследователем Иджимой [5] была открыта новая квазилинейная наноструктура углерода – нанотрубка, которая представляет собой одну или несколько свернутых в цилиндр графитовых сеток, образованных шестиугольниками из атомов углерода. Диаметр трубки несколько нанометров, длина более 1 микрона, толщина стенки один атом. Трубки могут быть открытыми или иметь на концах куполообразные наконечники, состоящие из пяти- и шестиугольников (рис. 3).



a) *b)*

a) одностенная нанотрубка; *b)* многостенная нанотрубка

Рисунок 3. Структура углеродной нанотрубки

Углы между связями атомов углерода в нанотрубке не соответствуют ни одному из трех типов гибридизации, это промежуточный тип sp^n-гибридизации, где показатель степени гибридизации n может принимать дробные значения ($2 < n < 3$). Нанотрубки, так же как и фуллерены, открытые в 1985 году, могут быть отнесены к промежуточным аллотропным формам углерода [2].

Новые углеродные структуры сразу привлекли внимание ученых замечательными физическими свойствами, в том числе и механическими. В 1975 году в работе [6] для идеальных нитевидных кристаллов карбина теоретически были предсказаны уникально высокие механические характеристики: прочность на разрыв и модуль упругости. Цепной полимер углерода карбин, имеющий линейную структуру с валентным углом 180^0 и большую величину межатомного взаимодействия в цепи, достаточно близко подходит к классической модели одномерного кристалла. Карбин отвечает максимуму требований, сформулированных ранее для получения материалов с наибольшим значением теоретической и предельно-достижимой прочности, а именно:

1) высокие значения энергий химических связей; 2) отсутствие «слабых» связей в цепи; 3) наибольшее приближение направления всех связей к направлению оси цепи; 4) простейшая кристаллическая структура и максимальная плотность упаковки цепей; 5) отсутствие основных заместителей; 6) достаточно высокая степень полимеризации; 7) отсутствие складчатых структур.

В работе [6] были рассчитаны значения теоретической прочности (прочности идеального кристалла при абсолютном нуле) для карбина – $\sigma_{теор}$=220–230 ГПа, графита – $\sigma_{теор}$=122–138 ГПа и полиэтилена – $\sigma_{теор}$=32–37 ГПа. Теоретический модуль упругости по расчетам для карбина – $E_{теор}$=1790–1820 ГПа, графита – $E_{теор}$=960–1040 ГПа и полиэтилена – $E_{теор}$=236 ГПа. Таким образом, теоретические значения прочности и модуля Юнга для карбина почти вдвое выше, чем для графита, и в несколько раз выше, чем для полиэтилена и других линейных полимеров. Значения предельно-достижимой прочности (при температуре $t_1=20^0$ и $t_2=1000^0$) тоже значительны: $\sigma_{пред\ 1}$=190–200 ГПа и $\sigma_{пред\ 2}$=85–90 ГПа. Аналогичные расчеты, выполненные для других слоистых структур с наиболее высокими механическими характеристиками – нитрида бора, карбида кремния и ряда других, показали, что предельные механические свойства этих материалов ниже, чем у карбина. По мнению авторов [6–7], карбин, полученный в форме бездефектных нитевидных кристаллов или монокристальных волокон может оказаться самым прочным из всех известных материалов.

Из-за малых размеров углеродные нанотрубки обладают практически бездефектной структурой и, как следствие, очень прочны. Теоретические расчеты предсказали уникальные механические характеристики нанотрубок: высокая упругость на изгиб 0,2–1,2 ТПа (сравнимая с алмазом), модуль продольной упругости 1,25–1,8 ТПа (у стали 210 ГПа), высокая прочность на

разрыв 45 ГПа [8]. Значение предельной прочности нанотрубки примерно в 20 раз выше, чем у стали (2 ГПа), но в несколько раз ниже, чем ожидается у карбина.

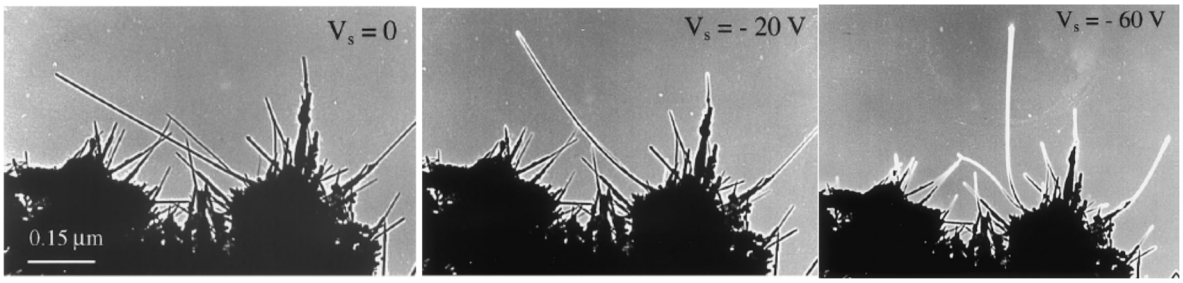
Большой интерес представляют работы [9–11], в которых упругие свойства нанотрубок определялись опытным путем, что является нетривиальной задачей. Экспериментальное исследование упругих свойств наноразмерных объектов традиционными методами затруднено, поскольку испытуемый образец должен быть достаточно большим, чтобы быть зафиксированным держателем. С другой стороны, малый размер наноструктур делает манипуляции с ними крайне сложной задачей, требующей специальной технологии захвата и установки индивидуальной наноструктуры. Если удастся зафиксировать наноразмерный образец, то, чтобы не разрушить его, прикладываемая нагрузка должна иметь величину порядка 10^{-6} Н (что соответствует площади поперечного сечения образца) и затем плавно меняться в этом диапазоне. Поэтому необходимы новые технологии и методики для оценки механических свойств индивидуальных наноструктур.

В работе [9] была проведена оценка модуля продольной упругости одностенных нанотрубок методом наблюдения их температурных вибраций при комнатной температуре в просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ). Экспериментальные исследования механических свойств одностенных нанотрубок затруднены не только их малым диаметром (около 1,4 нм), но и тем, что в процессе синтеза они соединяются в пучки. Нанотрубки, синтезированные лазерным испарением графита, погружались в раствор этанола, затем осаждались на сеточку и высушивались на воздухе. Этим методом получалось выделить изолированные одностенные нанотрубки, которые затем исследовались в электронном микроскопе. Размеры нанотрубок и амплитуда колебаний оценивались с помощью электронных микроснимков, сделанных в ПЭМ. Среднее значение модуля Юнга для 27 исследуемых нанотрубок диаметром 1,0–1,5 нм оказалось E=1,25 ТПа [9].

Авторами работы [10] для измерения упругих свойств нанотрубок был разработан специальный держатель для подачи напряжения на нанотрубку и считывающий электрод. Нанотрубки, полученные методом газового разряда в вакууме, были агломерированы в нить, которая специальным клеем крепилась к золотой проволочке. Считывающий электрод имел на кончике ртутную каплю. Углеродная нить и считывающий электрод хорошо просматривались в ПЭМ, причем на конце нити были видны индивидуальные нанотрубки (рис. 4).

В ходе проведения серии экспериментов на электроды подавалось электрическое напряжение. Углеродная нанотрубка может быть заряжена приложенным извне потенциалом, при этом индуцированный заряд распределяетсяпреимущественно на конце нанотрубки. Электростатическая сила вызывала изгиб нанотрубки, наблюдаемый в ПЭМ (рис. 4). Нанотрубка проявила себя как очень гибкая структура, способная согнуться на 90^0 и вновь восстановить свою оригинальную форму. Величина отклонения зависела от

приложенного напряжения. Этот подход позволяет прилагать нагрузку к индивидуальной наноструктуре и производить прямые измерения предела упругости.

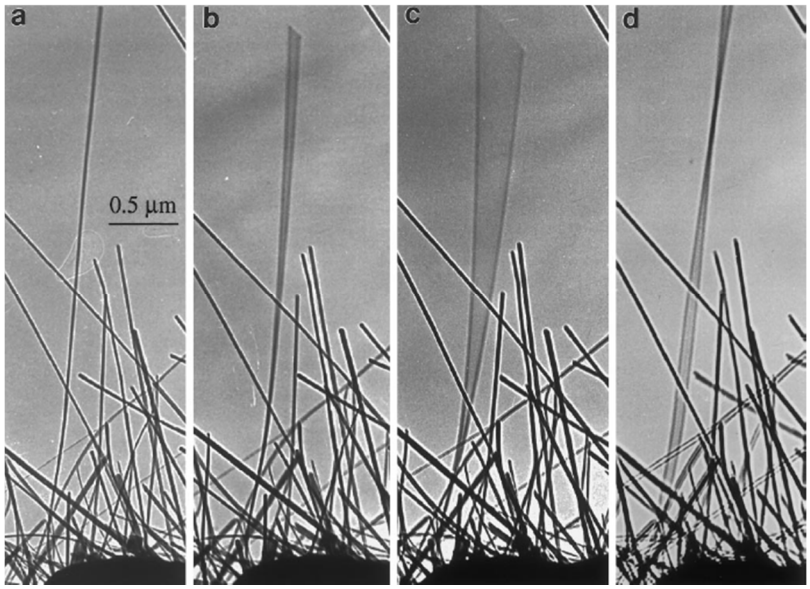


a) *b)* *c)*

a) V=0; *b)* V=–20 В; *c)* V=–60 В

Рисунок 4. Электростатической отклонение углеродной нанотрубки, индуцированное постоянным напряжение V на электродах

С другой стороны, если приложить к электродам переменное напряжение и менять его частоту, то при совпадении частоты напряжения с собственной частотой наноструктуры может быть индуцирован резонанс, хорошо наблюдаемый в ПЭМ (рис. 5).



a) *b)* *c)* *d)*

a) стационарное состояние V=0; *b)* резонанс первой гармоники (ν_1=1,21 МГц) при напряжении V=0,3 В; *c)* резонанс первой гармоники (ν_1=1,21 МГц) при напряжении V=2 В; *d)* резонанс второй гармоники (ν_2=5,06 МГц) при напряжении V=4 В

Рисунок 5. Изолированная нанотрубка в стационарном и резонансном состояниях

Таким образом, собственная частота нанотрубки ν_i может быть экспериментально установлена по резонансной частоте колебаний.

Теоретически собственная частота нанотрубки определяется ее диаметром (D), длиной (L), плотностью (ρ) и модулем изгибной жесткости (E_b):

$$\nu_i = \frac{\beta_i^2}{8\pi}\frac{D}{L^2}\sqrt{\frac{E_b}{\rho}},$$

где $\beta_1 = 1{,}875$ и $\beta_2 = 4{,}694$ для первой и второй гармоник соответственно.

Эта зависимость позволяет определить значение модуля изгиба индивидуальной нанотрубки. Так для нанотрубок диаметром меньше 8 нм было получено значение E_b =1,2 ТПа (как у алмаза). При диаметре более 30 нм значение модуля изгиба нанотрубки падало до 0,2 ТПа.

В работе [11] исследовались упругие свойства ленточного материала, полученного из углеродных нанотрубок. Длина ленты достигала 100 мм, ширина около 50–140 мкм и толщина 4–40 мкм. На микроснимке ленты, полученном в сканирующем электронном микроскопе, хорошо видно, что нанотрубки располагаются коаксиально по длине ленты. Модуль упругости ленты определялся напрямую с помощью специально сконструированного устройства. Один конец ленты был зафиксирован, а другой крепился к подвижному стержню, поддерживаемому двумя рессорами. Сила, растягивающая образец, создавалась действием электромагнитного поля катушки индуктивности на постоянные магниты, прикрепленные к подвижному стержню. Смещение образца изменяло емкость конденсатора, что позволяло измерять удлинение образца. Строился график зависимости напряжения от относительного удлинения образца. Модуль Юнга рассчитывался по известной формуле:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon},$$

где σ – напряжение, ε – относительное удлинение.

По результатам эксперимента модуль Юнга ленты из нанотрубок составил лишь 24 ГПа (у индивидуальной нанотрубки E=1,25 ТПа), после графитизации ленты при температуре 2200 ^{O}C он вырос и достиг значения 60 ГПа. По мнению авторов, графитизация – может быть эффективным способом улучшения механических свойств лент из нанотрубок. Однако одиночные нанотрубки по механическим показателям значительно превосходят получаемые из них материалы.

Необычные физические свойства линейных углеродных структур допускают множество возможных применений: от нановесов и наносенсоров до электронных устройств и армирующих волокон для создания композитов с улучшенными механическими характеристиками [12]. Известно, что углеродные волокна широко применяются в технике для упрочнения конструкционных материалов. Бездефектные нитевидные кристаллы карбина и углеродные нанотрубки представляют собой идеальные углеродные волокна и демонстрируют лучшие механические свойства. Высокая прочность на разрыв,

упругость на изгиб, малая плотность делают эти структуры перспективным материалом для создания сверхпрочных легких композитных материалов.

Список литературы

1. Коршак, В.В. О синтезе и свойствах полиацетилена [Текст] / В.В. Коршак, В.И. Касаточкин, А.М. Сладков, Ю.П. Кудрявцев, К. Усенбаев // Докл. АН СССР. – 1961. – Т. 136. – №6. – С. 1342–1344.

2. Сладков, А.М. Карбин – третья аллотропная форма углерода [Текст] / А.М. Сладков // М.: Наука, 2003. – 151 с.

3. Al Goresy, A. A new form of carbon from the Ries Crater [Text] / A. Al Goresy, G.T. Donnay // Science. –1968. – V.161. – P.363–364.

4. Kudryavtsev, Yu.P. Oriented carbyne layers [Text] / Yu.P. Kudryavtsev, S.E. Evsyukov, V.G. Babaev, M.B. Guseva, V.V. Khvostov, L.M. Krechko // Carbon. –1992. – V.30. – №2. – P.213–221.

5. Iijima, S. Helical microtubules of graphitic carbon [Text] / S. Iijima // Nature. –1991. – V. 354. – P. 56–58.

6. Перепелкин, К.Е. Оценка предельных механических свойств цепного полимера углерода – карбина [Текст] / К.Е.Перепелкин, В.В. Коршак, В.И. Касаточкин // Докл. АН СССР. – 1975. – Т. 220. – №6. – С. 1375–1379.

7. Перепелкин, К.Е. Теория экстремальных механических и термических свойств волокон и игольчатых кристаллов. Сравнение с экспериментальными данными [Текст] / К. Е. Перепелкин // Химические волокна. – 2004. – N 4. – С. 3–11.

8. Пул, Ч. Нанотехнологии [Текст] / Ч. Пул, Ф. М. Оуэнс // М.: Техносфера, 2004. – 328 с.

9. Krishnan, A. et al. Young's modulus of single-walls nanotubes [Text] / A. Krishnan et al. // Physical Review B. – V.58. – № 20. – 1998. – P. 14013–14019.

10. Wang, Z.L. et al. Measuring of physical and mechanical properties of individual carbon nanotubes by in situ TEM [Текст] / Z.L. Wang // Journal of Physics and Chemistry of Solids. – V.61. – 2000. – P. 1025–1030.

11. Li, Yan-Hui. Mechanical and electrical properties of carbon nanotube ribbons [Текст] / Yan-Hui Li et al. // Chemical Physics Letters. – V. 365. – 2002. – P. 95–100.

12. Бровко, Г.Л. О механических свойствах новых аллотропных форм углерода [Текст] / Г.Л. Бровко, Л.М. Кречко // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2008. – №1. – С.93–99.

УДК 631.331.54

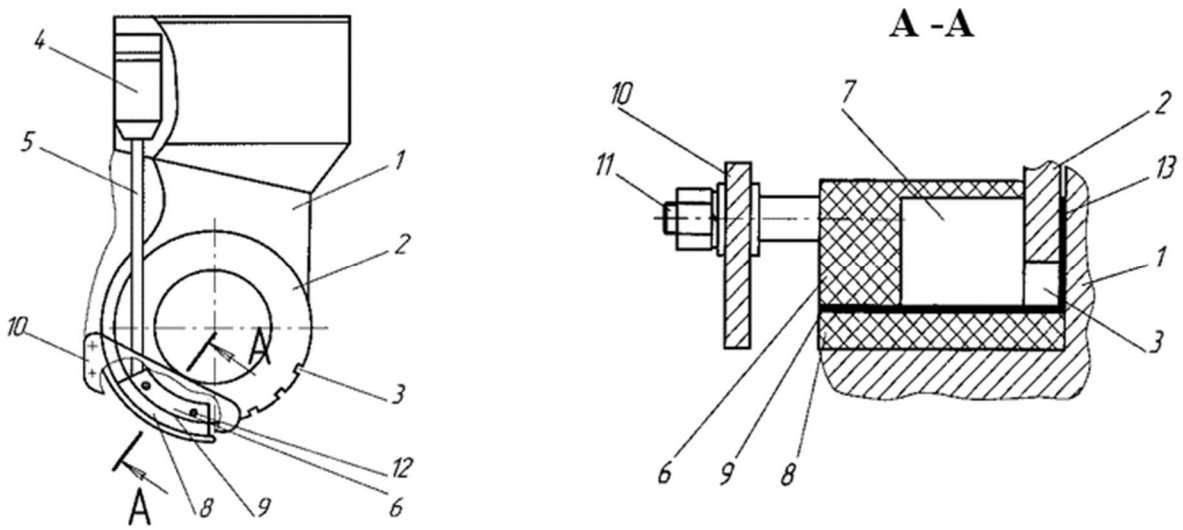
Булыгин Н.Н., Трофимова Т.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР И ИХ СВЯЗЬ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ СЕМЯН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Представлены результаты определения физических свойств семян *люцерны и обоснования параметров высевающего аппарата для ее посева.*
***Ключевые слова**: Высевающий аппарат, распределение семян, гнездовой посев, семена люцерны*
***Abstract:** The results of the determination of the physical properties of the seeds of alfalfa and the justification of the parameters of the sowing apparatus for its sowing are presented.*
***Keywords:** The sowing device, distribution of seeds, nested crops, lucerne seeds.*

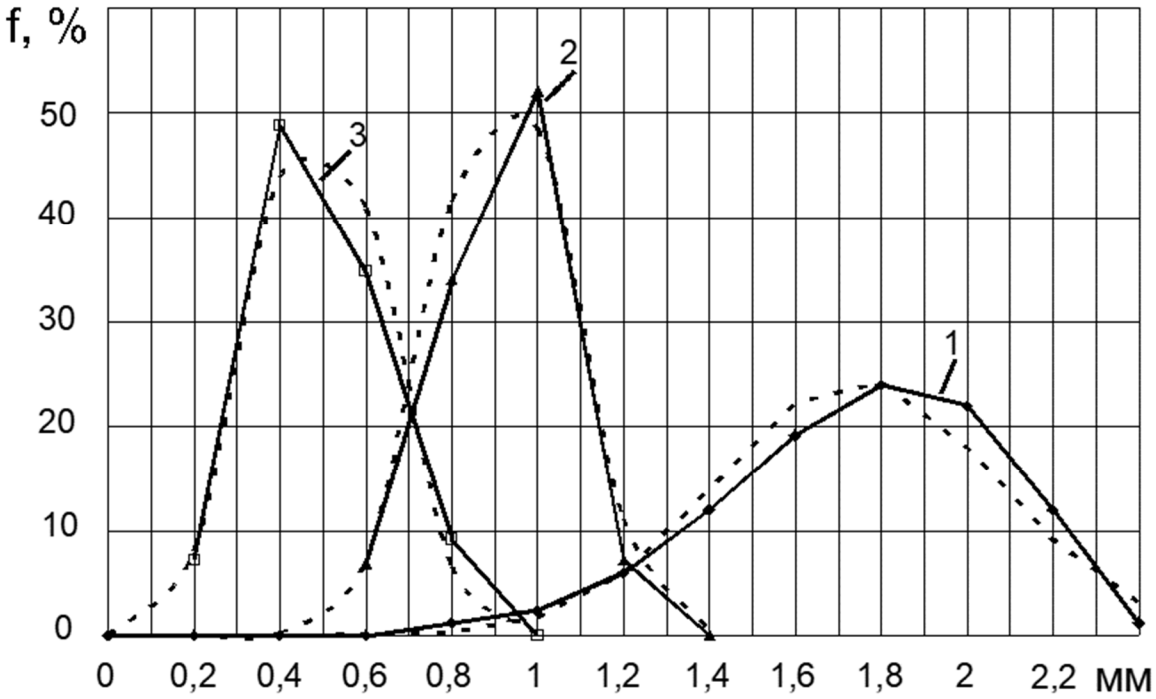
Для посева люцерны на семена на агроинженерном факультете разработано приспособление к свекловичной сеялке (рис.1), обеспечивающее групповую подачу семян и образование при посеве гнезд по 2-3 семени с интервалами между гнездами 8-10 см [1].



1- корпус; 2 - высевающий диск; 3 - ячейки диска; 4 - бункер для мелкихсемян; 5 - питатель; б - локализатор; 7 - семенная камера; 8 - прокладка; 9 - накладка; 10 - пластина прижимная; 11 - палец прижимной; 12 - отверстия упорные; 13 - уплотнение

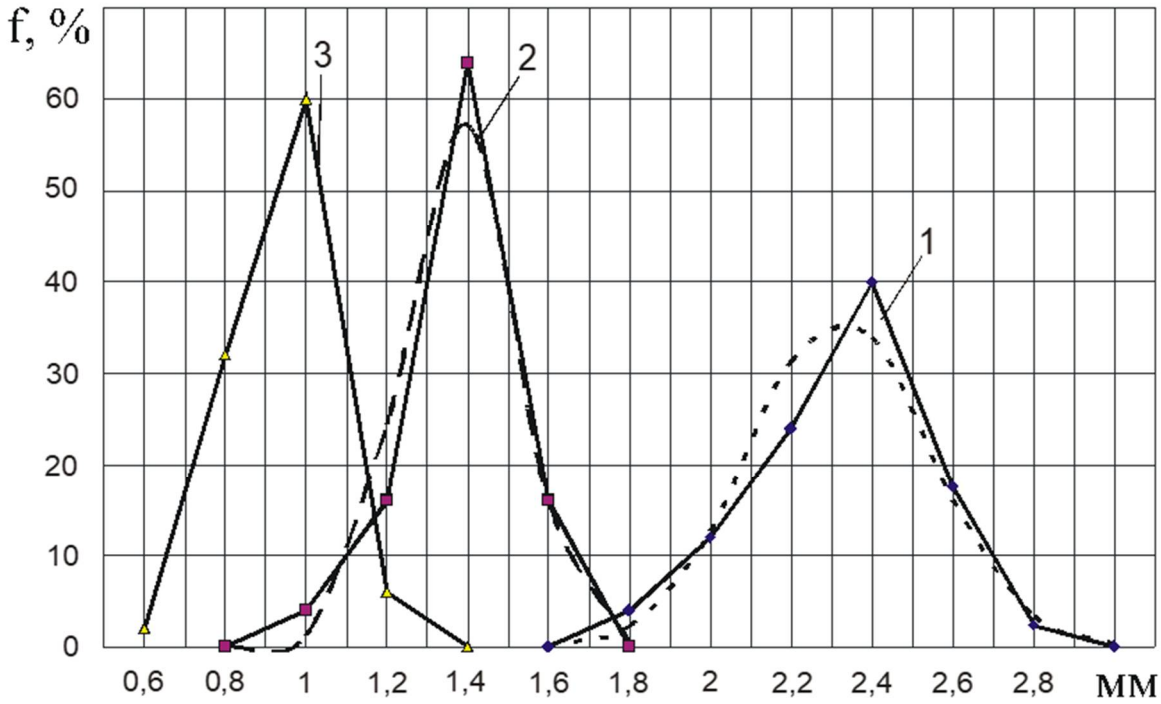
Рисунок 1. Высевающий аппарат

Для определения основных параметров высевающего аппарата, а также режимов его работы сначала определялись технологические свойства семян. Они находились по стандартной методике для двух сортов семян люцерны, желтой и синей. На рисунках 2 и 3 приведено распределение размеров семян.



1 — длина семени (*b*); 2 - ширина (*c*); 3- толщина (*h*)

Рисунок 2. Вариационные кривые размеров семян люцерны желтой



1 - длина семени (*b*); 2 - ширина семени (*c*); 3- толщина семени (*h*)

Рисунок 3. Вариационные кривые размеров семян люцерны синей

В таблице представлены результаты обработки статистических данных.

Таблица. Размерные характеристики семян люцерны

Параметры	Сорта люцерны	
	Павловская 7	Марусинская 81
Длина, мм		
$b_{ср}$	1,75	2,32
σ	0,324	0,22
Ширина, мм		
$c_{ср}$	0,919	1,384
σ	0,144	0,137
Толщина, мм		
$h_{ср}$	0,492	0,94
σ	0,152	0,122

Также были определены масса тысячи семян, углы естественного откоса, коэффициенты внутреннего трения – статический и динамический и коэффициенты трения по материалам: сталь, алюминий, оргстекло, капрон.

От величины высеваемых семян и характера их движения в камере высевающего аппарата будут зависеть в первую очередь размеры ячеек высевающего диска, длина и ширина семенной камеры, диаметр трубки питателя, по которому они поступают из бункера.

Для обоснования диаметра трубки питателя сначала определили средний диаметр семени по известной формуле $d_c = \sqrt[3]{bch} = 1,38 мм.$ При этом диаметр непроходного отверстия составит $d_н = (4...6)d_c = 5,52...8,28 мм$ [2]. Минимальный диаметр приняли равным 5мм. Серия опытов по определению объемного
расхода семенного материала, который может пройти через определенный диаметр показала, что потребную производительность диска высевающего аппарата обеспечивает уже трубка с диаметром 6 мм.

Теоретические исследования процесса дозирования семян позволили определить минимальную длину ячейки, при которой еще возможно заполнение семян:

$$l \geq V_r \sqrt{\frac{mc}{F_б}} + \frac{2}{3} b, \qquad (1)$$

где m - масса одного семени, кг;

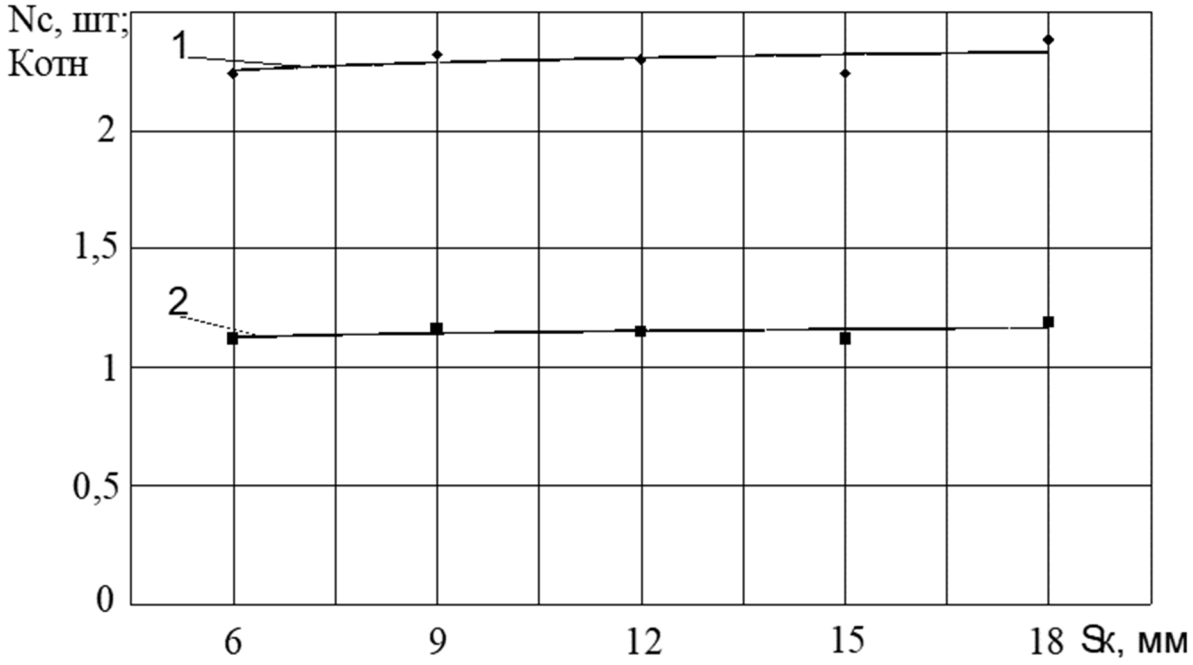
$F_б$- боковое усилие со стороны прилежащих семян, Н;

V_r - скорость семени относительно высевающего диска, м/с;

b и c - длина и ширина семени, м.

Наблюдения за характером движения слоев семян в камере высевающего аппарата показывают, что наиболее интенсивное движение имеют семена организованного дублирующего ряда, прилегающего к диску. Они передают движение контактирующим с ними слоям семян, происходит их движение с постепенным затуханием с удалением слоев от плоскости диска.

Для определения влияния ширины семенной камеры на показатели заполнения ячеек семенами проводились опыты (рис. 4). Минимальная ширина камеры бралась равной минимальной ширине трубки питателя. При этом оценивалось заполнение ячеек семенами и коэффициент $К_{отн}$, представляющий собой отношение количества высеянных ячейкой семян к их желаемому количеству, т.е. к двум.



1- среднее количество семян в ячейке, N_c; 2 - $К_{отн}$.

Рисунок 4. Зависимость заполнения ячеек от ширины семенной камеры

Опыты показывают, что ширина камеры почти никак не влияет на показатели заполнения ячеек. Когда мы производили эксперименты по определению скорости семян в камере высевающего аппарата, нашли, что движение слоев семян затухает на расстоянии 10мм от высевающего диска, а дальше располагаются неподвижные слои. Таким образом, свыше этого значения ширину камеры принимать не нужно, и в последующих экспериментах ширину камеры оставили 10мм.

Список литературы

1. Труфанов В.В Переоборудование свекловичной сеялки для посева люцерны [Текст]/ В.В. Труфанов, Н.Н. Булыгин // Сельский механизатор. – 2007. – №6. – С. 24 – 25.

2. Гячев Л.В. Движение сыпучих материалов в трубах и бункерах [Текст]/ Л.В. Гячев –М. :Машиностроение, 1968. – 184с.

УДК 630*372

Троянов И.Н., Абрамов В.В., Афоничев Д.Н., Бухтояров Л.Д., Базула И.А.

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕК ПО СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ПОДРОСТА НА ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Статья посвящена обоснованию схемы разработки пасеки и лесосеки по наименьшей степени повреждаемости подроста. Из предложенных к исследованию технологических вариантов предлагается наиболее средощадящий для использования на несплошных рубках ухода за лесом.*

Ключевые слова: *повреждаемость подроста, схема разработки пасеки, выборочные рубки, лесосечные работы.*

Abstract. *The article is devoted to the substantiation of the development scheme of the apiary and the cutting area at the least damageability of the undergrowth. Of the technological options proposed for the study, the most extensive is proposed for use in non-continuous thinning of forest care.*

Keywords: *damage to undergrowth, apiary development scheme, selective logging, logging work.*

В условиях неистощительного лесопользования, когда лесозаготовительные предприятия выполняют весь комплекс работ, в том числе лесовосстановление на вырубленных площадях, вопросы повреждаемости площади вырубки заслуживают самого пристального внимания [1,3,7,8]. При анализе вариантов технологического процесса, схем разработки пасек, схем размещения лесовозных усов, а также погрузочных площадок и трелевочных волоков, предпочтение следует отдавать тем из них, в которых лесозаготовительная техника наносит минимальный ущерб окружающей среде [2]. Одним из основных показателей характеризующих негативные лесоводственно-экологические последствия на лесосеке является степень повреждения площади вырубки, зависящая во многом от доли технологических площадей [5,6]. В этой связи, необходимо стремиться использовать схемы разработки лесосек как можно с большей шириной пасеки, поэтому на несплошных рубках ухода оправдано применение следующих средощадящих комплектов машин и механизмов [4]. Первый вариант: на валке и обрезке сучьев - б/п Хускварна 357 XP; на подтрелевке - лебедка ViigWinchKBF; на трелевке - форвардер Stels 500 GT+T-15+Country; на раскряжевке - б/п Хускварна 357 XP. Второй вариант: на валке, обрезке сучьев и раскряжевке - б/п Хускварна 357 XP; на трелевке - Т-40+SV8-21.

По первому технологическому варианту (рис.1) разработки лесосеки предполагается использование лебедки ViigWinchKBF для подтрелевки к пасечному технологическому коридору (волоку) хлыстов. Для этого прокладываются технологические визиры. Далее подтрелеванные хлысты

раскряжевываются и сортименты доставляются на верхний склад малогабаритным форвардером Stels 500 GT+T-15+Country. При этом один моторист с бензопилой последовательно выполняет валку и очистку деревьев от сучьев на пасеке, а другой раскряжевку подтрелеванных хлыстов у технологического коридора (волока). Ширина пасеки при такой технологической схеме может доходить до 50 метров.

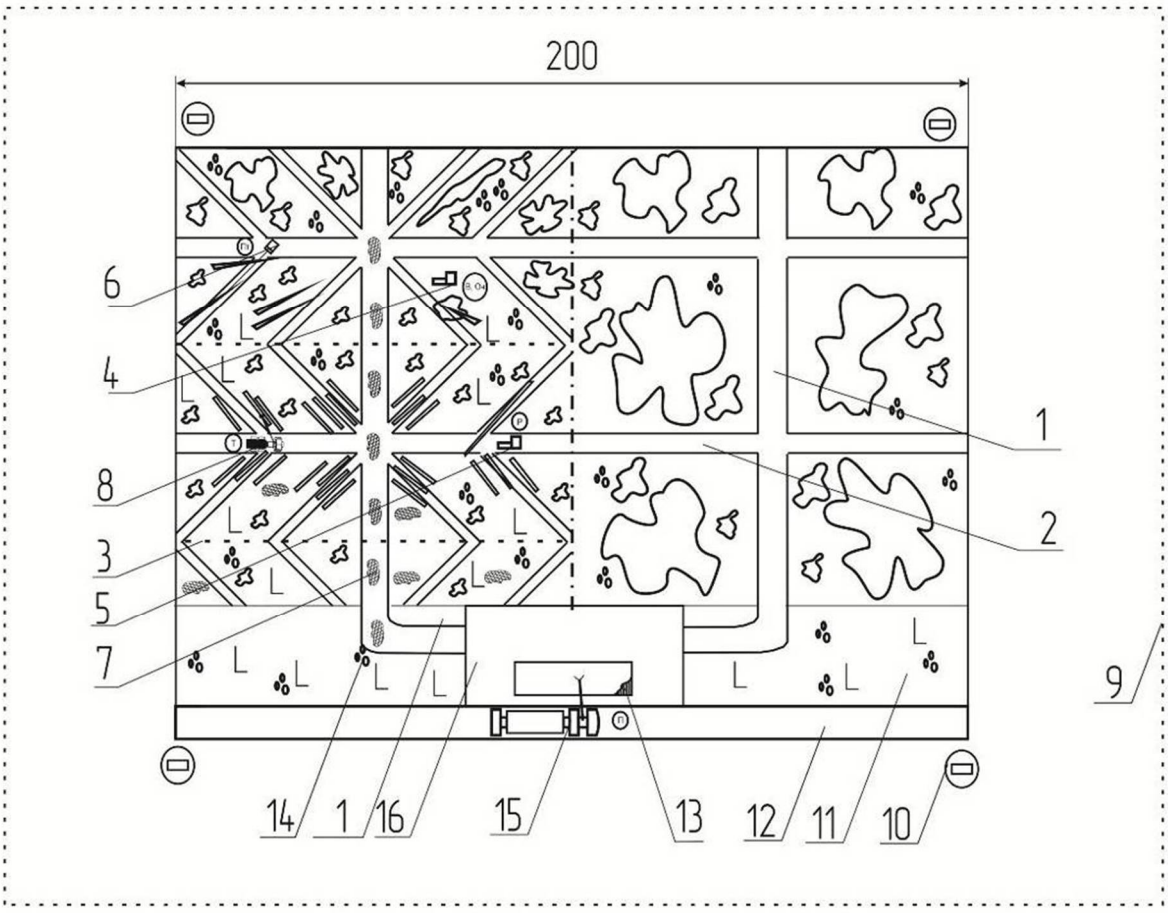


Рисунок 1. Схема разработки лесосеки по первому технологическому варианту

По второму технологическому варианту разработки лесосеки (рис.2) не предполагается прокладка визиров и пасечных технологических коридоров (волоков), так как предлагаемый для работы трактор МТЗ-82 с активным полуприцепом SV8-21 с небольшими габаритами может собирать сортименты на пасеке маневрируя между оставляемыми деревьями. На верхний склад пачка сортиментов доставляется по магистральному технологическому коридору. Для последовательного выполнения обрабатывающих операций по такой технологии предполагается использование трех мотористов с бензопилами на безопасном друг от друга расстоянии.

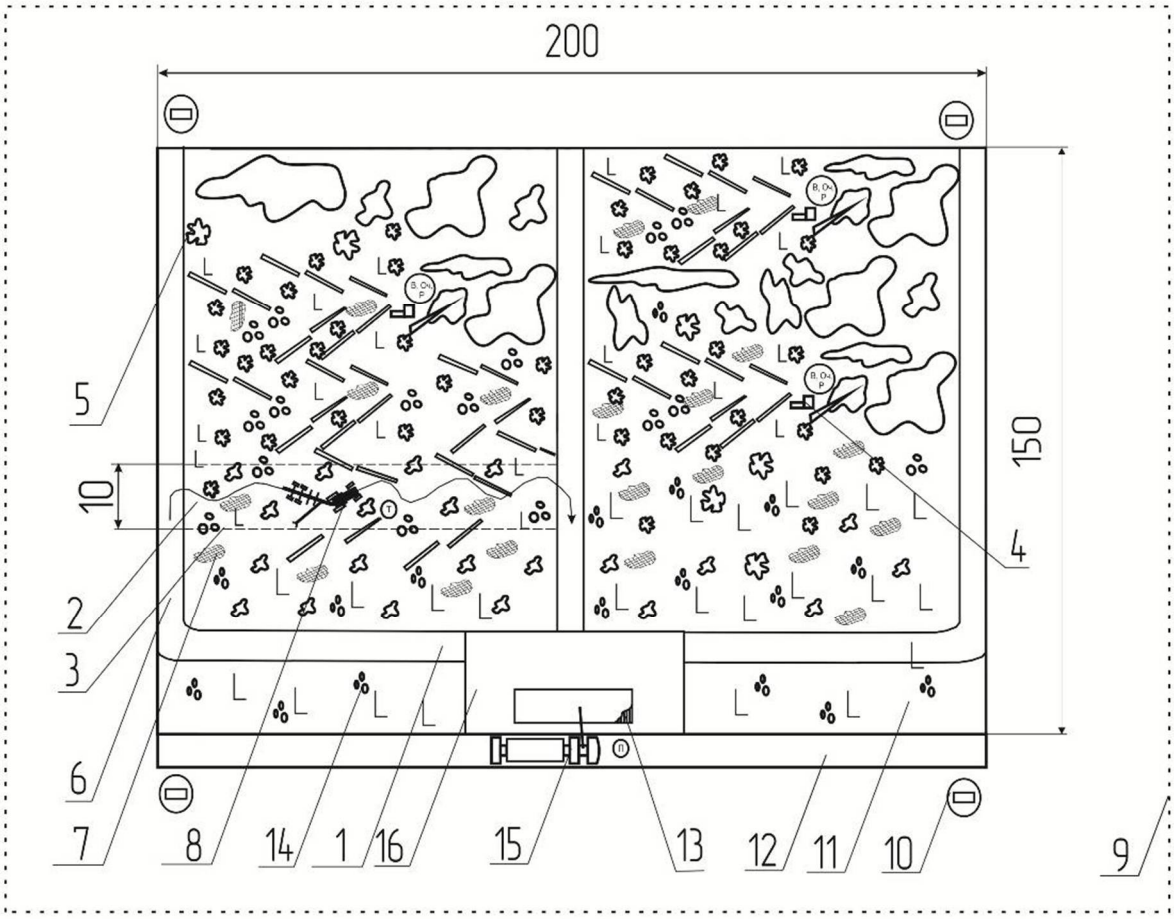


Рисунок 2. Схема разработки лесосеки по второму варианту

При выборе оптимального технологического варианта разработки лесосеки с позиции максимальной сохраняемости подроста необходим расчет показателей характеризующих его повреждаемость: площадь пасечных и магистральных волоков (технологических коридоров); технологических визиров; а также погрузочных площадок.

Площадь лесосеки с сохраненным подростом определяется следующим образом

$$S_{сохр.подр.} = S_{общ.} - S_{повр.} = S_{общ.} - S_{п.в.} - S_{м.в.} - S_{п.п.} - S_{т.в.}, \qquad (1)$$

где $S_{общ.}$ -общая площадь лесосеки, га;

$S_{повр.}$ - площадь лесосеки с поврежденным подростом, га;

$S_{м.в.}, S_{п.в.}, S_{т.в.}, S_{п.п.}$ - площадь магистральных и пасечных волоков, технологических визиров и погрузочных площадок соответственно, га.

Расчет данных показателей представлен в табл. 1 и 2, а также на рис.3.

Степень и характер воздействия основных технологических параметров лесосеки (ее размеры, ширина технологического коридора и длина ленты набора пачки) на сохраняемость подроста представлены на рис. 4.

Таблица 1. Показатели повреждаемости подроста по первому технологическому варианту разработки лесосеки

Scохр.подр. в %	=	Scохр.под	*	100	/	Sобщ.				
		24700		100		30000	82,33333			
Scохр.подр., га	=	Sобщ.	-	Sповр.						
		30000		5300	=	24700				
Sобщ., га	=	a		b						
		150		200	=	30000				
Sповр., га	=	Sп.в.	+	Sм.в.	+	Sп.п.		Sвз.		
		3000		1500		800	=	360		5300
Sп.в., га	=	(a	/	bп)	*	b	*	bв		
		150		50		200		5	=	3000
Sм.в., га	=	(b/	(b/	2))	*	bв	*	a		
		200		200	2	5	=	150	=	1500
Sп.п., га	=	aпп	*	bпп						
		20		40	=	800				
Sвз., га	=	(a/	bп)*	8*	кв.корень (2*	bп)*	bз			
		150	50	8	2	50	1,5	=	360	

Таблица 2. Показатели повреждаемости подроста по второму технологическому варианту разработки лесосеки

Scохр.подр. в %	=	Scохр.под	*	100	/	Sобщ.					
		26137,5		100		30000	87,125				
Scохр.подр., га	=	Sобщ.	-	Sповр.							
		30000		3862,5	=	26137,5					
Sобщ., га	=	a		b							
		150		200	=	30000					
Sповр., га	=			Sм.в.	+	Sп.п.					
				3062,5		800	=	3862,5			
Sм.в., га	=	(b+	((a-	aб	/2)*	(b/	bп+	1)))*	bв		
		200	150	25	2	200	100	1	5	=	3062,5
Sп.п., га	=	aпп	*	bпп							
		20		40	=	800					

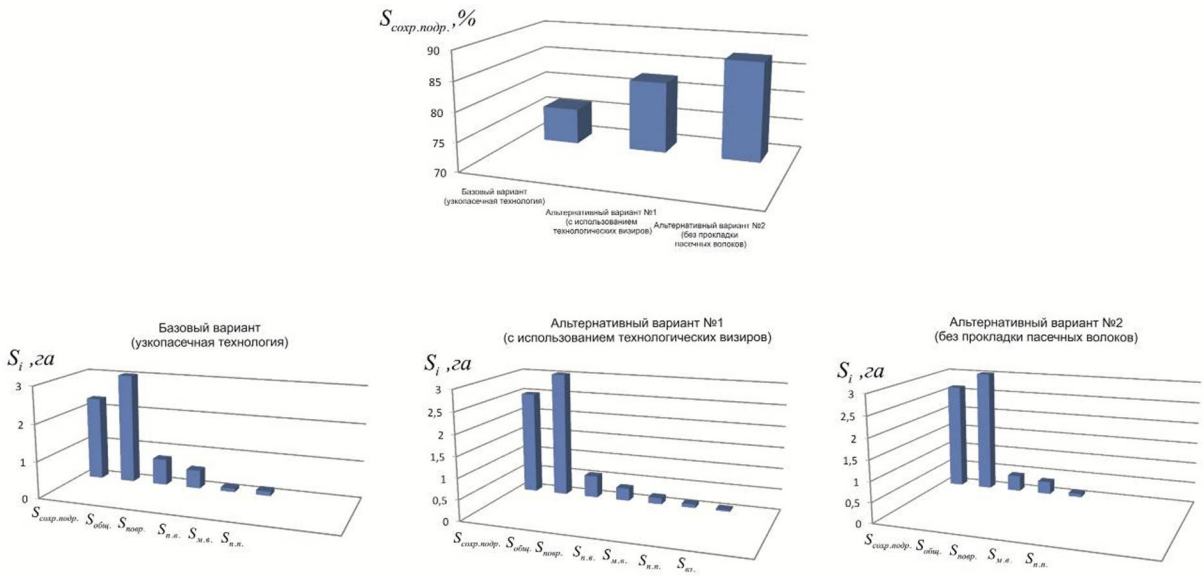


Рисунок 3. Показатели сохраняемости и повреждаемости подроста по исследуемым технологиям разработки лесосек

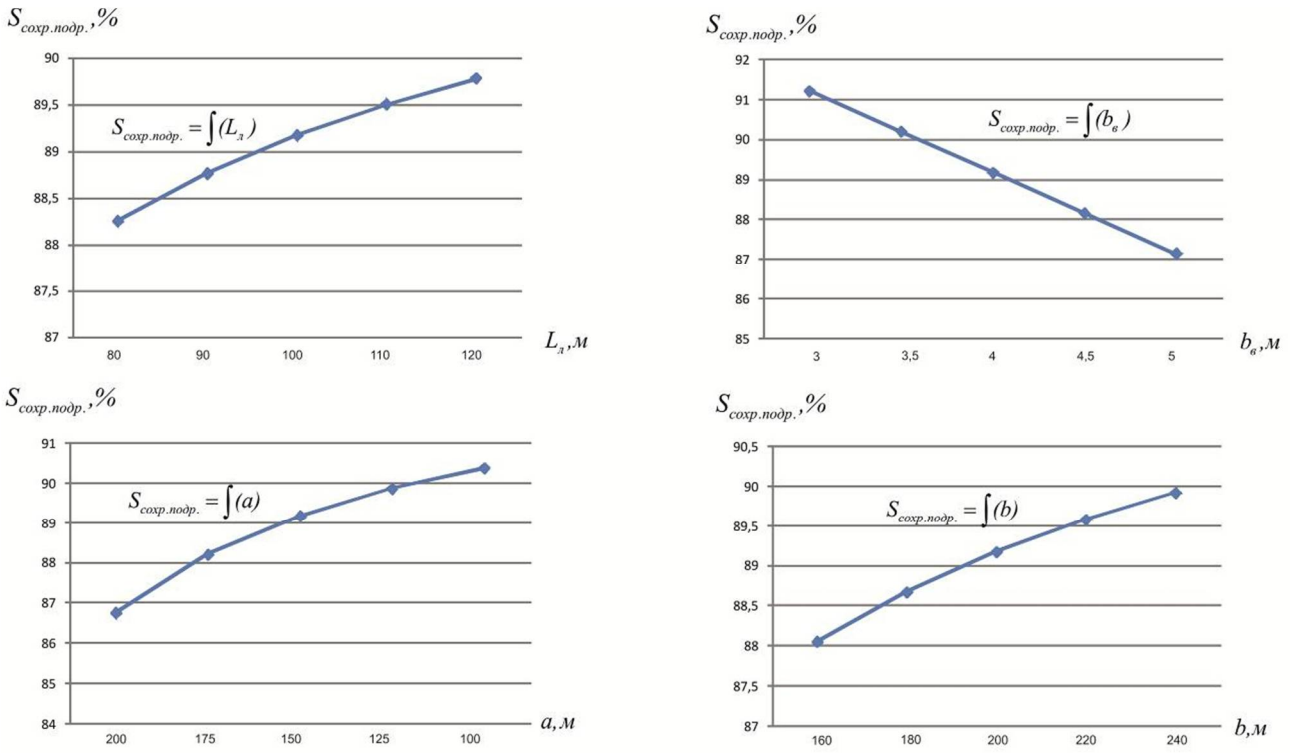


Рисунок 4. Влияние основных технологических параметров лесосеки на показатель сохраняемости подроста

Результаты расчета сохраняемости и повреждаемости подроста по исследуемым технологиям разработки лесосек говорят о преимуществе второго технологического варианта. Так, рекомендуемая для производства схема разработки лесосеки по второму технологическому варианту в большей степени (на 9 %) сохраняет подрост в сравнении с традиционной узкопасечной технологией.

Список литературы

1.Абрамов, В.В. Разработка и обоснование эффективной технологии трелевки в малолесных районах [Текст]: дис. канд. техн. наук / В. В. Абрамов; Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2009.

2.Абрамов, В.В. Технология и машины лесосечных работ [Текст] : учебное пособие / В. В. Абрамов, А. С. Черных, Л. Д. Бухтояров; Минобрнауки РФ, ФГБОУ ВО "ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова". - Воронеж, 2018. - 132 с.

3.Афоничев Д.Н. Алгоритм расчета в системе автоматизированного проектирования оптимальных параметров размещения лесовозных веток и усов [Текст] / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. – № 5. – С. 82–86.

4.Обоснование оптимального комплекта машин для рубок ухода за лесом / Бухтояров Л.Д., Абрамов В.В., Троянов И.Н., Калинин П.М. // Молодой ученый. 2016. № 13. С. 150-154.

5.Черных, А.С. Технология и машины лесосечных работ [Текст]: учеб. справ. / А. С. Черных, В. В. Абрамов, Л. Д. Бухтояров, Д. Н. Афоничев; Минобрнауки РФ, ФГБОУ ВО "ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова". - Воронеж, 2018. - 136 с.

6.Черных, А.С. Технология и машины лесосечных работ [Текст] : лаб. практикум / А.С. Черных, В. В. Абрамов, Л. Д. Бухтояров; Минобрнауки РФ, ФГБОУ ВО "ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова". - Воронеж, 2018. - 208 с.

7.Черных, А.С. Исследование повреждаемости стволов деревьев при выполнении трелевки на несплошных рубках [Текст] / А.С. Черных, А.В. Бондаренко, В.В. Абрамов, А.И. Серебрянский // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т.3. – № 2-1(13-1). – С. 325–329.

8.Черных, А.С. Повреждаемость стволов оставляемых деревьев в процессе подтрелевки хлыстов на несплошных рубках [Текст] / А.С. Черных, А.В. Бондаренко, В.В. Абрамов, А.И. Серебрянский // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т.2. – № 5-4 (10-4). – С. 379–382.

УДК 621.59.(07)

Васильев Е.И., Козлов А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ В СИСТЕМАХ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ ПРИ ХРАНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

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

Аннотация. *Уменьшение потерь легких углеводородов при хранении нефтепродуктов с помощью низкотемпературных технологий на основе жидкого азота*

Ключевые слова: *потери, теплообмен, криогенная установка, теплопритока нефтепродукты, пары.*

Abstract. *Reducing the loss of light hydrocarbons during storage of petroleum products using low-temperature technologies based on liquid nitrogen*

Key words: *losses, heat exchange, cryogenic plant, heat gain oil products, vapors*

Одна из специфических особенностей хранения нефти и нефтепродуктов– испаряемость легких фракций углеводородов (ЛФУ) - служит главной причиной производственных потерь ценного сырья глубокой нефтепереработки и токсичных выбросов в окружающую среду. Как оценивают отечественные специалисты, в России за год потери от испарения легких фракций углеводородов в хранилищах ГСМ составляют более 100 тыс. т.

Потери легких фракций углеводородов происходят вследствие так называемых «большого и малого дыханий» резервуаров [1]. При «большом дыхании» в процессе заполнения резервуара нефтепродуктами происходит вытеснение испарившегося топлива в окружающую среду. Поступление воздуха в резервуар – обратное явление - происходит при отборе топлива из емкости. Потери в результате «большого дыхания» возрастают с увеличением оборачиваемости резервуаров и зависят от климатической зоны.

Потери же топлива при «малом дыхании» происходят вследствие температурных колебаний окружающего воздуха. В дневное время, при повышении температуры окружающей среды, увеличивается испарение легких фракций углеводородов, а следовательно, растут давление и температура парогазовой смеси в резервуаре, срабатывает дыхательный клапан и паровоздушная смесь выходит в окружающую среду. В ночное время в резервуаре создается частичный вакуум из-за снижения температуры атмосферного воздуха, и воздух через впускной клапан поступает в надтопливное пространство резервуара. С целью снижения потерь ЛФУ при хранении продуктов нефтепереработки применяются следующие способы: «газоуравнивание; факельное сжигание; мембранное разделение смеси ЛФУ; азотное охлаждение; адсорбция с помощью активированного угля; абсорбция нефтяными маслами и т.д». У каждого из этих способов есть свои преимущества, но ни один из них не может гарантированно обеспечить улавливание ЛФУ [2].

В результате проведения сравнительной оценки названных методов в Институте проблем нефтехимпереработки АН Республики Беларусь пришли к выводу, что наиболее эффективно снижают выбросы паров нефтепродуктов в атмосферу установки улавливания легких фракций (УЛФ). Данные установки хотя и являются высокоэффективными не лишены ряда недостатков: высокая стоимость, высокая сложность конструкции и эксплуатации, низкая эффективность управления и т.д. [3].

В связи с этим вопрос о средствах сокращения выбросов паров нефтепродуктов при их хранении на нефтебазах остается открытым. Одним из методов решения данной проблемы является использование холодильных конденсационных установок с применением различных хладагентов.

Термодинамические, теплофизические свойства хладагентов, их токсичность, пожаробезопасность, взаимодействие с конструкционными материалами и смазочными маслами оказывают существенное влияние на показатели работы холодильных машин. В последнее время в связи с ужесточением экологических требований к современной холодильной технике все более актуальной становится проблема поиска и создания экологически безопасных способов получения холода. Одним из перспективных направлений в этой области являются низкотемпературные технологии на основе жидкого азота.

В последнее время в Российской Федерации разработаны новые технологии по улавливанию ЛФУ на основе низкотемпературных холодильных машин Стирлинга. Полученные технические решения позволяют улавливать ЛФУ путем их охлаждения с последующей конденсацией, поэтому данные установки относятся к классу конденсационных. С помощью криогенных машин Стирлинга можно получать хладагенты с рабочей температурой до - 250 °С, что позволяет сжижать при атмосферном давлении весь спектр легких углеводородов. Эффективность низкотемпературных установок для охлаждения и конденсации газообразных углеводородов на основе машин Стирлинга доказана многолетней эксплуатацией систем реконденсации на зарубежных многоцелевых газовозах, предназначенных для перевозки метана, этана, пропилена, пропана, бутана и т.д. Диапазон температур перевозки - 160...-10 °С. В качестве ожижителей газов применяли машины Стирлинга фирм Werkspoor и Philips. Установки работают в автоматическом режиме без обслуживающего персонала [4].

Криогенная газовая холодильная машина ЗИФ-1002 достигающая рабочих температур на уровне -50 ^{0}С может обеспечить улавливание и конденсацию паров легких фракций нефтепродуктов в нескольких крупных резервуарах с топливом.

Принципиально новый подход к проблеме улавливания ЛФУ при хранении нефтепродуктов может быть реализован на основе разделения паровоздушной смеси благодаря конденсации паров легких углеводородов в контактном теплообменнике при барботаже паровоздушной смеси через слой охлаждаемого продукта с использованием в качестве охлаждающей среды жидкого азота [5]. Применение криогенной газовой холодильной машины позволяет отказаться от постоянного пополнения необходимых запасов жидкого азота на нефтебазе, исключив тем самым дополнительные расходы на приобретение хладагента и его доставку с воздухоразделительной установки.

Установка для конденсации паров легких фракций углеводородов с использованием жидкого азота на основе криогенной машины Стирлинга на рис. , работает следующим образом.

Из резервуара 12 пары нефтепродуктов по трубопроводу 13 поступают в контактный теплообменник 7 для барботирования через слой жидкого нефтепродукта 8, охлаждаемого охладителем 9. В результате теплообмена паров с переохлажденным жидким топливом происходит конденсация ЛФУ, а воздух по линии выброса 15 уходит в атмосферу. Хладагентом в охладителе является жидкий азот, поступающий по линии 5 из емкости 3 с помощью насоса 6. Испарившийся после охлаждения ЛФУ азот по линии 10, через дроссельный вентиль 11 поступает в конденсатор 2 газовой холодильной машины Стирлинга, где ожижается и сливается по линии 4 в емкость 3 [5].

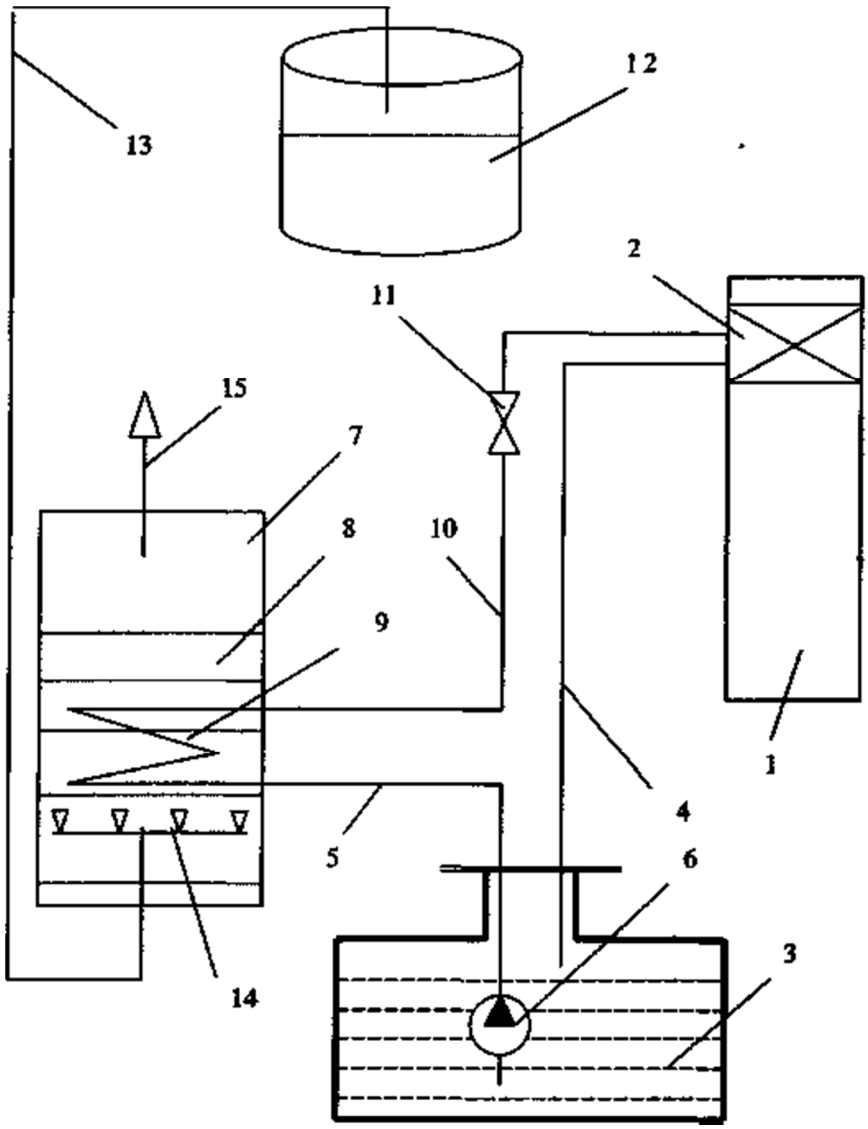


Рисунок . Установка для конденсации паров легких фракций углеводородов с использованием жидкого азота на основе криогенной машины Стирлинга

В настоящее время в как в России так и за рубежом серийно выпускаются различные модификации криогенных газовых холодильных машин Стирлинга холодопроизводительностью от 0,9 до 46 кВт для температур около 77 К (-196 °С), которые могут быть использованы при создании установок по улавливанию паров топлива, хранящегося в резервуарах разной емкости.

Применение установок улавливания ЛФУ на основе Стирлинг-технологий позволит:

- снизить потери топлива при хранении в резервуарах различной емкости из-за самоиспарения;
- получить дополнительную прибыль от реализации сохраненной части углеродного топлива;
- уменьшить вероятность возгорания хранилищ нефтепродуктов и т.д.

Список литературы

1. Яковлев, В.С. Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды [Текст] / В. С. Яковлев. - М.: Химия, 1987.
2. Глазунов. В.И., Галеев Р.Г. Сравнительная оценка эффективности методов снижения загрязнения атмосферы выбросами нефтепродуктовых товарно-сырьевых парков [Текст] / В.И. Глазунов., Р.Г. Галеев // Материалы межд. НТК: «Наука-образование—производство в решении экологических проблем». -Уфа, 1999.
3. Коршак, А.А, Бусыгин Г.НК выбору средств сокращения выбросов паров бензина из резервуаров в атмосферу[Текст] / // Тезисы докладов на III Конгрессе нефтегазопромышленников России. - Уфа, 2001.
4. Кириллов, Н.Г. Машины Стирлинга для высокоэффективных и экологически чистых систем автономного энергоснабжения [Текст] / Н.Г Кириллов //Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2000. № 12.
5. Кириллов, Н.Г. Холод и системы бездренажного хранения нефтепродуктов [Текст] / Н.Г Кириллов //Холодильная техника. 2003. № 10.

УДК 621.59.(07)

Пастухов Д.А., Козлов А.В.

ОХЛАЖДЕНИЕ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В КРИОГЕННОЙ УСТАНОВКЕ ПРИ ХРАНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА СКЛАДАХ ГСМ

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

Аннотация. *Уменьшение потерь легких углеводородов при хранении нефтепродуктов на складах горюче-смазочных материалов путем улавливания паров топлива в специальных криогенных установках*

Ключевые слова: *теплообмен, криогенная установка, теплопритока нефтепродукты, пары.*

Abstract. *Reducing the loss of light hydrocarbons during storage of petroleum products in warehouses of fuel and lubricants by trapping fuel vapor in special cryogenic plants.*

Key words: *heat exchange, cryogenic plant, heat influx oil products, vapors.*

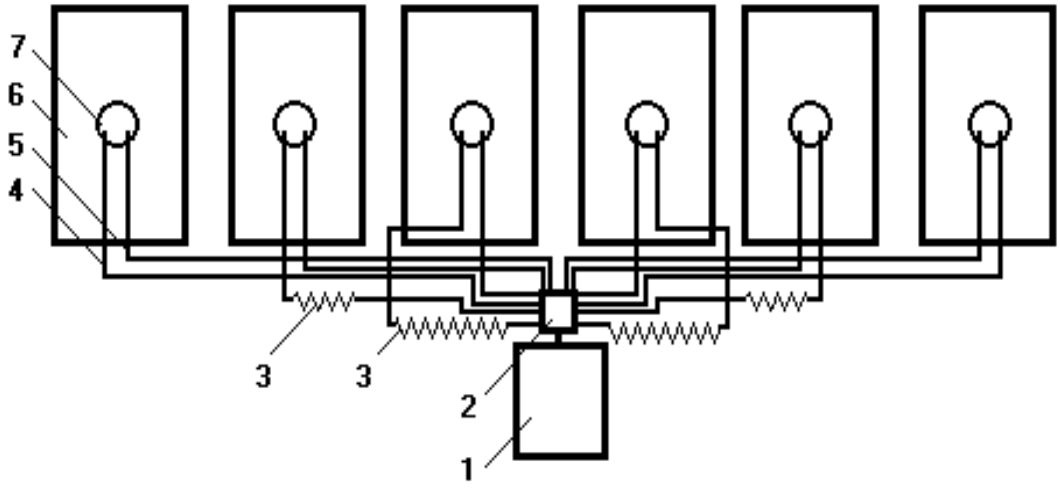
Потери от исперения и утечек являются основными проблемами при хранении нефтепродуктов на складах ГСМ. Потери от испарения - это наиболее значительные количественно-качественные потери, поскольку при испарении утрачиваются наиболее легкие углеводороды, что не только уменьшает количество, но и ухудшает качество нефтепродуктов.

Средние годовые потери горючего от испарения в зависимости от степени заполнения резервуара колеблятся от 0,3 до 9,6% от объема [1].

Одним из способов снижения потерь при хранении нефтепродуктов является улавливание легких фракций углеводородов (ЛФУ) из резервуаров с нефтью и нефтепродуктами специальными криогенными установками [2].

Наиболее эффективна установка с замкнутой системой термостатирования. Разработанная схема установки для охлаждения газовой полости резервуара с нефтепродуктами, которая может быть использована для сокращения потерь углеродного топлива на базах хранения ГСМ представлена на рисунке 1.

Установка для охлаждения газовой смеси работает следующим образом. Жидкий воздух из конденсатора криогенной установки 1 проходит змеевик 3 по линии жидкого воздуха 4, где газифицируется и поступает в теплообменник 7, помещенный в заливную горловину резервуара 6 для совершения полезной работы по охлаждению газовой полости резервуара с нефтепродуктом. После охлаждения ЛФУ нагревшийся газообразный воздух по линии 5 попадает в коллектор 2, откуда поступает в конденсатор газовой холодильной машины (ГХМ), где происходит его ожижение, после чего жидкий воздух с помощью насоса сжиженных газов снова подается потребителю.



1-установка для охлаждения газовой полости резервуара с нефтепродуктом, 2 – коллектор, 3 – змеевик, 4 – линия жидкого воздуха, 5 - линия газообразного воздуха, 6 – резервуар, 7- теплообменный аппарат в заливной горловине резервуара

Рисунок 1. Схема установки для охлаждения газовой полости резервуара с нефтепродуктом на складе ГСМ

Основными рабочими элементами установки являются газовая холодильная машина и низкотемпературный теплообменный аппарат.

В настоящее время серийно выпускается достаточно много различных модификаций высокоэффективных низкотемпературных ГХМ холодопроизводительностью от 0,9 до 46 кВт и с рабочими температурами

около 90 К, которые могут быть использованы в криогенных установках по улавливанию ЛФУ.

Для определения правильности выбора типа и массогабаритных характеристик теплообменного аппарата, необходимо произвести его предварительный расчет.

Рассчитывается двухпоточный витой гладкотрубный низкотемпературный теплообменник, в котором воздух (прямой поток) с избыточным давлением поступает в трубное пространство теплообменника. В межтрубном пространстве теплообменника находятся пары нефтепродукта, которые и необходимо конденсировать (обратный поток). Расчетная схема теплообменника представлена на рис.2.

Тепловой расчет теплообменника выполняем следующим образом [3].

Используя уравнение теплового баланса, определяем энтальпию прямого потока на выходе из аппарата и тепловую нагрузку теплообменника.

$$Q = G_{пр} \cdot (i_{пр}^{вх} - i_{пр}^{вых}) + q_{окр.ср} \cdot G_{пр} = G_{обр} \cdot (i_{обр}^{вых} - i_{обр}^{вх}),$$

где Q – тепловая нагрузка апарата, кВт; $q_{окр.ср.}$ – теплопритоки через изоляцию, отнесенные к прямому потоку, кВт; G – расход газа, кг/с.

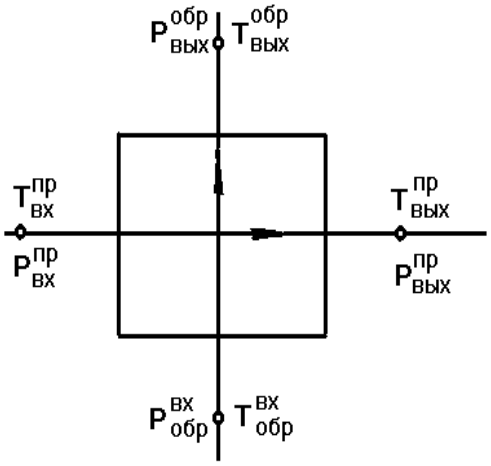


Рисунок 2. Схема двухпоточного теплообменника

Полагаем, что потери давления по прямому и обратному потокам невелики и изменением энтальпий прямого и обратного потоков за счет падений давлений в теплообменнике можно пренебречь.

Тогда:

$$i_{пр}^{вых} = i_{пр}^{вх} - \frac{G_{обр}}{G_{пр}} \cdot (i_{обр}^{вых} - i_{обр}^{вх}) + q_{окр.ср} \cdot \frac{G_{обр}}{G_{пр}}$$

где i – энтальпии потоков, кДж/кг.

По значенням энтальпий и давления прямого потока на выходе из теплообменника определяем температуру $T_{обр}^{вых}$.

Определяем теплофизические параметры прямого и обратного потоков из соответствующих таблиц по средним значениям температуры и давлення.

Определяем режим течения газа для прямого и обратного потоков.

Выбираем медные трубки $d_{нар}$. Задаемся скоростью воздуха в трубках $w_{пр}$ и принимаем внутренний диаметр трубок $d_{вн}$.

Число трубок n в теплообменнике определяем, как:

$$n = \frac{V_{пр}}{\frac{\pi}{4} \cdot d_{вн}^2 \cdot w_{пр}} \cdot$$

Тогда уточненное значение скорости движения газа в трубках теплообменника:

$$w_{пр} = \frac{V_{пр}}{\rho_{пр} \cdot f \cdot n},$$

где $f = \frac{\pi}{4} d_{вн}^2$ - проходное сечение трубки.

Определяем коэффициент теплопередачи от одного потока газа к другому в теплообменнике, для чего с помощью эмпирических формул рассчитываем значения коэффициентов теплоотдачи каждого из потоков.

Учитывая то, что, как правило, коэффициент теплоотдачи для потока газа в межтрубном пространстве (при одинаковых скоростях прямого и обратного потоков) меньше, чем внутри труб, среднюю скорость потока газа в межтрубном пространстве принимаем большей, чем в трубках. Выбираем плотную навивку труб в межтрубном пространстве теплообменника.

Определяем коэффициенты теплоотдачи для прямого и обратного потоков газа.

Режим движения прямого потока является турбулентным.

Коэффициент теплоотдачи от прямого потока к стенке трубки:

$$\alpha_{пр} = Nu_{пр} \cdot \frac{\lambda_{пр}}{d_{вн}}.$$

Коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к обратному потоку:

$$\alpha_{обр} = Nu_{обр} \cdot \frac{\lambda_{обр}}{d_{нар}}.$$

Определяем коэффициент теплоотдачи, отнесенный к внешней поверхности труб, пренебрегая термическим сопротивлением стенок труб:

$$k_{нар} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{пр}} \cdot \frac{d_{нар}}{d_{вн}} + \frac{1}{\alpha_{обр}}} \cdot$$

Определяем среднеинтегральную разность температур между потоками газов в теплообменнике.

При этом указанную разность температур определяем, как среднелогарифмическую разность температур на «теплом» и «холодном» концах теплообменника:

$$\Delta T_{ср} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ell n \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}.$$

где
$$\Delta T_1 = T_{пр}^{вх} - T_{обр}^{вых}$$
$$\Delta T_2 = T_{пр}^{вых} - T_{обр}^{вх}$$

Определяем площадь теплопередающей поверхности теплообменника со стороны обратного потока газа:

$$F = \frac{Q}{k_{нар} \cdot \Delta T_{ср}}$$

где Q – количество переданной теплоты, кВт; - k – коэффициент теплопередачи, кВт/(м^2 К); ΔT – средний температурный напор в процессе теплообмена, К.

Таким образом на основе проведенного анализа установлено, что одним из способов снижения потерь нефтепродуктов является применение криогенных установок замкнутого типа для улавливания ЛФУ. Предложен вариант схемы криогенной установки, позволяющей значительно снизить потери нефтепродуктов от испарения топлива на базах хранения ГСМ.

Представленная методика предварительного термодинамического расчета позволяет обосновать выбор типа и других рабочих характеристик теплообменного аппарата установки.

Список литературы

1. Яковлев, В.С. Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды [Текст] / В. С. Яковлев. – М.: Химия, 1987.

2. Кириллов, Н.Г. Холод и системы бездренажного хранения нефтепродуктов [Текст] / Н.Г Кириллов //Холодильная техника. 2003.–№12. – С. 42.

3. Расчет криогенных установок: Учебное пособие для холодильных и технологических вузов/Под ред. С.С.Будневича 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1979. 367с.

УДК 629.33

Могутнов Р.В., Гудков В. В, Сокол П. А.

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ УРАЛ – 4320 ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ

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

Аннотация. *В статье проведен анализ распределения крутящего момента по ведущим мостам и ведущим колесам трехосного полноприводного автомобиля, а также влияния кинематического рассогласования ведущих колес при прямолинейном движении и повороте на потери тяговой мощности.*

Ключевые слова: *сопротивление, мощность, буксование, момент, динамика.*

Abstract. *This article is about analysis of torque distribution on leading axle all-wheel drive car and also influence of cinematic discoordination leading wheels during linear move and turning on traction loss.*

Key words: *resistance, power, slip, moment, dynamics.*

В настоящее время полноприводные автомобили широко применяются во всех отраслях промышленности, аграрном и лесном комплексах. Новые типы полноприводных автомобилей разрабатываются с учетом многих, в том числе и специфических требований заказчиков для обеспечения их эффективного применения с учетом нагрузки и выполняемых задач, условий эксплуатации, климатических условий и природных особенностей зон Российской Федерации. В различное время многие конструкторские коллективы занимались разработкой и усовершенствованием конструкций трансмиссий полноприводных автомобилей с целью увеличения тяговой динамики при максимальной крюковой нагрузке. При движении автомобиля сопротивление качению ведущих колес на деформируемой опорной поверхности меняется непрерывно и в широких пределах, что объясняется колебаниями удельного сопротивления грунта, изменениями величин сопротивления качению ведущих колес и коэффициента сцепления с опорной поверхностью, возникающими при движении по складкам местности. Движение автомобиля в сложных условиях сопровождается различными потерями мощности, однако, численная оценка этих потерь рассматривается и анализируется редко и зачастую с приятием существенных допущений и упрощений. Поэтому численная оценка потерь, применительно к реальным условиям движения автомобиля представляет, как теоретический, так и практический интерес. На начальном этапе расчет проведем применительно к автомобилю Урал-4320 при его криволинейном движении (рисунок 1).

Процессы, происходящие в этом случае при взаимодействии протектора шины с опорной поверхностью, будут зависеть от радиуса поворота, размеров

области контакта, величины коэффициента проскальзывания, а также необходимо учитывать боковое проскальзывание элементов протектора шины из-за действия сил трения, и гистерезисные потери из-за радиальной деформации шин в области контакта.

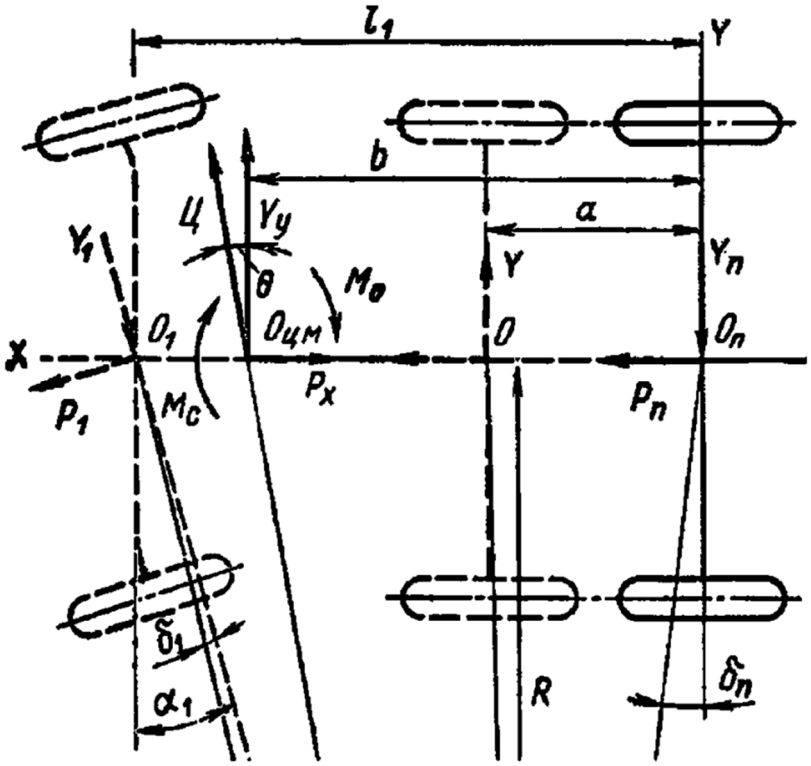


Рисунок 1. Расчетная схема действия сил при криволинейном движении автомобиля

Исходные данные для проведения расчета [1]: двигатель КАМАЗ-740, III комплектации; номинальная мощность *Ne* = 210 л.с (155 кВт.), при 2600 об/мин; максимальный крутящий момент M_{max} = 65 кг·м (155 кВт.), при 1500-1800 об/мин; минимальные устойчивые обороты n_{min}= 600 об/мин; максимальные обороты 2930 об/мин; нагрузка на переднюю ось 4330 кг; на балансирную тележку 9045 кг ($2 \cdot 4525$ кг.); передаточные числа коробки перемены передач (КПП) на первой передаче j_1 = 5,62; передаточные числа КПП на пятой передаче j_5 = 0,724; передаточные числа раздаточной коробки (РК) на первой передаче j_1= 1,3; передаточные числа РК на второй передаче: j_2 = 2,15; передаточные числа главных передач (ГП) Урал 4320 составляют j = 7.32; база автомобиля 2020 мм, радиус поворота 11,4 м.

Распределение мощности между передним ведущим мостом и балансирной тележкой происходит в соотношении 1/3 ÷2/3, балансирная тележка эксцентриситета не имеет.

Пневматические шины модели ОИ-25, (14.00-20); наружный диаметр 1272 $\pm$ 10 мм; ширина профиля 390 мм; статический радиус 600 $\pm$ 5 мм.

Тангенциальную эластичность пневматических шин принимаем равной: γ=7,6 мм/(кН · м).

Проведем предварительный расчет из условия создания максимальной нагрузки на элементы трансмиссии и ходовой части при максимальном крутящем моменте двигателя на первой передаче КПП.

Крутящий момент $M_{\text{кпп}} = M_{emax}$ на выходном (вторичном) валу КПП составляет:

$$\text{j} = 65 \cdot 5{,}62 = 348\text{кН·м}.$$

Число оборотов выходного вала КПП составляет:

$$n_M = \frac{n_{emax}}{j_1} = \frac{1600}{5.62} = 284{,}7 \text{ об/мин}.$$

Число оборотов выходного вала РК на второй передаче (при $j_{\text{рк}} = 2{,}15$) составляет:

$$n_{\text{рк}} = \frac{n_m}{2.15} = 132{,}4 \text{ об/мин}.$$

Величина крутящего момента, передаваемого на ведущие мосты составляет:

- для переднего моста: $M_1 = \frac{1}{3} M_{\text{кпп+рк}} = 1/3 \cdot 749{,}146 = 249{,}715\text{кг·м}$;
- для балансирной тележки: $M_{2.3} = \frac{2}{3} M_{\text{кпп+рк}} = 2/3 \cdot 749{,}146 = 499{,}430\text{кг·м}$.

Величина крутящего момента на полуосях после главной передачи составляет:

- для переднего моста: $M_1 = M_1^{`} \cdot j_{\text{гп}} = 249{,}715 \cdot 8{,}90 = 2222{,}463$ кг·м.

На одну полуось величина момента составляет:

$$M_1 = M_2 = M_3 = 1111{,}231 \text{ кг·м}.$$

При движении на первой передаче и второй передаче РК число оборотов полуосей переднего моста составляет:

$$n_1 = \frac{n_{\text{рк}}}{j_{\text{гп}}} = \frac{132{,}4}{7{,}32} = 18{,}1 \text{ об/мин}.$$

Согласно работе [1], радиус поворота (R) автомобиля составляет 11,4 м, тогда радиусы поворота колес переднего и заднего мостов составят: $R_1 = R_3 = 11$ м, а среднего моста составит: $R_2 = 10{,}8$ м.

Тогда величина силового радиуса внешних колес при криволинейном движении автомобиля будет равна [2]:

$$r_{1\text{в}} = 548 \text{ мм};$$

$$r_{3\text{в}} = r_{2\text{в}} = r_{3\text{в}} = 550 \text{ мм}.$$

Распределение тягового усилия по внутреннему и наружному колесам ведущего моста определяется схемой привода ведущих колес [4]. При заблокированной трансмиссии на внутреннем ведущем колесе действует большая по величине сила тяги, чем на наружном колесе. Тогда кинематическое рассогласование по ведущим мостам автомобиля от изменения величин радиусов ведущих колес составит:

$$X_{21} = X_{31} = \left(1 - \frac{548}{550}\right) \cdot 100\ \% = 0{,}36\ \%.$$

Кинематическое рассогласование по ведущим мостам автомобиля от изменения радиуса ведущих колес при криволинейном движении составляет:

$$X_{21} = (\frac{11,0}{10,8} - 1) \cdot 100\ \% = 1,85\ \%;$$

$$X_{31} = 0\ \%.$$

Тогда величина суммарного кинематического рассогласования по ведущим мостам составит:

$$\sum X_{21} = 2,2\%; \qquad \sum X_{31} = 0,36\ \%.$$

Разность величин крутящих моментов по ведущим полуосям мостов составит:

$$\Delta M_{21} = \frac{x_{21} r}{100 \cdot \gamma} = \frac{2,2 \cdot 550}{100 \cdot 7,6} = 1,592\ \text{кН} \cdot \text{м};$$

$$\Delta M_{31} = \frac{x_{31} r}{100 \cdot \gamma} = \frac{0.36 \cdot 550}{100 \cdot 7,6} = 0,26\ \text{кН} \cdot \text{м}.$$

Тогда величина крутящего момента по ведущим полуосям, исходя из технических характеристик [2], составит:

$$M_1 = 3,05\ \text{кН·м};\ M_2 = 4,65\ \text{кН·м};\ M_3 = 3,31\text{кН·м}.$$

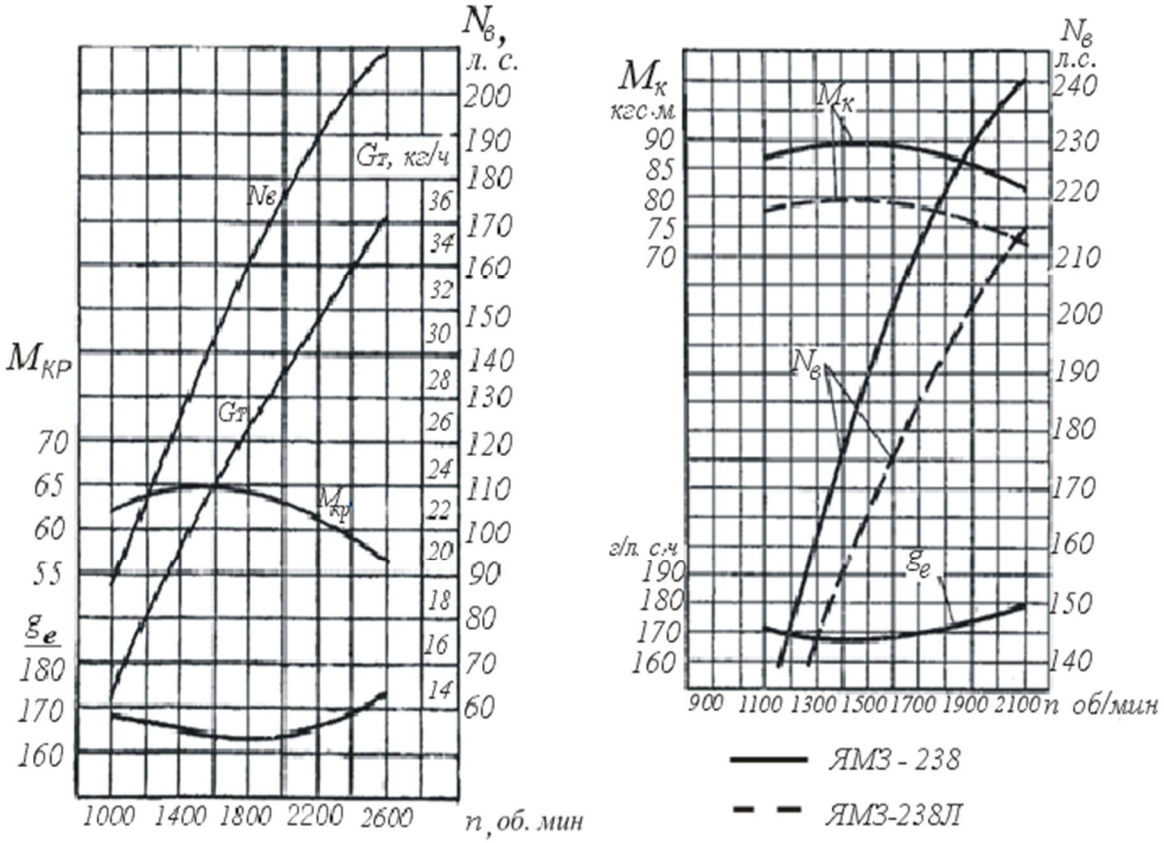
А мощность, подведенная к ведущим мостам, составит:

$$N_1 = 5,02\ \text{кВт};\ N_2 = 7,965\ \text{кВт};\ N_3 = 5,327\text{кВт};\ \sum = N \sim 18\ \text{кВт}.$$

Следует отметить, что данный расчет проводился согласно данным работы [2] без учета буксования ведущих колес, т.е. без проскальзывания по опорной поверхности, также учитывалось только влияние кинематического рассогласования ведущих мостов при криволинейном движении автомобиля без учета кинематического рассогласования балансирной тележки и без учета действия явления циркуляции мощности в замкнутой системе колесный движитель-опорная поверхность.

Таким образом, учитывая, что упругий момент от деформации пневматических шин создается за счет силового двигателя, и, им же преодолевается, имеются потери мощности на геометрическое рассогласование ведущих колес (примерно 16.5 кВт). А при максимальном крутящем моменте, развиваемым двигателем КАМАЗ-740, и равном 108 кВт (148 л.с.) (рисунок 2), потери мощности только от изменения силовых радиусов ведущих колес при криволинейном движении автомобиля (кинематическое рассогласование) составят 15 %.

Сравнивая скоростные характеристики двигателей ЯМЗ-238 и КАМАЗ-740 (рисунок 2) можно сделать вывод, что оба двигателя имеют примерно одинаковую частоту вращения коленчатого вала, соответствующую максимальному крутящему моменту. Однако, величина крутящего момента ЯМЗ-238 составляет 90 кг·м, а у двигателя КАМАЗ-740 65 кг·м, что на 28 % меньше. Соответственно, использование двигателя ЯМЗ-238 в конструкции полноприводных автомобилей повышенной проходимости является более предпочтительным, особенно с учетом примерно одинакового удельного расхода топлива.



а) б)

Рисунок 2. Скоростные характеристики двигателей:
а – КАМАЗ-740; б – ЯМЗ-238

Проведенный расчет является ориентировочным, но в то же время он показывает, что на криволинейное движение автомобиля тратится гораздо меньшая по величине мощность, чем рассеиваемая при внутреннем взаимодействии узлов и агрегатов трансмиссии в условиях возникновения внешних воздействий и действия явления циркулирующей мощности в замкнутом контуре колесный движитель – опорная поверхность.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что при заблокированной балансирной тележке привода среднего и заднего ведущих мостов в области контакта пневматических шин и опорной поверхности у шин внешнего борта будет наблюдаться скольжение элементов протектора, а у шин внутреннего борта – буксование. Такой характер взаимодействия ведущих колес одного моста с опорной поверхностью и определяет порядок распределения крутящего момента по полуосям левого и правого бортов. Данная проблема является актуальной и требует дальнейшего изучения.

Список литературы

1. Автомобили-тягачи Урал-4320, Урал -4420 и их модификации. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. М.: ВИ МО СССР, 1982.- 296с.

2. Аксенов, П.В. Многоосные автомобили [Текст] / П.В. Аксенов.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989.-280 с.

3. Двигатели ЯМЗ-236, ЯМЗ-238. Инструкция по эксплуатации (ИЭ). М.: МО СССР, 1977.-159с.

4. Гуськов В.В. Тракторы [Текст] / В.В. Гуськов.– Минск. 4.2.: Теория. 1977.

УДК 636.084.523:638.087.3

Крупин Е.О.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭНЕРГОПРОТЕИНОВЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК В РАЦИОНАХ КОРМЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

ТатНИИСХ – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия

Аннотация: *Приведены результаты использования в рационах кормления дойных АВМК и LactoPlus MB Protect. У опытных групп молочная продуктивность в пересчете на базисную жирность была выше в среднем на 19,4% (P<0,05). Наибольшее содержание белка в молоке было характерно для животных первой (контрольной) группы. У животных, в рацион кормления которых ввели АВМК, уровень жира в молоке был выше на 0,6% по сравнению с таковым у контрольных животных. Наивысшие значения калорийности и энергетической ценности были характерны для молока коров, получавших кормовую добавку «LactoPlus MB Protect®».*

Ключевые слова: *энергия, белок, корм, корова, молоко.*

Abstract: *The results of use in the rations of dairy AVMK and LactoPlus MB Protect are given. In the experimental groups, milk productivity in terms of base fat content was higher on average by 19.4% (P <0.05). The highest protein content in milk was typical for animals of the first (control) group. In animals, in the diet of feeding which was introduced AVMK, the level of fat in milk was higher by 0.6% compared with that in control animals. The highest caloric and energy values were characteristic of milk from cows that received the LactoPlus MB Protect® feed.*

Key words: *energy, protein, feed, cow, milk.*

Высокая продуктивность коров – это уровень культуры животноводства, в основании которого лежит не только снижение расходов на каждый литр молока, но и жизнеспособность приплода, здоровье продуктивного животного [1, 2].

Оптимизация питания высокопродуктивных молочных коров за счет подбора кормов рациона и ингредиентов комбикормов является основным условием повышения и сохранения молочной продуктивности. Для получения от коров высоких надоев необходимо добавлять в корм дополнительные источники белка и энергии. Это особенно важно в начале лактации, когда

аппетит у коров падает настолько сильно, что они неспособны потреблять достаточно кормов для удовлетворения потребности в питательных веществах, необходимых для производства молока [3, 4].

На основании вышеизложенного целью настоящих исследований явилось– разработка и внедрение физиологически обоснованной и экономически эффективной системы кормления сухостойных и дойных коров, адаптированной к условиям местной кормовой базы и технологии ведения отрасли с использованием в кормлении животных амидо-витаминно-минерального концентрата (АВМК), разработанного и изготовленного ТатНИИСХ – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, и кормовой добавки «LactoPlus MB Protect®» (производства компании «BEWITAL», Германия).

Для достижения указанной цели нами в СХПК «УРАЛ» Кукморского района Республики Татарстан проведен научно-хозяйственный опыт по схеме, представленной в таблице 1.

Опыт состоял из двух периодов: подготовительного (10 дней) и учетного (75 дней). В подготовительный период провели анализ кормов, внедрили рекомендуемые рационы, осуществляли контроль за физиологическим состоянием животных-аналогов.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

<table>
<tr><td rowspan="3">Группа</td><td rowspan="3">Количество голов</td><td colspan="3">Тип кормления и физиологический период</td></tr>
<tr><td colspan="2">Сухостойный период</td><td rowspan="2">I – период лактации (100 дней)</td></tr>
<tr><td>1 – 45 день</td><td>46 – 60 дни</td></tr>
<tr><td>1 контрольная</td><td>10</td><td rowspan="4">ОР+ЭП</td><td colspan="2">Основной рацион (ОР)+экспериментальный премикс (ЭП)</td></tr>
<tr><td>2 опытная</td><td>10</td><td>ОР + ЭП</td><td>ОР + ЭП + АВМК в дозе 1 кг на голову сутки</td></tr>
<tr><td>3 опытная</td><td>10</td><td>ОР + ЭП + «LactoPlus MB Protect®» в дозе 150 г на голову в сутки</td><td>ОР + ЭП + «LactoPlus MB Protect®» в дозе 400 г на голову в сутки</td></tr>
<tr><td>4 опытная</td><td>10</td><td>ОР + ЭП + «LactoPlus MB Protect®» в дозе 150 г на голову в сутки</td><td>ОР + ЭП + «LactoPlus MB Protect®» в дозе 400 г на голову в сутки + АВМК в дозе 1 кг на голову сутки</td></tr>
</table>

Рационы кормления животных контрольной и подопытных групп были составлены исходя из фактических анализов химического состава и питательности кормов в соответствии с детализированными нормами кормления.

Молочную продуктивность подопытных животных определяли по результатам контрольных доек, физико-химические показатели молока определяли с помощью прибора «Лактан 1-4» («Сибагроприбор», Россия) в условиях отдела агробиологических исследований ТатНИИСХ – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН.

Исследованиями установлено (таблица 2), что у животных второй и третьей групп по сравнению с животными контрольной группы, молочная продуктивность в пересчете на базисную жирность была выше в среднем на 19,4%, причем указанное увеличение носило достоверный характер (P<0,05).

Таблица 2. Молочная продуктивность подопытных животных

Показатель	Ед. изм.	Группы животных			
		1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Среднесуточная продуктивность в пересчете на базисную жирность	кг	32,07±1,70	38,30±1,20*	38,33±1,12*	32,10±2,64
к контролю	%	100,0	119,4	119,5	100,0
Затраты обменной энергии на получение 1 кг молока базисной жирности	МДж	7,1	5,9	6,3	7,4
к контролю	%	100,0	83,1	88,0	104,6
Затраты сырого протеина на получение 1 кг молока базисной жирности	г	96,2	85,3	80,7	102,1
к контролю	%	100,0	88,7	83,9	106,1

При применении животным АВМК затраты обменной энергии и сырого протеина на производство 1 кг молока базисной жирности были ниже на 16,9% и 11,3% соответственно. При применении кормовой добавки «LactoPlus MB Protect®» указанные затраты по сравнению с таковыми у коров контрольной группы были ниже на 12,0% и 16,1% соответственно.

Стоит отметить (таблица 3), что наибольшее содержание белка в молоке было характерно для животных первой (контрольной) группы. Среди животных, получавших с рационом различные кормовые добавки, наибольшим содержанием жира в молоке отличались подопытные коровы третьей группы, в рацион кормления которых была включена кормовая добавка «LactoPlus MB Protect®» - 3,3%.

Наименьшее содержание жира в молоке животных было характерно для коров первой (контрольной) группы и составило 4,1%. У животных, в рацион кормления которых ввели АВМК, уровень жира в молоке был выше на 0,6% по сравнению с таковым у контрольных животных. Необходимо особенно подчеркнуть, что у коров третьей группы, получавших кормовую добавку «LactoPlus MB Protect®», содержание жира в молоке было достоверно выше (P<0,05), чем у животных контрольной группы. Содержание лактозы в молоке коров контрольной и опытных групп животных находилось на уровне 4,69…4,81%.

Таблица 3. Физико-химические показатели и пищевая ценность молока

Показатель	Группы животных (n=5)			
	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Белок, %	3,31±0,11	3,24±0,17	3,30±0,19	3,28±0,09
Жир, %	4,10±0,11	4,70±0,52	4,80±0,23*	4,51±1,00
Лактоза, %	4,81±0,21	4,69±0,24	4,74±0,23	4,76±0,12
Плотность, °А	30,93±1,15	29,58±2,92	30,01±2,73	30,41±2,13
СОМО,%	9,34±0,40	9,10±0,46	9,22±0,45	9,26±0,23
Калорийность, ккал/кг	712	755	772	746
Энергетическая ценность, кДж/кг	2972	3170	3228	3112

Комплексная оценка молока показывает, что калорийность молока и его энергетическая ценность у животных контрольной группы оказалась наименьшей и составила соответственно 712 ккал/кг и 2972 кДж/кг. При совместном использовании в кормлении животных АВМК и «LactoPlus MB Protect®» получены более высокие значения выше указанных показателей – 746 ккал/кг и 3112 кДж/кг. При введении в рацион животных только АВМК калорийность молока оказалась на 9 ккал/кг выше по сравнению с таковой у коров четвертой группы, и на 43 ккал/кг выше, чем у контрольных животных. Наивысшие значения калорийности и энергетической ценности были характерны для молока коров, получавших кормовую добавку «LactoPlus MB Protect®». Так, калорийность молока коров третьей группы составила 771 ккал/кг, а энергетическая ценность – 3228 кДж/кг, что на 60 ккал/кг и 256 кДж/кг выше, по сравнению с молоком животных контрольной группы. Аналогичная разница между молоком коров третьей и молоком коров второй и четвертой групп составила 17 ккал/кг и 26 ккал/кг, а также 58 кДж/кг и 116 кДж/кг соответственно.

Список литературы

1. Тюренкова, Е.Н. Кормление как основной фактор продуктивного долголетия молочной коровы [Текст] / Е.Н. Тюренкова, О.Р. Васильева // Farm Animals. –2014. –№ 2 (6).– С. 98-108.

2. Крупин, Е.О. Влияние альтернативных белково-витаминно-минеральных концентратов, изготовленных с использованием зерна и отходов перерабатывающей промышленности, на молочную продуктивность коров и качество молока [Текст] / Е.О. Крупин, Р.Ф. Шайдуллин, Ш.К. Шакиров // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. 2013.– С. 493-497.

3. Крупин, Е.О Определение эффективной дозы нового кормового концентрата для дойных коров [Текст] / Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров // Достижения науки и техники АПК. 2017. – Т. 31. – № 8.– С. 49-53.

4. Broderick, G. A. Review: Optimizing ruminant conversion of feed protein to human food protein. Animal, (2018). 12(8), 1722-1734. doi:10.1017/S1751731117002592

УДК 631.3-7

Попов Н.А., Мерзликин Е.А.

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЗОН ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНИКИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье рассматривается проблемы загрязнениями ГСМ территорий используемых для обслуживания техники, приводятся методы борьбы с загрязнениями.*

Ключевые слова: *горюче-смазочные материалы, окружающая среда, эффективность процессов, системы очистки.*

Abstract. *The article deals with the problems of fuel and lubricants pollution in the areas used for maintenance of equipment, the methods of pollution control.*

Keywords: *combustive-lubricating materials, environment, process efficiency, cleaning systems.*

Количество разнообразного транспорта, постоянно растет, как в мире, так и в РФ. Соответственно растет и число предприятий, которые обслуживают данный транспорт, производят плановые и срочные ремонтные работы, размещают на хранение и консервацию. В соответствии с ростом таких предприятий растет и их влияние на окружающую природу, а значит, необходимо формирование условий, связанных с рациональным использованием природных ресурсов и охраной окружающей природной среды в целом. Доказано, что сохранение эксплуатационных параметров транспортных средств на исходном уровне, дают положительный эффект вполне соизмеримый даже с ужесточением стандартов их производства. Ведь потери горюче-смазочных материалов при износе прокладок, подтеканиях сальников, и различных соединений весьма значительны. Следовательно, снижение количества операций по обслуживанию технических средств в целях уменьшения влияния на окружающую среду, не является панацеей от загрязнения природных сред. Согласно законодательству РФ объекты технического обслуживания и ремонта являются промышленными объектами. И уже на этапе проектирования к ним должны, быть применены прогрессивные технологии, направленные на защиту окружающей среды [1].

Прежде всего, это внедрение ресурсосберегающих, безотходных и малоотходных технологических схем и решений, которые позволяют если не предотвратить, то минимизировать загрязнение химическими или биологическими компонентами природных сред, и уменьшить влияние на здоровье человека.

На станциях технического обслуживания выполняется много операций, связанных с обслуживанием и ремонтом подвижного состава, все они сопряжены с загрязнением биосферы различными компонентами.

Особое внимание стоит уделить горюче-смазочным материалам, которые токсичны сами по себе, это, как правило, продукты нефтяного синтеза, но кроме этого они содержат в себе различные присадки, например добавки в смазочные масла, улучшающие их потребительские качества, но которые, при этом, часто являются веществами первого класса опасности. Поэтому руки и органы дыхания обслуживающего персонала должны быть надежно изолированы от контакта с ними.

Нефтепродукты одни из самых вредных веществ, ведь наличие в 1 кг почве всего 2 г нефтепродуктов делает ее непригодной для жизни биологических объектов, 1 л лишает кислорода объем воды равный 4 тыс. л. [4].

Во время уборочно-моечных работ, и ряда работ связанных с техническим обслуживанием техники, в том числе и диагностическим, в производственные сточные воды неизбежно попадают горюче-смазочные материалы и нефтепродукты. Мойка техники, которая входит по регламенту в ежедневное ТО, является максимальным источником поступления горюче-смазочных материалов в воду, которая зачастую используется повторно [7]. При этом, сточные воды требуют очистки, причем как в случае их повторного использования, так и в случае сброса их в окружающую среду. Ведь плохо очищенные стоки создают на поверхности водоема нефтяную пленку до 1 мм, которая ухудшает воздухообмен между атмосферой и гидросферой [4].

Установлено, что простые отстойники не зарекомендовали себя как эффективное средство очистки производственных сточных вод от горюче-смазочных материалов. Для предотвращения попадания загрязнителей в гидросферу и литосферу из сточных вод, применяют очистные сооружения, включающие в себя вертикальные грязеотстойники в количестве двух штук, оснащенные фильтром доочистки и оборудованные бензо- и маслоуловителями. Данные сооружения небольшой мощности позволяют наладить систему оборотного водоснабжения на предприятии, что сопряжено не только с экологическим эффектом, вследствие уменьшения сбросов, но и с эффектом экономическим, прежде всего из-за того, что воду на технические нужды не нужно постоянно использовать, забирая из центрального водоснабжения. Вода, очищенная от примесей, может использоваться несколько раз в технологических процессах, и за эту воду не нужно вносить плату повторно [7].

Наиболее эффективными являются сооружения, работающие по самотечному принципу, так как использование насосов приводит к эмульгированию горюче-смазочных материалов в стоках, что усложняет их очистку. В случае системы работающей по принципу самотека, эмульгирования не происходит, горюче-смазочные вещества улавливаются нефтеулавливающими устройствами, а доочистка проходит на сменных фильтрах. Такие сооружения хорошо зарекомендовали себя в Москве и Санкт-

Петербурге, где применяются с 1999 г. Минусом таких систем, является образование значительного объема отработанных фильтрующих материалов. Однако и это конструктивный недостаток исправлен, в настоящее время выпускаются моноблочные очистные устройства, работающие в три этапа. Эффективность очистки составляет не менее 99%. А надежность их такова, что они выдерживают нагрузки даже в случае залповых выбросов горюче-смазочных материалов.

Однако много еще таких предприятий, которые используют системы очистки стоков с мембранными фильтрами, требующими замены и утилизации. Плюс образуется ветошь и другие твердые бытовые отходы, например тара от различных масел и смазок, требующая утилизации. Как правило, эти отходы складируют на полигонах, к сожалению, в основном как бытовой мусор, или вместе с ним. Или же вообще размещают где-либо на территории предприятия, без специальных контейнеров для сбора и хранения. Хотя данный вид твердых отходов должен храниться в специальных условиях, и быть захоронен, с уплотнением и с последующей засыпкой инертным материалом, в основном для этих целей применяют грунт. Хотя в развитых странах, уже достаточно длительное время, данные отходы являются сырьем для вторичной переработки. [5, с. 76]. Что благоприятно сказывается на окружающей среде, и здоровье человека.

Стоит опять же сделать акцент, что на любом предприятии по техническому обслуживанию и ремонту технических средств бывают залповые выбросы горюче-смазочных материалов на поверхность почвы или в воду, на полы производственных помещений, например при замене моторного или трансмиссионного масла, которое входит в необходимое периодическое ТО.

Почвы, которые подверглись загрязнению горюче-смазочными материалами:

- теряют способность не только насыщению влагой, но и к ее удержанию;
- изменяются физико-химические и химические свойства почвы;
- ухудшается воздухообмен, почвенные поры заполняются нефтепродуктами.

Загрязнение почв отражается на физиологическом состоянии растений произрастающих на загрязненном участке, вплоть до полной их гибели [4].

Испарение вредных веществ, например, с поверхности масляного пятна так же негативно скажется и на работниках предприятия, поспособствует развитию заболеваний органов дыхания, пищеварительной системы и кожных покровов. Кроме того, такое масляное пятно на полу производственной зоны может привести к получению травмы.

На территории крупных предприятий с развитым автотранспортным хозяйством целесообразно проводить мероприятия по очистке почв. Данный комплекс мероприятий трудоемок и требует значительных финансовых затрат. Поэтому не прекращается поиск более дешевых и эффективных технологий.

Одной из таких технологий является биоредиация почвы загрязненной горюче-смазочными веществами. Метод стал возможен благодаря открытиям, выполненным в области биотехнологии и, представляет собой комплекс мероприятий по очистке почвы и атмосферы, с применением метаболического потенциала живых объектов. Прежде всего, это грибы, черви, микроорганизмы и т.д. При аварийном или случайном разливе целесообразно засыпать место разлива песком или другим сорбентом, например цеолитами, которые необходимо потом собрать в прочную и герметичную тару с последующей утилизацией.

В процессе работы горюче-смазочные материалы неизбежно разбрызгиваются и попадают и на спецодежду персонала, на рабочие поверхности и в воздушную среду помещения в виде мельчайших капель, так называемого масляного тумана. Такое загрязнение негативно влияет на здоровье людей, вызывая различные аллергические реакции, заболевания кожи, органов дыхания. То есть человек, как компонент биосферы, так же имеет негативную нагрузку при работе с горюче-смазочными материалами.

Воздух рабочей зоны так же требует очистки от масляного тумана, образующегося при работе различных станков. Так как масляные капли оседают на различных поверхностях впоследствии, загрязняют помещение и оборудование. Ухудшают качество работы и осложняют уборку помещений от пыли и волокон. Кроме того, они вызывают ряд профессиональных заболеваний. Выброс их в окружающую среду недопустим, из-за образования смога и токсического эффекта веществ, входящих в их состав.

Для очистки воздуха применяют различные фильтры., кассетные, модульные и электростатические. Все они дают хорошие показатели защиты, и отличаются широким разбросом моделей и мощностей.

Наиболее перспективными являются малогабаритные, мобильные, локальные агрегаты, которые располагаются около станков, очищают воздух, пропуская через систему фильтров, и возвращают его снова в рабочую зону [2]. Высокая эффективность таких агрегатов в пределах 85-90%. Однако, минусом их является наличие фильтрующих материалов, которые требуют утилизации.

Одним из способов снизить воздействие загрязнений от горюче-смазочных материалов является сбор для регенерации масел, то есть восстановления их свойств. Ведь ресурсы масла, используются не полностью, поэтому возможно организовать их сбор в специальную тару. Регенерация отработанных горюче-смазочных материалов является одним из наиболее доступных и реальных способов пополнения топливно-энергетических ресурсов и этот способ помогает предотвратить загрязнение природной среды. В настоящее время ресайклинг развит в нашей стране пока достаточно слабо, и ежегодно потери только отработанных горюче-смазачных материалов достигают величины в 270 тыс.т.

Наиболее частый способ избавления от отходов, это использование их как печное топливо, величина экологической нагрузки в данном случае пока не установлена, но она значительна. При такой переработке горюче-смазочных

материалов также загрязняются огромные территории, т.к. в число образующихся веществ входят в том числе канцерогенные вещества, типа бенз(а)пиренов и диоксинов. Кроме того, образуется значительное количество золы и шлаков, которые так же требуют складирования и захоронения [8].

Таким образом, современные технологии позволяют не только максимально снизить техногенное влияние на окружающую среду, но и эффективно очищать стоки, и утилизировать отработанные горюче-смазочные материалы с выгодой в в отношении здоровья работников.

Очистка воздуха рабочей зоны и своевременное удаление разливов горюче-смазочных материалов с последующей утилизацией загрязненного сорбента или биоремедиацией загрязнения, позволит предотвратить производственный травматизм, снизить риск профессиональных заболеваний, и уменьшить число нарушения в сфере экологического законодательства.

В РФ необходимо формировать культуру обращения с горюче-смазочными материалами, и вести работу по внедрению эффективных технологий по применению, утилизации и ресайклинга на предприятиях.

Список литературы

1. Андрианов, Е.А. Использование ресурсосберегающих технологий при вентиляции животноводческих помещений [Текст] / Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т.2. – № 3-4 (8-4). – С. 383-388.

2. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие [Текст] / А. В. Полуэктов, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов, Е. А. Галкин. -Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2005. -274с.

3. Джерихов, В. Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. Ч. V. Экономия топливно-энергетических ресурсов [Текст] / В. Б. Джерихов; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 39 с.

4. Попов, Н.А. Практикум по безопасности жизнедеятельности [Текст] / Н.А. Попов, Е.А. Высоцкая, В.И. Писарев -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.-211 с

5. Одарюк, В.А. Очистка и утилизация отходов хранилищ горюче-смазочных материалов [Текст] / В.А. Одарюк, Г.М. Нигметов// Технологии гражданской безопасности.- 2011.- № 3.- Т. 8.- С. 76-83.

6. Петренко, Н.В. Загрязнение окружающей среды при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственных машин [Текст] / Н.В. Петренко// Вестник аграрной науки Дона.- 2011.- № 3.- С. 52-58.

7. Практикум по безопасности жизнедеятельности: учебное пособие / Н.А. Попов, Е.А. Высоцкая, В.И. Писарев. -Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. -210 с.

8. Практикум по безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие [Текст] / В.И. Писарев, Н.А. Попов, А.С. Корнев// Под. общ. ред. доц. Писарева В.И. -Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. -193 с

УДК 621.436.02

Бурдыкин В.Д., Остриков В.В.

ФОРСУНКА ДЛЯ СТУПЕНЧАТОГО ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЕ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье приводится описание конструкции форсунки с анизотропным упругим элементом, позволяющей обеспечить двухступенчатым впрыскиванием дизельного топлива, что обеспечивает повышение динамических и экономических показателей дизеля.*

Annotation*. The article describes the design of the nozzle with an anisotropic elastic element, which allows to provide two-stage injection of diesel fuel, which provides an increase in the dynamic and economic performance of the diesel.*

Ключевые слова: *дизель, форсунка, ход иглы, двухступенчатое впрыскивание.*

Key words: *diesel, injector, needle stroke, two-stage injection.*

Управление интенсивностью выгорания топлива в начальном периоде осуществляется интенсификацией предпламенных процессов для сокращения периода задержки самовоспламенения. В значительной степени это достигается воздействием на характеристики подачи топлива, в частности, на фактор динамичности, определяющий относительное количество топлива, поданного в цилиндр за период задержки самовоспламенения, в общей цикловой подаче. Регулирование характеристики подачи для снижения фактора динамичности осуществляется реализацией двух основных направлений: ступенчатое и разделенное впрыскивание топлива. Принципиальные основы ступенчатого впрыскивания широко известны. Физические основы влияния разделенного впрыскивания топлива на выбросы вредных веществ отработавшими газами базируются на снижении и ограничении интенсивности выгорания топлива в начальном периоде, температуры и давления газов в цилиндре. Осуществление разделенного впрыскивания имеет свои особенности, связанные с местом подачи запальной порции и ее относительной величиной в суммарной цикловой подаче топлива.

В последние годы реализация разделенного впрыскивания топлива осуществляется с использованием электронного управления. Однако, электронное управление впрыскиванием топлива, все более широко применяющееся в автомобильных, судовых и стационарных дизелях, получило ограниченное распространение в дизелях тракторов, комбайнов и дорожно-строительных машин в связи с тяжелыми условиями эксплуатации и высокими требованиями к надежности и долговечности элементной базы электронных, электромеханических и электрогидравличсских устройств. В этой связи по-прежнему высок интерес к реализации разделенного впрыскивания топлива с

использованием традиционных гидромеханических устройств: топливной форсунки и элементов топливного насоса высокого давления.

Предлагается конструкция форсунки [1], обеспечивающая двухступенчатый процесс впрыскивания при возможности его оптимизации, улучшение условий регулирования и технического обслуживания форсунки, а также расширение ее функциональных возможностей.

Поставленные задачи решается за счет того, что в форсунке для дизеля, содержащей полый корпус с топливоподводящим каналом, распылитель, установленную в корпусе распылителя запорную иглу и нагружающий узел с двумя упругими элементами, размещенными с возможностью взаимодействия с запорной иглой, причем один упругий элемент выполнен в виде коаксиально размещенного цилиндра из эластомера, жестко связанного с внутренней поверхностью первого регулировочного стакана с одной стороны и боковой поверхностью нажимной штанги с другой стороны, второй упругий элемент в виде стальной пружины размещен в полости второго регулировочного стакана с возможностью взаимодействия с торцевой поверхностью первого регулировочного стакана, причем жесткость упругого элемента из эластомера в 1,5...2,0 раза больше жесткости стальной пружины.

На рисунке изображен общий вид форсунки для дизеля двухступенчатого впрыскивания. Форсунка для дизеля содержит корпус 1 со штуцером подачи топлива 2, запорную иглу 3, корпус распылителя 4 с сопловыми отверстиями 5, нажимную штангу 6, сопряженную с запорной иглой 3. Нагружающий узел включает нажимную штангу 6, упругий элемент 7 из эластомера, первый регулировочный стакан 8, стальную пружину 9, второй регулировочный стакан 10 с контргайкой 11 и прокладкой 12 и размещенный в нем регулировочный винт 13 с контргайкой 14 и прокладкой 15. Стальная пружина 9 сопряжена с первым регулировочным стаканом 8 с одной стороны и вторым регулировочным стаканом 10 с другой стороны.

Нажимная штанга 6 размещена в первом регулировочном стакане 8 коаксиально с радиальным зазором, в котором размещен упругий элемент 7 из эластомера, жестко связанный с наружной боковой поверхностью 16 нажимной штанги 6 и внутренней поверхностью 17 первого регулировочного стакана 8 в результате адгезионного сцепления эластомера с этими поверхностями.

Топливоподводящий канал 18 соединен с подыгольной полостью распылителя 19, а распылитель 4 к корпусу форсунки прижимается гайкой 20.

В корпусе форсунки 1 предусмотрено отверстие 21 для штуцера слива топлива. Ограничение максимального подъема запорной иглы 3 не регулируется и определяется зазором h_I между торцовой поверхностью запорной иглы и поверхностью корпуса форсунки 1, а ограничение максимального подъема h_{II} первого регулировочного стакана 8 осуществляется посредством регулировочного винта 13 и фиксируется посредством контргайки 14.

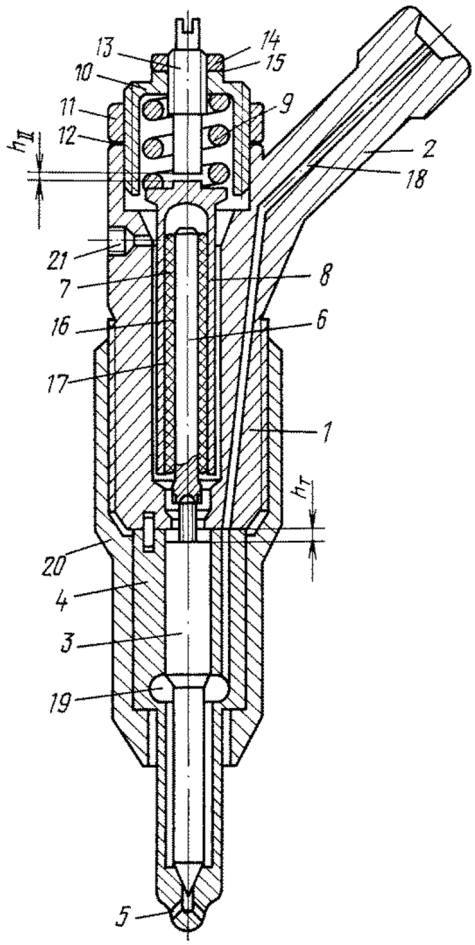


Рисунок. Общий вид форсунки для дизеля двухступенчатого впрыскивания

Регулирование давления открытия форсунки осуществляется перемещением второго регулировочного стакана 10 в корпусе форсунки 1. Фиксирование регулировки осуществляется посредством контргайки 11. Заканчивается процесс регулирования форсунки установлением зазора h_{II} между регулировочным винтом 13 и торцовой поверхностью первого регулировочного стакана 8, причем зазор h_{II} меньше зазора h_Iпри всех вариантах регулировки форсунки. Фиксирование этой регулировки осуществляется посредством контргайки 14. Утечки топлива по резьбовым соединениям между вторым регулировочным стаканом 10 и корпусом форсунки 1, а также между вторым регулировочным стаканом 10 и регулировочным винтом 13 предотвращаются за счет установки прокладок 12 и 15 соответственно.

Заявляемая форсунка для дизеля работает следующим образом. Топливо подается по топливоподводящему каналу 18 в подыгольную полость 19. При достижении давления топлива в корпусе форсунки 1 уровня начала впрыскивания запорная игла 3, преодолевая усилие упругой деформации упругого элемента 7 и усилие упругой деформации стальной пружины 9, поднимается, открывая доступ топлива к сопловым отверстиям 5. Происходит впрыскивание топлива в цилиндр дизеля. Жесткость упругого элемента 7 выбирается значительно больше жесткости стальной пружины 9. В связи с этим в начальный момент впрыскивания

происходит, главным образом, деформация стальной пружины 9 при небольшой деформации упругого элемента 7. При дальнейшем подъеме запорной иглы 3 первый регулировочный стакан 8 своей торцовой поверхностью упирается в регулировочный винт 13, за счет чего происходит блокировка стальной пружины 9, и при дальнейшем подъеме запорной иглы 3 будет деформироваться только упругий элемент 7. При прекращении подачи топлива топливным насосом давление топлива на дифференциальную площадку запорной иглы 3 снижается, запорная игла 3 под действием упругой деформации упругого элемента 7, а затем и упругой деформации стальной пружины 9 опускается, перекрывая доступ топлива к сопловым отверстиям 5. Впрыскивание топлива в цилиндр дизеля прекращается.

Предлагаемая форсунка позволяет упростить конструкцию, технологию изготовления и увеличивает надежность и долговечность форсунки, обеспечивающей двухступенчатый процесс впрыскивания. Конструкция форсунки позволяет производить ее разборку для проведения технического обслуживания, обеспечивает простоту и гибкость регулировок, а также возможность выбора соотношений параметров между ступенями процесса впрыскивания в широком диапазоне. Предлагаемая конструкция форсунки может оказаться полезной при доводке рабочего процесса нового дизеля, так как дает возможность легко варьировать соотношениями параметров между ступенями и оптимизировать рабочий процесс. Наличие запорного элемента из эластомера обеспечивает нелинейность характеристики форсунки и придает подвижной системе форсунки функцию демпфера при работе. Двухступенчатый процесс впрыскивания существенно улучшает рабочий процесс дизеля, за счет чего улучшаются динамические и экономические показатели его работы, повышается моторесурс двигателя, снижается дымность выхлопных газов и выхлоп становится экологически более чистым.

Список литературы

1. Патент РФ №2239086 С1, МПК F02M 45/08. Форсунка для дизеля./М.Н. Кухарев, В.Д. Бурдыкин, А.В. Грибанов, А.В. Белоглазов (РФ).- Патентообладатель: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ (RU)-№2003106916/06, заявл.12.03.2003; опубл.27.10.2004. Бюл. №30-4с.

УДК 631.3.004:581.55:620.9.003.13

Брюховецкий А.Н., Коршенко К.В., Сударкин В.Н., Белоусов В.И.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Луганский национальный аграрный университет, г. Луганск

Аннотация. *В статье представлены результаты исследования влияния электромагнитного поля на параметры углеводородного (дизельного) топлива.*

Ключевые слова: *топливо, активация, магнитное поле, соленоид, модулятор.*

Abstract. *The results of studies of the effect of electromagnetic field on the parameters of hydrocarbon (diesel) fuel.*

Key words: *fuel, activation, magnetic field, solenoid, modulator.*

Рост цен на углеводородные энергоносители в последние 10-20 лет и непростая экологическая ситуация в мире усилили интерес к малозатратным в энергетическом аспекте воздействиям на моторные топлива активаторами, с помощью которых представляется возможным изменение молекулярной структуры жидких углеводородов с целью интенсификации процесса их сгорания в камерах сгорания ДВС [5, 6].

Целью нашего исследования было определение количественных изменений физико-химических параметров (ФХП) дизельного топлива, обработанного с помощью экспериментального активатора.

За основу при разработке теоретических основ изысканий в данной области взята научная гипотеза о возможности смещения радикального равновесия (вследствие рекомбинационных процессов) с разрушением определенной части атомов жидких углеводородов, а соответственно молекул и их ассоциативов [1, 4].

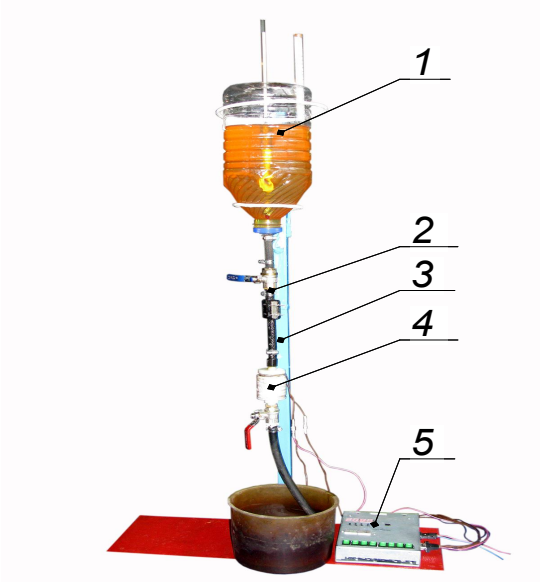
Для экспериментального подтверждения предварительных теоретических предположений и определения основных показателей магнитного поля для активизации дизельного топлива на кафедре тракторов и автомобилей Луганского национального аграрного университета был разработан и изготовлен экспериментальный активатор, в состав которого входили один из самых широко распространённых источников электромагнитного поля – конечный соленоид и магнитно-импульсный модулятор (МИМ) [2, 3].

Для омагничивания дизельного топлива применялась проточная лабораторная установка, схема которой приведена на рис. 1. Основная особенность данной установки заключается в том, что электромагнитное воздействие осуществлялось в процессе движения дизельного топлива. Эксперименты проводились при температуре топлива 20^{o}С с объемной скоростью потока - 5 см ^{3}/мин (скорость потока может изменяться).

Воздействие электромагнитного поля на ФХП дизельного топлива изучалось при проведении 5-7 параллельных опытов в сравнении с параметрами дизельного топлива в аналогичных условиях без магнитной обработки.

Для измерения температуры вспышки и воспламенения дизельного топлива, по методу ГОСТ 6356- 75 и методу международного стандарта ИСО 2719- 2000 в закрытом тигле, использовался аппарат ТВ-1.

Кинематическую вязкость дизельного топлива определяли вискозиметром в области положительных температур по методу ГОСТ33-2000 (ISO 3104-94) для обеспечения режимов поддержания температур стандартного ряда был использован термостат ТВП-1Ц.



1 – емкость для исходного дизельного топлива; 2 – регулировочный кран; 3 - штатив; 4 – активатор (соленоид); 5 – МИМ (магнитно-импульсный модулятор)

Рисунок 1. Лабораторная проточная установка для омагничивания дизельного топлива

Использованная методика и основные схемы проведения экспериментов по магнитной обработке исследуемых образцов дизельного топлива предназначены для определения основных характеристик топлива после омагничивания.

Экспериментальный активатор дизельного топлива предназначен для повышения эффективности сгорания дизельного топлива, используемого в двигателях внутреннего сгорания мобильных энергетических средств, за счет действия электромагнитных полей повышенной напряженности. Составляющей частью активатора является конечный соленоид, представляющий собой цилиндрическую катушку радиусом R и длинной l, на поверхность которой намотаны N витков провода диаметром d. По обмотке пропускается постоянный электрический ток силой I.

Измерение магнитного поля соленоида проводили при помощи миллитесламетра портативного универсального МТУ-2 [7].

Экспериментально было установлено, что максимальное значение магнитной индукции B достигается в центре конечного соленоида [2].

На графике рис. 2 показаны экспериментальная $B_{эксп.}(x)$ и теоретическая $B_{теор.}(x)$ зависимости магнитной индукции как функции расстояния x от нижнего края соленоида до исследуемой точки, измеренное по шкале щупа МТУ-2. Значения теоретической зависимости магнитной индукции от координаты x были определены исходя из закона Био-Савара-Лапласа по следующей расчетной формуле:

$$B_{теор} = \mu\mu_0 \frac{nI}{2}\left(\frac{l-x}{\sqrt{R^2+(l-x)^2}} + \frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}\right) \quad (1)$$

где μ - магнитная проницаемость вещества, находящегося внутри соленоида;

μ_0 - магнитная постоянная;
n - число витков на единицу длины соленоида;
I - сила тока в одном витке;
l - длина соленоида;
x - расстояние от края соленоида до исследуемой точки;
R- радиус соленоида.

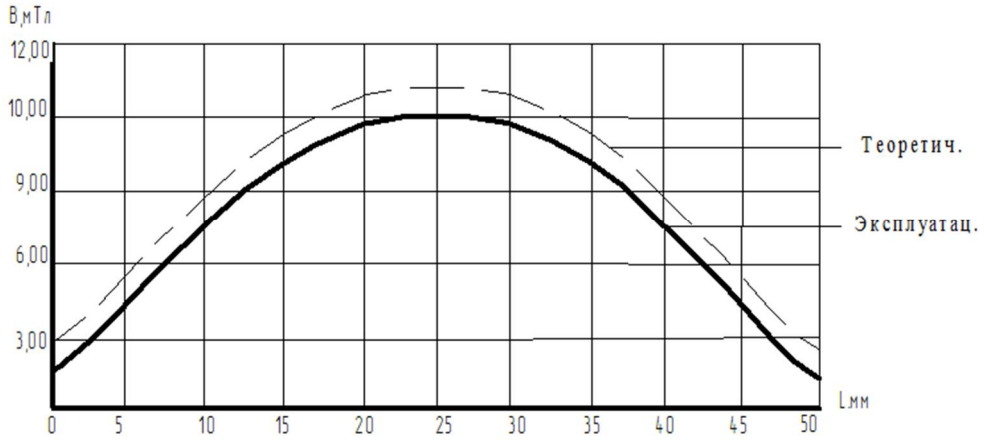


Рисунок 2. Экспериментальная и теоретическая зависимости магнитной индукции как функции расстояния от нижнего края соленоида до исследуемой точки, измеренное по шкале щупа МТУ-2.

Таким образом, в центре конечного соленоида, который является основным узлом активатора дизельного топлива, экспериментальная величина индукции магнитного поля максимальная по значению и имеет отклонения в пределах 6% по отношению к теоретической величине индукции магнитного поля соленоида с теми же параметрами.

При экспериментальном исследовании процесса воздействия электромагнитного поля на ФХП дизельного топлива выполнялись сравнительные изменения структуры молекулярного состава по результатам измерения плотности, температуры вспышки в закрытом тигле, кинематической вязкости в дизельном топливе по ГОСТ 305-82 и активированного (молекулярно модифицированного) дизельного топлива. Также были проведены сравнительные исследования физических ФХП дизельного топлива, выполненные в течение 0,5 часа после обработки переменным электромагнитным полем. Результаты исследований представлены в таблице 1.

В результате воздействия на дизельное топливо переменного электромагнитного поля уменьшается плотность, температура вспышки и кинематическая вязкость модифицированного дизельного топлива. При этом необходимо учитывать, что в течении 0,5 часа происходит полная релаксация дизельного топлива с восстановлением его начальных ФХП.

Таблица. Результаты сравнительных исследований дизельного топлива

Наименование показателей	Исходные данные	Метод испытания	Результаты МАТ	Результаты МАТ через 0,5 часа	Откло нения
1. Плотность при температуре 15^{o}C, г/см^{3}	0,837	ГОСТ Р 51069	0,835	0,837	0,24%
2. Температура вспышки в закрытом тигле, ^{o}C, выше	43	ГОСТ 6356	56	43	23,21 %
3. Кинематическая вязкость при температуре 40^{o}C, мм^{2}/сек,	2,61	ГСТУ ГОСТ 33	2,595	2,61	0,58%

Резюмируя приведенные выше данные исследований можно утверждать о целесообразности проведения электромагнитной активации дизельного топлива. Уменьшение температуры вспышки не 23,21% приводит к более раннему самовоспламенению модифицированного топлива в камерах сгорания цилиндров двигателей, уменьшение плотности и кинематической вязкости улучшает процесс распыления (испарения) активированного (модифицированного) топлива и, следовательно, интенсифицирует процесс горения топлива.

Таким образом, все изменения физических характеристик дизельного топлива должны обеспечить повышение эффективности сгорания топлива, а в результате - улучшение энергетических показателей работы дизельного двигателя. Но одновременно с этим очевидным является то, что для выявления всех закономерностей активации дизельного топлива электромагнитным воздействием и определения эффективности данного процесса требуются исследования режимов смесеобразования и сгорания топлива в конкретных ДВС при последующем снятии нагрузочных характеристик двигателей с целью сравнения их с характеристиками моторов, работающих на неомагниченном топливе.

Список литературы

1. Боровик Е. С. Лекции по магнетизму [Текст] / Боровик Е. С., Еременко В. В., Мильнер А. С. - 3-е изд., перераб. и доп - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 512 с.

2. Брюховецкий А.Н. Метод повышения топливной эффективности работы энергосиловых установок в агробиотехноценозах [Текст] / Коршенко К.В. // Кадастровое и эколого-ландшафтное обеспечение землеустройства в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. С.38-45.

3. Брюховецкий А.Н. Современная концепция энергетической оптимизации функционирования агробиотехноценоза [Текст] / Брюховецкий

А.Н., Брюховецкий Я.А. // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2016. - № 2 – С. 96-103.

4. Герловин И.Л. Основы единой теории всех взаимодействий в веществе [Текст]. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. – 432 с.

5. Звонов В.А. Влияние на рабочий процесс ДВС активированного топлива внешних физических воздействий [Текст] / В.А. Звонов, Н.А. Макаров// Двигатели внутреннего сгорания. - 2008. № 2.- С. 112-121.

6. Инюшин Н.В. Аппараты для магнитной обработки жидкостей [Текст] / Н.В. Инюшин, Е.И. Ишемчужин, Л.Е. Каштанова. - М.: Недра, 2001.- 144 с.

7. Миллитесламетр портативный универсальный ТП2-2У [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.souz-pribor.ru/directions/ecological_monitoring/catalog/7878/21000.htm.

УДК 631.315:629.783.525

Панков А.А.[1], Щеглов А.В.[2], Стахорская А.Г.[1]

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АПК

[1]Луганский национальный университет им. В. Даля, г. Луганск
[2]Луганский национальный аграрный университет, г. Луганск

Аннотация. *Существующие средства автоматизации техники АПК являются структурно избыточными. Рассмотрено улучшение показателей функционально-структурной интеграции и распределения функциональной нагрузки в системах управления на основе применения мехатронных модулей.*

Ключевые слова: *автоматизация, управление, структура, мехатроника.*

Abstract. *The existing means of automation of agricultural machinery are structurally redundant. Improvement of indicators of functional and structural integration and distribution of functional load in control systems on the basis of application of mechatronic modules is considered.*

Key words: *automation, control, structure, mechatronics.*

Введение. В ходе анализа существующих средств автоматизации, управления и информатизации технических средств агропромышленного комплекса (АПК) установлено, что многочисленные интерфейсы связывают устройства различной физической природы (механические, электронные и информационные). Это определяет их конструктивную и аппаратно-программную сложность. При традиционном исполнении средств управления и автоматизации интерфейсы представляют собой самостоятельные узлы. В машине с компьютерным управлением, которая построена на традиционных приводах, для связи основных устройств необходимо соединить десятки сигнальных и силовых проводов. Опыт эксплуатации средств автоматизации показывает, что до 70% проблем в их работе связаны с надежностью

соединений. При этом имеют место обрыв проводов и ненадежный контакт в их соединениях, что вызывает ложные срабатывания [4].

Анализ существующих исследований. В настоящее время получает распространение мехатронизация техносферы, связанная с развитием производства в направлении все более широкого внедрения средств автоматизации на основе мехатронного подхода [6]. Его суть заключается в объединении элементов и отдельных составляющих в интегрированные модули на этапах разработки, освобождая оператора от решения "проблемы интерфейсов" при эксплуатации мехатронного устройства.

Мехатронные модули (ММ) отличаются надежностью, точностью исполнения движений и компактностью конструкции, удобны в настройке и программировании движений. Такие решения экономически выгодны, так как упрощается сервис машины и улучшается ее ремонтопригодность [4, 5]. Качественно новые свойства ММ в сравнении с традиционными приводами достигаются синергетической интеграцией составляющих элементов.

В работах [2, 3] установлена актуальность мехатронизации техники АПК, исходя из долговечности, быстродействия и почти безотказной работы ММ.

Цель и задачи исследований. Целью функционально-структурного анализа систем автоматизации и управления технических средств АПК является поиск структур, реализующих заданные функциональные преобразования с помощью минимального количества структурных блоков.

Достижение цели предусматривает рассмотрение следующей задачи: структурный анализ и синтез ММ управления рабочим процессом техники АПК на основе функционально-структурной интеграции систем автоматизации и переноса функциональной нагрузки на интеллектуальные устройства.

Основная часть. Результаты решения задач исследований. Структурная сложность в общем случае определяется количеством соединяемых элементов, числом и интенсивностью их взаимосвязей [4]. Поэтому решение задачи оптимизации структурных схем объектов автоматизации и управления, определения структурной схемы и построения ММ можно трактовать как решение "проблемы интерфейсов" и минимизации структурной сложности методом исключения [4].

Цель интеграции - исключение промежуточных преобразователей. Из традиционной структуры исключается, по крайней мере, один промежуточный блок и соответствующие интерфейсы. При этом сохраняется функциональное преобразование, выполняемое полученным ММ в целом, его входные и выходные переменные. Эта цель может быть достигнута на том этапе разработки систем управления, когда осуществляется синтез структуры ММ.

В качестве исходной структуры рассмотрим схему управления высевом (рис. 1), предлагаемую в [1], которая реализуется на основе традиционных электро- или гидроприводов с компьютерным управлением.

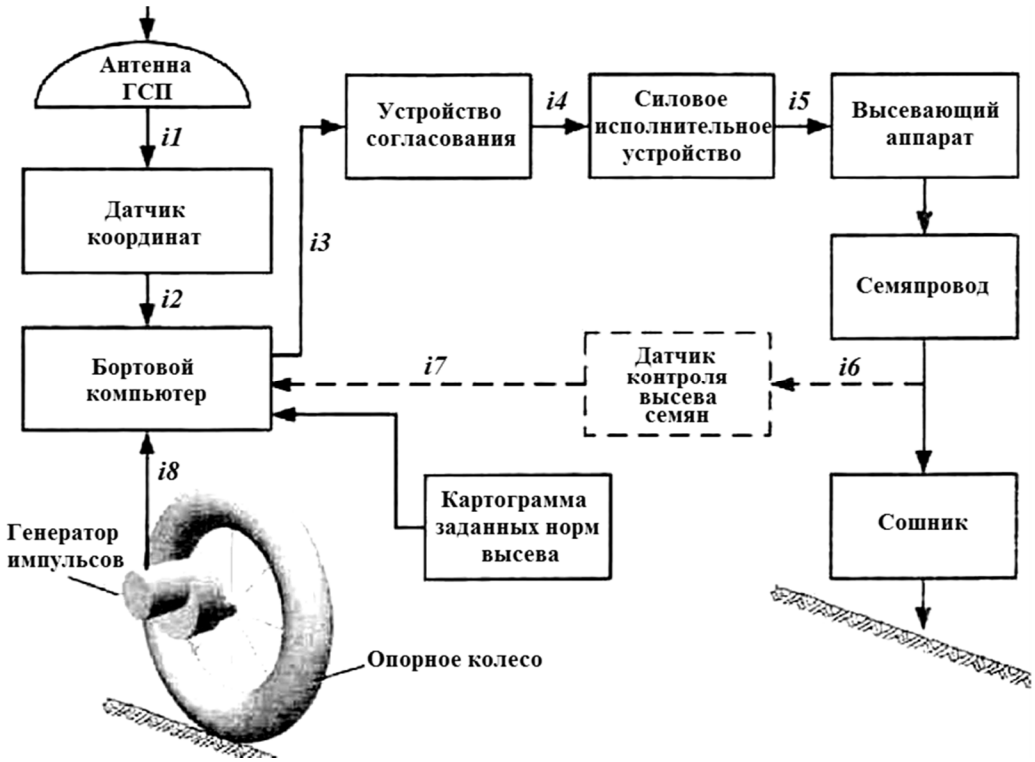


Рисунок 1. Исходная структурная модель управления высевом в информационных системах земледелия (ИСЗ)

Исходная структурная модель включает в себя следующие элементы:

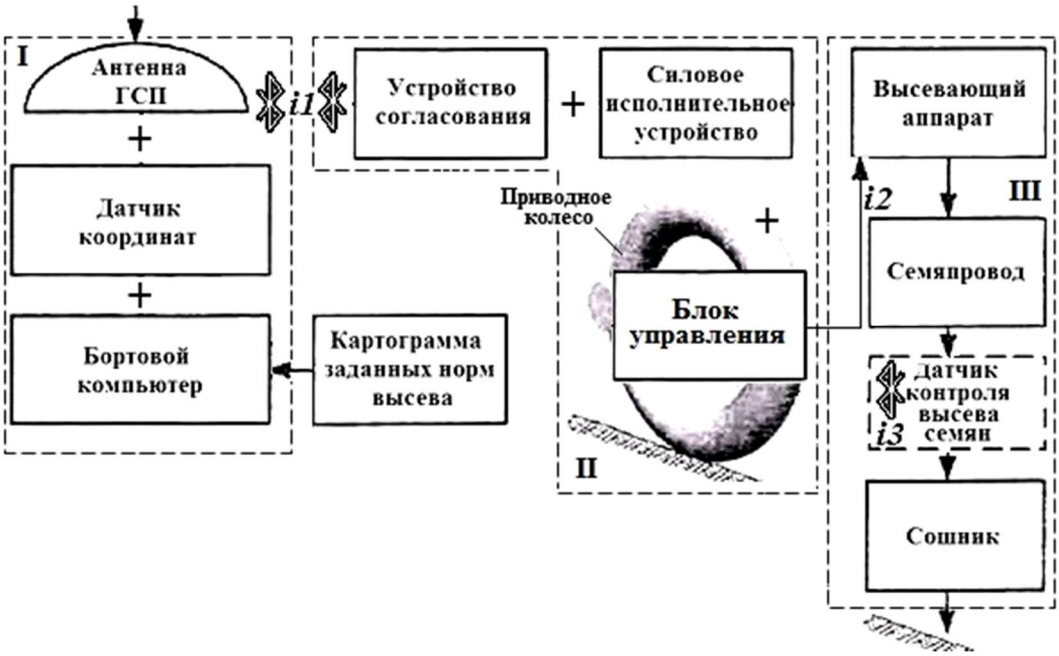
- датчик координат с антенной ГСП для получения информации о местонахождении посевного агрегата в поле;
- бортовой компьютер, функциональной задачей которого является регулирование нормы высева на основе информации о местонахождении посевного агрегата и текущей информации о заданной норме высева в данной точке поля, значение которой поступает от картограммы-задания;
- устройство согласования, представляющее собой цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), реализующий функцию информационно-электрического преобразования для передачи управляющего сигнала от бортового компьютера на силовое исполнительное устройство;
- силовое исполнительное устройство, представляющее собой управляемый электродвигатель с механическим приводным элементом и выполняющее электромеханическое преобразование, управляющее технологическим режимом работы высевающего аппарата;
- устройство, реализующее заданное управляющее движение или рабочий орган, взаимодействующий с внешними объектами, в данном случае высевающий аппарат зерновой сеялки;
- устройство обратной связи, или датчик контроля высева, который дает информацию о реальной интенсивности потока семян в момент времени;
- интерфейсные устройства, обозначенные на структурной модели i1-i8.

Здесь интерфейсы являются сепаратными устройствами. Поэтому их изготовление и наладка становятся серьезной проблемой для разработчика, в особенности, когда требуется надежно соединять нестандартные и специализированные элементы различных производителей.

В исходной модели реализуется шесть функциональных преобразований [4]: моноэнергетические информационное и механическое (где входные и выходные переменные имеют одну и ту же физическую природу), дуальные информационно-электрическое, электромеханическое, а также электро-информационное и механико-информационное преобразования в цепях обратной связи.

На основе исходной структурной модели предложена структурная модель с мехатронным модулем (рис. 2). Мехатронные модули отличаются высокой степенью интеграции элементов, причем эти решения закладываются уже на стадии разработки и изготовления.

В структурной модели с ММ датчик координат с антенной ГСП и бортовой компьютер с соответствующими интерфейсами объединены в одном модуле, который представляет собой мобильное вычислительное устройство – смартфон или планшет с операционной системой. Устройство согласования, силовое исполнительное устройство и блок управления высевающей системой при объединении представляют собой непосредственно ММ. Датчик контроля высева семян вместо проводного интерфейса может передавать данные по беспроводной радиосвязи bluetooth. Остальные структурные единицы – рабочий орган в виде высевающей системы - остаются без изменений, а количество интерфейсных устройств сокращается с 8 до 3-х (i1-i3).



I – вычислитель; II – мехатронный модуль; III – высевающая система

Рисунок 2. Структурная модель с ММ управления высевом в ИСЗ для высевающих аппаратов и устройств с элементами пневмоники

В модели с ММ реализуется семь функциональных преобразований: моноэнергетические информационное и пневматическое (где входные и выходные переменные имеют одну и ту же физическую природу), дуальные информационно-электрическое, электромеханическое и механико-пневматическое, а также электро-информационное и механико-информационное преобразования.

Сравнивая предложенную структурную модель с ММ и исходную структурную модель, можно сделать вывод о том, что суммарное количество основных (8) и интерфейсных (8) блоков в исходной модели превышает число выполняемых функциональных преобразований (6). Другими словами, можно говорить о структурной избыточности исходной модели. Наличие избыточных блоков приводит к снижению надежности и точности технической системы, ухудшению ее массогабаритных и стоимостных показателей.

Рассмотренное функциональное представление модели с ММ содержит два информационных входа (программы рабочего процесса и информационная обратная связь) и один выход - целенаправленное воздействие на высевающую систему. Следовательно, в общем случае функциональная схема с ММ может быть построена как информационно-пневмомеханический преобразователь.

Функционально-структурная интеграция систем автоматизации и управления. Анализ функционально-структурной интеграции (ФСИ) рассматриваемых схем произведем на основе показателя ФСИ, который представляет собой оценку уровня интеграции составляющих элементов. При разработке систем управления следует стремиться к повышению показателя ФСИ, т.е. реализовывать наибольшее количество функциональных преобразований минимально возможным числом структурных элементов. Показатель ФСИ рассчитывается по формуле, согласно [4]:

$$I^{FS} = \frac{N_F}{N_S} - 1, \qquad (1)$$

где N_F – число функциональных преобразований в данном структурном варианте. Для исходной структурной модели $N_F = 6$, для структурной модели мехатронного модуля $N_F = 7$.

N_S – число основных и интерфейсных блоков, используемых в структурном варианте. Для исходной структурной модели $N_S = 16$, для структурной модели мехатронного модуля $N_S = 6$.

Тогда для исходной структурной модели получим $I^{FS} = -0{,}625$, для структурной модели мехатронного модуля $I^{FS} = 0{,}167$.

В общем случае показатель I^{FS} будет отрицательным для избыточных структур, где число отдельных структурных элементов в системе превышает число заданных функциональных преобразований. Базовая степень интеграции ($I^{FS} = 0$) достигается при равенстве между числом функциональных преобразований и выполняющих их структурных блоков. В рассмотренном случае для структурной модели с мехатронным модулем $I^{FS} = 0{,}167 > 0$ может

быть достигнута в случае нахождения технического решения по выбору аппаратных и программных решений для интеллектуального мехатронного модуля, в котором максимум функциональных преобразований сосредоточен в едином структурном элементе.

Перенос функциональной нагрузки на интеллектуальные устройства. Все аспекты анализа, классификации и разработки систем управления не могут быть оценены единственным численным критерием. Значительный интерес представляет распределение функций между структурными элементами систем контроля и управления. Согласно [4], для количественного анализа и оценки систем управления вводится специальная мера – показатель распределения функциональной нагрузки (РФН). Показатель РФН позволяет оценить объем функциональной нагрузки, которую несет каждый из структурных элементов или блоков в исследуемой системе. Чем выше значение данного показателя, тем большее влияние оказывает данный элемент на качество системы в целом, т.е. на ее стоимость, надежность и другие характеристики. Показатель РФН является численной мерой, определяющей важность структурной единицы на основе наличия и числа ее связей с другими элементами. Чем выше ранг данного узла, тем большую функциональную нагрузку он несет, тем больше он влияет на качество системы в целом.

Определение показателей РФИ рассмотрим на основе метода анализа значимости структурных элементов, разработанного на основе теории графов и матриц. Алгоритм вычисления рангов структурных элементов и анализ распределения функциональной нагрузки внутри системы имеет вид:

1. Структурная схема исследуемой системы представляется в виде ориентированного графа G = G(V,U), где множество вершин V составляет структурные элементы системы, а множество ребер U отображает связи между ними. Для геометрического представления ориентированное ребро $u \in U$ показывается в виде стрелки, направление которой совпадает с направлением потока энергии или информации между соединяемыми вершинами. Рассматриваются только связные графы, в которых для любой пары вершин $(v_i, v_j) \in V$, (i, j = 1,…, n) существует соединяющий их путь.

2. Для построенного графа формируется матрица смежности A = A(V, U). Пусть структура системы содержит n вершин $(X_1, X_2,\ldots, X_n) \in V$, соединенных m ребрами $(u_1, u_2,\ldots, u_m) \in U$. Получаем матрицу A размером (n × n), состоящую из нулей и единиц. Элемент матрицы $a_{ij} = 1$, если граф содержит ребро $u_{ij} \in U$, направленное от вершины X_i к j-му узлу. В противном случае принимается, что $a_{ij} = 0$. Число единичных элементов в матрице A равно числу ребер.

3. Ранг элемента X_i определяется как сумма элементов i-й строки матрицы A:

$$rang\ X_i = \sum_{j=1,n} r_{ij}. \qquad (2)$$

Таким образом, ранг структурного элемента представляет собой векторную норму первого порядка матрицы R в пространстве C^n (n – мерное вещественное пространство). Такой вектор еще называется манхэттенским вектором, т.е. его ранг получен суммированием элементов в строках матрицы.

4. Показатель РФН для структурного элемента X_i:

$$I_i^{DFL} = \frac{rangX_i \cdot 100\%}{\sum_{j=1,\dots,n} rangX_i}. \quad (3)$$

5. Расчет общего показателя РФН группы элементов, входящих в определенную подсистему $g \in G$, производится суммированием показателей РФН составляющих элементов. Например, если заданная группа g состоит из k элементов $(X_1, X_2, \dots, X_n) \in V$, тогда показатель РФН группы получается как сумма k показателей:

$$I_g^{DFL} = \sum_{j=1,\dots,k} I_i^{DFL}. \quad (4)$$

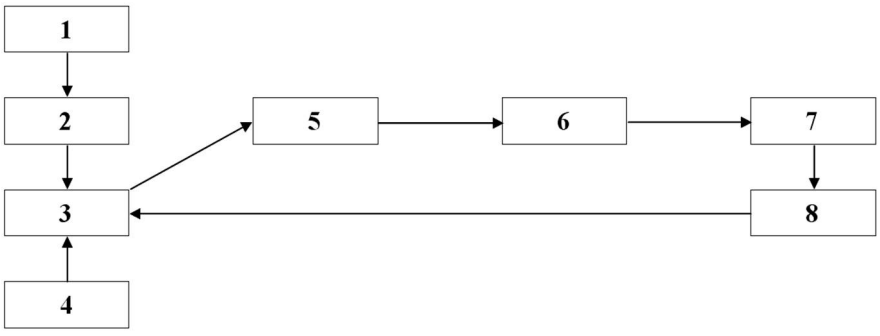
Для оценки функциональной нагрузки целесообразно определить среднее значение показателя РФН для элементов данной группы:

$$\overline{I}_g = I_g^{DFL} / k. \quad (5)$$

6. Ранжирование элементов управляющей системы производится на основе значений их показателей РФН и делается заключение о распределении функциональной нагрузки в исследуемой системе.

Представленную методику расчета показателя РФН рассмотрим на примере двух вариантов систем управления - исходной структурной модели управления высевом (рис. 1) и структурной модели с мехатронным модулем для управления высевом в высевающих аппаратах и системах с элементами пневмоники (рис. 2).

Граф G_1 (рис. 3) для исходной структурной модели содержит 8 вершин (n=8) и 8 ребер (m = 8).



1 – антенна ГСП; 2 – датчик координат; 3 – бортовой компьютер; 4 – опорное колесо с генератором импульсов; 5 – устройство согласования; 6 – силовое исполнительное устройство; 7 – высевающая система; 8 – датчик контроля высева семян

Рисунок 3. Граф исходной структурной модели управления высевом

У графа G_2, (рис. 4), разработанного для структурной модели с мехатронным модулем, имеем n = 3 и m = 3.



I – вычислительное устройство; II – мехатронный модуль;
III – высевающая система

Рисунок 4. Граф структурной модели с мехатронным модулем:

Матрица соответствия $A_1(8\times8)$ для графа G_1 содержит 64 элемента, 8 из которых являются единичными (по числу ребер в графе G_1), остальные элементы – нулевые. Единичные значения имеют следующие элементы матрицы A_1: [2, 1], [3, 2], [3, 4], [3, 8], [5, 3], [6, 5], [7, 6], [8, 7].

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 1\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 0\,1\,0\,1\,0\,0\,0\,1 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 0\,0\,1\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,1\,0\,0\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,1\,0\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,0\,1\,0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Матрица соответствия $A_2(3\times3)$ для графа G_2 содержит 9 элементов, 3 из которых являются единичными (по числу ребер в графе G_2), остальные элементы – нулевые. Единичные значения имеют следующие элементы матрицы A_2: [1, 3], [2, 1], [3, 2].

$$A_2 = \begin{bmatrix} 0\,0\,1 \\ 1\,0\,0 \\ 0\,1\,0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

По формуле (2) определяем ранг элементов матриц A_1 и A_2. Результаты определения ранга элементов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты определения ранга элементов матриц A_1 и A_2

№ строки	1	2	3	4	5	6	7	8
Матрица A_1								
Ранг строки	0	1	3	0	1	1	1	1
Матрица A_2								
Ранг строки	1	1	1	-	-	-	-	-

В соответствии с выражением (3) определяем показатели РФН для всех элементов исследуемых моделей. Результаты определения показателей РФН представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты определения показателей РФН

№ строки	1	2	3	4	5	6	7	8
Матрица A_1								
I_i^{DFL}	0	12,5	37,5	0	12,5	12,5	12,5	12,5
Матрица A_2								
I_i^{DFL}	33,3	33,3	33,3	-	-	-	-	-

Расчет общего показателя РФН групп элементов, входящих в матрицы A_1 и A_2 произведем по формуле (2.19). Для матрицы A_1 получим $I_g^{DFL} = 100$, для матрицы A_2 $I_g^{DFL} = 100$.

Среднее значение показателя РФН для матриц A_1 и A_2 определяем по формуле (5). Для матрицы A_1 получим $\overline{I}_g = 12,5$, для матрицы A_2 $\overline{I}_g = 33,3.$ Очевидно, что среднее значение показателя РФН системы управления на основе мехатронного модуля почти в 3 раза выше, чем для исходной структурной модели.

Ранжирование элементов структурных моделей представлено на рис. 4, 5. Анализируя рис. 4 и рис. 5 установлено, что в структурной модели управления с мехатронным модулем распределение функциональной нагрузки является равномерным, в отличие от исходной структурной модели.

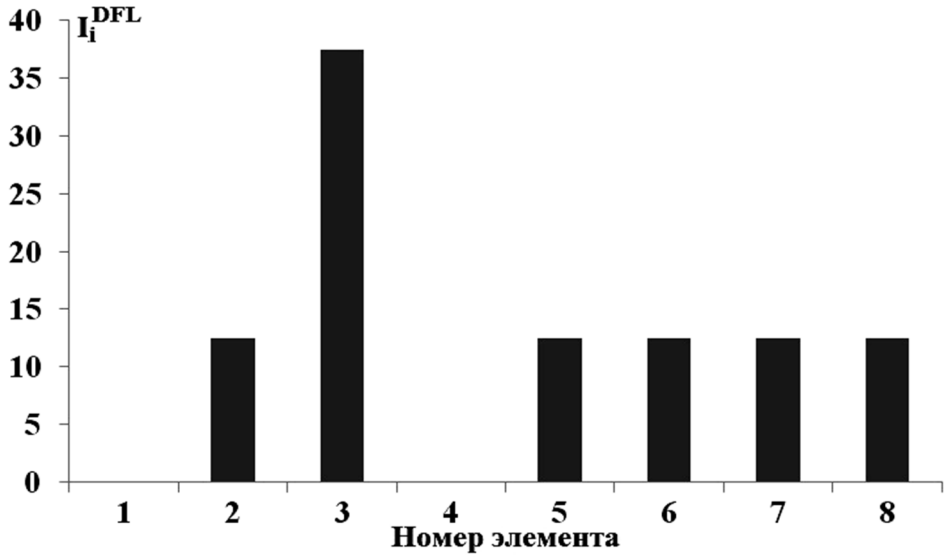


Рисунок 4. Показатели распределения функциональной нагрузки для элементов исходной структурной модели

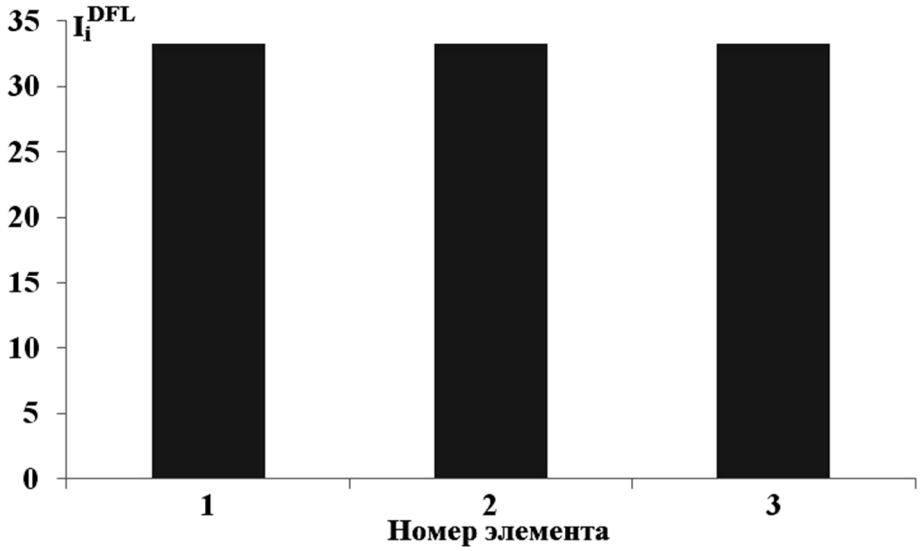


Рисунок 5. Показатели распределения функциональной нагрузки для элементов структурной модели с мехатронным модулем

Выводы. Выявлено, что некоторые существующие технические средства автоматизации и управления являются структурно избыточными, с отрицательным показателем функционально-структурной интеграции (I^{FS} = -0,625). Показано, что наличие избыточных блоков приводит к снижению надежности и точности технических систем, ухудшению их массогабаритных и стоимостных показателей.

Обосновано, что преодоление возникающих затруднений возможно на основе мехатронного подхода к реализации технических средств автоматизации и управления рабочим процессом. Выявлено, что суть мехатронного подхода состоит в объединении элементов и отдельных составляющих какой-либо системы в интегрированные модули уже на этапах разработки. При этом показатель функционально-структурной интеграции принимает положительные значения (I^{FS} = 0,167).

Показано, что в структурной модели управления с мехатронным модулем распределение функциональной нагрузки является равномерным, с показателем РФН I_g = 33,3, в отличие от исходной структурной модели, в которой показатель РФН I_g = 12,5.

Список литературы

1. Бойко, А. І. Модель функціонування пневматичної висівної системи для технологій точного землеробства [Текст] / А. І. Бойко, М. О. Свірень // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково–технічний збірник. – Кіровоград: КНТУ, 2006. – Вип. 36. – С. 13-18.

2. Косик, П. О. Мехатронні системи на сільськогосподарських мобільних агрегатах [Текст] / П. О. Косик // Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]. – 2009. – Випуск 93 / [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2009. – С. 464-468.

3. Пастухов, В. І. До розробки мехатронних систем посівних машин [Текст] / В.І. Пастухов, Н. В. Бакум, А. Д. Михайлов, Р. В. Кириченко / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Вип.156. – Харків, 2015. – С. 156-162.

4. Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов] / Юрий Викторович Подураев. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.

5. Подураев, Ю. В. Принципы построения и современные тенденции развития мехатронных систем [Текст] / Ю. В. Подураев, В. С. Кулешов// Мехатроника. – 2000. – № 1. – С. 5-10.

6. Теряев, Е. Д. Мехатроника как компьютерная парадигма развития технической кибернетики [Текст] / Е. Д. Теряев, Н. Б. Филимонов, К. В. Петрин// Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – № 6. – С. 2-10.

УДК 631.3(063)

Шаров Ю.В., Заболотная А.А., Лукьяненко В.Д., Швачкина О.Г.

ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *Проводится анализ деятельности по сертификации сельскохозяйственной технике. Выявлены основные группы показателей, по которым необходимо проводить сертификацию сельхоз-машин и оборудования в целях обеспечения основных требований безопасности.*

Ключевые слова: *сертификация, сельскохозяйственная техника, безопасность.*

Abstract. *The analysis of activities for certification to agricultural machinery is carried out. The main groups of indicators on which it is necessary to carry out certification of agricultural machines and the equipment for providing the main safety requirements are revealed.*

Key words: *certification, agricultural machinery, safety.*

Для реализации сельскохозяйственных машин на территории Российской федерации производителю или продавцу потребуется: обязательный сертификат соответствия и декларация о соответствии. Оформление осуществляется в зависимости от вида машин или оборудования, при этом оба документа подтверждают безопасность выпускаемой продукции в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования», который вступил в силу с 15.02.2013 [1].

Проведение подтверждения соответствия, как в форме обязательной сертификации, так и при декларировании, осуществляется по требованиям

технического регламента Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования», утвержденного решением Комиссии Таможенного союза № 823 от 18.10.2011. Полный перечень машин и оборудования, предназначенных для работы в сельском хозяйстве, на которые необходимо оформление таких документов, представлен в приложениях к регламенту.

Так, различные сельскохозяйственные машины, промышленные тракторы, техника для посадки, уборки, ухода за растениями, оборудование для животноводства, птицеводства и т. д. подлежат выполнению требований безопасности при производстве, эксплуатации, транспортировки, хранении и утилизации, прописанных в регламенте.

В техническом регламенте установлены основные требования безопасности к сельскохозяйственным машинам.

- к надежности конструкции (возможность недопустимого риска при эксплуатации, устойчивость),
- к эргономическим характеристикам (дискомфорт, усталость, психологическое напряжение).

При визуальном осмотре особое значение уделяется комплектности для безопасных регулировок, технического обслуживания и использования.

В приложении № 2 к регламенту утверждены дополнительные требования безопасности отдельных групп техники. При проектировании, производстве сельскохозяйственных и других самоходных мобильных машин обязательно выполнение следующих требований:

- к обзорности рабочего места оператора, доступности органов управления;
- к системе рулевого управления колесных машин (уменьшение усилия на рулевом колесе или рычагах управления);
- к пуску двигателя (исключение возможности произвольного передвижения машины)
- к процессам снижения скорости, остановки, торможения и сохранения в неподвижном состоянии с тем, чтобы обеспечивать безопасность в предусмотренных эксплуатационными документами режимах работы, уровне нагрузки, скорости движения;
- к различным распылениям, если это предусмотрено конструкцией машины (защита оператора) и т. д..

Под обязательную сертификацию попадают все сельскохозяйственные машины, средства малой механизации садово-огородного и лесохозяйственного применения механизированные, в том числе электрические, а также машины для животноводства, птицеводства и кормопроизводства.

Процедура обязательной сертификации сельскохозяйственных машин заключается в проверке соблюдения требований безопасности, прописанных в техрегламенте. Такую оценку соответствия проводит независимая третья сторона – аккредитованный орган по сертификации.

Оформление декларации о соответствии необходимо только при производстве промышленных тракторов.

Порядок декларирования, в зависимости от схемы декларирования, промышленных тракторов установлен в статье 9 технического регламента.

Самостоятельно сформированная доказательная база (результаты испытаний, проводимых декларантом, конструкторская документация, обоснования безопасности и пр.) может быть дополнена протоколами испытаний, проводимых в аккредитованном испытательном центре, а также документами, подтверждающими наличие системы менеджмента качества на производстве.

В соответствии с основными требованиями безопасности к машинам и оборудованию испытания проводятся по показателям приведённым в таблице.

Таблица. Основные группы показателей, проверяемые при испытаниях

Название групп	Основные проверяемые параметры
По видам опасности	Излучений
	Взрывобезопасности
	Механической безопасности
	Пожарной безопасности
	Промышленной безопасности
	Термической безопасности
	Электрической безопасности
	Ядерной и радиационной безопасности
Эргономические показатели	Снижение влияния дискомфорта, усталости и психологического напряжения персонала до минимально возможного уровня
	Допустимый уровень шума, инфразвука, воздушного и контактного ультразвука, вибрации
Показатели надежности	Безопасность регулировки, Технического обслуживания и использования
	Настройка освещения (исключение образование затененных областей, областей, создающих помехи, ослепление и стробоскопический эффект)
	Наработка на отказ
	Вероятность недопустимого риска эксплуатации
	Устойчивость
По назначению	Допустимые габаритные размеры
	Предельно допустимые параметры температуры, давления
Примечание: соответствие с нормативными значениями должно быть на всех стадиях жизненного цикла машин и оборудования.	

В целях повышения безопасности и технологичности сельхоз машин и оборудования для указанных показателей необходимо определить уровень значимости, что определит соответствующую точность проведения испытаний. Причем уровень значимости показателей может изменяться в зависимости от условий эксплуатации [2-5].

Такой подход к проведению испытаний повысит конкурентоспособность отечественной сельскохозяйственной техники и оборудования на международном рынке.

Список литературы

1. Бессонова, Л.П. Сертификация сельскохозяйственной продукции и метрологические испытания средств измерений. Учебное пособие / Л.П. Бессонова, В.И. Манжесов, П.А. Гуров. - Воронеж: ВГАУ, 2002. - 183 с.

2. Оплачко, А.Н. Управление качеством при разработке и аттестации методик выполнения измерений [Текст]/ А.Н. Оплачко, А.Н. Беляев, Т. В. Тришина// Молодежный вектор развития аграрной науки: мат. 66-й студ. науч. конф.– Ч.I./ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 118-121.

3. Аттестация и поверка средств измерения [Текст]/ А.В. Самаркин [др.]// Молодежный вектор развития аграрной науки: мат. 64-й студ. науч. конф./ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – Ч. 1. – 2013. – С. 9-11.

4. Перспективы повышения эффективности выбора средств измерения для контроля качества изделий машиностроения [Текст]/ Т.В. Тришина [др.]// Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: мат.. межд. науч.-пр.конф., посв. 100-летию каф. сельскохозяйственных машин агроинженерного ф-та ВГАУ (Россия Воронеж, 25 декабря 2015г.).– Ч. II. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015.– С. 93-97.

5. Фролов, Н.В. Совершенствование методологических подходов к обеспечению качества и стандартизации при разработке методик выполнения измерений [Текст]/ Н.В. Фролов [др.]// Молодежный вектор развития аграрной науки: мат. 66-й студ. науч. конф.– Ч. I./ Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 114-117.

УДК: 631.331.004

Чернухин Е.Н., Булыгин Н.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДИСКОВЫХ БОРОН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В данной статье рассматриваются основные методы повышения долговечности рабочих органов дисковых борон.*

Ключевые слова. *диск, износ, долговечность, упрочнение, восстановление, способ.*

Abstract. *This article discusses the main methods of increasing the durability of the working bodies of disk harrows.*

Key words. *disc, wear, durability, hardening, recovery, method.*

В настоящее время намечаются тенденции развития обработки почвы в сельском хозяйстве со снижением расходов по многим статьям, но в то же время при сохранении плодородной составляющей почвы [2]. Значительные затраты времени, топлива, труда составляла вспашка. С развитием сельскохозяйственных агрегатов и тракторов постепенно стали находить решение этой проблемы, и в текущее время обширное распространение получили дисковые бороны, работа которых в определенной степени заменяет вспашку [1]. Однако невысокий ресурс рабочих органов и большое количество данных орудий, поставили вопрос о повышении долговечности, восстановлении и упрочнении рабочих органов дисковых борон [4,5].

При работе данные агрегаты находятся в постоянном механическом контакте с почвенной средой, также не исключены каменистые и древесные включения в слоях почвы, что приводит к абразивному изнашиванию [7]. В результате этого изнашивания, рабочие органы изменяют свою форму и размеры, что оказывает негативное влияние на агротехнические и энергетические характеристики при обработке почвы, также к главным причинам снижения работоспособности дисков необходимо отнести образование трещинок около квадратных отверстий и износ этих отверстий [7].

Далее мы рассмотрим имеющиеся способы восстановления и повышения долговечности рабочих органов дисковых борон. К сожалению, даже при имеющихся технологиях невозможно восстановить все диски, поэтому наиболее изношенные и неподлежащие восстановлению рабочие органы подвергаются выбраковке. Стоит отметить, что некоторые части выбракованных дисков впоследствии служат ремонтными запчастями. Например, при износе квадратных отверстий к диску приваривают накладку с аналогичным квадратным отверстием, полученную кузнечным методом из выбракованного диска. Ремонт трещинок производят заваркой электродуговым методом. При работах сваркой важно не нарушать термообработку дисков, поэтому при таких работах следует охлаждать лезвие.

Способом восстановления затупленных дисков является их заточка. Заточку производят комбинированным резцом. При заточке таким резцом не обязательно проводить точную корректировку деформированного диска, в силу того, что в процессе работы резец копирует обрабатываемую кромку. Для вольного перемещения резца выводят из зацепления гайку малого продольного суппорта с его винтом [7].

Чаще всего мероприятия по упрочнению рабочих органов дисковых орудий на стадии производства не выполняются. Но в настоящее время их можно осуществить при восстановлении на сравнительно небольшом производстве, имея при этом соответствующий набор оборудования и приспособлений. В настоящее время широкое применение получили следующие способы: наплавка износостойкими и твердыми материалами, химико-термическая обработка (борирование), упрочнение методом

электроэрозионной обработки, нанесение полимерных и композиционных материалов, плакирование износостойкой лентой, упрочнение накаткой.

С целью повышения ресурса дисков используют наплавку сормайтом №1, ВК2, ВК3, высоколегированный чугун и иные сплавы, которые в собственном составе содержат огромное число легирующих включений. Наплавку производят с выпуклой стороны диска, ширина слоя составляет 20-25 мм, а толщина 0,4-0,6 мм. Благодаря такой наплавке ресурс между заточками повышается в несколько раз, повышается износостойкость лезвия диска – оно становится самозатачивающимся. Необходимо отметить, что перед наплавкой диск нужно заточить, до толщины лезвия 0,5-0,7 мм под углом 33°. После проведения работ по упрочнению, лезвие необходимо обработать на наждачном круге до появления нанесенного сплава по всей окружности диска. Также в повышении ресурса свое место заслуженно занимают материалы представленные в таблице.

Таблица. Наплавочные материалы

Название	Маркировка
Электроды	Т-590, ОЗН-6 АЕ НД
Порошковые проволоки	ПП-АН170М, ПП-Нп80Х10РМТ, ПП-Нп30Х5Г2СМ
Порошковые ленты	ПЛАН-101 и ПЛАН-111

Их внедрение даже без использования термической обработкиведет к получению твердости наплавленной поверхности HRC 58-64. При всем этом наплавку таким методом допускается выполнять как всплошную, так и некоторыми участками, которые находятся под углом к режущей кромке.

Эффективной является и технология основанная на насыщении поверхностного слоя восстанавливаемого элемента углеродом до получения структуры белого чугуна. Приведенный способ позволяет минимизировать окислительные процессы при применении упрочняющего материала. Для получения максимального эффекта от данного способа, обязательным условием является получение слоя белого чугуна на поверхности детали подверженной обработке. Соблюдение вышеизложенного условия обеспечит в разы увеличенную износостойкость рабочих органов постоянно взаимодействующих с почвой.

Технологически данный метод осуществим при науглероживании до содержания углерода три-четыре процента, с предстоящим охлаждением расплава со скоростью, превышающей скорость графитизации.

Рабочие органы, подвергнутые науглероживанию, имеют ресурс приблизительно равный ресурсу дисков, наплавленных твердым сплавом, и в два раза больше не упрочненных [3].

Еще одним, заслуженно получившим распространение способом является борирование. Борирование – насыщение поверхностного слоя детали бором. При применении этого метода, на поверхности упрочняемой детали образуется слой толщиной 300-600 мкм, обладающий высокими прочностными

свойствами, высокой твердостью и износостойкостью к абразивному и коррозионному изнашиванию.

Слои упрочненного материала, приобретенные в процессе борирования имеют структуру из боридов FeB и Fe_2B, микротвердость которых составляет от 700 до 2300 HV.

Вибрационная обработка – еще один способ восстановления изношенных рабочих органов. Этот метод восстановления обеспечивает высокий степень упрочнения и уровень остаточных напряжений сжатия, обеспечивающих увеличение усталостной прочности металла рабочих органов, в частности работающих в неизменном контакте с абразивной средой.

Суть этого способа состоит в вибрационных колебаниях, при которых происходит активизация дислокаций во всех зернах прилегающих к поверхности и процесс их скольжения практически одновременно совершается во всех кристаллитах. При вибрационном деформировании формируются блоки зерен, в результате чего возрастает протяженность их границ и ввиду этого появляется большее количество зон скопления дислокаций[6].

В заключение необходимо подчеркнуть, что долговечность дисковых рабочих органов зависит от выполнения технологии их производства и использования при всем этом современных износостойких материалов, агротехнических сроков реализации работ по дискованию, условий работы, скорости движения, глубины обработки, угла атаки и др.

Список литературы

1. Борисенко, И.Б. Новые технологии обработки почвы [Текст] / И.Б. Борисенко, Е.А. Иванцова, Ю.Н. Плескачев, А.Н. Сидоров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 10. – С. 61.

2 Гулидова, В.А. Выбор лучшего способа обработки почвы [Текст] / Гулидова В.А. // Земледелие. 1990. – № 1. – С. 14–16.

3. Канивец, А.В. Изменение параметров дисков сошников при их восстановлении [Текст] /А.В. Канивец // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – Харьков, 2011. – №10. – С. 38–41.

4. Латыпов, Р.А. Упрочнение дисковых рабочих органов [Текст] / Р.А. Латыпов, Н.Д. Бахмудкадиев, П.И. Бурак // Сельский механизатор. – 2006. – № 2. – С. 36.

5. Упрочнение рабочих органов машин, работающих в абразиве [Текст]/ Н.Н. Литовченко [и др.]. // Труды ГОСНИТИ. 2013. – № 2 (Т. 111). – С. 86–88.

6. Сидоров, С.А. Совершенствование конструкции и упрочнение дисковых рабочих органов [Текст] / С.А. Сидоров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М.: 2003. – №8. – С. 30–32.

7. Практикум по технологии ремонта машин [Текст] / Чечин А.И. [и др.].// Восстановление рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин. – ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. 2011. – С. 164–175.

УДК 674.8.05

Заболотная А.А., Гиевский А.М.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И МАТЕРИАЛОВ НА ЕЕ ОСНОВЕ В ЛЕСНОМ И СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В работе проведен анализ использования древесины и материалов на ее основе в лесном и сельхозмашиностроении. Определены наиболее эффективные направления их применения. Установлены важные свойства материалов, влияющие на объективный выбор материала*

Ключевые слова: *древесина и материалов на ее основе, детали и узлы машин.*

Abstract. *In work the analysis of use of wood and materials on its basis in forest and agricultural mechanical engineering is carried out. The most efficient directions of their application are defined. The important properties of materials influencing the objective choice of material are established*

Key words: *wood and materials on its basis, a detail and clusters of cars.*

Сельскохозяйственное и лесное машиностроение представляют собой отрасли, где используются многие конструкционные материалы, в том числе различные марки сталей, чугунов, многие виды пластических масс, керамики, прессованной и модифицированной древесины, древесно-слоистые пластики и прочие. Производство, ремонт и эксплуатация большого парка машин и механизмов, используемых в лесном и сельскохозяйственном производстве, делают актуальным вопрос о замене дорогостоящих металлических материалов более дешевыми, без ухудшения эксплуатационных характеристик этого оборудования.

Ассортимент материалов, применяемых при изготовлении деталей лесных и сельскохозяйственных машин, в среднем от общей массы в процентах составляет 86,7…96,4 стальных, 2,9…12,2 чугунных, 0,63…1,05 сплавов цветных металлов и 0,2…0,86 неметаллических материалов. Опыт применения деталей из пластических масс, древесины и материалов на ее основе показывает, что они, как правило, появляются в конструкциях машин не на стадии проектирования, а в результате усовершенствования, когда возникает необходимость сократить высокую трудоемкость изготовления и снизить эксплуатационные расходы.

В качестве заменителей металлов широко применяются неметаллические и в первую очередь древесные материалы. В настоящее время они нашли широкое применение в узлах самых разных сельскохозяйственных машин и орудий – это всевозможные втулки, вкладыши, направляющие и т.д. Использование деталей и узлов этих материалов улучшает эксплуатационные показатели машин, облегчает их управление, труд механизатора при ремонте и

замене узлов, снижает шум и вибрации, создает удобства и комфорт в работе. По данным завода «Воронежсельмаш» доля деревообработки в общем объеме технологических операций производства зерноочистительных машин составляет 0,174…1,233%.

Применение пластмасс и древесных материалов в лесном и сельскохозяйственном машиностроении позволяет снизить массу, сократить трудоемкость и затраты на изготовление машин [2, 4, 5, 8]. Вопросы экономии черных и цветных металлов, уменьшении массы и металлоемкости машин, повышение сроков службы деталей решаются как повышением износостойкости, применяемых машиностроительных материалов, так и созданием новых, экономически оправданных материалов. В ряде случаев для лесного и сельхозмашиностроения требуются конструкционные материалы с такими свойствами, которых не имеют металлы, например, материалы способные работать в абразивной среде при недостаточной смазке, или вообще без смазки.

За последние годы проведен ряд теоретических и экспериментальных исследований по созданию таких материалов на основе мягких лиственных пород, например березы, осины, ольхи, которые до сего времени находили в народном хозяйстве ограниченное применение [3]. Практика применения этих материалов при ремонте сельскохозяйственных машин и орудий в качестве втулок плугов, культиваторов, сеялок, показала их высокие механические и физические качества. Древесные антифрикционные материалы наиболее эффективно использовать в тихоходных материалоемких узлах трения, работающих в режиме самосмазки. В лесных и сельскохозяйственных машинах насчитывается более 24000 наименований деталей из пластических масс и древесных материалов.

На основании отечественного и зарубежного опыта можно отметить следующие наиболее эффективные направления использования этих материалов:

– детали и узлы машин, работающие в контакте с удобрениями;

– детали и узлы систем воздухоочистки;

– специфические детали сельхозмашин, работающие в контакте с сельхозпродуктами;

– антифрикционные детали подшипниковых узлов из самосмазывающихся модифицированных древесных материалов и полимеров;

– детали общего машиностроительного назначения (шкивы, ролики, детали вентиляторов и др.).

Дальнейшее расширение применения древесины и материалов на ее основе в конструкциях лесных и сельскохозяйственных машин, прежде всего, зависит от качества деталей изготовляемых из этих материалов.

Таким образом, сделать объективный выбор материала необычайно трудно, хотя бы из-за самой возможности комбинаций таких важных свойств

материала, как плотность, эластичность, сопротивление сжатию, сопротивление разрыву, коррозионная стойкость, температуростойкость, электрическая проводимость, удельное сопротивление и способность к переработке. На практике это вопрос осложняется из-за разрыва качества, вида, способов обработки и требований экономики [1, 3, 6, 7]. Однако правильный выбор материала, который в большей мере определяет необходимые затраты на изготовление изделия, в фазе исследования и разработки в месте с поиском конструктивных концепций является решающим процессом. Наконец, выбор материала зависит от вида и способа формирования изготовляемой детали, ее массы и размеров, надежности, площади поверхности изделия и множества других факторов. Так как материал заметно влияет на технические параметры и стоимость изделия, то обоснованный выбор необходим также для оптимального и широкого использования материала.

Список литературы

1. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления [Текст] / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 215 с.

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

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

4. Тришина, Т.В. К вопросу технологии обработки прессованной древесины [Текст] / Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. по матер, межд. заочн. науч.-пр. конф. «Техника и технологии – мост в будущее»/ ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 5. – С. 341-344.

5. Тришина, Т. В. К вопросу снижение энергетических затрат на процесс резания при обработке анизотропных материалов инструментом с криволинейным лезвием [Текст] / Т.В. Тришина// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. по мат., межд. заочн. науч.-пр. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве»/ ВГЛТА. – Воронеж, 2014. – № 3. – С. 366-370.

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

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

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

УДК 631.3(063)

Свиридов А.С., Тришина Т.В., Заболотная А.А.

К ВОПРОСУ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕХНИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

***Аннотация**. В статье рассмотрены точностные требования к сельскохозяйственной техники с учетом факторов работы машин в данной отрасли. Определены наиболее значимые факторы определяющие точность изготовления.*

***Ключевые слова:** техника сельскохозяйственного назначения, точность.*

***Abstract.** In article precision requirements to agricultural machinery taking into account factors of operation of machines in this industry are considered. The most significant factors determining production accuracy are defined.*

***Key words:** equipment of agricultural purpose, accuracy.*

Сельскохозяйственная отрасль является одной из самой крупных отраслей экономики государства и мира в целом. Поэтому производство сельхоз техники разного назначения и сложности в машиностроительной промышленности занимает значительную долю.

К производству техники сельскохозяйственного назначения предъявляются определенные требования с учетом факторов работы машин в данной отрасли. В первую очередь следует выделить две основные группы воздействия на технические объекты: механические и климатические. Кроме них возможны и другие воздействия: химические, биологические, радиационные, магнитные, электрические, электромагнитные и др.

Более подробно мы рассмотрим механические воздействия, связанные с эксплуатацией и транспортировкой, которые включают в себя нагрузки, вибрации, удары (рисунок). Инерционные нагрузки при движении могут достигать больших величин. Например, у зерноуборочного комбайна, вибрации в сортировочном механизме, должны учитываться в расчетах на прочность. Стойкость к вибрации определяется вибропрочностью, виброустойчивостью.

1. Вибропрочностъ характеризуется способностью конструкции противостоять разрушающему действию вибрации в заданных диапазонах частот и оставаться работоспособной после длительного действия вибрации.

2. Виброустройчивость характеризуется сохранением работоспособности конструкции в условиях вибрационных нагрузок. Так, при транспортировке и работе механизмов его элементы испытывают вибрацию, которая опасна тем, что при ее воздействии происходит отвинчивание резьбовых деталей агрегатов и механических узлов. Отвинчивание устраняется с помощью обязательного стопорения.

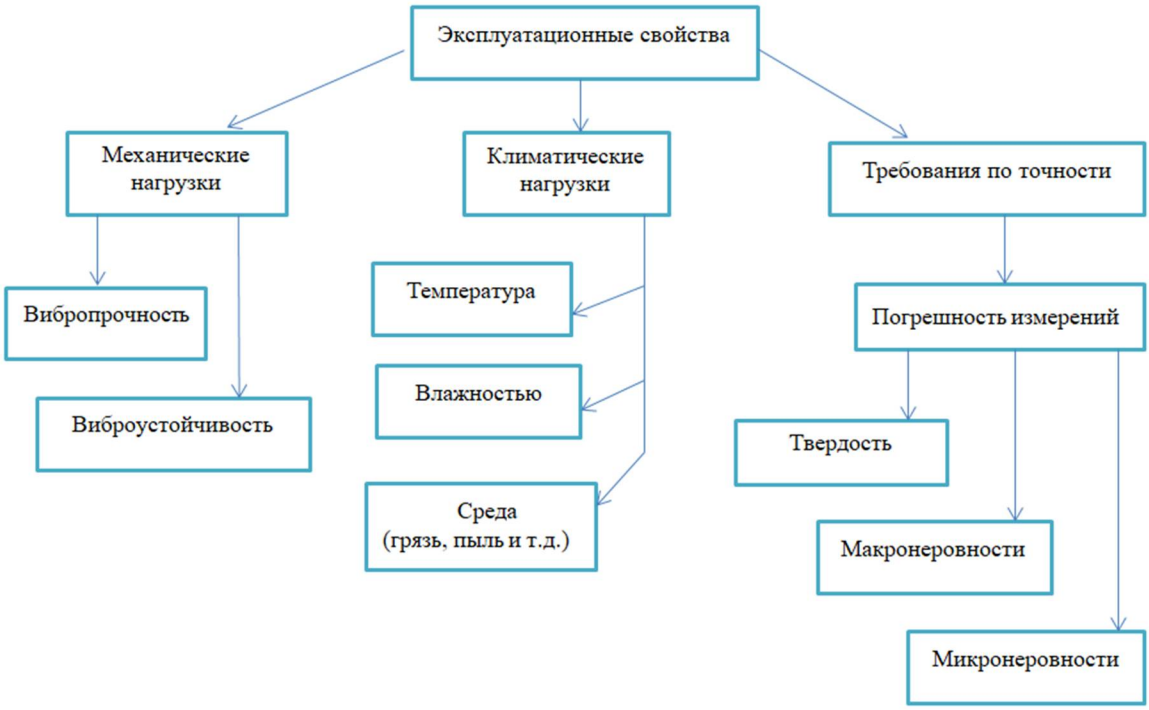


Рисунок. Факторы, определяющие эксплутационные свойства деталей сельскохозяйственного назначения.

3. Климатические воздействия характеризуются следующими компонентами: температурой, влажностью, грязью и пылью. В процессе эксплуатации на машины и их элементы могут действовать высокие и низкие температуры:

- Низкие температуры приводят к хладоломкости.
- При подверженнее интенсивному нагреву прочность деталей понижается (уменьшается предел прочности и предел выносливости) и может появиться ползучесть.

Влажность атмосферы вызывает коррозию металлов. Для устранения коррозии металлов следует проводить специальные мероприятия по повышению коррозийной стойкости.

Загрязнение деталей пылью, песком и другими твердыми частицами приводят к существенному увеличению износа трущихся частей. Для этого

детали помещаются внутри корпуса, что исключает попадание твердых частиц внутрь.

Точностные требования напрямую связаны погрешностями измерений и точностью изготовления деталей (твердость, макронеровности, микронеровности) [1-5].

Твёрдость — это способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твёрдого тела — во всем диапазоне нагружения: от момента касания с поверхностью и до вдавливания на максимальную глубину.

Микронеровности (неровности небольшой высоты) поверхности зависят от формы режущего инструмента, подачи, зернистости, твердости, структуры, шлифовального круга, скорости резания, вибрации круга, детали, станка и других причин.

Макронеровности – это единичные, не повторяющиеся регулярно отклонения от номинальной формы, могут получаться и в результате деформации деталей под действием сил, возникающих при сборке узлов.

Таким образом, создание системы описывающей выше изложенные факторы работы детали машин сельскохозяйственного назначения, максимально приближенных к условиям их эксплуатации, позволит создавать сельскохозяйственную технику соответствующую требованиям потребителей и оперативно решать задачи поддержания её готовности к эксплуатации на заданном уровне, а так же осуществлять текущий ремонт агрегатным методом по месту нахождения объекта, в том числе и с привлечением специалистов предприятий промышленности. К этому следует добавить, что решение выше указанных задач, невозможно без подготовки высоко квалифицированных кадров.

Изготовителям сельхозтехники в России необходимо [6]:

1. Разработать и утвердить программу развития сельхозмашиностроения для АПК с учетом факторов работы машин в данной отрасли.

2. Укрепить конструкторско – технологические подразделения, с точки зрения точностных требований к деталям машин сельскохозяйственного назначения.

3. Предусмотреть выделение необходимых средств на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

4. Провести модернизацию технологических процессов на заводах отрасли (внедрить современные технологии, высокопроизводительное, точное оборудование).

5. Восстановить систему подготовки и переподготовки кадров.

Список литературы

1. Козлов, В.Г. Металлорежущее оборудование, инструмент и приспособления [Текст] / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина, Е.В. Кондрашова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 215 с.

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

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

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

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

6. Гиссин, В.И. Управление качеством продукции: учеб. пособие [Текст] / В.И. Гиссин. – Ростов на Дону: Феникс, 2007. – 256

СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ»

УДК 634.75: 631.358

Ожерельев В.Н., Сомин В.В.

ТЕЛЕЖКА ДЛЯ СБОРА ЯГОД ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Брянский государственный аграрный университет, г. Брянск, Россия

Аннотация. *В статье рассмотрена проблема рационализации сбора ягод земляники садовой. В качестве наиболее приемлемого решения предложена тележка индивидуального использования, существенно облегчающая ручной сбор ягод и увеличивающая производительность труда.*

Ключевые слова: *земляника садовая, рационализация сбора ягод, тележка, платформа.*

Abstract. *The article considers the problem of rationalizing the harvesting of wild strawberries from the garden. As the most acceptable solution, a personal use trolley. It greatly facilitates manual harvesting of berries and increases labor productivity.*

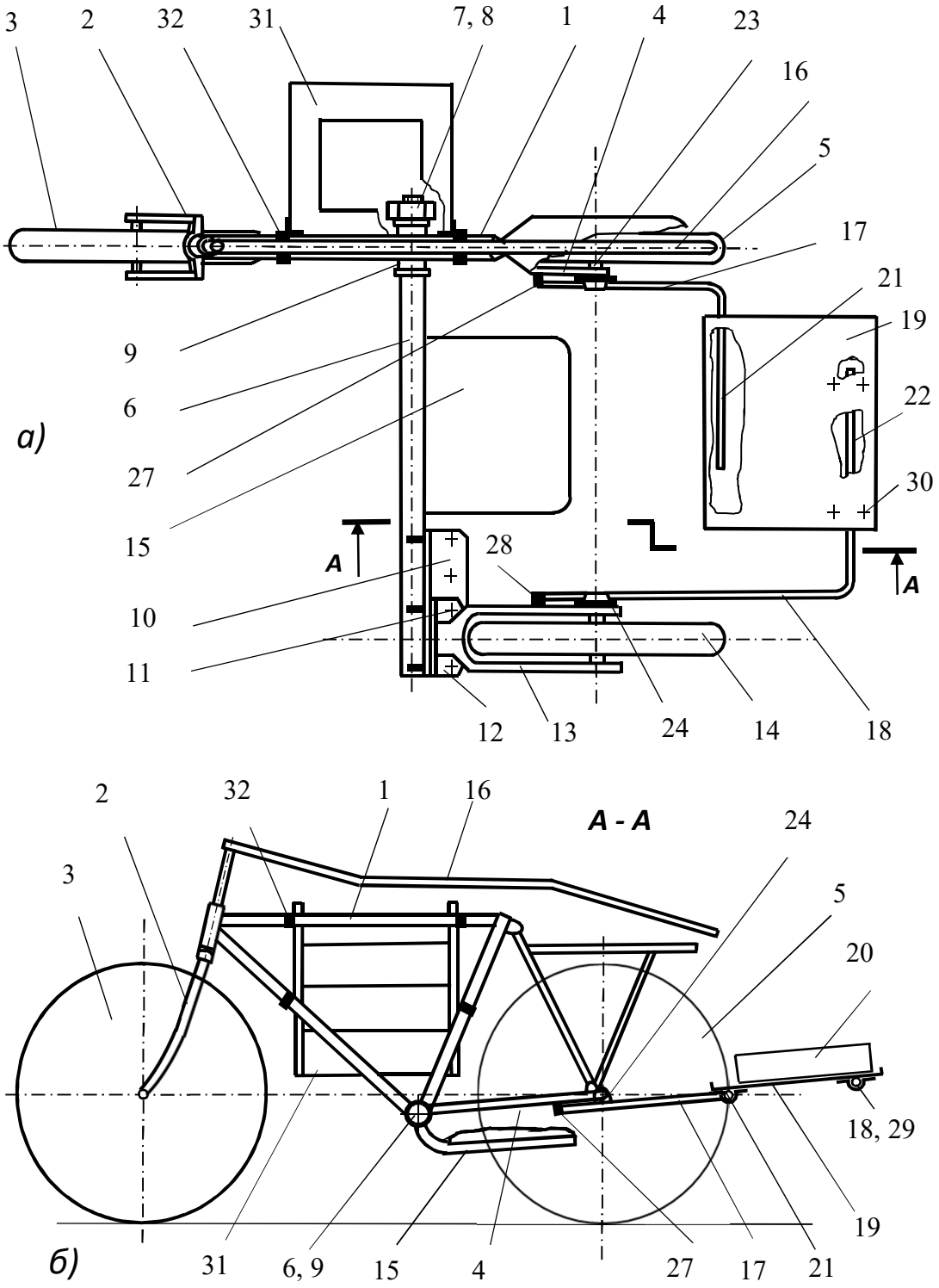
Key words: *strawberry, rationalization of harvesting of berries, bogie truck, berry picking platform.*

Уборка ягод земляники садовой является наиболее трудоемкой операцией при ее возделывании. Как правило, затраты на ручной сбор составляют не менее половины себестоимости ягод [1-4]. В связи с этим рационализация их сбора является актуальной научной и практической задачей.

В настоящее время наиболее приемлемым вариантом решения указанной задачи является использование платформ и тележек, на которых сборщики перемещаются по плантации. При этом тележки и платформы могут быть снабжены электроприводом, приводом на базе двигателя внутреннего сгорания или перемещаться за счет мускульной силы человека [5]. Опыт США [6], а также Западной Европы, Канады и Австралии [7-9] свидетельствует о том, что наиболее практичными являются тележки индивидуального использования, которые перемещаются за счет отталкивания сборщика ногами от поверхности междурядий. Следовательно, целесообразно адаптировать к нашим условиям именно этот вариант рационализации сбора ягод земляники садовой.

Спецификой сельского хозяйства России является, с одной стороны, низкая цена рабочей силы, с другой – ее нарастающий дефицит. В связи с этим целесообразно создавать условия для привлечения на сбор ягод людей, для которых длительная работа на плантации затруднена ввиду преклонности возраста либо ограничений по здоровью. То есть, средство рационализации должно обеспечивать максимум комфорта даже для этой категории потенциальных работников, оставаясь при этом приемлемой по цене для фермера. В связи с этим в качестве

прототипа для нашей разработки был принят вариант, базирующийся на использовании двухколесного велосипеда, практикуемый одним из канадских фермеров [7]. Конструкция была соответствующим образом доработана применительно к нашим условиям и адаптирована по комплектующим (рис. 1).



а – вид сверху; б – разрез А-А:
(обозначения позиций в тексте)

Рисунок 1. Тележка для ручного сбора ягод земляники садовой

Несущей основой тележки служит продольно-вертикальная рама 1 велосипеда, представляющая собой плоскую ферму, которая посредством вилки 2 опирается на переднее (управляемое) колесо 3, а посредством вилки 4 – на заднее колесо 5. С рамы 1 демонтированы сидение, приводная цепь, кареточный узел привода и поперечина руля.

Вторая часть остова тележки выполнена в виде поперечного бруса 6, смонтированного одним концом посредством конической (центрирующей) шайбы 7 и гайки 8 в поперечном цилиндрическом стакане 9, расположенном в нижней части рамы 1 велосипеда и являющимся посадочным местом для кареточного узла привода. На противоположном от велосипеда конце поперечного бруса 6 приварен кронштейн 10, представляющий собой в поперечном сечении уголок, на котором посредством болтовых соединений 11 и уголка 12 смонтирована продольная вилка 13, опирающаяся на ось бокового колеса 14. При этом оси вращения колес 5 и 14 расположены в одной поперечно-вертикальной плоскости, а в полках кронштейна 10 выполнены дополнительные отверстия, позволяющие закреплять вилку 13 в разных положениях, изменяя, таким образом, колею задних колес 5 и 14 от 0,7 до 0,9 м.

В средней части поперечного бруса 6 с его нижней стороны смонтировано сиденье 15 для сборщика. При этом поверхность сиденья 15 (рис. 1б) располагается ниже поперечного бруса 6 и выполнено с уклоном в сторону последнего. На верхнем конце вилки 2 переднего колеса 3 жестко закреплен продольный рычаг 16, задний конец которого расположен над задней частью колеса 5.

На обращенных друг к другу консолях вилок 4 и 13 смонтированы продольные части 17 и 18 Г-образных консолей, являющихся опорами площадки 19 для наполняемой тары 20. При этом длина продольной части 18 одной Г-образной консоли больше, чем длина продольной части 17 второй Г-образной консоли, а их поперечные части 21 и 22 размещены в одной плоскости, имеющей уклон в сторону сиденья 15. Продольная часть 17 (18) каждой Г-образной консоли смонтирована на оси 23 соответствующего заднего колеса посредством вертикальной проушины 24 и гайки, которой проушина 24 прижата к боковой поверхности плоского концевого кронштейна вилки 4. При этом продольная часть 17 Г-образной консоли дополнительно опирается снизу упором 27 в поверхность соответствующей консоли вилки 4. Аналогичным упором 28, опирающимся на поверхность соответствующей консоли вилки 13, снабжена и продольная часть 18 второй Г-образной консоли (рис. 1а). Таким образом исключается возможность самопроизвольного проворачивания Г-образных консолей вокруг соответствующих поперечно-горизонтальных осей колес 5 и 14.

Площадка для наполняемой тары 19 закреплена на поперечных частях 21 и 22 Г-образных консолей посредством четырех хомутов 29 и винтов 30. Кассета 31 для наполненной и порожней тары посредством хомутов 32 смонтирована на раме велосипеда 1 с обратной по отношению к сиденью 15 стороны.

При подготовке тележки к работе с серийного велосипеда временно демонтируют сиденье, кареточный узел и цепь привода, а также рулевую поперечину, после чего в освободившееся отверстие стакана 9 рамы 1 посредством шайбы 7 и гайки 8 монтируют поперечный брус 6 с сиденьем 15. На соответствующих отверстиях кронштейна 10 посредством болтовых соединений 11 и кронштейна 12 монтируют вилку 13 с боковым колесом 14. После этого свинчивают гайки с внутренних концов осей 23 задних колес 5 и 14, одевают на указанные концы осей вертикальные проушины 24 продольных частей 17 и 18 Г-образных консолей, ориентируя последние поперечными частями 21 и 22 навстречу друг другу. При этом упоры 27 и 28, расположенные на концах продольных частей 17 и 18 Г- образных консолей, заводят под соответствующие нижние поверхности вилок 4 и 13 и вновь завинчивают указанные гайки, прижимая каждую вертикальную проушину 24 к боковой поверхности плоского концевого кронштейна соответствующей вилки (4 или 13, рис. 1). В результате поперечные части 21 и 22 Г-образных консолей образуют жесткую несущую основу и на них посредством хомутов 29 и винтов 30 монтируют площадку 19, на которую устанавливают наполняемую тару 20.

Кроме того, на верхнем конце вилки 2 переднего колеса 3 монтируют продольный рычаг 16, а на раму 1 велосипеда посредством хомутов 32 навешивают кассету 31 для порожней и наполненной тары. При изменении колеи задних колес кронштейн 12 перемещается относительно кронштейна 10 до совпадения соответствующих отверстий, которые используются для установки болтовых соединений 11. При этом винты 30 отвинчивают до свободного скольжения хомутов 29 по поверхностям поперечных частей 21 и 22 Г-образных консолей, а после завершения регулировки их вновь затягивают, обеспечивая, таким образом, требуемую жесткость конструкции.

При сборе ягод тележку устанавливают опорными колесами 3, 5 и 14 на поверхность двух соседних междурядий. Сборщик устанавливает тару 20 на площадке 19, а сам размещается на сиденье 15 лицом к наполняемой таре 20. В результате ряд растений оказывается перед ним, и он срывает ягоды обеими руками и укладывает их в тару 20. По мере необходимости сборщик упирается ногами в поверхности соседних междурядий и, отталкиваясь от них, перемещается задом наперед на необходимое расстояние. При необходимости траектория движения корректируется посредством поворота вилки 2 переднего колеса 3 соответствующим перемещением продольного рычага 16. При наполнении тары сборщик извлекает порожнюю из кассеты 31, устанавливая на ее место наполненную тару. После этого процесс сбора ягод продолжается. Взаимное расположение конструктивных элементов тележки и их основные параметры обеспечивает оптимальную эргономику процесса уборки и максимальную производительность труда. После сбора урожая велосипед возвращается в исходное состояние и может быть использован по прямому назначению, то есть в качестве транспортного средства.

Предварительные испытания тележки в 2018 году свидетельствуют о том, что она надежно выполняет свою технологическую функцию даже тогда, когда масса сборщика существенно превышает 100 кг. Ее производственные испытания будут продолжены летом 2019 года в фермерском хозяйстве П. Стекачева в Почепском районе Брянской области.

Список литературы

1. Айтжанова, С.Д. Садовая Земляника: Учебное пособие. [Текст] / С.Д. Айтжанова, И.И. Чухляев. – Брянск: Брянская ГСХА, 2005. 94 с.

2. Ожерельев, В.Н. Трансформация представлений о механизации и рационализации сбора ягод земляники садовой [Текст] / В.Н. Ожерельев, А.В. Иващенко // Вестник Брянской ГСХА. – 2018. - №2(66). – С. 46-51.

3. Цымбал, А.А. К вопросу механизации уборки земляники [Текст] / А.А. Цымбал, Ю.А. Утков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1970. – № 3. - С. 25.

4. Утков, Ю.А. Механизация сбора ягод [Текст] / Ю.А. Утков, Л.М. Махиня // Садоводство и виноградарство. – 1977. – № 8. – С. 29.

5. Филиппов, Р.А. Технические средства в технологии ручной уборки ягод земляники [Текст]: дис. канд. с.-х. наук / Р.А. Филиппов; ВСТИСП. – Москва, 2012.

6. Ожерельев, В.Н. Ягоды: практические рекомендации по выращиванию для себя и на продажу (монография) [Текст] / В.Н. Ожерельев, М.В. Ожерельева. – М.: Колос, 2006. – 160 с.

7. Higginson W. Rolling Platform to Plant, Weed or Pick Strawberries [Текст]/ W. Higginson // FARM SHOW Magazine. – 1994. – Vol. 18. – Issue 3. – P. 35.

8. Der Erdbeerpflückwagen. Eine Erfindung aus Wachtberg? [Электронный ресурс]: http: www.tagblatt.ch/ostschweiz/thurgan/canton/Grosse-Chance-fuer-auslaendische-Arbeiter; art123841, 2569546.

9. Im sitzen pflücken: Der Wagen erleichtert die Arbeit [Электронный ресурс]: http: www. Joerborchert.twoday.net/stories/erdbeerpflueckwagen/

УДК 631.562.633.11

Оробинский В.И., Корнев А.С., Подорванов Д.А., Посохов Д.Н.

ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В статье представлены результаты лабораторных исследований по определению влияния скорости воздушного потока и размера фракции на посевные качества семян подсолнечника.*

Ключевые слова: *зерно, фракционирование, посевные качества, лабораторная всхожесть, примеси.*

Abstract. *The article presents the results of laboratory studies to determine the influence of air flow rate and grain size on seed sowing qualities.*

Keywords: *grain, fractionation, sowing qualities, laboratory germination, impurities.*

Рыночная экономика в Российский Федерации ставит перед отраслью АПК важную задачу, заключающуюся в обеспечении потребностей страны качественными семенами и продуктами питания. Решить данную задачу можно за счет совершенствования технологий и технических средств, позволяющих обеспечить послеуборочную обработку урожая качественно и с минимальными показателями потерь полноценного зерна и его травмирования при наименьших значениях экономических и трудовых затрат [5, 8, 9, 16].

Зерновой ворох, поступающий от комбайнов с полей представляет собой смесь полноценного, мелкого, крупного и поврежденного зерна основной культуры, семена различных культурных и сорных растений, а также примеси органического (стебли, колоски, соцветия и листья культурных растений и сорняков) и минерального происхождения.

Зерновую примесь образуют поврежденные зерна основной культуры и семена других культурных растений, а остальные составляют сорную примесь.

Очистка зернового вороха, который поступает из-под комбайна на зерноочистительные машины и зерносушильные комплексы является основной задачей послеуборочной обработки с целью выделения из него крупных и мелких засорителей, дробленого и биологически неполноценного зерна, являющиеся благоприятной средой для развития и размножения микроорганизмов, снижающих посевные качества семян [1, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 17]. Длительное хранение убранного урожая не допустимо, так как необратимые процессы, происходящие в зерновом ворохе, могут привести к полной гибели семян [13].

Исследования по определению качественного состава вороха гибрида подсолнечника ЛГ-56-63 убранного комбайном «Лексион-570» проводили в ООО Агротехгарант «Березовский» Рамонского района Воронежской области.

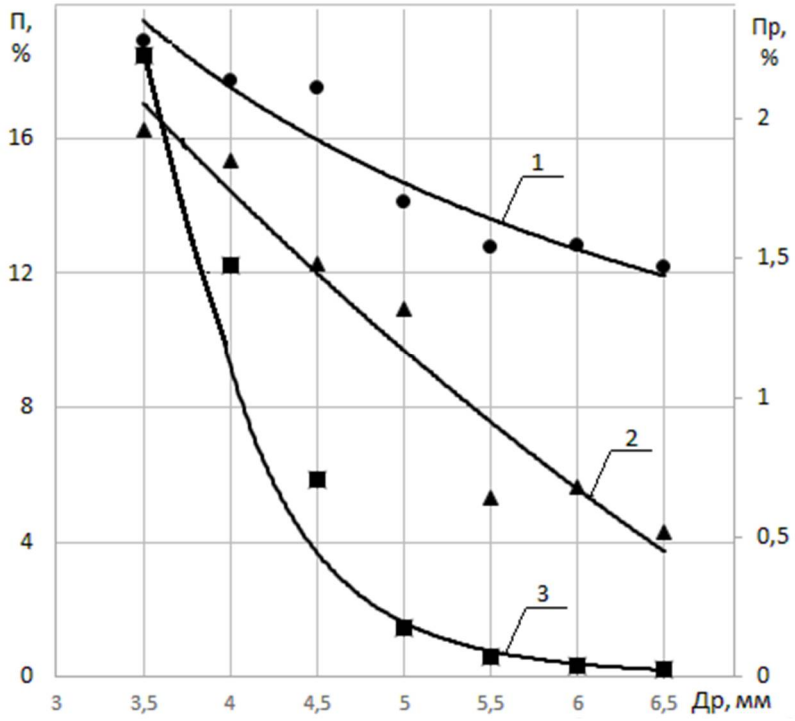
При уборке определяли влажность зернового вороха при помощи электровлагомера «Wile-65» [2], она равнялась 10,4%. Масляничность семя определяли по известной методике, она составила более 48,0%. В соответствии с существующими ГОСТами и методиками определяли макроповреждение, массу 1000 семян и их посевные качества. Фракционный состав исходного вороха определяли на решетном классификаторе. Для этой цели использовали решета с круглыми отверстиями. Диаметр решет от 3,5 до 6,5 мм с интервалом варьирования 0,5 мм. Состав исходного вороха, обмолоченного комбайном, представлен в таблице 1 и на рисунке 1.

Данные представленные в таблице 1 и на рисунке 1, показывают, что зерновой ворох подсолнечника, полученный в результате его уборки комбайном «Лексион-570» в своем составе содержит различные компоненты. Максимальное количество зерна 87,0% выделено на решетах с диаметром

отверстий 6,5 мм. С увеличением диаметра используемых решет от 3,5-6,5 наблюдается снижение обрушенного, поврежденного зерна и примесей с 18,46 до 0,25%, 18,90 до 12,23%, 1,96 до 0,52% соответственно. Максимальную массу 1000 семян имеют зерновки, выделенные на решетах 6,5 мм. Увеличение фракции семян влечет за собой повышение их посевных качеств. Семена самой крупной фракции имеют максимальное значение энергии прорастания 95,8%, лабораторной всхожести 98,6 %.

Таблица 1. Состав вороха подсолнечника ЛГ-56-63

Диаметр отверстий решет, мм	Выделено зерна, %	Масса 1000 семян, г	Обрушенное зерно, %	Поврежденное зерно, %	Примеси, %	Масличность, %	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
6,5	87,0	65,8	0,25	12,23	0,52	48,6	95,8	98,6
6,0	86,2	56,2	0,32	12,80	0,68	48,4	95,6	98,2
5,5	86,0	48,3	0,58	12,78	0,64	48,2	95,2	97,4
5,0	83,1	42,5	1,48	14,10	1,32	48,5	92,1	95,1
4,5	75,2	32,4	5,84	17,48	1,48	48,1	89,4	94,8
4,0	68,2	25,6	12,22	17,73	1,85	48,3	81,2	87,2
3,5	60,2	24,4	18,46	18,90	1,96	48,7	75,2	81,9



1-поврежденное зерно, %; 2- примеси, %; 3- обрушенное зерно, %

Рисунок 1. Влияние размера решета на сепарацию компонентов вороха

Современные универсальные высокопроизводительные зерноочистительные машины, используемые в технологических линиях зерноочистительных агрегатов предназначены для выделения семенной фракции, товарного зерна и отходов.

Используя парусный классификатор и лабораторный рассев марки РЛ-1 определили совместное влияние скорости воздушного потока и размера зерновок на массу 1000 семян. Данные лабораторных исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние скорости воздушного потока и размера зерновок на массу 1000 семян подсолнечника ЛГ-56-63

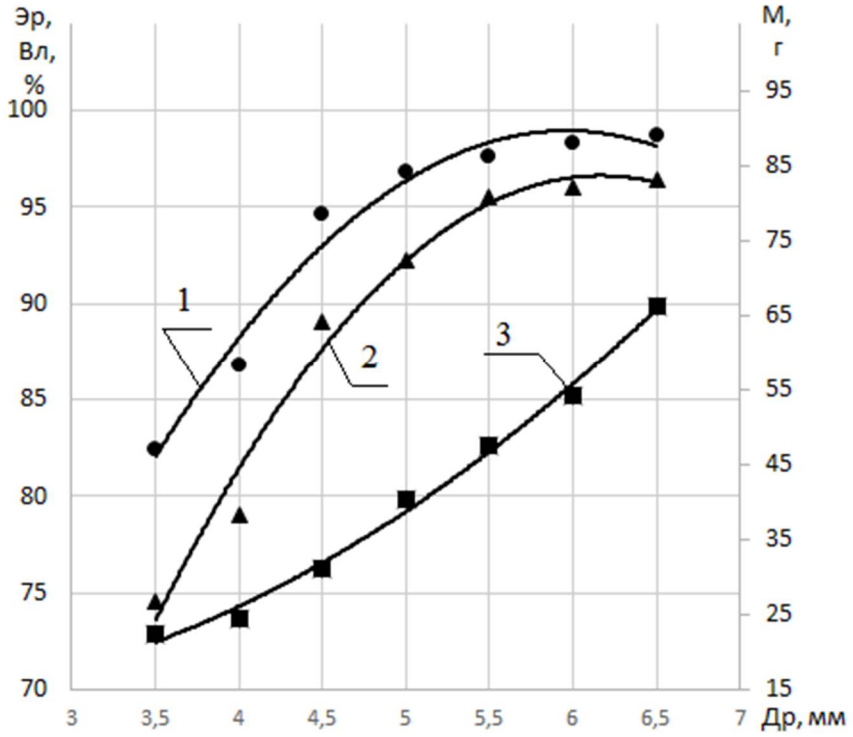
Скорость воздушного потока, м/с	Масса 1000 семян (г), выделенных на решетах с диаметром отверстий, мм						
	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
2,9	14,4	12,6	8,4	7,5	6,8	6,0	5,6
4,1	19,0	15,8	14,2	13,8	13,2	12,6	11,8
4,8	35,2	30,1	27,1	24,2	16,6	16,0	14,2
5,6	44,1	36,8	32,4	27,1	25,2	23,1	21,2
6,2	48,9	42,4	39,8	34,2	29,1	26,2	23,4
7,0	52,2	47,4	44,2	40,1	35,2	31,4	28,3
7,7	58,6	55,8	51,3	48,4	41,5	36,4	32,1
8,1	62,4	57,2	52,4	51,3	44,6	40,2	36,6
8,7	74,6	72,4	69,3	61,2	52,1	46,5	42,2

Материалы лабораторных исследований, представленные в таблице 2 показывают, что масса 1000 семян выделенных по аэродинамическим свойствам с увеличением скорости воздушного потока возрастает. При исследуемых скоростях сепарируются как мелкие, так и крупные зерновки. Максимальную массу 1000 семян имеют зерновки, выделенные на решетах с диаметром отверстий 5,5-6,5 мм при скорости воздушного потока 6,1-8,7 м/с.

Таблица 3. Влияние скорости воздушного потока и размера фракции на посевные качества семян

Скорость воздушного потока, м/с	Лабораторная всхожесть семян % при диаметре отверстий решет, мм						
	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
2,9	91,8	91,2	90,4	88,5	88,2	79,6	75,3
4,1	94,6	94,4	93,8	92,2	90,4	89,3	76,2
4,8	95,8	95,6	94,8	93,6	92,4	90,1	82,4
5,6	96,5	96,3	96,1	95,2	93,2	91,4	86,2
6,2	97,6	97,2	97,0	96,1	94,3	92,4	89,2
7,0	98,5	98,3	98,1	97,2	95,2	93,6	91,4
7,7	98,7	98,4	98,0	97,8	96,2	94,3	92,2
8,1	99,1	98,6	98,2	98,0	97,3	95,2	93,1
8,7	98,9	98,4	98,2	98,1	98,0	96,1	92,8

Результаты лабораторных исследований по совместному влиянию скорости воздушного потока и размера зерновок на посевные качества семян представленные в таблице 3 и на рисунке 2.



1– лабораторная всхожесть; 2– Энергия проростания, %; 3– масса 1000 семян, г

Рисунок 2. Зависимость посевных качеств и массы 1000 семян от размера фракций

Из данных представленных в таблице 3 и на рисунке 2, отчетливо видно, что с увеличением скорости воздушного потока, и размера фракции зерновок, выделенных на решетах, наблюдается увеличение массы 1000 семян, энергии прорастания и лабораторной всхожести. Зерновки, выделенные при скоростях воздушного потока 4,8-8,7 м/с и на решетах с диаметром отверстий 4,5-6,5 мм, имеют достаточно высокие посевные качества и должны использоваться на семенные цели. Зерновки, выделенные на решетах 3,5-4,0 мм и более низких скоростях воздушного потока следует использовать на товарные цели.

Проведенные лабораторные исследования указывают на то, что для получения высококачественного семенного материала следует совершенствовать фракционную технологию послеуборочной обработки сельскохозяйственных культур и технические средства для ее реализации.

Список литературы

1. Гиевский, А.М. Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов// Лесотехнический журнал. 2013. – № 3(11). – С. 126-133.

2. Корнев, А.С. К вопросу повышения эффективности работы плоских решет [Текст]/ А.С. Корнев, В.И. Оробинский // Инновационные технологии и технические средства для АПК Мат. науч. конф. проф.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов.– Воронеж ВГАУ, 2013. – С. 9-13.

3. Механизация растениеводства [Текст] / В.Н. Солнцев [и др.] // М.: Научно-издательский центр Инфа-М. – 2016. – 383 с.

4. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст] / А.П. Тарасенко и др. // Техника в сельском хозяйстве. 2010. – №5. – С. 9-11.

5. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2005. –№ 2. – С. 6-7.

6. Оробинский, В. И. Использование двухъярусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст] / В. И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 18-19.

7. Оробинский, В.И. Качественные показатели работы зерноочистительного агрегата [Текст] / В.И. Оробинский, И.В. Шатохин, А.Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. 2014. – №3(15).– С. 256-262.

8. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для ее реализации [Текст]: дис. д-ра. с./х. наук / В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ. – Воронеж, 2007. – 334 с.

9. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст] / В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. – 2015. – №4(47). – С. 93-87.

10. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решетной зерноочистительной машины [Текст] / А.М. Гиевский, А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов // Тракторы и автомобили. – 2014. – №5. – С. 32-34.

11. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет / В.И. Оробинский, А.Ю. Черемисинов, А.А. Сундеев, А.С. Корнев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – №2. – С. 126-128.

12. Пат. № 142434 Российская Федерация, МПК A 01 F 12/44, Решетный стан [Текст] / Сундеев А. А., Оробинский В.И., Корнев А.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный университет. – № 2013157638/13; заявл. 24.12.13; опубл. 27.06.14, Бюл. № 18. – 3 с.

13. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И.В. Баскаков и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3(50). – С. 120-126.

14. Тарасенко, А.П. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М.

Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. – №8. С. 2-4.

15. Тарасенко, А.П. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. – №12. – С. 7-8.

16. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, М. Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 1999. - № 12. – С. 27-28.

17. Шацкий, В. П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины [Текст] / В.П. Шацкий, В.И. Оробинский, А.И. Королев // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2006. - № 9. – С. 3-4.

УДК 614.8.084

Григорьев А.Р., Дикарев Р.А., Дружинин Р.А., Суханова М.Ю.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ РАБОЧИХ МЕСТ В ООО «ЧАПЛЫГИН МОЛОКО»

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье рассмотрено идентификация опасностей и рисков рабочих мест. Риски являются неотъемлемой частью в безопасности труда.*

Ключевые слова: *охрана труда, идентификация опасностей и рисков.*

Abstract. *This article discusses the identification of hazards and risks of workplaces. Risks are an integral part of occupational safety.*

Key words: *occupational safety, hazard and risk identification.*

Для проведения идентификации опасностей и оценки рисков руководитель ООО «Чаплыгин Молоко» создает рабочую группу и назначает руководителя рабочей группы по идентификации опасностей и оценке рисков. В процессе идентификации опасностей и оценке рисков принимают участие все работники. Различают следующие виды перечней опасностей и рисков:

– сводный перечень опасностей и рисков;

– перечень опасностей и рисков, возникающих при выполнении ремонтных работ.

При идентификации опасностей используют системный подход. Рассматривают каждый участок, профессию, оборудование.

Рассматриваются различные источники информации:

– анализ производственной деятельности.

– исполнители работ (сотрудники);

– инструкции по охране труда;

– статистические данные по несчастным случаям;

– иные документы, содержащие сведения об имеющихся опасностях для конкретных видов работ.[4]

Сводный перечень опасностей и рисков пересматривают ежегодно.

Рабочая группа идентифицирует опасности на всех рабочих местах для каждой профессии /должности на производственном участке при выполнении работником функциональных обязанностей, связанных с обслуживанием производственного оборудования согласно должностных и производственных инструкций на данном участке структурного подразделения. Идентификация проводится с учетом возможных опасностей природного и техногенного характера (ураганный ветер, отключение электроэнергии и т.д.) в сводном перечне опасностей. При учете опасностей природного и техногенного характера необходимо указывать точные критические параметры, при которых возможно воздействие рассматриваемых опасных факторов (значения температуры воздуха, скорости ветра и др.) [2].

В перечне ведется учет несоответствия рабочих мест требованиям охраны труда. В процессе идентификации опасностей участвуют все работники ООО «Чаплыгин Молоко».

При выявлении опасности необходимо проанализировать взаимодействие следующих элементов:

- применяемое оборудование, инструмент и приспособления;
- используемые материалы, вещества;
- рабочее место: состояние, условия труда;
- действия персонала.

При выявлении опасностей необходимо использовать следующие источники информации:

- общение с непосредственными исполнителями работ;
- наблюдение за выполнением рабочей операции с целью выявления опасных условий труда, опасных действий персонала;
- изучение имеющейся документации.

Работник, выявивший опасность, вывешивает информационная таблица на месте выявления опасности, с идентификационным номером и заносит информацию о выявленной опасности в «Форму выявления опасности и оценки риска» и докладывает вышестоящему руководству [1].

Информационная таблица, вывешенный на месте выявления опасности, должен сохранять форму, четкость маркировки не иметь повреждений. Информационная таблица может быть изготовлен из плотного материала (картона) либо выполнен на металлической основе.

Рабочая группа по выявленной опасности совместно с заказчиком проводит оценку величины риска, определяет его категорию, разрабатывает корректирующее мероприятие, направленное на устранение/ снижение риска.

Для оценки эффективности выполненных мероприятий рабочей группой проводится повторная оценка риска.

Рабочая группа в специально отведённых местах организует свободный доступ к бланкам «Формы выявления опасности и оценки риска», с помощью которых заинтересованное лицо может произвести запись о вновь выявленной опасности и передать информацию для расчёта риска членам рабочей группы.

Порядок оценки рисков для сводного перечня опасностей и рисков и для перечня опасностей и рисков, возникающих при выполнении работ:

1) Оценка риска проводится членами рабочей группы.

2) Рабочая группа оценивает величину риска по выявленным опасностям, определяет его категорию.

3) Для определения величины риска, на основе существующей опасности, используется матрица критериев оценки рисков, устанавливающая оценку риска по трём критериям:

- вероятность возникновения;
- тяжесть последствия;
- частота возникновения риска.

4) Вероятность возникновения рисков включает в себя 6 уровней. В зависимости от перечисленных мер управления, применяемых к риску, риску устанавливается определённая вероятность возникновения.

Вероятность 0. Невозможная.

Опасность устранена в источнике.

Устранены опасные факторы: изменен или прекращен производственный процесс.

Устранено рабочее место; выполнение операции от человека передано роботу; процесс полностью автоматизирован (операция производится без участия человека).

Вероятность 1. Маловероятная.

Применены инженерно-технические меры управления риском, направленные на физическую защиту работника от опасных производственных факторов: защитные ограждения, барьеры, экраны, световые завесы; аспирационные системы; блокировочные устройства; предохранительные клапана; устройства дистанционного управления и т.д.

Вероятность 2. Отдалённая.

Разработаны и используются безопасные методы работы:

– инструменты дистанционного доступа (крюки стропальщиков, измерительная, контрольная аппаратура);

– точки анкерного крепления, площадки для безопасного доступа и работы на высоте;

– используются устройства изоляции энергии;

– постоянный контроль атмосферы при работе в замкнутом пространстве;

– применение пожаро-взрывозащищенного оборудования;

– аварийная и предупредительная сигнализация и т.д.

Вероятность 3. Возможная.

Организационные меры управления риском:

– обучение и аттестация персонала;

– допуск к работе только уполномоченного персонала;

– ограничение и контроль доступа персонала к опасным факторам;

– система нарядов-допусков;

– использование предупредительных устройств (разметка, оградительная лента, знаки, таблички, бирки, наклейки) и т.д.

Вероятность 4. Вероятная.

Применяются только административные меры управления риском:

– письменные процедуры;

– инструкции по охране труда;

– проводятся контрольные проверки;

– применяются необходимые СИЗ.

Вероятность 5. Высокая.

Отсутствуют какие-либо меры управления риском.

5) Тяжесть последствий определяется как максимальная величина ущерба, которая может быть нанесена здоровью человека при возникновении риска. Тяжесть последствий включает пять уровней.

Тяжесть 1. Незначительное повреждение, требующее оказание первой помощи.

Тяжесть 2. Оказание медицинского лечения или временное ограничение трудоспособности.

Тяжесть 3. Травма с потерей трудоспособности < 30 дней.

Тяжесть 4. Травма с потерей трудоспособности ≥ 30 дней или полная потеря трудоспособности (инвалидность).

Тяжесть 5. Травма со смертельным исходом.

6) Частота риска оценивается как периодичность возникновения данного события в процессе трудовой деятельности. Частота риска разбита на 5 уровней.

Частота риска 1. Редкое воздействие. От 1 раза в год и реже.

Частота риска 2. Периодическое воздействие. От 1 раза в месяц до 1 раза в год.

Частота риска 3. Регулярное воздействие. От 1 раза в неделю до 1 раза в месяц.

Частота риска 4. Постоянное воздействие. От 1 раза в сутки до 1 раза в неделю.

Частота риска 5. Продолжительное воздействие. Раз в смену или чаще.

7) Расчёт категории риска проводится путём перемножения 2 величин: Вероятность возникновения (В) х Тяжесть последствий (Т).

По категории риски делятся на:

– низкий риск;

– средний риск;

– высокий риск;

– фатальный риск.

8) Величина риска определяется путем перемножения 3-х рассчитанных величин критериев для одного риска: Вероятность возникновения (В) × Тяжесть последствий (Т) × Частота риска (Ч). В зависимости от величины риска устанавливается приоритет устранения опасности.

Максимальная величина риска = В5*Т5*Ч5=125, что подразумевает высокую вероятность смертельного исхода в результате продолжительного воздействия опасности и отсутствие какого-либо мер управления риском.

9) В зависимости от категории риска устанавливается приемлемость риска.

Низкий риск (зеленые зоны матрицы) считается приемлемым, и не требует вмешательства. Риск находится на приемлемом уровне в связи с его низкой вероятностью, или использованием эффективных мер его управления.

Средний риск (жёлтые зоны матрицы) считается условно приемлемым. Требуется вмешательство руководства структурного подразделения для устранения или снижения риска и установления эффективных мер его управления. В случае, когда к среднему риску отнесены опасности, для которых все возможные меры управления приняты либо воздействие на них невозможно (например: автотранспорт, железнодорожный транспорт, движущийся по территории комбината, а также опасности природного и техногенного характера и др.)

Высокий и фатальный риски считаются неприемлемыми (красные зоны матрицы).

Высокий риск имеет ВЫСОКИЙ ПРИОРИТЕТ! Требуется незамедлительное вмешательство руководства для устранения или снижения риска и установления эффективных мер его управления.

Фатальный риск имеет ВЫСШИЙ ПРИОРИТЕТ! Требуется незамедлительное вмешательство руководства для устранения риска. Фатальный риск должен быть устранен, снижен в течение смены. До устранения, снижения фатального риска должны быть приняты меры безопасности, исключающие травмирование персонала (отключена подача источников энергии, выставлено ограждение, вывешен информационная таблица и т.п.) [3]

Список литературы

1. Андрианов, Е.А. Ликвидация последствий и защита персонала и населения в ЧС: практикум для магистрантов высших учебных заведений, обучающихся по программе "Инжиринг безопасности труда на предприятии" направления 35.04.06 -"Агроинженерия": учебное пособие [Текст]: практикум / Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов; − Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. - 144 с.

2. Тимошенко, Ф.А. Анализ опасности и рисков сварочного цеха [Текст]: научная статья / Ф.А. Тимошенко, Э.С. Ерошенков, М.Ю. Суханова //

Молодежный вектор развития аграрной науки: Мат. 67-й студ. науч. конф. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2018. – С. 124-130.

3. Андрианов, Е.А. Практикум по пожаровзрывозащите [Текст]: учеб. пособие / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов. − Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. − 147 с.

4. Высоцкая, Е.А. Практические приемы обеспечения безопасности труда работников в ООО «Чаплыгинмолоко» [Текст]: научная статья / Е.А. Высоцкая, Р.А. Дружинин, А.Р. Григорьев // Наука, образование и инновации в современном мире: мат. нац. науч.-пр. конф. – Ч.I. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ, 2018. – С. 180-184.

УДК 620.97:621.1

Манойлина С.З., Журавец М.А., Сазонов С.Н., Сапрыкин Н.К.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ С ПОМОЩЬЮ ОРГАНИЧЕСКИХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЦИКЛОВ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Для современного человечества в целях экономии энергоресурсов использование низкопотенциальной теплоты носит глобальный характер. Доказана актуальность использование такой теплоты в альтернативной технологии. Одним из решений экологических и энергетических проблем является применение органического цикла Ренкина. На основе современных исследований проанализированы свойства рабочего тела и все основные процессы, из которых состоит и осуществляется органический цикл Ренкина. Подсчитана эксергетическая эффективность цикла. Значение термического КПД альтернативных циклов зависит от свойств рабочего тела и оптимального сочетания их с характеристическими параметрами энергоустановок, где эти циклы возможны к применению.*

Ключевые слова: *органический цикл, альтернативный источник, теплота.*

Abstract. *For modern humanity in order to save energy, the use of low-potential heat is global. Proved the relevance of the use of such heat in an alternative technology. One of the solutions to environmental and energy problems is the use of the organic Rankine cycle. On the basis of modern research analyzed the properties of the working fluid and all the main processes that make up and carried out the organic cycle of Rankine. The exergy efficiency of the cycle is calculated. The value of the thermal efficiency of alternative cycles depends on the properties of the working fluid and their optimal combination with the characteristic parameters of power plants, where these cycles are possible for application.*

Keywords: *organic cycle, an alternative source of heat.*

В указе президента РФ от 4 июня 2008 г. N 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» говорится: «необходимо принять меры направленные на

повышение энергетической и экологической эффективности таких отраслей экономики, как электроэнергетика, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт; при формировании тарифной политики и проектов федерального бюджета на 2009 г. и на последующие годы предусматривать бюджетные ассигнования, необходимые для поддержки и стимулирования, реализации проектов использования возобновляемых источников энергии и экологически чистых производственных технологий» [5].

Президент РФ Владимир Путин на заключительном в 2016 г. заседании Госсовета в Кремле отметил, что «Экологически чистые технологии в конечном итоге приводят к серьезному экономическому выигрышу, это мощный ресурс повышения конкурентоспособности на мировом рынке» [3, 8].

Одним из примеров применения экологически чистой технологии является использование органического цикла Ренкина в альтернативной энергетике.

Существующие традиционные технологии работы тепловых машин и энергосиловых установок, в которых реализуется определенное количество теплоты в механическую работу, предусматривают обязательные выбросы низкопотенциальной теплоты (НПТ), поскольку согласно первому закону термодинамики теплота при реализации в механическую работу не может быть обращена полностью. Для современного человечества в целях экономии энергоресурсов использование НПТ носит глобальный характер и поэтому использование такой теплоты в альтернативной технологии крайне актуально. Кроме того, оно затрагивает преобразование и переработку отходов жизнедеятельности в самом широком диапазоне их перечня.

Использование низкопотенциальной энергии возможно при помощи технического классического цикла паросиловой установки (ПСУ), приспособленного для низких температур до 570 К. Для этой цели необходимо применение специальных рабочих тел в виде многоатомных органических веществ, в состав которых входят неядовитые соединения С, Н и другие, например, фреоны, естественные углеводороды высокомолекулярного типа, за исключением карбидов, цианидов, высокоактивных оксидов и др. Такой цикл называется органическим циклом Ренкина (ОЦР).

Для его осуществления выбираются особые рабочие тела, имеющие температуру кипения при атмосферном давлении существенно ниже, чем у воды. Это свойство позволяет забирать НПТ, осуществляя фазовый переход, т. е. кипение и испарение. Теплота фазового перехода зависит от сложности органического соединения взятое за рабочее тело, и она тем выше, чем сложнее данное органическое соединение. Техническая реализация указанного цикла осуществляется по схеме (рис. 1), в которой возможны два характерных варианта: непосредственный тепловой контакт низкопотенциального источника теплоты через какую-либо преграду (стенку), либо использование промежуточного высокотемпературного по уровню кипения рабочего тела типа масло, жидких металлов и т.п.

На схеме (рис. 1) показана такая установка, в которой используется дополнительное устройство регенерации отработавшего после турбины агента. Рабочее тело в жидком состоянии насосом закачивается в нагреватель, где при высоком давлении оно испаряется, образовавшийся пар попадает в турбину, в которой адиабатно расширяясь, совершает работу. На одном валу с турбиной расположен генератор переменного тока [2]. На выходе из турбины рабочее тело попадает в регенератор, представляющий из себя теплообменник, где отдает часть тепловой энергии сжатой жидкости, которая направляется в нагреватель. Отработанный пар охлаждается и в конденсаторе превращается в жидкость, затем попадает в насос и цикл завершается. Тепловая энергия может переноситься к рабочему телу с использованием промежуточного теплоносителя, в качестве которого чаще всего применяется термальное масло. Использование промежуточного теплоносителя позволяет избежать локального перегрева рабочего тела [1].

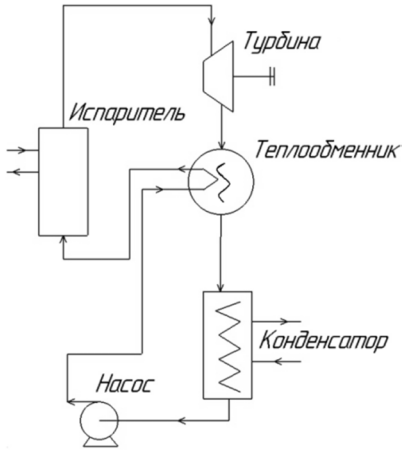


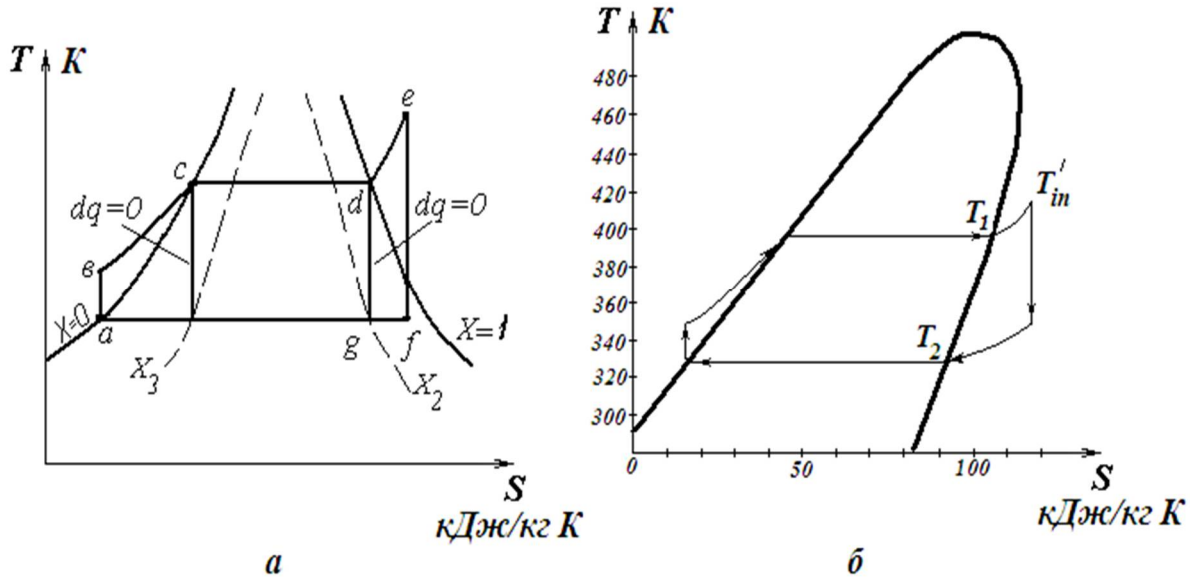
Рисунок 1. Схема ОЦР с регенератором

В мире известно более 30 наименований органических рабочих тел, с помощью которых достигнуто осуществление цикла с высокой степенью приближения его к альтернативному ОЦР.

Эффективность реализации теоретического и действительного цикла Ренкина в T-S координатах представлена на рис. 2, где S- энтропия. Энтропия – искусственный параметр, вычисленный из условия представления ее как функции, дифференциал которой равен дифференциалу изменения теплоты на каждый градус изменения температуры [2].

Линия *X=0* (степень сухости равна нулю) (рис. 2, а) называется нижней пограничной кривой, которая показывает состояние воды при отсутствии пара, вода только нагрета до состояния кипения. Линия *X=1* – верхняя пограничная кривая, выше этой линии пар сухой насыщенный. Правая верхняя зона является зоной перегретого пара. В перегретом состоянии пар по свойствам очень близок к идеальному газу. Между пограничными кривыми – зона состояния мокрого или влажного пара. Процесс *ab* – адиабатное сжатие в насосе; *вс* –

нагрев до состояния кипения; *cd* – кипение или парообразование. По мере перемещения от точки *c* к точке *d* происходит кипение с образованием сухого насыщенного пара и далее процесс *de* – перегрев пара в пароперегреватели.



а *б*

а – теоретический; б – органический с перегревом

Рисунок 2. Цикл Ренкина в T-S координатах

Точка *e* – выход перегретого пара. Считается, что на этом пути потери равны нулю, свойства пара в состоянии перегрева близки свойствам идеального газа. В состоянии сухого острого пара пар входит в турбину, адиабатно расширяется. Процесс *ef* – адиабатное расширение, причем точка *f* расположена на одной горизонтальной линии с точкой *a*. Процесс *fa* характеризует переход влажного насыщенного пара к конденсированному состоянию жидкости, исходная точка *a*. Цикл завершен. На графике X_2 – степень сухости пара в конце расширения. Точка T'_{in} (рис. 2, б) соответствует температуре перегретого пара реального ОЦР. Здесь отражается явное принципиальное сходство характера протекания цикла [3].

Теоретические разработки на основании термодинамического анализа подобного рода, в конечном счете, позволили достичь практической реализации до получения вполне весомых мощностных параметров механических источников энергии, обращенных в ЭДС. Так в максимальное значение генерируемой электрической мощности турбины достигает величины 32,7 кВт [6]. При этом следует обратить внимание на важнейший фактор, касающийся механической реализации расширяющегося в установках органического рабочего тела в турбинах потенциального типа, т. е. в турбинах низких давлений. В работе [6] в результате испытаний установлено, что изоэнтропный, адиабатный КПД турбины в установках ОЦР достигает от 78,7% до 82% и более, что показывает на высокое механическое совершенствование этих турбин, высокопродуктивный и удачный подбор смазочных масел, устройств и конструкций качения и т.д. Безусловно,

высокая эффективность турбин обеспечена также целесообразным подбором материалов, выполняемых антифрикционные и силовые функции. При всем при этом укажем на то, что в целом теплотехническая эффективность таких установок пока еще невысока. Так, указано [1], что значение общего термического КПД достигает величины от 5% до 7,8%. Этот фактор указывает на наличие термодинамических резервов и необходимость продолжения научно-исследовательских работ в этом направлении.

Перспективным направлением в области повышения термического КПД является моделирование низкотемпературного ОЦР, использующего тепловую энергию продуктов сгорания дизельного двигателя. Результаты исследований в этом направлении, приведенные в работе [7], показывают, что применение в органических циклах, типа Ренкина, не однозначно и весьма сложно. Так установлено, что наибольшая эффективность достигается в том случае, если двигатель (мощный дизель чаще всего) имеет высокую мощность, например, более 1000 кВт, а рабочим телом является вода или хладагент R 245 fa. Установлено, что 75% энергии выхлопных газов можно преобразовать в полезную работу, при этом снижается до 11-12% расход топлива и повышается мощность двигателя, но реализация теплоты охлаждения блока цилиндров всего – 9,5 %.

Термодинамический анализ альтернативных источников в большинстве случаев реализуется в направлении моделирования и вычисления таких искусственных параметров как эксергия и эффективность через значения энтальпии и энтропии рабочего тела и окружающей среды. Значение эксергии представляет собой максимальную полезную работу, которая совершается рабочим телом при условии перехода его изначального состояния к состоянию окружающей среды прямым и обратным путем, учитывая потери энергии на вытеснение газа (чаще всего воздуха) окружающей среды [2]. Эксергетическую эффективность вычисляют по формуле

$$\eta_{экс} = \frac{W}{E_{вх}} = \frac{W}{m\left[\left(h_i - h_0\right) - T_0\left(S_i - S_0\right)\right]},$$

где W – суммарная мощность установки, $E_{вх}$ – энергия потока на входе, m – поток массы, h_i ,S_i – энтальпия, энтропия состояния рабочего тела на входе в устройство; h_0, S_0, T_0 – энтальпия, энтропия, температура состояния окружающей среды.

Несмотря на кажущуюся искусственность таких параметров, их результативность достаточна, высока и приводит к получению высоких значительных величин.

Разработка целесообразности ОЦР на органическом рабочем теле в настоящее время касается двух основных моментов: анализа источника теплоты, его мощности, стабильности колебаний, параметрического уровня и т. д. и определение свойств рабочего тела. Последнее проводится одновременно с термодинамическим исследованием цикла теоретически и в последующем уточнении экспериментальными данными.

В теории рассматриваются всесторонние свойства рабочего тела. Современные исследования позволяют достаточно глубоко проанализировать как свойства рабочего тела, так и все основные процессы из которых эти циклы состоят и осуществляются. На сегодня достигнуто осуществление органических альтернативных циклов, в которых работают более 30 наименований органических рабочих смесей.

К числу основных требований предъявляемых к свойствам рабочих тел относятся: высокая температура испарения из жидкости в парообразное состояние (теплота фазового перехода I рода), небольшая вязкость в жидком состоянии, достаточно низкая температура тройной точки, связанная с возможностью выделения льда, а также невзрываемость и низкая пожароопасность. Кроме указанных выше, важны еще тангенс угла диэлектрических потерь конфигурации линий конденсации, плотность, теплопроводность и некоторые другие свойства. Оптимизация свойств рабочего агента не является раз и навсегда установленными для тепловых источников, а параметры рабочего тела в каждом конкретном случае подбираются индивидуально. Кроме того эффективность альтернативного цикла в значительной мере зависит от параметров энергоустановки, например ДСВ, где он реализуется.

Разработка целесообразности ОЦР на органическом рабочем теле в настоящее время касается двух основных моментов: анализа источника теплоты, его мощности, стабильности колебаний, параметрического уровня и т. д. и определение свойств рабочего тела. Последнее проводится одновременно с термодинамическим исследованием цикла теоретически и в последующем уточнении экспериментальными данными.

Теоретически возможно получение термический КПД альтернативного цикла до 24-27%, фактически 7-10%. Однако даже в последнем случае удельный расход топлива для ДВС уменьшается не менее чем на 10-11%.

Выводы

1. Альтернативный цикл Ренкина или ему подобный целесообразен для реализации в случае, где имеется низкопотенциальный источник теплоты.

2. Значение термического КПД альтернативных циклов зависит от свойств рабочего тела и оптимального сочетания их с характеристическими параметрами энергоустановок, где эти циклы возможны к применению.

Список литературы

1. Белов, Г.В. Органический цикл Ренкина и его применение в альтернативной энергетике [Текст] / Г.В. Белов, М.А. Дорохова // Наука и образование.– Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 2. – С. 99-120.

2. Журавец, И.Б. Конспект лекций по теплотехнике: учебное пособие [Текст] / И.Б. Журавец, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2016. – 285 с.

3. Журавец, И.Б. Термодинамика и теплотехнические устройства: учебное пособие [Текст] / Журавец И.Б., С.З. Манойлина, Ворохобин А.В. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 307 с.

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

5. Указ президента РФ от 4 июня 2008 г. N 889 "О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики". – Москва. – 2008. – С. 1-2.

6. Kang, S.H. Design and experimental study of ORC (organic Rankic cycle) andradial turbine using R 245 fa working fluid // Energy. 2012. Vol. 41. P. 514-524.

7. Yu G., Shu G., Tian H., Wei H., Liu L. Simulation and thermodynamic analysis of a bottoming Organic Rankine Cycie (ORC) of diesel engine (DE) // Energy. 2013. Vol. 51. P. 281-290. http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2012.10.054

8. https://rg.ru/2016/12/27/prezident-prizval-ne-toptatsia-na-meste-pri-reshenii-ekologicheskih-problem.html.

УДК 631.363.25

Золотарев А.М.[1], Труфанов В.В.[2], Дружинин Р.А.[2]

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА В УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ДРОБИЛКЕ

[1]Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области, г. Воронеж, Россия

[2]Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье представлены графические зависимости энергии измельчения, удельной энергии и модуля помола от различных режимно-конструктивных параметров ударно-центробежной дробилке.*

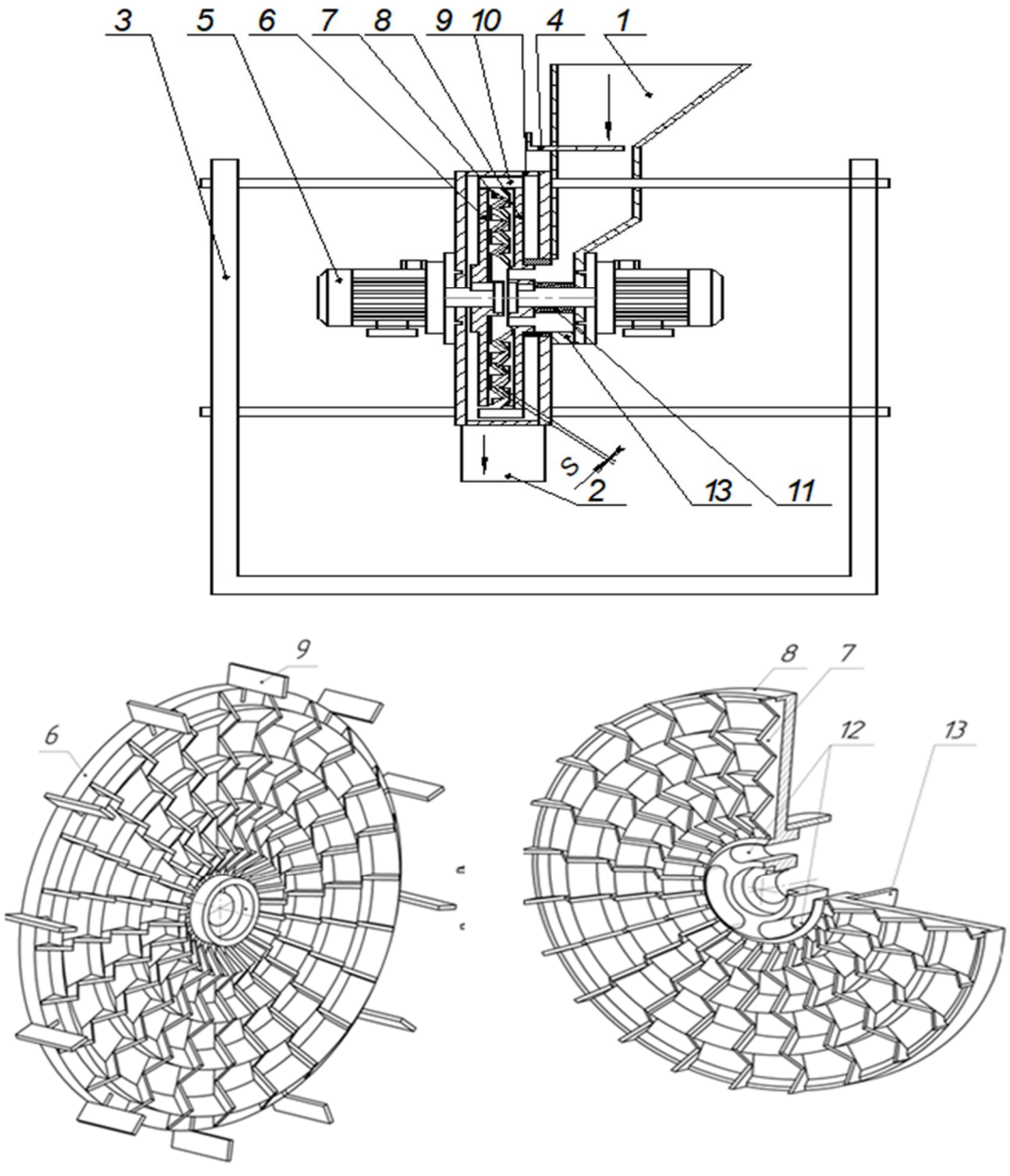
Ключевые слова: *ударно-центробежная дробилка, модуль размола, энергия измельчения, удельная энергия.*

Abstract. *This article presents the graphic dependence of the grinding energy, specific energy and grinding module on the various regime-design parameters of the impact-centrifugal crusher.*

Key words: *impact-centrifugal crusher, grinding module, grinding energy, specific energy.*

На кафедре БЖ, МЖ и ПС/ХП ВГАУ разработана и внедрена в производство конструкция ударно-центробежной дробилке, представленной на рисунке 1. Ударно-центробежная дробилка содержит бункер для загрузки исходного материала 1, в корпусе которого соосно расположены приводные диски 6 (отбойный) и 8 (загрузочный), на которых установлены ножи 7,

выгрузное устройство 2,цилиндрический корпус 10, раму 3, электродвигателя 5, разгонных лопаток 9, задвижки 4, загрузочные окна 12, кольцевой направитель 13. Для более равномерной подачи зерна ножи правого диска входят во впадины левого диска с образованием зазора S из условия изменения модуля помола М (при S=3 мм, М=0.6-0.8 мм - тонкий помол; S=4 мм, М=1.0-1.6 мм – средний помол; S=5 мм, М=1.8-2.2 мм – крупный помол). Диски 6,8 закреплены на валах электродвигателя с возможностью вращения в противоположные стороны. Цилиндрический корпус измельчителя закрыт кожухом.



1-бункер, 2-выгрузное устройство, 3 рама, 4-заслонка, 5-электродвигатель, 6-отбойный диск, 7-ножи, 8-загрузочный диск, 9-лопатка, 10-корпус измельчителя, 11-втулка, 12-загрузочные окна, 13-кольцевой направитель.

Рисунок 1 .Ударно-центробежная дробилка

Измельчаемыйпродуктподается в корпус 10 измельчителячерез бункер для загрузки исходного материала 1, далее материал через загрузочные окна 12 диска 8 поступает в центральную часть измельчителя, где захватывается ножами отбойного диска 6 и движется по поверхности этих ножей и образующей конуса, получая при этом некоторую скорость. Измельченное до некоторой величины зерно проходит через зазоры между ножами не переизмельчаясь. При сходе с последнего конуса отбойного диска 6 продукт попадает на дополнительные разгонные лопатки 9, которыми разгоняется и дополнительно измельчается. Далее готовый продукт выходит через выгрузное устройство 2. Выгрузное устройство позволяет отбирать пробы готового продукта в процессе работы устройства для измельчения сыпучих материалов [2-3].

После проведения экспериментальных исследований были получены графические зависимости и математические модели.

$Эиз(Q,S)=1,42979-0,00001\cdot N_1\cdot Q+0,0027\cdot S\cdot Q-0,0000015\cdot N_2\cdot Q - 0,05879\cdot S\cdot S+0,00822\cdot N_1-1,16927\cdot S$, Где, N_1 – частота вращения загрузочного диска об/мин;

N_2 – частота вращения отбойного диска об/мин;

Q – подача материала кг/ч;

S – зазор между дисками, мм.

По данной модели была построена графическая зависимость изменения энергии измельчения ячменя от зазора между измельчающими элементами и подачи материала.

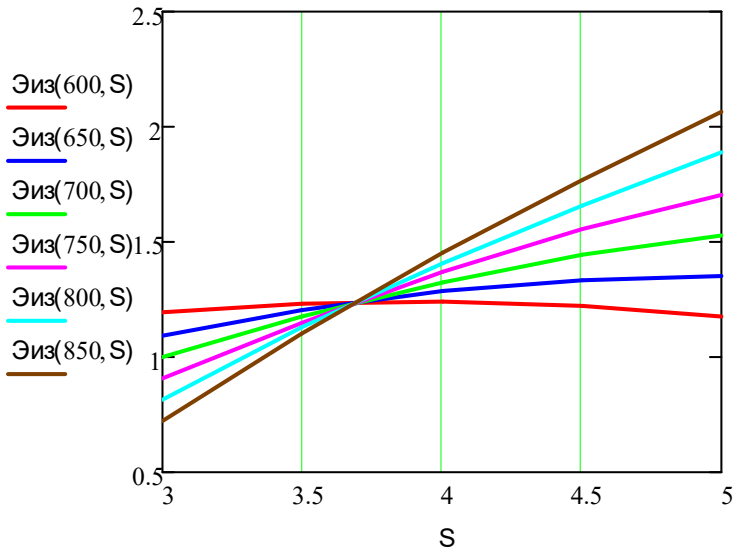


Рисунок 2. Зависимость энергоемкости процесса измельчение Эиз (кВт*ч/т/λ) от зазора между измельчающими элементами и подачи материала

Как видно из представленного графика наименьшая энергия достигается приподачи материала 850 кг/ч и зазоре S=3 мм.

Математическая модель удельной энергоемкости процесса измельчения:

$Aud=-28,043049758-0,001598187\cdot S\cdot Q+0,0023316539N_2+0,000983557\cdot S\cdot N_1-0,000003992N_2^2-0,000002229N_1^2+0,000002655Q^2-0,033793343S^2$

Из данной графической зависимости видно, что наименьшая удельная энергоемкость процесса измельчения ячменя достигается при следующих параметрах – Q=850кг/ч и S=5 мм.

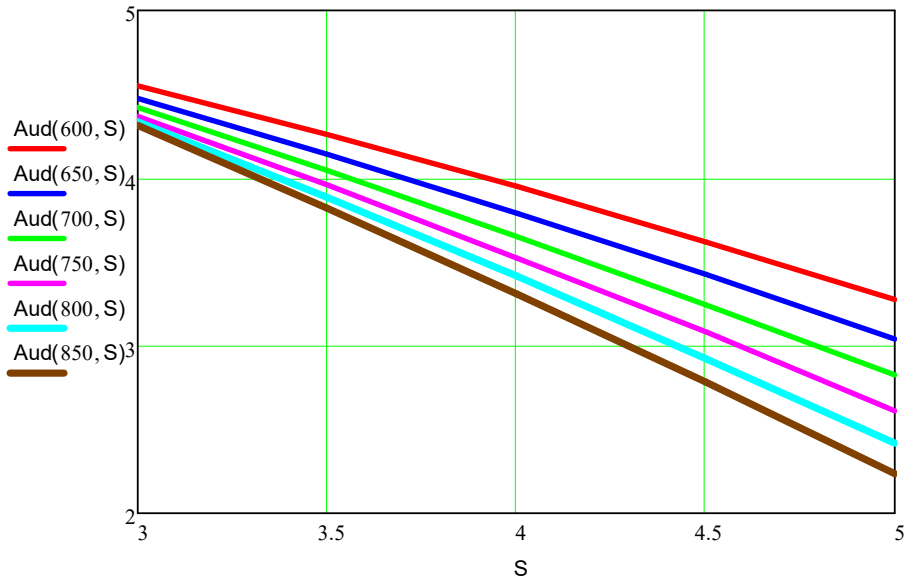


Рисунок 3. Зависимость удельной энергоемкости процесса измельчения (кВт·ч/т) от зазора между измельчающими элементами и подачи материала

Математическая модель модуля помола:

$M = 8,1948391864 - 0,0000008130\cdot N_1N_2 + 0,0000007730\cdot N_1 - 0,0000022657\cdot Q^2 + +0,0026984127\cdot SQ - 0,0574611620\cdot S^2 - 0,0099929634\cdot Q - 1,0551538661\cdot S.$

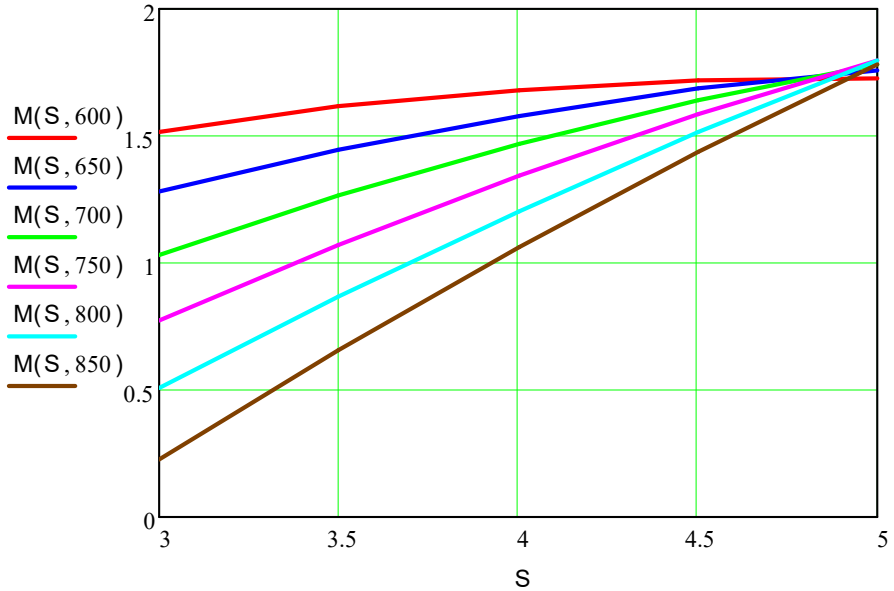


Рисунок 4. Зависимость модуля помола M (мм) отот зазора между измельчающими элементами и подачи материала

Выше представленный график говорит о том, что для получения крупного модуля помола необходимо установить следующие параметры S=5 мм, Q =600кг/ч, средний - S=3,7-4,5 мм, Q =650-750кг/ч, мелкий - S=3-3,5 мм, Q =800-850кг/ч [1].

На основании вышеизложенного можно сделать следующее заключение, что наиболее оптимальными параметрами являются Q=850кг/ч, S=5 мм (наименьшая удельная энергоемкость), S= 3мм (наименьшая энергоемкость).

Список литературы

1. Золотарев, А.М. К обоснованию рациональных режимных параметров ударно-центробежной дробилки [Текст] / А.М. Золотарев, В.В. Труфанов, Р.А. Дружинин// Вестник Воронежского государственного аграрного университета.– Воронеж: ВГАУ, 2018.– №1. – С.119-128.

2. Патент РФ №2632925 С1, МПК В02С/07. Устройство для измельчения сыпучих материалов [Текст] / В.В. Труфанов, М.Н. Яровой, Р.А. Дружинин, А.М. Золотарев (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ (RU). – № 2016108335/13, заявлено 09.03.2016; опубл. 11.10.2017. Бюл. № 29. – 7 с.

3. Патент РФ №171419 С1, МПК В02С/00. Ударно-цетробежный измельчитель [Текст] / В.В. Труфанов, М.Н. Яровой, Р.А. Дружинин, А.М. Золотарев (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ (RU). – № 2016115464/11, заявлено 20.04.2016; опубл. 30.05.2017.Бюл. № 16. – 7 с.

УДК 631.362.3.633.1.

Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Баскаков И.В., Гиевский В.А.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Приведён анализ причин низкой урожайности зерновых культур. Проанализированы пути совершенствования технологической линии зерноочистительного агрегата. Установлено, что комплекс должен включать участок приёма зернового вороха, обеспечивающий быструю разгрузку любых транспортных средств, предварительной или первичной его очистки, промежуточного или окончательного хранения урожая со сборно-металлическими силосами, вторичной очистки с установкой кукольного или ячеисто-фрикционного триера и пневмостола, обработки фуражных отходов, протравливания и затаривания. Получение качественных семян, да и товарного зерна будет достигнуто при комплексном решении вопросов механизации послеуборочной обработки зернового вороха с разработкой универсального семя- и зерноочистительного агрегата с блочно-модульной компоновкой машин и многовариантного его использования в зависимости от специализации хозяйства.*

Ключевые слова: *зерноочистительный агрегат, зерноочистительная машина, нория, зерно, семена, травмирование семян, блочно-модульная компоновка машин.*

Abstract. *The analysis of the reasons of low productivity of grain crops is given. Ways of improvement of the technological line of the grain cleaning unit are analyzed. It is established that the complex should include a site for receiving the grain heap, which provides rapid unloading of any vehicles, pre-or primary cleaning, intermediate or final storage of the crop with precast metal silos, secondary cleaning with the installation of a puppet or cellular friction Trier and pneumatic table, processing of feed waste, etching and packing. Obtaining high-quality seeds and commercial grain will be achieved with a comprehensive solution to the issues of mechanization of post-harvest processing of grain heap with the development of a universal seed and grain cleaning unit with block-modular layout of machines and its multiple use depending on the specialization of the economy.*

Key words: *grain cleaning unit, grain cleaning machine, elevator, grain, seeds, seed injury, block-modular arrangement of machines.*

Наиболее крупной отраслью сельского хозяйства Российской Федерации является растениеводство. Производство зерна определяет продовольственную безопасность страны и имеет ярко выраженный социально-экономический характер. Вследствие относительно благоприятных природно-климатических и экономических условий Центрально-Чернозёмный регион является одним из ведущих по выращиванию зерновых культур в России [4, 6].

Высокий уровень травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке, является главной причиной снижения их посевных качеств. В конечном итоге это сказывается на снижении урожайности сельскохозяйственных культур. По данным В.И. Оробинского уровень травмирования зерна при уборке и послеуборочной обработке составляет 80…90% [3, 8, 9, 10].

В большинстве хозяйств Центрально-Чернозёмной зоны очистка зернового вороха ведётся на зерноочистительных агрегатах и комплексах, которые не обеспечивают поточную фракционную обработку. Для получения необходимой чистоты семян семенной материал пропускают через технологическую линию несколько раз. При каждом пропуске, за счёт воздействия рабочих органов машин на зерновки микроповреждение повышается на 20%. Многочисленными исследованиями установлено, что каждые дополнительные 10% семян с микротравмами снижают урожайность не менее чем на 1 ц/га [4, 6].

Низкое качество посевного материала в стране объясняется недостаточным технологическим и техническим уровнем механизации производства, а также хранения товарного зерна и семян [13, 16].

Создание и комплектация технологических линий для послеуборочной обработки зернового материала, поступающего с полей машинами должно базироваться на принципах, обеспечивающих реализацию фракционной технологии его обработки с минимальным количеством механических воздействий [1, 2, 11, 15]. Для научно-исследовательских и опытно-

конструкторских учреждений основной задачей ближайших лет должна быть разработка и создание принципиально новой зерноочистительной техники отечественного производства.

Зерноочистительные агрегаты должны комплектоваться с учётом целевого назначения обрабатываемого зерна (семенное, товарное или фуражное) и валового его производства. Их производительность должна обеспечивать послеуборочную очистку всего зернового вороха по мере его поступления от комбайнов без укладки на ток. Это позволит выделить из него на самой ранней стадии обработки засорители и другие компоненты, являющиеся благоприятной средой для обитания и размножения микроорганизмов. Продукты жизнедеятельности вредителей ухудшают посевные и товарные качества зерна даже при непродолжительном хранении [5, 7, 12, 14].

Агрегат должен включать участок приёма зернового вороха, обеспечивающий быструю разгрузку любых транспортных средств, предварительной или первичной его очистки, промежуточного или окончательного хранения урожая со сборно-металлическими силосами, вторичной очистки с установкой кукольного триера или ячеисто-фрикционного триера и пневмостола, обработки фуражных отходов, протравливания и затаривания. Для хозяйств, занимающихся производством фуража, зерноочистительный комплекс должен включать участки приёмки и очистки зерна, а также его хранения. Предпочтительно базовым сепаратором при этом может быть выбрана высокопроизводительная фракционная воздушно-решетная машина серии ОЗФ. Её следует использовать в режиме предварительной очистки. Для обслуживания ОЗФ необходимы нории производительностью до 100 т/ч.

При производстве товарного и семенного зерна необходимо выделить из зернового вороха на самой ранней стадии его обработки наряду с засорителями биологически неполноценные, дроблёные и часть травмированных зерновок, имеющих низкие товарные и посевные качества и являющиеся благоприятной средой для обитания и размножения микроорганизмов, ухудшающих товарные и посевные качества зерна при хранении. Это достигается при использовании воздушно-решетной машины ОЗФ в режиме первичной очистки с фракционированием зернового вороха.

На участке вторичной очистки при очистке товарного зерна необходимо устанавливать триера. При очистке семян овсюжный триер использовать нецелесообразно, так как его шнек травмирует значительное количество зерна. В этом случае предпочтительно устанавливать кукольный триер и пневмостол или ячеисто-фрикционный триер. Для транспортирования зерна на этом участке целесообразно использовать тихоходные нории НТХ-10 и НТХ-20, которые значительно меньше травмируют семена, чем центробежные.

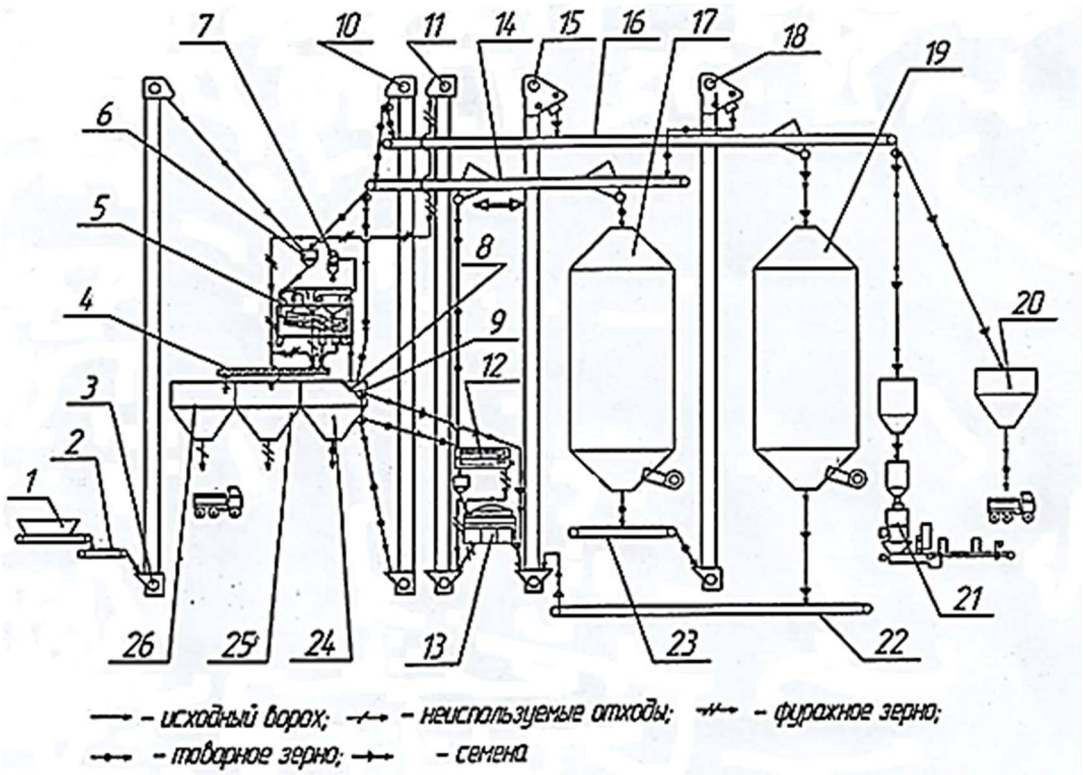
Учитывая, что производительность машин на участках первичной и вторичной очистки разная, между ними следует установить делитель потока,

позволяющий часть зерна подавать на участок вторичной очистки, а часть - в силоса для временного хранения.

Для компоновки семяочистительных агрегатов использовать силоса с гравитационной их разгрузкой, что позволит снизить травмирование зерна.

На участке обработки фуражного зерна необходимо установить шасталку, домолачивающее устройство комбайнов или небольшую селекционную молотилку для домолота выходов с содержанием необмолоченных зерновок и воздушно-решётную машину для последующей очистки всех зерно-содержащих отходовых выходов [4]. Производительность этой машины должна составлять 10...15% от производительности машины ОЗФ. Наиболее предпочтительной для этих целей является машина МЗС-10 [1, 2, 15].

Для протравливания семян следует использовать стационарные протравливатели типа СТ, которые меньше травмируют семена. С целью снижения травмирования зерна для его перемещения (кроме фуражного) на зерноочистительных агрегатах не следует применять скребковые транспортёры и шнеки.



1 – приемное устройство; 2, 14, 16, 22, 23 – ленточные транспортеры; 3, 10, 11, 15, 18 – нории; 4 – шнек; 5 – воздушно-решетная фракционная зерноочистительная машина; 6 – бункер промежуточный; 7 – воздухоочиститель; 8 – направляющий клапан; 9 – делитель; 12 – триер; 13 – пневмосортировальный стол; 17,19 – силоса; 20 – бункер разгрузочный; 21 – участок протравливания и затаривания семян; 24 – бункер очищенного зерна; 25 – бункер фракционного зерна; 26 – бункер отходов

Рисунок. Схема зерно- и семяочистительного агрегата

При проектировании семяочистительных агрегатов, подбора машин и оборудования, выбора схемы размещения в основу должен быть положен принцип минимального воздействия на зерно при послеуборочной обработке и подготовке семян. Протяжённость технологической линии, а также энерго-и материалозатраты должны быть минимально возможными. При этом должны быть решены вопросы автоматизации выбора режимов работы машин и транспортирующих органов, а также контроля качества работы.

Предлагаемый вариант семяочистительного агрегата без участка для обработки фуражного зерна приведён на рисунке.

Получение качественных семян, да и товарного зерна будет достигнуто при комплексном решении вопросов механизации послеуборочной обработки зернового вороха с разработкой универсального семя- и зерноочистительного агрегата с блочно-модульной компоновкой машин и многовариантного его использования в зависимости от специализации хозяйства, т.е. занимается ли оно производством семян, товарного или фуражного зерна.

Список литературы

1. Гиевский, А.М., Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов// Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3(11). – С.126-133.

2. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – №5. – С.9-11.

3. Оробинский, В. И. Использование двухъярусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст] / В. И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 18-19.

4. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. – С. 6-7.

5. Оробинский, В.И. Качественные показатели работы зерноочистительного агрегата [Текст] / В.И. Оробинский, И.В. Шатохин, А.Г. Парфенов // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 3(15). – С. 256-262.

6. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для её реализации: дис. д-ра. с.-х. наук [Текст] / В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ. – Воронеж, 2007. – 334 с.

7. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст] / /В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. – 2015. – №4(47). – С 93-87.

8. Пат. № 142434 Российская Федерация, МПК A 01 F 12/44, Решетный стан [Текст] / Сундеев А. А., Оробинский В.И., Корнев А.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный университет. №2013157638/13; заявл. 24.12.13; опубл. 27.06.14, Бюл. № 18. – 3 с.

9. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решетной зерноочистительной машины [Текст] / А.М. Гиевский, А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов // Тракторы и автомобили. – 2014. – №5. – С. 32-34.

10. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет [Текст] / В.И. Оробинский, А.Ю. Черемисинов, А.А. Сундеев, А.С. Корнев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – №2. – С. 126-128.

11. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновой хозяйство. – 1999. – №4. – С.22-24.

12. Тарасенко, А.П. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 2009. – №8. – С. 2-4.

13. Тарасенко, А.П. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №12. – С. 7-8.

14. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст] / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, М. Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 12. – С. 27-28.

15. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст] / А.П, Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – №12. – С. 27-28.

16. Шацкий, В.П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины [Текст] / В.П. Шацкий, В.И. Оробинский, А.И. Королев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 3-4.

УДК 631.362.3

Востриков П.С., Павлюченко В.С., Дерканосова Н.М.

ЗАТВОР-РЕГУЛЯТОР ЗЕРНОВОГО ПОТОКА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье рассмотрены современные зерно очистительные агрегаты с целью определения оптимальной конструкции затворов зерновых потоков.*

Ключевые слова: *затвор, зерновой поток, травмирование зерна.*

Abstract. *In this article grain cleaning units for the purpose of definition of an optimum design of locks of grain streams are considered modern.*

Key words: *lock, grain stream, traumatizing grain*

В современных зерно очистительные агрегатах широко используются затворы зерновых потоков [1]. Они предназначены для уменьшения интенсивности зернового потока и полного его отсечения. Существуют множество устройств для отсечения зернового потока (рис. 1).

Наибольшее распространение получили шиберные заслонки (зерноочистительные комплексы типа ЗАВ, Пектус). Подвижные части выпускных устройств данного типа ,отсекая поток, травмируют зерно ,также часто наблюдаются отказы или несоответствие заданным параметрам (повышенное усилие при открытии и закрытии) приводного механизма .Это обусловлено тем ,что в процессе открытия и закрытия заслонки происходит попадание между её подвижными деталями частиц, составляющих зерновую массу и приводит к их заклиниванию.

Обладают рядом преимуществ секторные затворы по сравнению с шиберными (надежность ,незначительные усилия для открытия и закрытия , пригодность для различного насыпного материала),но они плохо регулируют и не обеспечивают надежного отсекания потока материала, наблюдается продолжения истечения [2].

Затворы конусные, поворотные, вертикальный и наклонный, обладая преимуществами секторных, так же обеспечивают регулирование потока материала и надежность перекрытия ,но неудовлетворительно работают с влажным материалом. Затворы этой группы не нашли широкого применения , они обладают сложной конструкцией . Применяются для липкого, связного ,слеживающегося материала среднего ,тяжёлого и весьма тяжёлого насыпного веса.

Достоинство затворов качения в том ,что усилие их открытия и закрытия в несколько раз меньше, чем шиберных и других затворов скольжения . Достигается это благодаря тому ,что силы трения рабочего органа о сыпучий материал заменены силами качения.

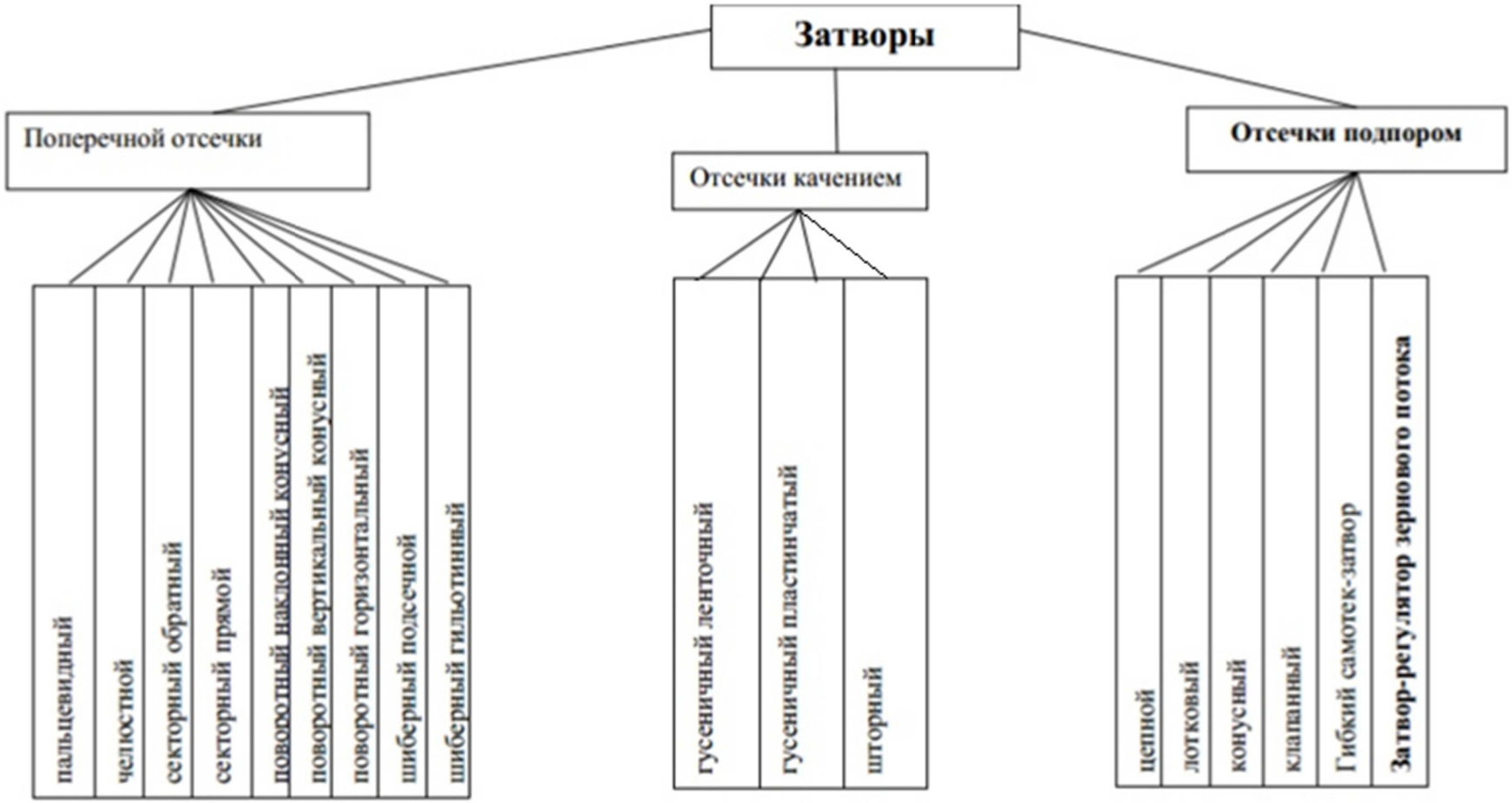


Рисунок 1. Классификация запирающих устройств

Значительным недостатком затворов третьей группы является невозможность регулирования истечения потока материала: цепной ввиду конструктивных особенностей, не может быть использован для работы с зерном; клапанный и конусный применяется только для полного опорожнения бункера; лотковый затвор не травмируют зерно, но склонен к самооткрыванию под действием нагрузки ,поэтому его снабжают дополнительным запирающим устройством .Так как подъём и опускание лотка должны происходить сравнительно медленно ,с угловой скоростью в пределах 3..5 м/с, эти затворы обладают неудовлетворительной отсечкой. .В целом к затворами предъявляются следующие требования:

-быстрота открытия и закрытия(четкость отсечки);

-герметичность перекрытия материала при закрытом затворе;

-простота, износостойкость, прочность, и жесткость конструкции;

- безопасность и надёжность в эксплуатации.

К затворами предъявляются требования, такие как: необходимость регулирования их производительности, возможность автоматического или дистанционного управления ,коррозионная и химическая устойчивость ,минимальное дробление сыпучего материала.

Одним из главных недостатков конструкции бункеров для хранения зерна следует отнести недостаточную конструктивную проработку устройств для выпуска и дозирования зернового материала. В настоящее время применяют выпускные устройства ,в которых момент начала истечения, регулирование его интенсивности и запирание осуществляются при помощи подвижных заслонок, о недостатках которых сказано выше.

Нами предложена конструкция затвора – регулятора потока сыпучего материала [3], устройство состоит из (рис. 2): корпуса 1 с вертикальным эластичным патрубком 2, отсекателя , представляющего собой шайбу 3, расположенную в кольцевом канале 4 корпуса1,и прижимного элемента 5.

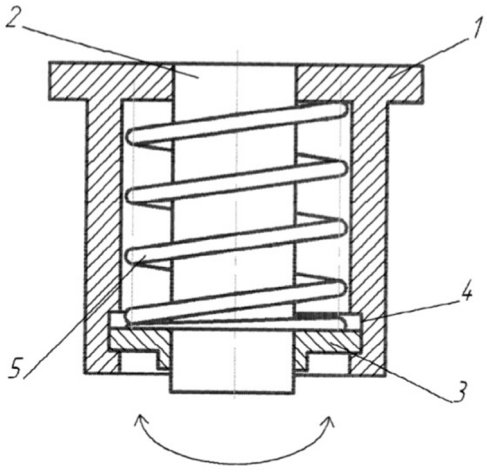


Рисунок 2. Затвор-регулятор потока сыпучего материала

Устройство работает следующим образом : Поток сыпучего материала попадает в эластичный патрубок 2 и движется вниз . При повороте шайбы 3в кольцевом канале 4 на величину некоторого угла происходит скручивание эластичного патрубка 2 вдоль его оси ,в результате чего происходит уменьшение площади сечения эластичного патрубка .От раскручивания предохраняет пружина 5,усилие прижима которой к шайбе 5 больше усилия раскручивания эластичного патрубка 2. Уменьшать площадь сечения эластичного патрубка 2 можно вплоть до полного отсечения потока.

Предложенная конструкция затвора позволяет регулировать интенсивность зернового потока в плоть до полного его перекрытия. При этом величина травмируемого зерна при проходе через затвор-регулятор остается практически неизменной и находится в пределах статистической погрешности.

Список литературы

1. Востриков, П.С. Формирование зерновых потоков в зерноочистительных агрегатах [Текст]/ П.С. Востриков// Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы международной научно-практической конференции. Часть 3. – Курск: КГСХА, 2010. – С.111-112.

2. Винников, А.Н. Повышение эффективности процесса регулирования самотечного зернового потока гибким самотеком-затвором. [Текст] дис. кан.тех.наук/ А.Н. Винников; ВГАУ.– Воронеж, 2004.

3. Патент РФ №2388676 МПК[7] В 65 D 90/54. Затвор-регулятор потока сыпучего материала/ Кузнецов В.В., Востриков П.С.(РФ) патентообладатель: Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки. – 2008150059/12; Заявл. 17.12.2008; опубл. 10.05.2010, Бюл.№13. – 4с.:ил.

УДК 631.362.3

Востриков П.С., Павлюченко В.С., Тертычная Т.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ДЕЛЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ПОТОКА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье рассмотрены вопоосы повышения точности деления зерновых потоков.*

Ключевые слова: *зерновой поток, делитель потока, равномерность деления.*

Abstract. *In this article vopoosa of increase in accuracy of division of grain streams are considered.*

Key words: *grain stream, stream divider, uniformity of division.*

Современные многопоточные зерноочистительные агрегаты и комплексы обладают внушительной производительностью. Высокая производительность

обеспечивается параллельной работой нескольких технологический линий, загрузка которых осуществляется путем деления исходного зернового потока на две части [1].

Деление потока является важным процессом, от его равномерности зависит величина загрузки зерноочистительных машин. Существует несколько типов устройств для деления зернового потока на несколько частей [2].

Простейшие делительные устройства состоит из одного входного и двух выходных патрубков (рис. 1). К их достоинствам относят низкую стоимость, простоту конструкции и невысокие затраты на обслуживание. Однако большим недостатком этих устройств является низкая точность деления потока зерна. Такие устройства снабжают вибрирующей поворотной заслонкой, поворотом которой на определенный угол обеспечивают разделение потока.

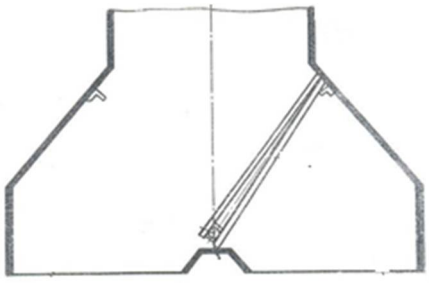


Рисунок 1. Делитель потока

Точность деления зернового потока в таких устройствах составляет 0,75-0,85 в зависимости от направления потока.

Для равномерного распределения зерна на два потока могут служить шнековые делительные устройства. В таком делителе (рис. 2) зерно подается во входной патрубок, а затем перемещается двумя шнеками с правой и левой навивкой в два выходных патрубка. Таким образом, зерно разделяется на два потока.

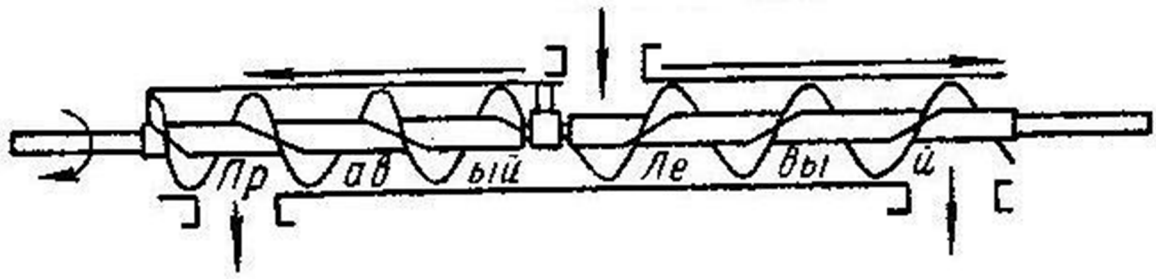


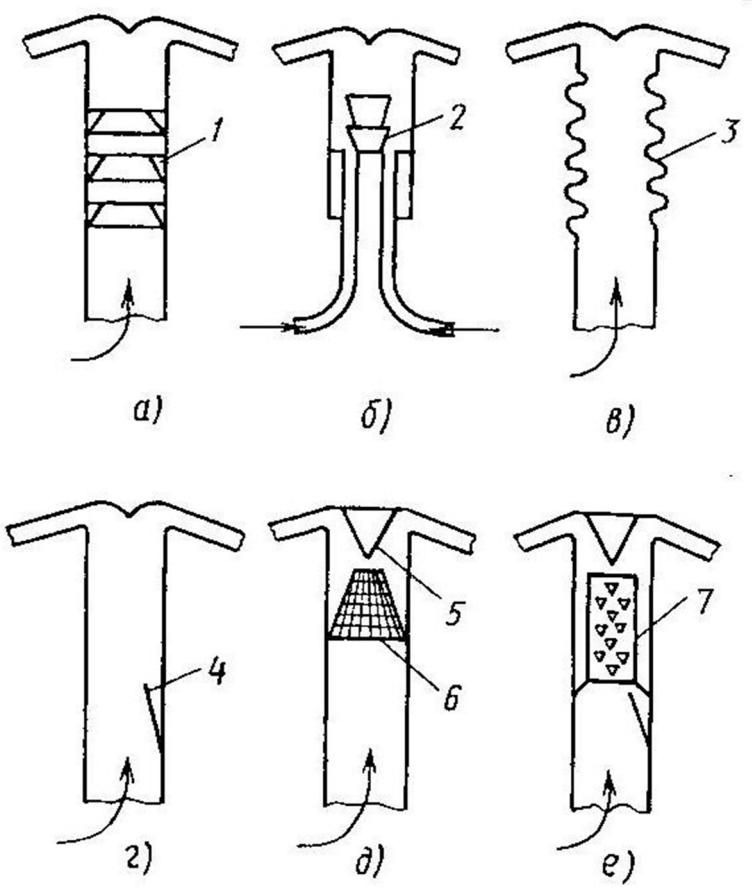
Рисунок 2. Шнековый делитель

Коэффициент заполнения шнека на различной его длине варьирует в определенных диапазонах и зависит от ряда факторов, таких как угол наклона и скорость его вращения, свойств материала. Этим обусловлена не высокая точность деления зернового потока. Кроме того, шнековый делитель сильно травмирует зерно.

Существуют устройства для разделения потока сыпучего материала, снабженные выравнивающими приспособлениями потока во входном патрубке.

В конструкции таких устройств выравнивающие приспособления могут выполняться в виде горизонтальных штырей или других геометрических элементов.

Они могут быть выполнены следующим образом (рис.3).



а) конические кольца; б) конические турболизаторы; в) гофрированный участок; г) отражатель; д) сетчатый центратор; е) комбинированные

Рисунок 3. Виды выравнивающих устройств

Работа всех выравнивающих приспособлений делителей пассивного действия основан либо на равномерном перераспределении зернового потока во входном патрубке, либо на направлении зернового потока непосредственно на делитель.

Точность устройств данного типа их деления составляет – 92%. Эти данные получены при строгом вертикальном положении трубопровода.

Конструктивно делители потока сыпучих материалов можно разделить на устройства активного действия и пассивного (рис. 4). Устройства пассивного действия имеют неподвижные части и не могут перераспределять поток. В их конструкции отсутствует какое либо контролирующее устройство, они не обеспечивают большей точности деления.

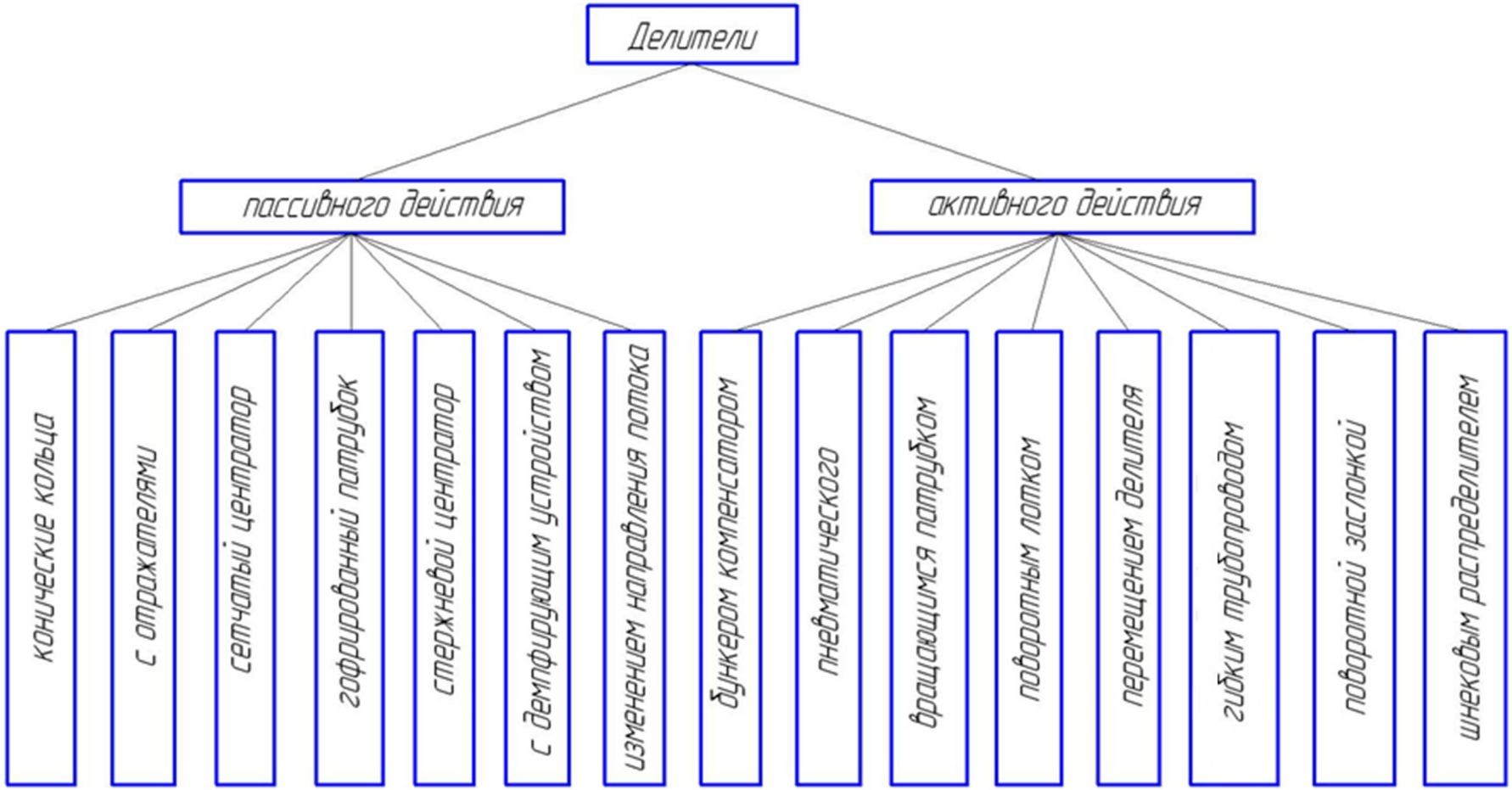


Рисунок 4 – Классификация делителей потока сыпучих материалов

Распределители активного действия, конструктивно выполнены из подвижных частей и могут перемещать зерновой поток между выходными патрубками. Они часто выполняются с контролирующими устройствами. Существующие устройства не обладают высокой точностью деления потока. Возникли предпосылки для создания конструкции делительного устройства с высокой точностью потока.

Нами предложена конструкция делителя потока сыпучего материала [3]. Устройство состоит (рис. 5) из корпуса 1, в котором смонтированы входной патрубок 2, на конце которого расположены подпружиненные подвижные стенки 3 и 4, а под ним - коромысло 5, состоящее из двух лотков 6 и 7, соединенных между собой шарниром 8, а ниже расположена его ось качания 9 коромысла и далее его центр тяжести 10. В нижней части корпуса расположены два выходных патрубка 11,12. Подпружиненные стенки входного патрубка образуют выходное отверстие 13.

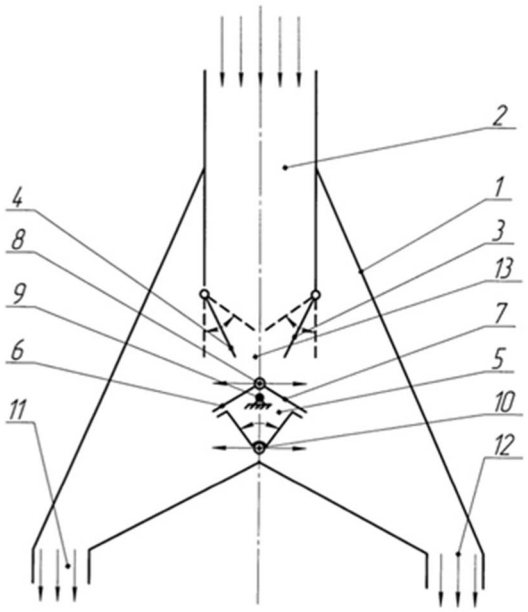


Рисунок 5. Делитель потока сыпучего материала

Делитель потока сыпучего материала работает следующим образом. Сыпучий материал из бункера (не показано) поступает во входной патрубок 2 корпуса 1 и под действием силы тяжести накапливается над отверстием 13 и начинает давить на подвижные стенки 3 и 4 входного патрубка 2. При этом подпружиненные стенки раздвигаются, отверстие 13 увеличивается и тем самым увеличивается его пропускная способность. С уменьшением подачи материала уменьшается его накопление над выходным отверстием 13, давление уменьшается, стенки сжимаются, а его сечение уменьшается. Подпружиненные подвижные стенки 3, 4 поджимают выходящий через отверстия 13 сыпучий материал и формируют его в сплошную струю, далее материал попадает на шарнир 8 лотков, где происходит его деление на две части, каждая из которых поступает на свои лотки 6 и 7. При неравномерном делении на лотке 6 или 7

оказывается больше сыпучего материала, тогда шарнир 8 с лотками 6 и 7 поворачивается в эту сторону и тем самым уменьшает подачу материала на этот лоток, а центр тяжести коромысла 10 поворачивается в обратную сторону, образуя пару сил относительно оси качания.

Список литературы

1. Востриков, П.С. Обеспечение оптимальной загрузки агрегатов путем деления зернового потока [Текст]/ П.С. Востриков// Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы научно-практической конференции молодых ученых. – Воронеж: ВГАУ, 2009. – С.242-246**.**

2. Востриков, П.С. Обоснование конструктивно-технологических параметров адаптивного делителя зернового потока. [Текст] дис. кан.тех.наук/ П.С. Востриков; ВГАУ-Воронеж, 2012.

3. Патент РФ №2516873 МПК[7] B 65 G 69/00, B 65 G 65/32, B 65 G 11/20, B 65 G 53/56. Делителя потока сыпучего материала/ Сундеев А.А, Востриков П.С., Воронин В.В. (РФ) патентообладатель: Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки. – 2012151108/11; Заявл. 28.11.2012; опубл. 20.05.2014, Бюл.№14. – 5с.:ил.

УДК 504.064.3

Внукова С.В., Солод А.Д., Калинин Н.С., Кочетова Ж.Ю.

СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ КЕРОСИНОВЫХ ЛИНЗ НА АЭРОДРОМАХ

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

Аннотация. *Рассмотрены экологические проблемы военных аэродромов, вызванные многолетним накоплением топлива в грунтах. Предложен способ обнаружения керосиновых линз с применением пьезосенсорного анализатора.*

Ключевые слова: *керосиновая линза, аэродром, загрязнение окружающей среды, анализатор газов, пьезосенсор.*

Abstract. *Environmental problems of military airfields caused by long-term accumulation of fuel in soils are considered. The proposed method of detection of kerosene lenses with the use of piezosensors analyzer gases.*

Key words: *kerosene lens, airfield, environmental pollution, gas analyzer, piezosensor.*

Многолетняя эксплуатация аэродромов в результате утечек больших и малых объемов топлива приводит к скоплению подземных керосиновых линз. Потери нефтепродуктов, происходящие на всех стадиях нефтепользования, приводят к значительным загрязнениям поверхностных и подземных вод, почв,

воздуха, растений. По данным Министерства обороны РФ, площадь земель, загрязненных нефтепродуктами по вине военных, составляет более 670 га. Наиболее неблагоприятное положение – на аэродромах ВВС в населенных пунктах Савватия, Энгельс, Березовка, Ейск и Каменск-Уральский, а также в объединенном Сибирском, Дальневосточном и Уральском военных округах. В целом, из общей площади около 14,5 млн. га, предоставленных для нужд Вооруженных Сил, нарушено и подлежит рекультивации около 60 тыс. га. Примеры масштабов сложившейся экологической ситуации в результате загрязнения окружающей среды авиационным керосином представлены в таблице [1, 2].

Таблица. Керосиновые линзы на военных объектах

Объект	Масштаб загрязнения	Примечание
Псковский военный аэродром (в черте города)	16000 т на площади 8 га	Утечки нефтепродуктов в р. Великая, расположенную выше черты городского водозабора
Оборонный завод им. Климова, Санкт-Петербург	120000 т	Загрязнения попадают в Юнтоловский заказник через р. Каменка, в Финский залив
Воинская часть, Энгельс	Две линзы площадью 383 и 281 га, общей массой 500000 т	Линзы движутся в грунтах в сторону р. Волга со скоростью 20 м/год
Ейский военный аэродром	180000 т на глубине 20 м	Идет поступление керосина в Азовское море
Военный аэродром «Травянка», Каменск-Уральский	Тысячи тонн на глубине до 5 м	Мигрирует в сторону р. Исети, чьи воды в конечном итоге попадают в Северный Ледовитый океан
Чкаловский военный аэродром, Московская обл.	Десятки тысяч тонн на глубине 2-6 м площадью 20 га	В зоне керосиновой линзы расположены жилые дома г. Щелково-4
Военный аэродром, Моздокский район Северной Осетии	10000 т на площади 20 км^2	Нефтепродукты обнаружены в колодцах прилегающих деревень
Тверской военный аэродром, п. Мигалово	18000 т	Линза мигрирует в направлении болота, питающего Тьмаку

Существует около 30 различных методов обнаружения утечек нефтепродуктов, основанных на различных физических и физико-химических явлениях. Каждый из методов характеризуется своими преимуществами и недостатками. К главным недостаткам следует отнести высокую стоимость оборудования и сложность его обслуживания. Проблема экспрессного обнаружения источников утечек нефтепродуктов остается одной из актуальных в экологическом анализе и все большее значение приобретает разработка новых устройств для обнаружения мест скопления пролитых нефтепродуктов в грунтах.

Для поиска мест утечек нефтепродуктов и оконтуривания по площади и по вертикали в основном используют дорогостоящие и громоздкие методы (лабораторно-полевой и ландшафтно-геологический), требующие буровых работ. Большое распространение также имеют спектрометрические методы, в том числе с применением концентратомеров («ОСМА-350», «Колион-1В» и др.).

Существует также метод подповерхностного зондирования грунтов, технология которого основана на использовании георадара подповерхностного зондирования (GPR). Изначально технология была призвана решать геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические задачи. Для оконтуривания линз нефтепродуктов он был применен позже и предложен программный комплекс автоматического профилирования и анализа георадиолокационных данных. GPR-способ дает возможность существенно сократить затраты на обустройство минимально необходимого количества скважин и значительно повысить достоверность информации о зоне загрязнения.

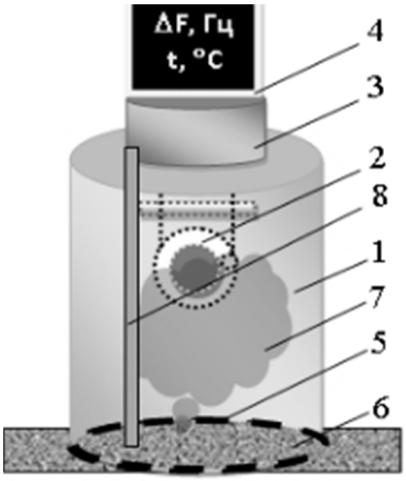
Метод, основанный на регистрации радиоактивного излучения вещества (растворенного в жидкости изотопа), проникающего в грунт через повреждения в стенках резервуаров хранения нефтепродуктов, позволяет точно обнаруживать место даже незначительных утечек на глубине до 1,5 м. Радиоактивный метод не нашел широкого применения ни у нас, ни за рубежом из-за сложности организации мероприятий по биологической защите обслуживающего персонала и окружающей среды. Однако ведутся разработки по совершенствованию технологий контроля этим методом мест незначительных утечек.

Перспективным методом поиска утечек на сегодняшний день считается лазерный газоаналитический, основанный на поглощении углеводородсодержащими газами (группы CH и CH_2) энергии источника ИК-излучения с длиной волны 3,39 мкм. Углеводородные легкие фракции благодаря высокой проницаемости частиц грунтов выходят на поверхность и образуют газовое облако над местом утечки. На основе лазерного газоаналитического метода разработаны переносные и транспортируемые на автомобилях приборы для обнаружения подземных «линз». В России используются лазерные газоаналитические автолаборатории «Искатель-1» и оборудование английских фирм «International Reseach» и «Development Ltd. and international Gas Detector» на основе гелий-неонового лазера.

Метод трассирующих газов основан на поглощении в ИК-области спектра световой радиации трассирующим газом, выходящим на поверхность грунта в месте сквозного повреждения стенки резервуара. Этим методом обнаруживают незначительные концентрации газов при выполнении обязательных условий: высокая проникающая способность газов через грунт; химическая неактивность газов; отсутствие трассирующего газа в атмосфере; высокий коэффициент поглощения в ИК-области спектра. Существенно на показания прибора влияют и климатические условия, поэтому на практике до недавнего времени его использовали редко. Возможности трассовых анализаторов расширила

оптимизация оптической системы трассового измерителя, системы регистрации и обработки сигналов, высокие выходные характеристики, дополнительный ресурс непрерывных CO_2-лазеров. В настоящее время возможно проведение месячных циклов измерений усредненного содержания C_2H_4 на приземной протяженной трассе в реальном времени (в условиях «замороженной» атмосферы) с пороговой чувствительностью 1 ppb.

На базе Воронежского государственного университета инженерных технологий (научная группа Кучменко Т.А.) разработан анализатор, работающий по принципу пьезокварцевого микровзвешивания [4]. Анализатор характеризуется высокой чувствительностью к парам нефтепродуктов, мобильностью, энерго- и ресурсоемкостью, экспрессностью. Нами предложено использовать его для обнаружения керосиновых линз (рисунок).



1 – корпус газоанализатора, 2 – пьезокварцевый резонатор с модифицированными электродами, 3 – устройства для возбуждения и фиксирования колебаний резонатора, 4 – электронное табло, 5 – открытый вход газоанализатора, 6 – грунт, 7 – пары керосина; 8 – электронный термометр

Рисунок. Анализатор газов с открытым входом

Измерительное устройство плотно устанавливается на грунт таким образом, чтобы пары керосина из грунта диффундировали в околосенсорное пространство. В результате сорбции легколетучих углеводородов на тонкой пленке модификатора электродов резонатора частота его колебаний уменьшается на величину ΔF, пропорциональную концентрации керосина в грунтах. Миниатюрный анализатор может погружаться на разную глубину почвогрунтов. При наличии керосиновой линзы аналитический сигнал увеличивается с глубиной разреза. Главным преимуществом предложенного метода является высокая чувствительность микровзвешивания (~ 10^{-9} мг/м^3), мобильность анализатора, экономичность его комплектующих, низкая зависимость показаний анализатора от условий окружающей среды. Возможно точное измерение концентрации керосина в грунтах в полевых условиях. Погрешность анализатора не превышает 20%. Установлено, что в реальных

условиях анализатор без замены сенсора можно использовать 2000 – 2300 раз. Затем пьезосенсор легко заменяется на аналогичный.

Анализатор был апробирован при экологической оценке территории химически опасного объекта [3], обнаружении линзы на нефтебазе г. Воронеж. Все исследования показали высокую сходимость результатов с лабораторными методами.

Список литературы

1. Воробьев, Ю.Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов [Текст] / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов.– М.: Иноктаво, 2005. – 368 с.

2. Кочетова, Ж.Ю. Экомониторинг нефти и нефтепродуктов в объектах окружающей среды [Текст] / Ж.Ю. Кочетова. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – 204 с.

3. Маслова, Н.В. Экологический мониторинг нефтепродуктов на территории химически опасного объекта с применением флеш-детектора [Текст]/ Н.В. Маслова, Ж.Ю. Кочетова, А.Н. Данилов, Т.А. Кучменко // Медицина экстремальных ситуаций. – 2017. – Т. 60. – № 2. – С. 83–88.

4. Патент РФ №2302627 C1, МПК G01N27/12. Газоанализатор с открытым входом на основе пьезосенсоров / Т.А. Кучменко, Ж.Ю. Кочетова, Ю.Е. Силина (РФ). – Патентообладатель: ООО «Сенсорные технологии» (RU), Кучменко Т.А. (RU). – №2006102742/28, заявлено 31.01.2006; опубл. 10.07.2007. Бюл. № 3. – 7 с.

УДК 632.937.12

Голубцов Д.Н., Жижина Е.Ю., Климкин А.Ф., Нищук Д.С.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУХ ВИДОВ КОКЦИНЕЛЛИД КАК ЭНТОМОФАГОВ ЗЕРНОВЫХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В статье представлены результаты многолетних исследований энтомофауны зерновых злаковых культур. Рассмотрены особенности биологии и эффектиыности двух видов энтомофагов божьих коровок Adalia bipunctata L. и Coccinella septempunctata L.*

Ключевые слова: *биологический метод защиты растений, энтомофаги, божьи коровки.*

Abstract. *The article presents the results of long-term studies of the entomofauna of cereal crops. The peculiarities of the biology and effectiveness of two species of entomophagous ladybirds Adalia bipunctata L. and Coccinella septempunctata L.*

Key words: *biological method of plant protection, entomophagous, ladybird.*

Основой современной защиты растений является ориентация на экологическую безопасность, ресурсо и энергосбережение, рентабельность. В этой связи особое значение приобретает биологический метод защиты, разрабатывающий эффективные, экологически безопасные, экономичные приемы и способы долговременного сдерживания вредных организмов.

Достаточно просто реализуемым на практике направлением биометода является использование природных популяций энтомофагов. Особая роль среди естественных энтомофагов принадлежит многоядным хищникам, которые первыми сдерживают увеличение численности фитофагов. Одними из эффективных многоядных энтомофагов населяющих разнообразные агроценозы являются жуки кокцинеллиды или божьи коровки.

По данным многолетних исследований энтомофауны зерновых злаковых культур на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского госагроуниверситета обнаружено четыре вида кокцинеллид: божья коровка семиточечная Coccinella septempunctata L., божья коровка тринадцатиточечная Hippodamia tredecimpunctata L., божья коровка четырнадцатиточечная Propylea quatuordecimpunctata L., божья коровка двухточечная Adalia bipunctata L. [2]. В значительных количествах отмечены два вида – двухточечная и семиточечная коровки. Семиточечная коровка встречалась более стабильно как по годам, так и в течении вегетации злаков, в основном, с численностью два – шесть экземпляров на сто взмахов сачка. Двухточечная коровка отсутствовала в отдельных учетах, ее численность колебалась в пределах от 0-6 экземпляров на сто взмахов сачка. Для обоих видов отмечены два синхронных подъема численности. В июле 2005 года численность семиточечной коровки составляла 20 экземпляров на сто взмахов сачка, а двухточечной 29 экземпляров на сто взмахов сачка, в июле 2013 года семиточечная коровка имела численность 15 экземпляров на сто взмахов сачка, двухточечная 40 экземпляров на сто взмахов сачка. Семиточечная коровка после подъема численности в последующие годы постепенно снижала ее значение до равновесного уровня, двухточечная на следующий после подъема год встречалась в единичных экземплярах [1].

Семиточечная и двухточечная коровки относятся к широко распространённым, обычным видам со сходными биоэкологическими особенностями. Оба вида развиваются в двух поколениях в год, зимуют в стадии имаго под растительными остатками преимущественно в лесах и лесополосах [3; 5]. Пробуждение и выход жуков из мест зимовок наблюдается при среднесуточной температуре +8–10^{0}С, что соответствует концу апреля в нашей зоне. Жуки и личинки хищники, но по данным разных авторов могут посещают цветки и питаться нектаром, пыльцой [6] и даже лепестками [4]. Жуки и личинки встречаются как на травянистых, так и на древесно-кустарниковых растениях.

К основным различиям видов относятся предпочитаемые местообитания и продолжительность развития. Семиточечная божья коровка предпочитает обитать на травянистых растениях, а двухточечная на древесно-кустарниковых и только во втором поколении может переселяться на травянистые растения [3; 5]. Темпы

развития двухточечной коровки более высокие, чем у семиточечной. По данным лабораторного разведения [5], откладка яиц первым поколением семиточечной коровки начиналась на декаду позже (с июня) и продолжалась более 30 дней. Откладка яиц двухточечной осуществлялась раньше и продолжалась 20 дней. В искусственных условиях семиточечная коровка развивалась в двух поколениях, двухточечная за этот же период могла дать четыре поколения.

Наблюдения, проведенные на посевах озимой пшеницы и ярового ячменя УНТЦ «Агротехнология» согласуются с литературными данными. Заселение злаковых культур кокцинеллидами происходит в период, когда колонии тли становятся крупными, что соответствует фазам флагового листа (яровых) – колошения (озимых). В этот период на полях обнаруживаются жуки первого поколения семиточечной коровки. Двухточечная коровка появляется позже с фазы формирования зерна - молочной спелости и представлена жуками второго поколения, мигрировавшими с древесно-кустарниковых растений. Массовое появление личинок семиточечной коровки приходится на фазу формирования зерна – молочной спелости, а двухточечной на молочную – восковую спелость. Окукливание семиточечной коровки происходит в фазу восковой – полной спелости зерна. Куколок двухточечной коровки на озимой пшенице нам не удавалось обнаружить, так как личинки не успевали закончить развитие в связи с отмиранием надземных частей пшеницы и гибелью фитофагов, которыми питаются личинки коровок. На ячмене часть личинок успевает окуклиться, но в основном погибает при уборке урожая.

Анализ численности зимующих кокцинеллид проводился в 2015 и 2018 годах на посевах люцерны и в древесно-кустарниковых ценозах примыкающих к полевым агроценозам УНТЦ «Агротехнология». Просматривались площадки по 0,25 м^2 на которых разбирались растительные остатки.

В 2015 году учеты проводились в лесополосе, рядом с которой расположен посев люцерны, лесополосе окруженной однолетними культурами, лесопарке «Динамо». Было осмотрено 75 площадок, на которых обнаружен один экземпляр двухточечной коровки. Данные о численности зимующей семиточечной коровки приведены в таблице 1.

Таблица 1. Численность зимующих жуков семиточечной коровки в 2015 году

Стация зимовки	Численность зимующих жуков семиточечной коровки экз/м^2		
	Общая	Край стации	На 5 метров вглубь от края
Лесополоса рядом с люцерной	5,6	6,4	4,8
Лесополоса	1,8	2,4	1,2
Лесопарк «Динамо»	1,4	1,7	1,1

Для зимовки семиточечная коровка выбирает края стаций. Наиболее высокая численность отмечена в лесополосе рядом с полем не скошенной люцерны, что можно объяснить наличием на люцерне тли, привлекавшей коровок после уборки однолетних культур в севооборотах.

В 2018 году учеты проводились на люцерновом поле, в лесополосе, рядом с которой расположен посев люцерны, лесополосе окруженной однолетними культурами, маточнике подвоев плодопитомника косточковых культур. В лесополосах и питомнике осматривалась листовая подстилка, трещины коры, отставшая кора на погибших деревьях. Было осмотрено 40 площадок, на которых также как и в 2015 году обнаружен только один экземпляр двухточечной коровки. Данные о численности зимующей семиточечной коровки приведены в таблице 2.

Таблица 2. Численность зимующих жуков семиточечной коровки в 2018 году

Стация зимовки	Численность зимующих жуков семиточечной коровки экз/м^2		
	Общая	Край стации	На 5 метров вглубь от края
Люцерна	1,7	-	-
Лесополоса рядом с люцерной	9,1	14,7	5,0
Лесополоса	16,4	33,0	3,2
Плодопитомник	4,4	7,2	1,0

По сравнению с 2015 годом численность зимующих коровок в 2018 году оказалась значительно выше. На этом фоне еще более четко проявилась избирательность семиточечной коровкой для зимовки краевых участков. Следует отметить, что в отличие от 2015 года по краям лесополос разрослись кустарники, которые могли создать более благоприятные условия зимовки. У лесополосы с люцерной терновник, а лесополосы с однолетними культурами степной вишни.

Люцерна оказалась менее привлекательной для коровок, так как была скошена в конце лета, что значительно снизило численность тли и на момент учета, в октябре, отросла на пять-семь сантиметров. На скошенной люцерне численность тли была низкой.

Наименьшая численность зимующей семиточечной коровки отмечена на люцерновом поле, где практически отсутствовали растительные остатки.

Таким образом, двухточечная коровка появляется поздно на посевах злаковых культур, когда формирование урожая уже закончилось и существенно повлиять на урожайность злаковых культур не может. Развивающаяся на зерновых злаках часть популяции погибает, и накопление двухточечной коровки в агроценозах не происходит, что подтверждается данными учета в местах зимовки. Следовательно, двухточечная коровка не может являться эффективным энтомофагом зерновых злаковых культур.

В отличие от двухточечной семиточечная коровка появляется на зерновых злаковых культурах в период формирования урожая, успевает закончить развитие до уборки культур и способна накапливаться в агроценозах. Следовательно, семиточечная коровка может эффективно сдерживать численность фитофагов на зерновых злаковых и других полевых культурах.

Необходимыми условиями увеличения численности и эффективности семиточечной божьей коровки в агроценозах является: наличие лесополос,

присутствие в севооборотах многолетних культур на которых кокцинеллида может находить тлю после уборки зерновых злаков или обсев краев лесополос многолетними культурами. Вероятно, присутствие рано цветущих кустарников также будет благоприятным для этого вида.

Список литературы

1. Биологические особенности и динамика энтомофагов злаковых тлей [Текст] / Д. Н. Голубцов [и др.] // Агротехнологии XXI века: концепции устойчивого развития: материалы международной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники, защиты растений, биохимии и микробиологии. – Воронеж, 2014. – С. 226-230.

2. Голубцов, Д.Н. Энтомофауна агроценоза опытной станции Воронежского госагроуниверситета [Текст] / Д.Н. Голубцов, А.А. Пухова, А.Е. Прокопчук // Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований: Материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Княгинино, 2012. – С. 127-130.

3. Лахидов, А.И. Афидоагроценокомплекс центрально-черноземной зоны [Текст] / А.И. Лахидов.С.-П.:Пушкин, 1997. – 200 с.

4. Ползиков, В.В. Членистоногие Средней полосы России [Текст] / В. В. Ползиков - М.: ООО «Аквариум-Принт», 2006. – 176 с.

5. Тюмасева, З.И. Кокцинеллиды Урала и сопредельных территорий [Текст]/ З. И. Тюмасева. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013 – 248 с.

6. Чернышев, В.Б. Экологическая защита растений. Членистоногие в агроэкосистеме: учебное пособие [Текст]/ В. Б. Чернышев. – М.: МГУ, 2001. –136 с.

УДК 635.21

УДК 631.4:574

Пожидаева М.В., Ветков А.В.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ВОЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Аннотация. *Рассмотрены причины нефтезагрязнений и мероприятия по обеспечению экологической безопасности на территории военных объектов.*

Ключевые слова: *военные объекты, горюче-смазочные материалы, экологическая безопасность.*

Abstract. *The causes of oil pollution and measures to ensure environmental safety on the territory of military facilities are considered.*

Key words: *military facilities, fuel and lubricants, environmental safety.*

На сегодняшний день годовой оборот нефтепродуктов на военных объектах довольно существенный, что делает их потенциально опасными загрязнителями окружающей среды.

Источниками загрязнений на территории военных объектов являются склады горючего (резервуары хранения топлива и т.п.), мазутные хозяйства котельных, пункты технического обслуживания, военная техника и др.

На территории базирования типового военного объекта запас горючего для автомобильной техники составляет от 300 до 400 т, запас мазута для котельных колеблется в пределах от 700 до 800 т. В среднем расход бензина и дизельного топлива в месяц составляет 100 т, а мазута около 500 т [1], что свидетельствует о масштабности использования горюче-смазочных материалов на типовом военном объекте.

Наиболее распространенными причинами, приводящими к загрязнению окружающей среды на территории военных объектов при хранении и использовании горюче-смазочных материалов, являются следующие.

1. Технический износ резервуарного парка.

Разрушение днищ резервуаров горючего может происходить из-за их несвоевременного ремонта, при этом утечка из резервуара не всегда бывает мгновенной и видимой. Большинство резервуаров, превысивших сроки эксплуатации, загрязняют окружающую среду в штатном режиме. Утечка горючего в незначительных количествах (100-150 л) под днищем резервуара может быть обнаружена только при использовании специального оборудования. Одним из способов обеспечить экологическую безопасность на военных объектах, а значит избежать техногенных аварий и финансовых затрат возможно при внедрении в эксплуатацию современных специально разработанных резервуаров, позволяющих планово выводить стационарные резервуары на профилактический ремонт. Другим способом является внедрение систем постоянного или периодического акустико-эмиссионного мониторинга и контроля над состоянием днищ резервуаров.

2. Длительная эксплуатация без капитального ремонта технологической аппаратуры и трубопроводов.

Естественное старение заглубленных складских трубопроводов может привести к значительным потерям прокачиваемого горючего, это стало большой проблемой на складах отдельных батальонов аэродромного обслуживания. Статистика причин, приводящих к авариям, показывает, что на наземных трубопроводах в результате поражения коррозией произошло 2% аварий, а на подземных трубопроводах – 22% [3]. Для обеспечения надежности складских нефтепроводов необходимо выполнять их наземную прокладку, или подземную с использованием изоляции, применяемой в газовом хозяйстве.

3. Несовершенство или отсутствие необходимого очистного технологического оборудования.

4. Нарушения технологии обращения с топливом.

5. Потери нефтепродуктов, возникающие от испарения (при перекачках) и в процессе хранения горюче-смазочных материалов, даже при соблюдении правил технической эксплуатации.

При испарении происходит загрязнение атмосферного воздуха парами бензина и бензола (чем ниже температура кипения, тем больше потерь от испарения), поэтому для обеспечения экологической безопасности имеют значение мероприятия, направленные на сбор паровой фазы, влияющие на уровень загрязнения воздуха.

Ежемесячные потери при хранении горюче-смазочных материалов на типовом военном объекте составляют 0,12 кг на тонну и приблизительно столько же при приеме и отпуске. Общие потери нефтепродуктов за год составляют около 1,8 т, за 10 лет – 18 т [1]. Тем не менее при реальной эксплуатации военных объектов фактические потери будут значительно больше прогнозируемых. Существенным источником загрязнения окружающей среды на складах горючего являются также отработанные моторные масла, нефтегрязевые стоки и остатки топлива, собираемые при зачистке резервуаров. Наиболее перспективным и экологически обоснованным в этом случае является вторичная переработка масел с применением едкого натра и сорбентов (адсорбционная очистка) [3], которая наиболее проста и доступна, образуются полимеры и соли натрия, использующиеся в асфальтобетонных смесях. Выход очищенного масла при этом превышает 80% .

6. Длительность эксплуатации военных объектов.

Причинами загрязнения территории базирования военных объектов является и их длительная эксплуатация, которая в некоторых случаях может достигать 30-40 лет. Многолетнее использование и размещение на территории базирования складов горюче-смазочных материалов приводит к глубокому проникновению нефтепродуктов в почву и растительный покров, что затрудняет проведение мероприятия по обеспечению экологической безопасности. Наиболее крупномасштабными для военных объектов являются поверхностные загрязнения почвы и водоемов. В отдельных случаях площади почвенных загрязнений могут составлять от 4 до 6 га с содержанием нефтепродуктов до 50 000 (и более) мг/кг почвы [4]. С поверхностными нефтезагрязнениями сопряжен ущерб наносимый природной среде, здоровью и жизнедеятельности населения, поэтому они являются наиболее опасными.

Для устранения последствий загрязнений и обеспечения экологически безопасного уровня необходимо проводить очистку от нефтезагрязнений до значения, не превышающего 3 г/кг, которое, не оказывая влияния на фитотоксичные свойства почвы, существенно сокращает сроки проводимых мероприятий и материальные затраты. Подтверждение этим данным неоднократно находилось при проведении работ на военных объектах, где концентрация нефтепродуктов достигала 3 г/кг почвы [2].

Основными способами очистки почвы от нефтепродуктов являются:

- механический – применяется при больших разливах нефтепродуктов; используются механические средства ликвидации загрязнений, при этом

необходимо отделение нефтепродуктов, вывоз и утилизация отходов, а также доочистка;

- физико-химический – применяется при поверхностных загрязнениях, но неэффективен при глубоком проникновении нефтепродуктов в почву; используются нефтепоглощающие сорбенты, что приводит к накоплению отходов, требующих доочистки и утилизации;

- микробиологический – применяется не только на поверхности, но и при глубоком загрязнении почвы; экологически безопасен, не требует утилизации и не создает отходов; осуществляется путем внесения или микроорганизмов, поглощающих нефтепродукты, или препаратов для активизации местной флоры; не выдерживает влияния низких температур.

На военных объектах при утилизации нефтепродуктов для обеспечения экологической безопасности территории базирования используются преимущественно механические и физико-химические методы ликвидации загрязнений. Применение этих методов сопровождается множеством трудностей – сложностью с утилизацией глубоко проникших нефтепродуктов и собранных отходов; ограниченностью использования техники в местах пролива и хранения нефтепродуктов и т.д. Применение этих методов дает быстрые результаты, однако они достаточно дорогостоящи, их применение оправдано при существенных потерях нефтепродуктов и высоком уровне поверхностных загрязнений, либо на начальной стадии проведения рекультивационных работ.

Для обеспечения экологической безопасности территории базирования военных объектов с высокой эффективностью необходимо использовать комплекс указанных методов, включая микробиологический, который на сегодняшний день не имеет широкого применения. Отдельные специалисты высказывают мнение, что данный метод малоэффективен при высокой концентрации загрязнений. Однако при создании определенных условий микроорганизмы способны поглощать любые концентрации нефтепродуктов, сохраняя после этого свою жизнедеятельность и не загрязняя природную среду. Создание такого биопрепарата не потребует больших производственных затрат, а следовательно облегчает его использование в реальных условиях. Основным преимуществом биопрепарата из микроорганизмов является его способность полностью ликвидировать нефтезагрязнения непосредственно на месте применения. При этом как сам биопрепарат, так и продукты его жизнедеятельности, оставшиеся после ликвидации нефтезагрязнений являются экологически безвредными и не требуют специальной утилизации.

Применение препаратов для активизации местной флоры или посев трав-сидератов также экологически безопасный и эффективный метод восстановления загрязненных территорий. Он значительно ускоряет естественное завершение деструкции остаточных количеств нефтепродуктов в почве, обеспечивает оптимальные условия для создания воздушного баланса и снабжения микроорганизмов-деструкторов микроэлементами и биологическими веществами для обеспечения экологической безопасности территории.

Таким образом, для обеспечения экологической безопасности территории военных объектов при хранении и использовании горюче-смазочных материалов необходимо проведение комплексных мероприятий и внедрение технологий с лучшими экологическими характеристиками.

Список литературы

1. Анпилогов, В.Н. К проблеме восстановления почвы, загрязненной нефтепродуктами на военных объектах [Текст] / В.Н. Анпилогов, М.Е. Баранов, О.А. Платонов // Экономика природопользования и природоохраны: сб. статей XI Межд. науч.-пр. конф. – Пенза, Приволжский дом знаний, 2008. – С. 120-122.

2. Ликвидация нефтезагрязнений на военных объектах. Правовой аспект [Текст] / В.А. Антонов и др. // Военно-экономический вестник. – 2004. – №8. – С. 67-75.

3. Зайченко, В.Н. Экологическая безопасность на складах горючего [Текст] / В.Н. Зайченко // Военно-экономический вестник. – 2004. – №8. – С. 60-66.

4. Пожидаева, М.В. Экологическая безопасность аэродромного комплекса при обращении с нефтепродуктами [Текст] / М.В. Пожидаева // «Дальневосточная весна - 2014»: матер. Межд. науч.-пр. конф. по проблемам экологии и безопасности – г. Комсомольск-на-Амуре, 2014. – С. 185-188.

УДК 628.83:631.22

Пенькова И.А., Швачкина О.Г., Воропаева М.А., Андрианов А.А.

ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *В данной статье рассмотрены виды вентиляционных систем, использующихся в животноводческих помещениях. Дана их характеристика, проанализированы преимущества и недостатки каждой из систем, а так же выявлена наиболее эффективная и применимая система вентиляции для использования в коровниках ООО «Грязинский агрокомплекс.*

Ключевые слова: *система вентиляции, животноводческие помещения, воздухообмен, микроклимат.*

Abstract. *This article discusses the types of ventilation systems used in livestock buildings. Their characteristics are given, the advantages and disadvantages of each of the systems are analyzed, and the most effective and applicable ventilation system is identified for use in the barns of Gryazinsky Agrocomplex LLC.*

Keywords: *ventilation system, livestock buildings, air exchange, microclimate.*

Для достижения высоких показателей в животноводстве необходимо наличие комфортных условий содержания скота, важнейшим из которых является обеспечение благоприятного микроклимата в животноводческих помещениях. Нарушение хотя бы одного из показателей микроклимата может повлечь за собой снижение продуктивности воспроизводства поголовья и негативно отразится на здоровье животных.

Важнейшей составляющей при поддержании комфортных микроклиматических условий является вентиляция. При разработке эффективных систем вентиляции в животноводческих комплексах по содержанию крупного рогатого скота учитывают требования, которые являются необходимым условием для высокой продуктивности хозяйства. Одним из важнейших требований является обеспечение постоянного температурно-влажностного индекса ниже 68. Так же необходимо обеспечить воздухообмен в помещении. Воздухообмен должен быть от 85 $м^3$/ч зимой и максимум до 798,5 $м^3$/ч летом на одно животное. Очень важно поддержание движения воздуха в помещении в летнее время около 1-2 м/с. Для поддержания таких условий содержания животных разработаны системы механической вентиляции, специально предназначенные для использования в условиях умеренного климата.

Существует три вида систем вентиляций, используемых в животноводческих помещениях. К ним относятся: естественные, механические и комбинированные системы. Хотя они используются для одной цели, но имеют ряд отличий между собой.

Принцип действия систем естественной вентиляции основывается на разной плотности внутреннего и наружного воздуха и действии ветра. Естественная вентиляция очень проста и не требует затрат на ее эксплуатацию. Наиболее частым вариантом естественной вентиляции является трубная система. Основными элементами выступают вытяжные трубы, которые выводятся через потолок на крышу, и приточные каналы, расположенные в верхней части стен. Вытяжные трубы оборудованы специальной насадкой - дефлектором. Данное устройство усиливает вытяжку воздуха из помещения и препятствует попаданию снега и дождя в полость труб.

Вытяжные трубы нуждаются в качественной и своевременной очистке, для более эффективного отвода воздуха и долгой эксплуатации. Необходимо следить за тем, чтобы не было щелей и что бы они были утеплены на чердаке.

Вытяжных каналов должно быть меньше, чем приточных. Это очень важно для равномерного поступления воздуха снаружи в помещение. Общая площадь всех приточных каналов должна быть не больше 70 – 80% площади вытяжных. Приточные каналы обязательно должны быть снабжены защитными щитками для защиты от попадания на животных холодного воздуха и снега в зимнее время. Так же каналы вентиляции снабжены заслонками с регулируемой площадью. Зимой появляется необходимость уменьшения притока воздуха путем закрытия части отверстий или уменьшения величины щелей [3].

Расстояние между приточными и вытяжными каналами должно быть не менее 2,5 метров. На рисунке 1 приведена схема естественной системы вентиляции.

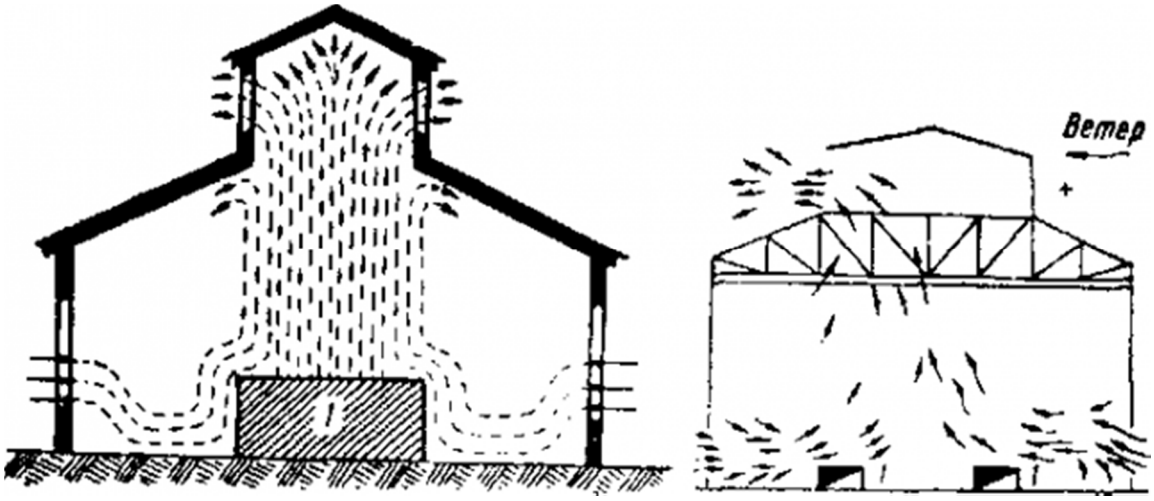


Рисунок 1. Схема естественной системы вентиляции

В качестве достоинств естественной вентиляции можно отметить низкие эксплуатационные и капитальные затраты. К недостаткам можно отнести то, что её невозможно регулировать и она может не обеспечивать необходимый уровень воздухообмена в различные сезоны.

В отличии от естественной, механические системы вентиляции регулируются и работают от электродвигателя. Электродвигатель приводит в движение вентилятор, осуществляющий воздухообмен в помещении. Для того чтобы обеспечить достаточное движение воздуха, используют два вентилятора - большой и малый, либо один двухскоростной. Такая система предназначена удовлетворять двум основным требованиям: удаление излишка теплоты и удаление излишка влаги. Излишняя теплота удаляется из помещения в летнее время, при этом вентилятор работает при повышенной частоте вращения, а влага, выделяемая животными зимой должна постоянно удаляться вентиляторами при малой частоте вращения. Чтобы обеспечить необходимый воздухообмен при заданных температурных режимах, вентиляционная система должна быть достаточно гибкой. В зимнее время воздух желательно подавать постоянно, а в летнее - периодически.

Как правило, в животноводческих помещениях воздуховоды прокладывают по колоннам, потолку, стенам, и другим строительным частям здания [6]. Чаще всего используют воздуховоды, которые изготовлены из дерева, стали, различных синтетических материалов, керамических и асбестоцементных труб. Трубы, изготовленные из стали покрывают водостойкими защитными лаками снаружи и изнутри для предотвращения коррозии. В основном воздуховоды имеют круглое сечение.

В механических системах вентиляции довольно часто используют осевые вентиляторы низкого давления. Такие вентиляторы создают давление до 1,96

кПа и могут быть установлены непосредственно в стенных проемах, воздуховодах и кровлях зданий. Установка вентиляторов такого типа позволяет сократить расход энергии и материалов до минимума, а так же уменьшить длину самих воздуховодов [2].

Достоинствами механических систем вентиляции являются:

- универсальность и возможность установки в любых помещениях;
- регулирование температуры и влажности поступающего воздуха;
- равномерная работа круглый год;
- возможность очистки отработанных воздушных масс.

К недостаткам данного вида вентиляции можно отнести высокие материальные и технические затраты.

Для обеспечения механической вентиляции животноводческих ферм используют вытяжную, приточную и приточно-вытяжную механические системы.

Работа вытяжной вентиляции основывается на механическом удалении отработанного воздуха из животноводческих помещений. При этом, воздух в помещение попадает естественным путем через специальные приточные щели и отверстия. Приточные отверстия в такой системе могут располагаться в окнах, дверях, воротах, панелях, ограждения и т. д. [1].

Приточная система отличается от вытяжной тем, что в ней воздух механически подается в потолочную часть помещения, а выводится под действием воздушного напора через вентиляционные щели, находящиеся в низу здания. Воздушные массы так же могут удаляться через навозные каналы. К преимуществам данной системы можно отнести возможность регулировки температуры и влажности поступающего воздуха [7]. Так же в приточных системах могут быть установлены фильтры для очистки воздуха.

Приточно-вытяжная система вентиляции объединяет в себе функции двух предыдущих и чаще всего применяется в крупных промышленных комплексах. Приточно-вытяжные установки типа ПВУ автоматически поддерживают заданную температуру воздуха в помещении и регулируют воздухообмен в зависимости от наружной и внутренней температуры. Данная установка состоит из приточно-вытяжных шахт с цилиндрическим заслонками, установленных в перекрытии здания, силовых блоков с вентиляторами и пульта управления с датчиками. Для подогрева холодного приточного воздуха используются электронагревательные элементы. Схема приточно-вытяжной системы приведена на рисунке 2.

Приточно-вытяжная система отличается надежностью и сочетанием в себе преимущества двух предыдущих. В современных животноводческих и птицеводческих помещениях применяют автоматическое регулирование притока, вытяжки и подогрева воздуха [8]. В зависимости от способа содержания животных и механизации удаления навоза (помета) решают схему вытяжки воздуха и притока его в верхнюю часть помещения или в зону содержания животных.

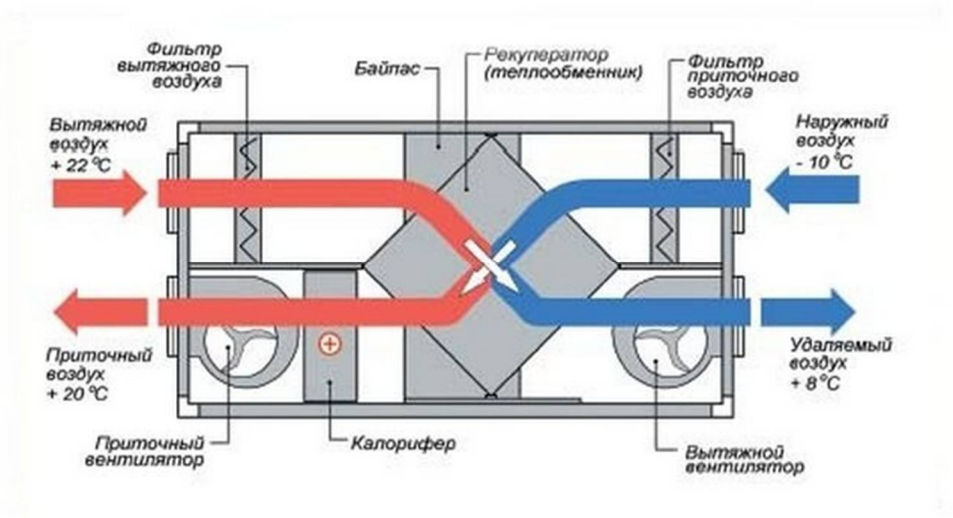


Рисунок 2. Схема приточно-вытяжной системы вентиляции

Смешанные системы вентиляции устанавливаются в помещениях, в которых возможно использование естественного побуждения движения воздуха для вытяжки или притока [5]. Если аэрация или смешанная система вентиляции недопустимы, то применяется механическая вентиляция. Данный вид вентиляции чаще всего используют в производственных помещениях, в которых дополнительно устанавливается местная вентиляция. К достоинствам можно отнести меньшие материальные затраты по сравнению с механическими системами. Недостатком данной системы является то, что данную вентиляцию можно применить только при определенных условиях.

Рассмотрим подробнее установки ПВУ. В установках данного поток свежего воздуха омывает потолочное перекрытие и стены помещения, поступая в зону, содержания животных. Затем поток воздуха направляется к всасывающему отверстию вентилятора, захватывая и удаляя загрязнения. Производительность установок ПВУ-4, ПВУ-6 и ПВУ-9 соответственно 4000, 6000 и 9000 м3/ч приточного воздуха, а установленная мощность нагревательных элементов 15 - 19 кВт.

Рассмотрев три типа вентиляционных систем, мы можем сделать вывод, что для установки в помещениях коровников ООО «Грязинский агрокомплекс» наиболее эффективными будут являться механические приточно-вытяжные установки. Экономические затраты на установку хороших вентиляционных систем быстро окупятся, так как при благоприятных климатических условиях животные чувствуют себя комфортнее и становятся продуктивнее. Так же для достижения лучших показателей микроклимата и большей эффективности вентиляционной системы возможна установка вентиляторов HyBlade Agricultural от ebm-papst, применение которых позволяет снизить электропотребление в среднем на 30% по сравнению с альтернативными вентиляторами, что положительно отразится на экономических показателях всего предприятия [4].

Список литературы

1. Вентиляция животноводческих ферм - [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ecoenergovent.ru/info/ventilyaiya-zhivotnovodcheskih-ferm

2. Габидуллин И.Р. Виды вентиляции и их применение в животноводческих помещениях: научная статья [Электронный ресурс] / И.Р. Габидуллин – Уфа: Novainfo. – 2016. – № 54-2. – Режим доступа: https://novainfo.ru/article/8487

3. Андрианов Е.А Организация вентиляции животноводческих помещений с использованием ресурсосберегающих технологий [Текст] / Е.А. Андрианов, А.М Андрианов, А.А. Андрианов // Вестник воронежского государственного аграрного университета. – 2014. - № 4(43). – С. 91-97.

4. Применение в сельском хозяйстве ebmpapst - [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.ebmpapst.su/upload/file/buklet_es_ebm-papst_dlya_krs.pdf

5. Смешанная система – вентиляция – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.ngpedia.ru/id429517p1.html

6. Схема устройства вентиляции в коровнике – [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://poferme.com/zhivotnye/korovy/korovnik/ventilyatsiya.html

7. Андрианов Е.А. Использование ресурсосберегающих технологий при вентиляции животноводческих помещений [Текст] /Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов//Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. –Т.2. -№ 3-4 (8-4). – С. 383-388.

8. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие/А. В. Полуэктов и др. ; Воронеж. гос. аграр. ун-т.- Воронеж: ВГАУ, 2005. – 274 с.

УДК 631.6.02

Джамалов Р.Д.

ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ РЫХЛЕНИЯ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *На почвах с высоким содержанием органического вещества (к таковым относятся и черноземы) приемы обработки почвы существенно не влияют на плотность сложения. Отмечена тенденция увеличения плотности сложения слоев 20-30 и 30-40см, по сравнению с пахотным горизонтом 0-20 см.*

Ключевые слова: *обработка почвы, нулевая технология, плотность, амарант.*

Abstract. *On soils with a high content of organic matter (including chernozems), soil treatment methods do not significantly affect the density of addition. The tendency of increase of density of addition of layers 20-30 and 30-40 cm, in comparison with the arable horizon of 0-20 cm is noted.*

Key words: *tillage, no-till, density, amaranth.*

С ростом техногенной нагрузки на почву, выражающейся в использовании тяжелой техники, увеличении числа и интенсивности обработок пахотного слоя, внесения высоких норм минеральных удобрений, все чаще стали проявляться факты ухудшения физических свойств и плодородия почвы (Медведев, 1988; Милащенко,1990).

Одной из важнейших базовых характеристик почв, определяющих многие агрофизические свойства, является ее плотность. Плотность почвы определяет водо-, воздухо- и теплообмен в почве, характеризует структурно-агрегатный состав, соотношение твердой фазы и пустот и т.д. Величина плотности сложения чутко реагирует на интенсивность агрогенного воздействия на почву.

Сложение пахотного слоя почвы является важным показателем, по которому можно судить об эффективности любого из применяемых на определенном участке агротехнических приемов и необходимости применения механической обработки, в целях создания (соответствующего) оптимального сложения почвы с учетом биологических особенностей возделываемых культур. Обычно более высокая плотность почвы наблюдается при плоскорезной обработке и рыхлении плугом без отвалов. Естественно, что по более глубокой вспашке объемная масса почвы уменьшается.

Положительное и отрицательное влияния уменьшения плотности почвы на урожай тесно связаны с биологическими особенностями культур и погодными условиями года. В холодные годы более твердая почва быстрее нагревается, что положительно отражается на урожае, а в жаркие и сухие годы вызывает снижение урожая по причине перегрева верхнего слоя и повышенной потери доступной влаги.

Изучение изменения плотности при различных способах основной обработки почвы в течение вегетационного периода показало, что плотность сложения изменялась как в течение вегетационного периода, так и по способам обработки.

В течение вегетационного периода под действием самоуплотнения плотность почвы увеличивалась от начала к концу вегетации за годы проведения исследований. Однако необходимо отметить, что во все годы и сроки определения плотность почвы не выходила за пределы оптимальных значений (1,0-1,3 г/см^3) для роста и развития амаранта.

В среднем за вегетационный период амаранта в условиях 2017 года плотность почвы верхнего десятисантиметрового слоя, в зависимости от способов обработки изменялась незначительно и составила 0,97 – 1,03 г/см^3 с минимальным показателем по вспашке. В пахотном горизонте (0-20см) плотность почвы на этом варианте была наименьшей (0,98 г/см^3). По отношению к контролю снижение составило 0,09 г/см^3 или на 8,4 %. На остальных вариантах опыта с различными способами обработки разница была от 0,99 до 5,6 %. В 0-40 см слое почвы в этот период плотность почвы варьировала от 1,08 г/см^3 (по вспашке) до 1,08 г/см^3 (по нулевой обработкам (No Till) (табл.).

Таблица. Влияние способов обработки почвы на плотность почвы в период вегетации амаранта

Обработка почвы	Год	Слой почвы					
		0-10	10-20	0-20	20-30	30-40	0-40
Вспашка	2017	0,97	1,14	1,05	1,12	1,11	1,08
	2018	0,99	1,08	1,02	1,07	1,13	1,10
	Среднее	**0,98**	**1,07**	**1,02**	**1,13**	**1,12**	**1,07**
Дискование	2017	1,03	1,12	1,04	1,08	1,14	1,05
	2018	0,98	1,03	1,00	1,11	1,10	1,03
	Среднее	**0,95**	**1,03**	**0,99**	**1,08**	**1,12**	**1,04**
Нулевая (NoTill)	2017	1,00	1,14	1,12	1,15	1,16	1,12
	2018	0,99	1,02	1,00	1,04	1,18	1,08
	Среднее	**0,99**	**1,10**	**1,04**	**1,10**	**1,14**	**1,08**
НСР05А							
НСР05В и АВ							

Аналогичные результаты получены и в условиях следующего года, когда показатели плотности сложения 0-10 см слоя, в зависимости от приемов обработки почвы, варьировали от -0,06 г/см^3 (6,1 %) по дискованию до + 0,04 г/см^3 (4,1 %) по вариантам со вспашкой и дискованием.

Следует отметить, что на всех вариантах обработки почвы в подпахотных слоях 20-30 и 30-40 см установлено уплотнение почвы, но оно находится в оптимальных параметрах для возделывания амаранта. В слое почвы 0-40 см в среднем за период вегетации культуры установлено незначительное варьирование показателя плотности сложения от контрольного варианта в том числе и по «нулевой» обработке. Максимальное снижение составило 0,04 г/см^3 или 3,8 % и увеличение ее на 0,03 г/см^3 или на 2,8 %, по отношению к вспашке 1,06 г/см^3.

В пахотном горизонте (0-20см) в 2018 году также не установлено определенной закономерности по влиянию способов обработки почвы и средств утилизации соломы на плотность сложения. В слое почвы 0-40 см, несмотря на значительные разницы (до 0,11 г/см^3 или на 10,7 %) между вариантами с различной обработкой почвы, плотность сложения не выходила за параметры оптимальных значений для возделывания ярового ячменя.

В среднем за годы исследований плотность сложения в пахотном горизонте значительно не изменялась в зависимости от способов обработки почвы. Вариация между вариантами с различной обработкой почвы составила от -0,03 или на 2,9 %, до +0,06 г/см^3 или на 5,9 %. Ещё меньшие колебания относительно контрольного варианта (вспашка) установлены в слое почвы 0-40 см, где разница не превышала 0,03 г/см^3 или 2,8 %. Причем снижение ее отмечено на варианте с дискованием.

Отсюда вытекает вывод, что на почвах с высоким содержанием органического вещества (к таковым относятся и черноземы) приемы обработки почвы существенно не влияют на плотность сложения. Отмечена тенденция

увеличения плотности сложения слоев 20-30 и 30-40см, по сравнению с пахотным горизонтом 0-20 см.

Список литературы

1. Коржов, С.И. Микробиологическая активность чернозема выщелоченного при антропогенном воздействии [Текст] / С.И. Коржов. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2005. – 153 с.

2. Коржов, С.И. Экологическая роль многолетних трав в накоплении гумуса и биологического азота [Текст] / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова// Агроэкологический Вестник. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, Воронежский государственный аграрный университет, Курская государственная сельскохозяйственная академия, Мичуринская государственная сельскохозяйственная академия.-Воронеж 2000. –С116-121.

3. Коржов, С.И. Обработка почвы в ЦЧР [Текст] / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов, А.П. Пичугин. – Воронеж 2010. –199 с.

4. Коржов,, С.И. Влияние обработки почвы на биологические процессы [Текст] / С.И. Коржов. –Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2010-№3 (26).-С.14-17.

5. Трофимова, Т.А. Соя перспективна в Центральном Черноземье [Текст]/ Т.А. Трофимова, С.И. Коржов // Зерновое хозяйство. – 2002. – № 2. – С. 20-21.

6. Воронков, В.А. Основная обработка почвы и урожай кукурузы на силос [Текст]/ В.А. Воронков, С.И. Коржов. – Кукуруза и сорго.–2002. –№ 2. –С. 2-4.

УДК 631.51:633.63

Трофимова Т.А., Коржов С.И.

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ В СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ЦЧР

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. У*становлены приемы минимализации основной обработки почвы и предложены варианты их применения в комплексе с приемами биологизации в зависимости от уровня деградации длительно используемых черноземных почв.*

Abstract. The methods of minimization of the main tillage were established and the variants of their use in combination with the methods of biologization were proposed depending on the level of degradation of the chernozem soils used for a long time.

Ключевые слова: *приемы основной обработки, минимализация основной обработки, приемы биологизации, деградация почв.*

Key words: *main processing methods, minimalization of basic processing, biologic methods, soil degradation.*

В настоящее время в связи со снижением плодородия чернозёмов и наличием деградационных процессов, сократился процент участия показателей естественного плодородия почвы в получении сельскохозяйственной продукции. В последние годы в земледелии наметилась тенденция роста применения количества пестицидов, минеральных удобрений, наблюдается повышение общей культуры выполнения технологических процессов при возделывании сельскохозяйственных культур, увеличивается количество широкозахватной техники, комбинированных агрегатов. Все эти факторы способствуют внедрению минимализации основной обработки почвы и дальнейшей разработке данного направления в земледелии [3,4,7].

По мнению Черкасова Г.Н., на отвальную обработку тратится около 17 л/га топлива, при проведении безотвального рыхления экономия составляет 4-6 л/га дизельного топлива, при нулевой обработке почвы – 8-10 л/га [14].

Необходимо учитывать, что минимализацию основной обработки почвы можно проводить на не деградированных почвах с оптимальными агрофизическими свойствами. Плотность почвы при проведении приемов минимализации основной обработки почвы не должна превышать величину 1,3 г/см^3 , количество водопрочных агрегатов в пахотном слое почвы должно быть не менее 40% [1,2,5,6,8].

Цель наших исследований – разработать научные и практические основы минимализации обработки почвы в технологиях сберегающего земледелия.

Наши исследования проведены в длительных стационарных и краткосрочных опытах ГНУ «Воронежский НИИСХ им. В.В. Докучаева» и ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I» на черноземных почвах.

Почвенные образцы анализировались по общепринятым методам в 1984-2018 гг.

Одной из основных задач основной обработки почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия является регулирование плотности почвы. Потребность в применении приемов минимализации обработки можно определить, сравнивая значения равновесной и оптимальной для культур плотности почвы. Если равновесная плотность приближается к оптимальной плотности или равна оптимальной плотности, то на данных почвах можно применять энергосберегающие технологии возделывания полевых культур, включая применение мелкой мульчирующей обработки почвы и совмещенную с посевом предпосевную минимальную обработку почвы [8 ,9, 11].

С увеличением разности между показателями равновесной и оптимальной плотности почвы необходимо увеличивать интенсивность механической обработки почвы, применять отвальную и безотвальную разноглубинную обработку под культуры севооборота [10,12,13].

Проведенные исследования показали, что вспашка снижала плотность почвы по сравнению с другими приемами основной обработки на 5-7%. Применение разноглубинных безотвальных приемов обработки почвы под

культуры севооборота (плоскорезы, стойки параплау, плуги без отвалов) приводило к увеличению плотности почвы по сравнению с отвальной обработкой, но ее величина не превышала оптимальных для растений значений – 1,2-1,3 г/см^3

Наблюдалось математически достоверное увеличение плотности почвы в нижних горизонтах (20-30 см) при длительном применении мелкой обработки (дискование на 8-10 см) под все культуры севооборота.

На сильно деградированных черноземах при длительном отсутствии глубокой отвальной и безотвальной обработки почвы наблюдается увеличение плотности почвы. Существенное уплотнение почвы прослеживается в середине и в конце вегетации сахарной свеклы по прямому посеву нулевой и мелкой мульчирующей обработкам в горизонтах 10-20 см и 20-30 см (1,41-1,58 г/см^3). Наблюдается плужная подошва в нижних горизонтах (слой 20-30 см).

Изучение твердости почвы в наших исследованиях показало достоверное увеличение данного показателя (более 30 кг/см^2) при проведении ежегодного дискования под все культуры севооборота, а так же нулевой обработки в течение семи и более лет по сравнению с отвальной разноглубинной обработкой.

На основании опытных данных нами предложена пригодность почвы к минимализации основной обработки в зависимости от степени деградации черноземов, в которой расчет степени деградации почв проводится по 4-бальной шкале [9].

К не деградированным и слабо деградированным черноземам относятся почвы, имеющие оценку 1-2 балла (признаки агрофизической деградации почв отсутствуют или проявляются в незначительной степени). Здесь рекомендуется применение минимализации основной обработки почвы за счет уменьшения глубины отвальной или безотвальной обработки почвы, применение безотвальной мелкой, обычной или глубокой обработки почвы в севообороте, прежде всего под культуры с мочковато корневой системой при низкой или средней засоренности посевов; применение под зерновые культуры мелкой или поверхностной мульчирующей или нулевой обработок почвы.

На средне деградированных почвах, имеющих оценку 3 балла (плотность в слое 0-30 см составляет 1,3-1,4 г/см^3, наблюдается наличие глыбистой структуры в пределах 40% и плужной подошвы), рекомендуется отвальная, безотвальная, комбинированная разноглубинная совместно с использованием биологических приемов воспроизводства плодородия черноземных почв.

Сильно деградированные почвы, имеющие оценку 4 балла (плотность в слое 0-30 см составляет более 1,4 г/см^3, твердость – 50-100 кг/см^2, содержание глыбистых агрегатов достигает 40-60%, наблюдается наличие плужной подошвы) непригодны к применению приемов минимализации основной обработки почвы, особенно малоэффективно применение мелкой мульчирующей и нулевой обработки почвы. На сильно деградированных черноземных почвах оптимальными системами обработки почвы является отвальная и комбинированная разноглубинная с обязательным применением приемов воспроизводства плодородия черноземных почв: сидеральные пары,

пожнивная сидерация, многолетние травы, оставление нетоварной части урожая, внесение навоза, дефеката.

На основании оценки степени деградации (выпаханности) почв определяется их пригодность к минимализации основной обработки: 1-2 балла – пригодные, 3 балла – малопригодные, 4 балла – непригодные.

Таким образом, применение приемов минимализации основной обработки может быть эффективным и рекомендуется на почвах, устойчивых к уплотнению, не деградированных или слабо деградированных.

Список литературы

1. Бородин, Д.Ю. Влияние основной обработки почвы на агрофизические факторы плодородия и урожайность полевых культур в условиях засушливой зоны [Текст] / Д.Ю. Бородин // автореф. дис....канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 2013. – 23 с.
2. Васюков, П.П. Минимальная обработка почвы при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам [Текст] / П.П. Васюков В.И. Цыганков // Земледелие – 2008 - №5 – с.27-28.
3. Гармашов, В.М. Элементы зональной системы земледелия / В.М. Гармашов, И.М.Корнилов, Н.А. Нужная, С.А. Гаврилова [Текст] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – 3 1 (17). – С. 31-35.
4. Дедов, А.В. Воспроизводство органического вещества почв ЦЧР: учебное пособие [Текст] / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, А.А. Дедов. - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 227.
5. Казаков, Г.И. Почвозащитная обработка почвы в Среднем Поволжье [Текст] / Г.И. Казаков В.А. Корчагин // Земледелие – 2009. - №1. – с. 26-27.1
6. Кириллов Н.А. Минимальная обработка почвы при возделывании зерновых культур в Чувашской республике [Текст] / Н.А, Кириллов А.И. Волков // Земледелие – 2008 - №4 – с.30-31.
7. Кирюшин, В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия [Текст] / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 7. – С. 12-14.
8. Макаров, В.И. Влияние обработки почвы на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы [Текст] / В.И. Макаров Ф.И. Грязина В.Г. Кириллов // Земледелие – 2008 - №2 – с. 25-26.
9. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия [Текст]: Монография / А.И. Беленков, В.А. Шевченко, Т.А. Трофимова, В.П. Шачнев. – Москва: Изд. РГАУ – МСХА. – 2015. - 499 с.
10. Обработка почвы в ЦЧР: Учебное пособие [Текст] / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов, А.П. Пичугин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. – 199 с.
11. Пыхтин, И.Г. Систематические отвальные и безотвальные обработки в севообороте и бессменных посевах [Текст] / И.Г. Пыхтин, Е.В. Шутов // Земледелие. – 2004. – №3. – С. 18-19.

12. Трофимова, Т.А. Зяблевая обработка почвы в Юго-Восточных районах ЦЧЗ [Текст] / Т.А. Трофимова // Сахарная свёкла. - 2002. - № 7. - С. 19-20.

13. Трофимова Т.А. Система основной обработки почвы в пропашном звене севооборота [Текст] / Т.А. Трофимова, В.Г. Мирошник // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 24-25.

14. Черкасов, Г.Н. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах Европейской части Российской Федерации [Текст] / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин, А.В. Гостев // Земледелие. – 2014.– № 5. – С.13-16.

УДК 635.21

Баскаков И.В.[1], Оробинский В.И.[1], Чернова О.В.[2], Чернова А.В. [2], Трофимова Т.А.[1]

ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ИЗ ГЛАЗКОВ

[1] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Воронеж, Россия
[2] МКОУ Панинская СОШ, п.г.т. Панино, Россия

Аннотация. *В статье рассматривается возможность выращивания картофеля из глазков. При этом клубень используется в пищу. Установлено, что жизнеспособность исследуемых образцов в зависимости от этапа возделывания снижается с 70% до 29%. Урожай, полученный в конечном итоге, насчитывал всего 14 клубней, что соответствовало первоначальному значению высаженных глазков. Всего один экземпляр по размерам соответствовал товарным кондициям. Остальные 13 клубней были очень маленькими. Трудоёмкость процесса выращивания картофеля из глазков очень высокая. Следовательно, применять данный способ целесообразно только при разведении суперэлитных семян или при отсутствии, каких либо других, способов размножения картофеля.*

Ключевые слова: *картофель, глазки, ростки, клубень, урожай.*

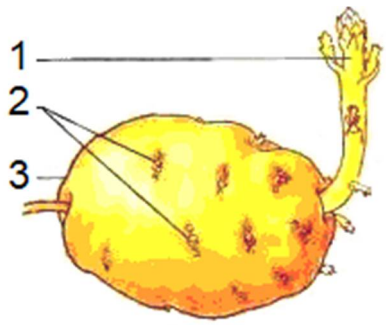
Abstract. *The article discusses the possibility of growing potatoes from the eyes. In this case, the tuber is used for food. It was found that the viability of the samples depending on the stage of cultivation is reduced from 70% to 29%. The harvest, resulting in the end, consisted of only 14 tubers, which corresponded to the original value of the planted buds. Only one instance of a size consistent with commercial conditions. The other 13 tubers were very small. The complexity of the process of growing potatoes from the eyes is very high. Therefore, it is advisable to use this method only when breeding super-elite seeds or in the absence of any other methods of reproduction of potatoes.*

Keywords: *potatoes, potato eyes, sprouts, tuber, harvest.*

Картофель является основным продуктом питания в европейской части России. За это его называют «вторым хлебом». В основном картофель размножают посредством отбора целых клубней средним размером и массой

50…60 г. При этом чаще всего семенной материал отбирают не из мощных кустов, а из общей кучи, полученной в результате сбора и перемешивания всего урожая. Клубни маленького размера, вызванного, например переуплотнением почвы [1, 3], не оказывают пагубного влияния на качество всего бурта, в отличие от крупных экземпляров низкосортовых семян. Поэтому из года в год в посевной материал попадают всё больше клубнеплодов, имеющих низкие свойства. Причём данные клубни в своих кустах имеют наибольший размер, но из-за слабых сортовых качеств на общем фоне эти картофелины идентичны семенам. В конечном итоге со временем отбор посевного материала из куч приводит к полному истреблению всего сорта. Кроме того, низкокачественные семена способствует развитию болезней, вредителей, засорителей.

Клубень *3* (рис. 1) картофеля имеет несколько глазков *2*, из которых в процессе развития образуются ростки *1*. Причём каждый проросший побег представляет собой будущее отдельное растение. При этом общий материнский клубень – это лишь источник питательных веществ, необходимый для развития ростка. Поэтому проросшие побеги конкурируют между собой за жизненное пространство, доступ к влаге, свету, удобрениям. При недостатке питательных веществ в почве это приводит к снижению урожайности картофеля.



1 – росток; 2 – глазки; 3 – клубень
Рисунок 1. Клубень картофеля с развивающимся ростком



Рисунок 2. Клубни картофеля с ростками

Известны и альтернативные способы размножения картофеля, среди которых можно выделить разведение сорта из семян, ростков, глазков [2, 4, 5]. В лабораторных условиях получить элитный посадочный материал можно из ткани растения называемой «меристемой», которая способна интенсивно делиться и сохранять физиологическую активность клеток, обеспечивающая образование корней, стеблей, цветов. Данные способы разведения картофеля более сложные, имеющие большую трудоёмкость возделывания и поэтому они не получают массового распространения. Однако иногда возникает необходимость размножения сорта не традиционным методом ввиду отсутствия посадочного материала, сложной экономической ситуации, необходимости

получения клубнеплодов в более ранний срок, наличия достаточного количества свободного времени и соответствующего интереса.

Наиболее распространённым способом посадки картофеля после размножения растения с помощью клубней является разведение культуры посредством ростков или глазков. При этом клубнеплод разрезается на несколько частей или сильно проращивается, что не позволяет его использовать в пищу. Полученный посадочный материал размещают в почве на глубине *6…7 см* и немного гуще, чем цельные клубни.

В процессе приготовления пищи поздней зимой или ранней весной нередки случаи, когда картофель имеет ростки длинною *1…3 см* (рис. 2). При этом их приходится удалять, что для неравнодушного огородника является тяжёлым решением.

С целью проверки возможности использования глазков с небольшими ростками в качестве посадочного материала для дальнейших исследований были отобраны ряд образцов (рис. 3).



Рисунок 3. Вырезанные глазки картофеля с ростками

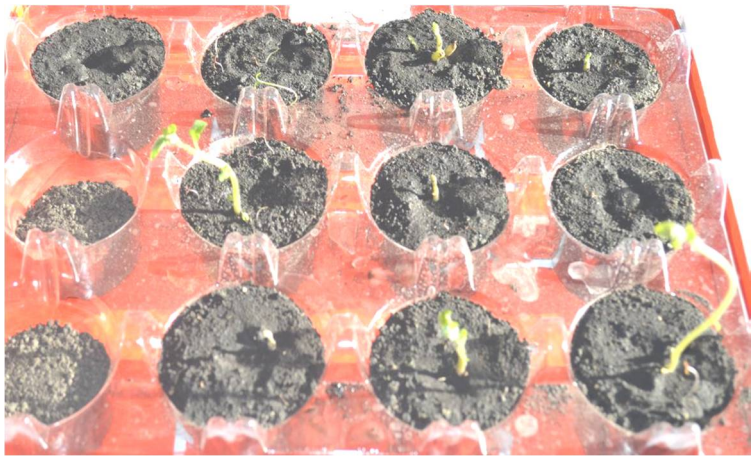


Рисунок 4. Высаженные глазки в почву (12 дней после посадки)

Глазки с ростками были высажены в почву (рис. 4). Всего из *14* отобранных образцов взошли *10*. В основном, не проросли глазки с ростками менее *1 см*. В исследуемом опыте жизнеспособность образцов превысила *70%*.

При достижении побегов длины *4…7 см*, образцы пересаживались в большую ёмкость (рис. 5). При этом развитие растений сильно разнилось. Одни из образцов были пересажены на 12 день после посадки, а другие лишь через месяц.

Всего для дальнейших исследований были отобраны *7* наиболее сильных образцов или *50%* от высаженных глазков. При этом в полевых условиях прижились *4* растения, что составляет *29%* от их исходного количества.



Рисунок 5. Образцы растений картофеля, пересаженные для дальнейших исследований



Рисунок 6. Урожай картофеля, выращенного из глазков

В период вегетации картофель развивался хорошо. Однако по сравнению с растениями того же сорта, высаженными традиционным способом, высота ботвы у исследуемых образцов была выше. Это может быть объяснено более ранними сроками посадки. Система ухода за картофелем складывалась из трёхкратной ручной прополки сорняков и двукратной химической обработки против колорадского жука. Полив растений не осуществлялся. Уборку картофеля проводили ручным способом в третьей декаде августа, одновременно со сбором урожая со всего поля. Всего с четырёх кустов было получено 14 клубней, что соответствует количеству изначально взятых для исследований глазков. Причем только одна картофелина по размеру соответствовала требованиям к товарному материалу, а остальные были слишком маленькими даже для того, чтобы считаться семенами (рис. 6).

Таким образом, вырастить картофель из глазков и при этом использовать клубень в пищу, возможно. Жизнеспособность посаженных в почву образцов составляет чуть более *70%.* Причём гораздо лучше приживаются глазки, имеющие на клубне ростки длиннее *1 см.* В полевых условиях жизнеспособность пересаженных с плошек растений снижается до *29%.* Полученный урожай оставляет желать лучшего. Всего один клубень по размерам соответствовал товарным кондициям. Остальные 13 картофелин были очень маленькими. Из них для последующего размножения при большом желании можно было использовать только 6 образцов. Остальные 7 мини-клубней подойдут лишь для фуражных целей. Хотя если картофель был высокого качества, то их также необходимо использовать на семена. Поскольку известно [6], что из одного суперэлитного мини-клубня весом *6…10 г* через год можно получить *1…2 кг* элитного семенного материала. Необходимо также отметить, что трудоёмкость процесса выращивания картофеля из глазков очень высокая. Следовательно, применять данный способ имеет целесообразность только при разведении суперэлитных семян или если, например, человек находится в сложной жизненной ситуации, когда он не имеет возможность

найти семенной материал, но при этом обладает большим количеством свободного времени. В остальных случаях, «овчинка выделки не стоит».

Список литературы

1. Баскаков, И.В. Изыскание путей снижения уплотнения почвы на семенниках многолетних трав [Текст]: дис. … канд. техн. наук: 03.00.16: защищена 18.10.2007: утв. 18.01.2008 / Баскаков Иван Васильевич; Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки. – Воронеж, 2007. – 162 с.

2. Механизация садоводства : учеб. пособие [Текст] / И.В. Баскаков, А.П. Тарасенко, А.М. Гиевский, В.И. Оробинский. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. – 100 с.

3. Оптимальная плотность почвы – резерв повышения урожайности [Текст] / И. В. Баскаков, В. И. Оробинский, А. М. Гиевский, А. В. Чернышов // Сельский механизатор. – 2017. – №11. – С. 12-13.

4. Способы интенсивного размножения картофеля, получение суперэлиты [Электронный ресурс] / М. Волкова. – Режим доступа: https://orchardo.ru/25864-kak-razmnozhaetsya-kartofel.html (дата обращения: 12.11.2018).

5. Технология выращивания картофеля из глазков [Электронный ресурс] / Е. Попов. – Режим доступа: https://kartofan.org/kak-posadit-kartofel-glazkami.html (дата обращения: 12.11.2018).

6. Картофель из семян. Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.floraprice.ru/articles/ogorod/kartofel-iz-semyan-chast-1.html (дата обращения: 12.11.2018).

УДК 664 (075)

Шварц А.А., Копытина А.В.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, г.Курск

Аннотация. *В данной статье рассмотрены виды сливочного масла в зависимости от исходного сырья, его аналоги, вещества, входящие в состав масла. Проиллюстрирована операционно-технологическая схема производства сливочного масла. Проведен анализ основных методов производства сливочного масла, а также отмечены преимущества и недостатки каждого из этих методов. Рассмотрены основные машины выработки масла для каждого из методов.*

Ключевые слова: *сливочное масло, жир, масляны, маслоизготовитель, маслообразователь.*

Annotation. *This article describes the types of butter depending on the feedstock, its analogues, substances that are part of the oil. Illustrated by operational flow diagram for production of butter. The analysis of the main methods of butter production, as well as the*

advantages and disadvantages of each of these methods. The basic machines of oil production for each of the methods are considered.
Key words: *butter, fat, oils, oil producer, oil-forming agent.*

В течение долгих лет сливочное масло характеризовалось исключительно таким понятием как нездоровый и даже вредный продукт [5]. Все потому, что оно является высококалорийным и практически полностью состоит из жира. На сегодняшний момент времени сливочное масло большинство ученых называют «нейтральным» продуктом, находящимся между понятиями полезный и вредный.

Сливочное масло, по своей сути, является продуктом, преимущественно состоящим из молочного жира, который находится в масле в кристаллическом, твердом, аморфном и жидком состоянии и в виде глобул [2]. Этот продукт обладает вкусом, запахом, пластичной консистенцией, являющимися специфическими. Также сливочное масло можно охарактеризовать как сложную структурированную эмульго-суспензию, состоящую из двух фаз – жир, плазма. Основным компонентом, выполняющим функцию «амортизатора» в сливочном масле между отдельными структурными элементами является газовая фаза. Сливочное масло должно содержать не менее 50% жира [2]. Масло изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия». Продукты, содержащие менее 50% жира, носят такое понятие как аналог. Обязательным условием при получении аналога является использование структурных стабилизаторов.

Аналогам сливочного масла присваиваются разные названия. За пределами Российской Федерации они носят такое название как пасты. К данной категории продукта по предложению ВНИИМС относятся масляны, получившие свое название в результате синтеза таких слов как масло, сметана, с массовой долей жира 40-50% и молочных белков – 6-12% [1].

В зависимости от исходного сырья существуют следующие виды сливочного масла [3]: масло сливочное коровье; масло сливочное буйволиное; масло сливочное подсырное, станичное; масло сливочное восстановленное (регенерированное); масло сливочное целинное.

Сливочное масло производят, руководствуясь двумя основными методами [3], а именно – сбиванием сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия и преобразованием высокожирных сливок по предложенным рекомендациям В.А. Мелешина (рис.1).

Преимущества данного метода заключаются в следующем: достигается наилучшая термоустойчивость масла, намазная способность. Недостатками являются: невысокая степень дисперсности влаги, повышенная обсемененность микрофлорой, длительность производственного процесса, большой отход жира в пахту (до 1%) при сбивании сливок.

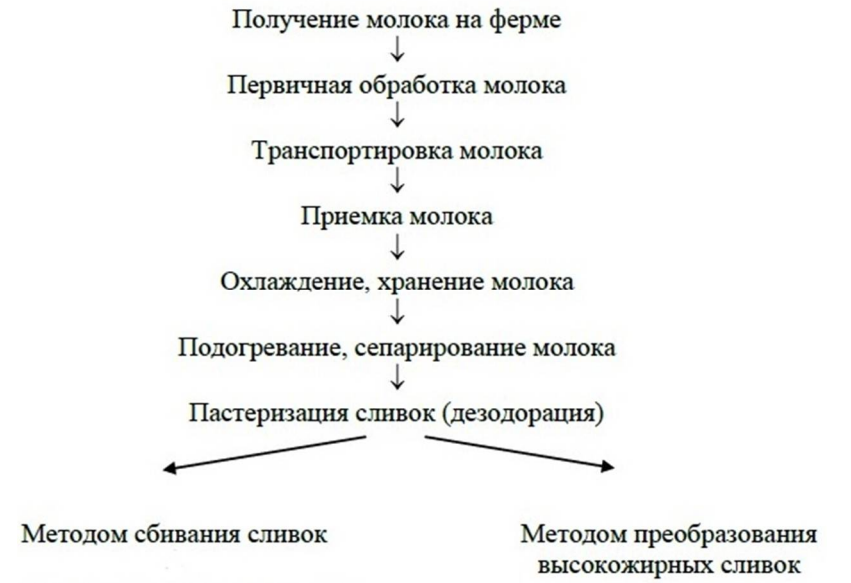
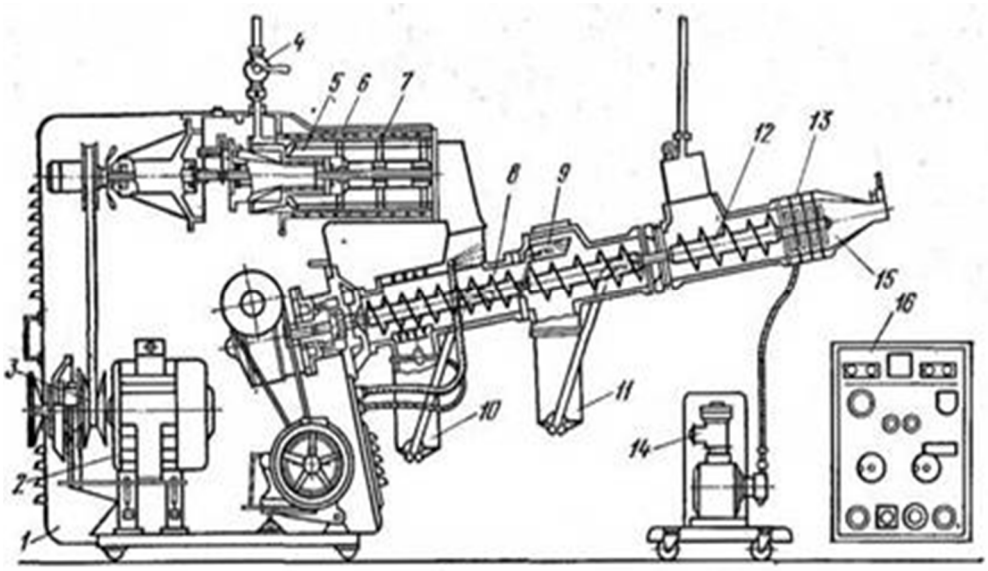


Рисунок 1. Операционно-технологическая схема производства сливочного масла

С точки зрения технологии, в линии выработки сливочного масла данным методом, основными машинами являются маслоизготовители непрерывного и периодического действия [4] (рис.2). Сливочное масло, изготовленное в маслоизготовителях непрерывного действия, имеет больший объем кристаллизационной структуры, оно является наименее термоустойчивым, по сравнению с маслом, изготовленным в маслоизготовителях периодического действия.



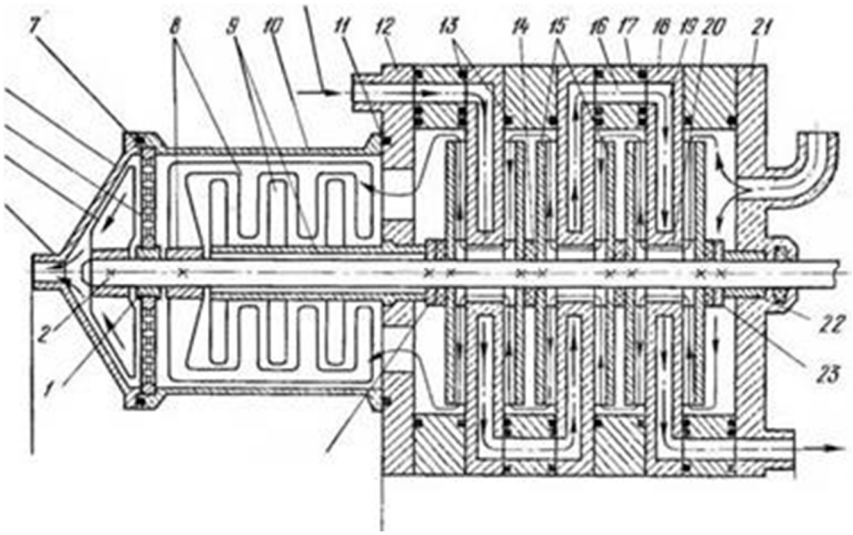
1-станина; 2-электродвигатель; 3-вариатор скоростей; 4-кран; 5-сбиватель; 6-охлаждающая рубашка; 7-мешалка; 8-текстуратор; 9-камера промывки масляного зерна; 10-отстойник пахты; 11-отстойник промывочной воды; 12-камера обработки масла под вакуумом; 13-перфорированные матрицы с лопастями; 14-насос-дозатор; 15-коническая насадка; 16-пульт управления

Рисунок 2. Принципиальная схема маслоизготовителя непрерывного действия

Метод преобразования высокожирных сливок предусматривает достижение нужного количества жира в сливочном масле с помощью двукратного сепарирования молока. При производстве масла данным методом содержание жира увеличивают в жидком состоянии дважды при температуре 35-40^{0}С во время сепарирования молока и 60-90^{0}С при получении высокожирных сливок. Отвердевание жира происходит во время кратковременной термомеханической обработки высокожирных сливок при одновременном формировании первичной структуры масла при температуре 12-23^{0}С. Формирование структуры и консистенции осуществляется ступенчато: сначала во время термомеханической обработки высокожирных сливок, затем во время термостатирования масла [1].

Преимущества данного метода: наилучшая степень дисперсности влаги (1-3 мкм), низкая бактериальная обсемененность, высокая стойкость масла, пониженное содержание газовой фазы в масле, экономное использование производственной площади. Недостатками являются: частичное возникновение пороков консистенции масла при нарушении режимов термомеханической обработки высокожирных сливок, плазма масла содержит высокое количество диспергированного жира, при перетопке белки плазмы плохо отделяются.

С точки зрения технологии, в линии выработки сливочного масла данным методом, основными машинами являются маслообразователи[4] (рис.3).



1, 22-подшипники; 2-приводной вал; 3-выходной патрубок; 4-крыльчатка; 5-дисковые решетки; 6-конусная насадка; 7,11-резиновые прокладки; 8-мешалка; 9-отражатель; 10-цилиндр; 12-нажимная плита; 13-резиновое кольцо; 14-резиновая шайба: 15-дискн-турбулизаторы; 16, 19-патрубки для хладоносителя; 17-продуктовая пластина; 18-охлаждающая пластина; 20 -центральное отверстие; 21-опорная плита; 23, 24-опорные шайбы.

Рисунок 3. Пластинчатый маслообразователь

Проанализировав все преимущества и недостатки приведенных выше методов производства сливочного масла, можно сделать вывод – метод преобразования высокожирных сливок является наиболее преимущественным.

Внедрение этого метода будет стимулировать повышение качества сырья, поступающего на производство, в силу того, что сливки с повышенной кислотностью невозможно переработать.

Список литературы

1. Арсеньева, Т.П. Технология сливочного масла: Учеб. пособие [Текст]/ Т.П. Арсеньева. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 303 с.;

2. ГОСТ 32261-2013 Масло сливочное. Технические условия [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2014 – 16с.

3. Грищенко, А.Д. Технология сливочного масла. Часть 1: Учеб.пособие. [Текст]/ А.Д. Грищенко.– СПб.: СПбГУНиПТ, 2000. – 115 с.;

4. Курочкин, А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства [Текст]/ А.А. Курочкин, В.В. Ляшенко. – М.: Колос, 2001. – 440с.

5. Обзор российского рынка сливочного масла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://roskachestvo.gov.ru/researches/slivochnoe-maslo-72-5-zhirnosti/.

УДК 631.51:633.63

Яцевич М.Г.

МИНИМАЛИЗАЦИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ СВЕКЛОВИЧНОМ СЕВООБОРОТЕ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Предложен прием минимализации основной обработки почвы под сахарную свеклу, включающий замену вспашки на чизельное рыхление на полях со слабым и среднем уровнем засорённости и благоприятными агрофизическими свойствами.*

Ключевые слова: *минимализация основной обработки, плотность, твердость, структура почвы.*

Abstract. A method of minimizing the main tillage for sugar beets was proposed, including the replacement of plowing with chisel loosening in fields with weak and moderate levels of weediness and favorable agrophysical properties.

Key words: *minimalization of basic processing, density, hardness, soil structure.*

В адаптивно-ландшафтных системах земледелия ЦЧР одним из главных звеньев является основная обработка почвы. В настоящее время наиболее актуальной проблемой в земледелии является поиск путей минимализации основной обработки почвы, позволяющий снизить затраты на основную обработку почвы, а так же определить периодичность возврата к отвальным обработкам в севообороте.

Минимализация основной обработки почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия ЦЧР может быть проведена следующими путями:

1. Уменьшение глубины основной обработки почвы (вспашки или безотвального рыхления), например, под озимую пшеницу, идущую в севообороте после занятых паров, сидеральных паров и непаровых предшественников - нуту, сои, гороху, кукурузе на силос;

2. Снижение глубины вспашки или безотвального рыхления (чизельной, плоскорезной обработки) под яровые зерновые и зернобобовые культуры после пропашных культур, под который была проведена глубокая основная обработка почвы (например, ячмень, идущий в севообороте после сахарной свеклы);

3. Применение безотвального рыхления (поверхностного, мелкого, обычного или глубокого в севообороте, прежде всего под культуры с мочковато корневой системой при низкой или средней степени засоренности посевов;

4.На пашне со средне-или сильносмытыми почвами (умеренного или ограниченного пользования) для снижения эрозионных процессов и сохранения на поверхности почвы пожнивных остатков, замена вспашки на разноглубинную безотвальную обработку, например, чизелевание, щелевание;

5. В зерновых севооборотах применение поверхностной или мелкой мульчирующей обработки почвы или прямого посева;

6. Применение широкозахватных агрегатов;

7. Использование для основной обработки почвы комбинированных агрегатов, выполняющих при одном проходе несколько технологических операций (рыхление, крошение, внесение пестицидов, минеральных удобрений, выравнивание почвы, посев);

8. Применение модульно-блочных комплексов;

9. Отказ от междурядных обработок пропашных культур, в результате применения средств защиты растений;

10. Сокращение количества культиваций в чистом пару за счет применения пестицидов

Применение приемов минимализации основной обработки почвы не должно сводиться к простому упрощению технологических процессов возделывания сельскохозяйственных культур. Необходимо обратить внимание на соблюдение сроков посева, норм высева сельскохозяйственных культур, применения средств защиты растений, выполнение экологических требований

Цель исследований**:** изучение влияния различных систем основной обработки чернозема выщелоченного на агрофизические, физико-механические, биологические показатели плодородия, урожайность и энергетическую эффективность возделывания сахарной свеклы в условиях ЦЧР.

Стационарный опыт кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений заложен на черноземе выщелоченном. Исследования проводились в 2017-2018 гг.

Чернозем выщелоченный опытного участка имеет следующие агрофизические показатели: плотность твердой фазы находится в пределах 2,350 - 2,90 г/см^3, МГ составляет 7,60 - 12,8 %, ВУЗ - 119, -15,0 %, НПВ- 27,0 - 24,0 %; агрохимические - содержание гумуса 4,23%, общего азота – 0,55%, $pH_{сол}$ = 4,9.

Метеорологические условия в 2017 и 2018 гг. характеризовались большой контрастностью и разнообразием

Исследования проводились в 4-польном свекловичном севообороте: пар (занятый, сидеральный) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень.

В 2007 г. в схему опыта был добавлен еще один фактор - прием обработки почвы (вспашка, дискование, чизельное рыхление). С 2012 г. в схему опыта включен вариант разноглубинной чизельным рыхлением почвы под культуры севооборота.

В стационарном опыте изучаются три фактора: фактор А – предшественник озимой пшеницы -занятый и сидеральный пар (редька масличная), фактор В – система основной обработки почвы в севообороте (1(к)– дифференцированная разноглубинная обработка почвы в севообороте (вспашка на глубину 25-27 см под сахарную свеклу, на глубину 20-22 см – под ячмень, дискование на глубину 6-8 и 12-14 см под озимую пшеницу; 2 – мелкая мульчирующая обработка в севообороте (на глубину 8-10 см в севообороте под сахарную свеклу и ячмень, дискование на глубину 12-14 см под озимую пшеницу);3- безотвальная разноглубинная обработка почвы в севообороте (чизельное рыхление под сахарную свеклу на 25-27 см и на 20-22 см под ячмень, дискование на глубину 12-14 см. Изучался севооборот с сидеральным паром, изучаемые культуры – сахарная свекла.

При изучении минимализации основной обработки почвы необходимо учитывать природно-климатических особенности каждой зоны, показатели плодородия почвы – плотность почвы, твердость, содержание структурных агрегатов и т.д.

Опытные данные показали, что различные системы основной обработки почвы в севообороте изменили агрофизические показатели чернозема выщелоченного. Проведение в севообороте мелкой мульчирующей обработки почвы (под сахарную свеклу на глубину 8-10 см) привело к существенному увеличению плотности почвы по сравнению с контрольным вариантом (вспашка на глубину 25-27 см). Наблюдалось увеличение плотности почвы выше оптимальных значений для сахарной свеклы, особенно в слоях почвы 10-20 см и 20-30 см. Оптимальная плотность почвы была в варианте с дифференцированной обработкой почвы в севообороте, где под сахарную свеклу проводилась глубокая отвальная обработка. Вариант с разноглубинной безотвальной обработкой почвы в севообороте, по уровню плотности почвы приближался к контрольному варианту.

Изучение твердости почвы в данном опыте показало, что проведение ежегодного дискования под все культуры свекловичного специализированного

севооборота, увеличило твердость почвы в среднем на 35-40 % по сравнению с другими вариантами опыта. Максимальное увеличение данного показателя наблюдается в нижних почвенных горизонтах.

Содержание водопрочных структурных агрегатов по всем изучаемым система обработки почвы находилось в интервале 60-80%, что соответствует отличному содержанию. Дискование под сахарную свеклу существенно снизило содержание водопрочных структурных агрегатов в слоях почвы 10-20 см и 20-30 см в среднем на 20% по сравнению с отвальной обработкой почвы.

Наблюдалось математически достоверное снижение биологической активности чернозема выщелоченного при проведении под сахарную свеклу дискования на 8-10 см в среднем на 30%.

Ежегодное применение в 4-польном севообороте дискования в результате ухудшения агрофизических показателей плодородия чернозема выщелоченного и снижения биологической активности почвы существенно снизило урожайность сахарной свеклы. Проведение чизельного рыхления под сахарную свеклу на 25-27 см по уровню урожайность приближался к контролю.

Несмотря на снижение затрат техногенной при проведении дискования на глубину 8-10 см под сахарную свеклу по сравнению с отвальной обработкой на обычную глубину, коэффициент энергетической эффективности по дискованию был меньше (за счет снижения урожайности по данному варианту почти на 20%), чем по вспашке. Вариант с применением в севообороте разноглубинной безотвальной обработки почвы в севообороте, где под сахарную свеклу проводилось чизельное рыхление на глубину 25-27 см занял промежуточное положение. Коэффициент энергетической эффективности при применении чизельного рыхления под сахарную свеклу составил 2,19, а в варианте с отвальной обработкой – 1,97.

Таким образом, проведенные исследования указывают на целесообразность применения в ЦЧР комбинированной системы основной обработки почвы, сочетающей применение отвальных, безотвальных, мелких обработок почвы в севообороте.

Список литературы

1. Бакиров, Ф. Г. Влияние обработки почвы на плодородие чернозема южного [Текст] / Ф. Г. Бакиров // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 18-19.

2. Воронцов, В. А. Ресурсосберегающие способы основной обработки черного пара [Текст] / В. А. Воронцов // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 21-22

3. Дедов, А.В. Приемы основной обработки как факторы оптимизации агрофизических свойств почвы [Текст] / А.В. Дедов, Т.А. Трофимова, Д.А. Селищев // Вестник Воронежского государственного университета. – 2015.– № 1(44). –С. 24-29.

4. Калинин, А. Т. Технология обработки почвы и уход за посевами пропашных культур/ А. Т. Калинин. – Воронеж: Истоки, 2009. – 212 с

5. Кирюшин, В. И. Минимализация обработки почвы: итоги дискуссии [Текст] / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2007. – № 4. – С. 28-30.

6. Коржов, С.И. Севообороты ЦЧР: Учебное пособие [Текст] / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова. - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – 159 с.

7. Корнилов, И.М. Обработка почвы и сорный компонент [Текст] / И.М. Корнилов, Н.А. Нужная // Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия – повышения плодородия почвы, роста продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранении окружающей среды: мат. Всероссийской науч. практ. конф. – Т. I. – Белгород: Отчий край, 2012. – С. 122-125.

8. Матюк, Н. С. Урожайность культур и плодородие почвы в зависимости от ее обработки и удобрения [Текст] / Н. С. Матюк [и др.] // Плодородие. – 2008. – № 1. – С. 38-40.

9. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия [Текст]: Монография / А.И. Беленков, В.А. Шевченко, Т.А. Трофимова, В.П. Шачнев. – Москва: Изд. РГАУ – МСХА. – 2015. – 499 с.

10. Обработка почвы в ЦЧР: Учебное пособие [Текст] / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов, А.П. Пичугин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. – 199 с.

11. Трофимова, Т.А. Влияние способов и глубины основной обработки чернозема обыкновенного на свойства почвы и урожайность культур [Текст] / Т.А. Трофимова // автореф. дис....канд. с.-х. наук. – Воронеж, 1992. – 19 с.

12. Трофимова, Т.А. Зяблевая обработка почвы в Юго-Восточных районах ЦЧЗ [Текст] / Т.А. Трофимова // Сахарная свёкла. - 2002. - № 7. – С. 19-20.

13. Трофимова, Т.А. Система основной обработки почвы в пропашном звене севооборота [Текст] / Т.А. Трофимова, В.Г. Мирошник // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 24-25.

УДК 631.423.2

Гранкин Е.А.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ ДОСТУПНОЙ ВЛАГИ В МЕТРОВОМ СЛОЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Благодаря более рациональному расходованию влаги нулевая система обработки почвы позволяет получать более стабильные, менее зависимые от климатических условий урожаи.*

Ключевые слова: *чернозем, влага, плодородие, нулевая технология.*

Annotation. *Thanks to a more rational use of moisture, the zero tillage system allows obtaining more stable yields, less dependent on climatic conditions.*
Key words: *black soil, moisture, fertility, no-till*

В почвенно-климатических условиях региона с недостаточным естественным увлажнением влажность почвы зачастую основной фактор, лимитирующий получение высокого урожая и эффективное использование средств интенсификации [1-5].

Проблемы эффективности земледелия и сельскохозяйственного производства неразрывно связаны с сохранением и воспроизводством плодородия земель [6-8]. Способы достижения этой цели зависят от системы земледелия, используемой в хозяйствах. Одним из основных звеньев этой системы является система обработки почвы [9]. В настоящее время преобладает отвальная система обработки почвы, хотя в условиях зоны рискованного земледелия все более перспективно выглядит применение нулевой обработки почвы или, как ее называют, системы No-till [5,8].

Еще раз подчеркнем, что в условиях нашей зоны на черноземных почвах основным лимитирующем урожай фактором является влага. Поэтому целью нашей работы было определить динамику изменения запасов доступной влаги в метровом слое чернозема типичного в зависимости от технологии обработки почвы.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

1. Определить влияние разных способов обработки почвы на динамику изменения запасов доступной влаги в метровом слое;

2. Определить влияние разных способов обработки почвы на урожайность озимой пшеницы.

Опыт проводился на полях хозяйства ООО «Возрождение» Каширского района Воронежской области, где применяется нулевая технология и производится посев смесей различных культур в качестве сидератов, и хозяйства ООО «Победа» Каширского района Воронежской области, в котором применяется отвальная обработка. Севооборот, применяемый в обоих хозяйствах: горох – озимая пшеница – кукуруза/подсолнечник – ячмень. Почва опытных участков чернозем типичный среднемощный среднесуглинистый. Исследования проводились с 2016 по 2018 год, которые значительно отличались друг от друга по климатическим условиям. Первый год исследования являлся слабозасушливым с ГТК 1,2. Следующий год характеризовался обилием осадков при пониженных температура с ГТК 1,8. Последний год характеризовался продолжительной летней засухой при ГТК 0,8.

В отсутствии механических обработок при нулевой технологии борьба с сорными растениями осуществляется с помощью комплекса препаратов, центральное место в котором играют гербициды сплошного действия. В след за уборкой ячменя и озимой пшеницы, проводимой с одновременным измельчением и разбрасыванием соломы измельчающими устройствами комбайнов, проводится посев сеялкой прямого высева сидеральной смеси из семян растений, имеющих разную физиологию и разную глубину залегания корневой системы. В фазу

цветения хотя бы одной из культур поля обрабатываются гербицидом сплошного действия, что позволяет провести одновременную борьбу с сорняками и создание кулисы из омертвевших стеблей растений. Перед посевом основный культуры снова проводится обработка гербицидом сплошного действия.

В результате проведенной работы были получены данные о динамике запасов доступной влаги в метровом слое почвы в зависимости от способа обработки почвы, представленные в таблицах 1 и 2.

Из данных таблиц 1 и 2 отчетливо видно, что в условиях Каширского района Воронежской области нулевая обработка, применяемая в ООО «Возрождение» создает более благоприятные условия для накопления влаги в почве и способствует ее более рациональному расходу. Это достигается за счет наличия мульчи на поверхности почвы, которая сокращает неэффективные потери влаги на испарение, мульча разбивает потоки воды и предотвращает развитие большого поверхностного стока, а также за счет наличия кулис из стеблей сидеральной культуры, которые способствуют снегозадержанию.

Таблица 1. Динамика запасов доступной влаги в метровом слое почвы при использовании нулевой технологии и посеве сидеральной смеси, мм

Фазы		2016	2017	2018
Всходы	0-30	46,3	61,7	40,3
	0-50	85,0	91,6	81,1
	0-100	189,3	212,,4	170,8
Цветение	0-30	34,3	66,7	23,5
	0-50	57,2	84,7	51,3
	0-100	139,7	168,9	93,7
Полная спелость	0-30	19	47,8	16,7
	0-50	47,1	62,1	37,7
	0-100	84,4	117,7	63,1

Таблица 2. Динамика запасов доступной влаги в метровом слое почвы при отвальной обработке почвы, мм

Фазы	Слои почвы	2016	2017	2018
Всходы	0-30	33,5	52,9	30,7
	0-50	83,6	94,7	78,3
	0-100	177,4	203,7	167,5
Цветение	0-30	13,8	53,2	9,3
	0-50	40,1	87,7	32,6
	0-100	92,3	158,3	85,2
Полная спелость	0-30	18,1	39,7	15,2
	0-50	42,2	60,7	28,2
	0-100	81,3	103,1	54,7

Наличие мощного снежного покрова предохраняет почву от глубокого промерзания, а поэтому при таянии снега такая почва сможет получить больше влаги от талых вод.

Данные об урожайности озимой пшеницы за период исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3. Урожайности озимой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы

Год	Урожайность	
	Нулевая технология	Отвальная обработка
2016	60,3	62,2
2017	65,8	69,4
2018	57,2	31,6
Средняя	61,1	49,6

Благодаря более рациональному расходованию влаги нулевая система обработки почвы позволяет получать более стабильные, менее зависимые от климатических условий урожаи. В нашей зоне она является очень перспективным направлением, позволяющем стабилизировать экономическое положение хозяйств за счет предсказуемых урожаев и меньших затрат на горюче-смазочные материалы и амортизацию техники.

Список литературы

1. Звягинцев, Д.Г. Почвы и микроорганизмы [Текст] / Д.Г. Звягинцев. – Москва: Изд-во МГУ, 1987. – С. 256.

2. Зезюков, Н.И., Острецов В.Е. Сохранение и повышение плодородия черноземов [Текст] / Н.И. Зезюков. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1999. – 312 с.

3. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии [Текст] / И.В. Тюрин. – Москва: Наука, 1965. – 152 с.

4. Коржов, С.И. Микробиологическая активность чернозема выщелоченного при антропогенном воздействии [Текст] / С.И. Коржов. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2005. – 153 с.

5. Коржов, С.И. Экологическая роль многолетних трав в накоплении гумуса и биологического азота [Текст] / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова// Агроэкологический Вестник. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, Воронежский государственный аграрный университет, Курская государственная сельскохозяйственная академия, Мичуринская государственная сельскохозяйственная академия.- Воронеж 2000. – С. 116-121.

6. Коржов, С.И. Обработка почвы в ЦЧР [Текст] / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов, А.П. Пичугин.– Воронеж 2010. – 199 с.

7. Коржов С.И. Влияние обработки почвы на биологические процессы [Текст] / С.И. Коржов. – Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2010. – № 3(26). – С.14-17.

8. Трофимова, Т.А. Соя перспективна в Центральном Черноземье [Текст] / Т.А. Трофимова, С.И. Коржов. – Зерновое хозяйство. – 2002. – № 2. – С. 20-21.

9. Воронков, В.А. Основная обработка почвы и урожай кукурузы на силос [Текст] / В.А. Воронков, С.И. Коржов. – Кукуруза и сорго.– 2002. – № 2. – С. 2-4.

УДК 631.362.3

Востриков П.С., Тарасенко А.П., Полянский К.К.

ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОВОЙ НАГРУЗКИ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *Проведен анализ влияние зерновой нагрузки на функционирование рабочих органов зерноочистительных машин с точки зрения эффект очистки и четкость сепарирования.*

Ключевые слова: *загрузка, зерновой поток, производительность машин*

Abstract. *The analysis influence of grain load of functioning of working bodies of zernoochistitelny cars in terms of effect of cleaning and clearness of separation is carried out.*

Key words: *loading, grain stream, capacity of machines*

Величина загрузки зерноочистительных машин, разделяющих ворох по аэродинамическому признаку, влияет на качество их работы [1]. Работа данных машин характеризуется рядом показателей, среди которых полнота выделения, эффект очистки и четкость сепарирования [5,6,7,8,9,10,11,12].

На эффект очистки негативно влияет перегрузка воздушной очистки (рис. 1). Под эффектом очистки η понимают отношение массы примесей, выделенных из зерна, к исходной массе примесей в смеси.

Полнота разделения, поступающего на решето зернового вороха так же зависит от величины загрузки (рис. 2). Величина загрузки характеризовалась в опытах коэффициентом концентрации. Коэффициент концентрации это содержание зернового вороха в единице объема воздушного канала.

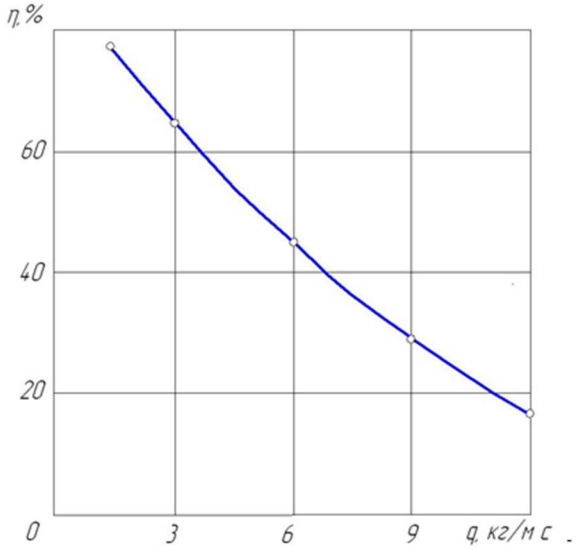
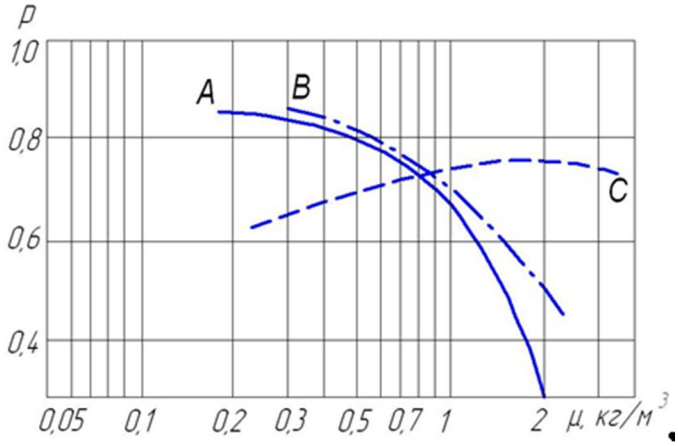


Рисунок 1. Влияние удельной загрузки q на эффект очистки зерна η

Полнота разделения для горизонтального и вертикального потоков снижается с возрастанием коэффициента концентрации, а для наклонного воздушного потока наибольшая полнота выделения имеет место при определенной загрузке, отклонения от которой в разные стороны снижает полноту выделения.



A –воздушный поток вертикальный; B –воздушный поток горизонтальный;
C –воздушный поток наклонный

Рисунок 2. Влияние коэффициента концентрации зернового вороха μ в пневмосепараторах с различным направлением воздушного потока на полноту разделения p

Увеличением четкости сепарирования приводит к возрастанию содержания тяжелых фракций в выделенной легкой, что совершенно недопустимо.

Решета разделяют зерновой ворох по толщине и ширине зерновок. В работе решет выделяют качественные и количественные показатели. Количественным показателем является пропускная способность решета. Качественным - полнота выделения и засоренность продукта, очищенного на решете.

На засоренность очищенного зерна влияет удельная загрузка решета [2, 13,14,15,16,17,18]. Для подсевного решета зависимость засоренности получаемого зерна от удельной загрузки представлена на рисунке 3.

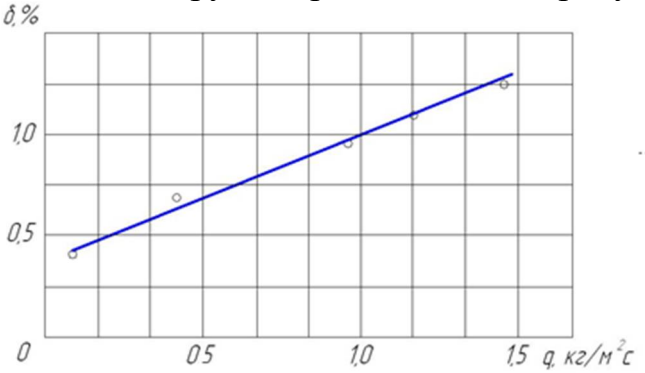


Рисунок 3. Влияние удельной загрузки подсевного решета q на засоренность очищенного зерна δ

С увеличением удельной загрузки подсевного решета возрастает засоренность.

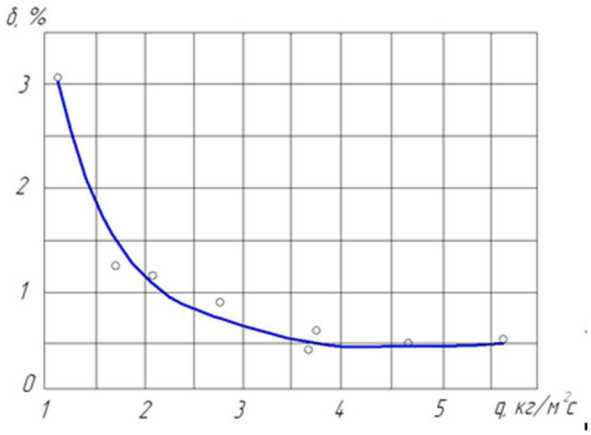


Рисунок 4. Влияние удельной загрузки зернового решета q на засоренность получаемого зерна δ

Полнота выделения примесей уменьшается с возрастанием нагрузки на единицу площади решета. Перегрузка решета негативно влияет на его количественные показатели работы.

Для подготовки семенного материала широко используют триерные блоки, которые позволяют разделять семена по длине. Триерные устройства особо чувствительны к величине нагрузки.

Полнота выделения примесей при перегрузке триера резко снижается (рис.5).

Незначительная перегрузка триерного цилиндра приводит к снижению качественных показателей его работы [3]. Полнота выделения засорителя улучшается при увеличении частоты вращения цилиндра и уменьшении подачи вороха. Это связано с уменьшением толщины слоя зернового вороха.

Функционирование рабочих органов зерноочистительных машин зависит от удельной загрузки. Причем оказывает влияние на работу машин не только их перегрузка, но и недогрузка.

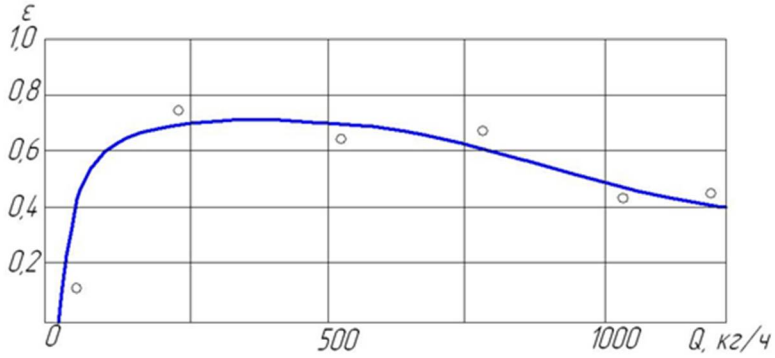


Рисунок 5. Влияние величины загрузки триера Q на полноту выделения ε

При недогрузке снижается производительность рабочих органов машин, а при перегрузке ухудшаются качественные показатели работы машин. Для достижения качественной работы машин необходимо обеспечить оптимальную нагрузку зернового потока на рабочие органы. В современных многопоточных зерноочистительных агрегатах и комплексах этого добиться зачастую невозможно. Это связано, прежде всего, с невысокой точностью деления зернового потока при подаче на параллельно работающие технологические линии [4, 19, 20, 21, 22].

Список литературы

1. Востриков, П.С. Обеспечение оптимальной загрузки агрегатов путем деления зернового потока [Текст]/ П.С. Востриков// Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы научно-практической конференции молодых ученых. – Воронеж: ВГАУ, 2009. – С.242-246.
2. Востриков, П.С. Формирование зерновых потоков в зерноочистительных агрегатах [Текст]/ П.С. Востриков// Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы международной научно-практической конференции. Часть 3. – Курск: КГСХА, 2010. - С.111-112.
3. Кузнецов, В.В. Обоснование величины коэффициента неравномерности деления зернового потока[Текст]/ В.В. Кузнецов, П.С. Востриков// Вестник ВГАУ. – 2009. – №1(20). – С.43-46.
4. Кузнецов, В.В. Теоретические предпосылки создания адаптивного делителя зернового потока [Текст]/ В.В. Кузнецов, П.С. Востриков// Вестник ВГАУ. – 2010. – №2(25). – С.21-23.
5. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технические средства для ее реализации: дис. д-ра. с.х. наук [Текст]/ В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ.-Воронеж, 2007.-334с.
6. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст]/ И.В. Баскаков и др.// Вестник Воронежского государственного аграрного университета.-2016.-№3(50).-С.12—126.
7. Оробинский, В.И. Фракционирование зернового вороха и качество семян [Текст]/В.И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины.-2006.-№10.-С.29-30.
8. Оробинский, В.И. Использование двухърусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст]/В.И. Оробинский // Зерновое хозяйство.-2006.-№4-С.18-19.
9. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст]/В.И. Оробинский и д.р.// Весник Воронежского государственного университета.-2015.-№4(47).-С 93-87.
10. Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст]/А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э.Мерчалова// Механизация и электрификация сельского хозяйства.-1999.-№12.-С.27-28.

11. Тарасенко, А.П. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст]/А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2009.-№8.-С.2-4.

12. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решетной зерноочистительной машины/ А.М.Гиевский и др.// Тракторы и сельхозмашины. -2014.-№5.- С.32-34.

13. Гиевский, А.М. Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст]/ А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов // Лесотехнический журнал.-2013.-№3(11).- С.126-133.

14. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст]/ А.П. Тарасенко и д.р.// Техника в сельском хозяйстве.-2010.-№5.-С.9-11.

15. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации/ А.П. Тарасенко и д.р.-М.: ФГБНУ Росинформатех, 2014. -60с.

16. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст]/ А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновое хозяйство.-1999.-№4. –С.22-24.

17. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст]/ В.И. Оробинский// Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2005.-№2._С.6-7.

18. Повышение качества зерна/ А.П. Тарасенко и др. [Текст]// Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2010.-№10.-С.7-10.

19. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет [Текст]/ В.И. Оробинский, А.Ю. Черемисинов, А.А. Сундеев, А.С. Корнев// Вестник ВГАУ.-2012.-№2.-С.126-128.

20. Шацкий, В.П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины [Текст]/ В.П. Шацкий, В.И. Оробинский, А.И. Королев// Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2006.-№9.-С.3-4.

21. Тарасенко, А.П. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами [Текст]/ А.П. Тарасенко и др.// Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2005.-№12.-С.7-8.

22. Оробинский, В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные качества семян [Текст]/ В.И. Оробинский// Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2006.-№11.-С.5-6.

УДК 631.362:633.11

Кузьменко С.В., Сорокин Н.Н., Швачкина О.Г.

ВЫДЕЛЕНИЕ ТРУДНООТДЕЛИМЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В данной статье рассмотрены методы совершенствования процесса фракционирования зернового вороха пшеницы и описание послеуборочной обработки семян пшеницы.*

Ключевые слова: *семена, пшеница, обработка, примеси.*

Annotation. *This article discusses methods for improving the process of fractioning grain heap of wheat and a description of post-harvest processing of wheat seeds.*

Keywords: *seeds, wheat, processing, impurities.*

Зерновое производство в РФ ежегодно является основой всего продовольственного комплекса и крупнейшей отраслью сельского хозяйства.

В цепочке по производству зерна, послеуборочная обработка, занимает наибольшую долю трудоемкости, так как включает большое количество операций. Для ее рациональной организации требуется выбор эффективных технических средств, определение оптимальных размерных характеристик, территориальное размещение зернообрабатывающих комплексов, организация их работы в системе уборочного конвейера.

Изготовление качественных семян считается длительным, трудоемким и сложным процессом, так как не ограничивается каким-то одним приемом, а требует целого комплекса мер [1, 2].

В свежеубранном неочищенном зерновом ворохе, наиболее вероятно зарождение и обитание микроорганизмов, разрушающих зерновки и ухудшающих их продовольственные и посевные качества. Основная часть поражающей инфекции распространяется на сорняках и пораженных зернах. Поэтому зерновой ворох после уборки должен быть незамедлительно очищен от любых примесей (травмированного, дроблёного, биологически дефектного) зерна, а также трудновыделяемых (шероховатых) и металлических примесей на ранней стадии обработки. Иначе, качество зерна ухудшится, и получить семена высокого качества из этого вороха будет невозможно. Причём ухудшение качества зерна зависит также от времени его пребывания на току. Микроорганизмы, присутствующие в неочищенном зерне очень стремительно размножаются и смогут привести в негодность большую партию зерна за относительно короткий промежуток времени [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

В связи с этим большое значение и практическую ценность для агропромышленного комплекса всего государства имеет разработка и эксплуатация преимущественно новейших технологий и технических средств,

для получения семян пшеницы, нацеленных на производство и сохранение продукта высокого качества. Пшеница, в большинстве стран мира, как в общем и в Российской Федерации, занимает наибольшее количество посевных площадей, поэтому в данной работе мы будем рассматривать процесс обработки именно этой культуры. Хочется отметить, что все зерноочистительные машины являются универсальными и в случае необходимости, семяочистительную линию можно перестраивать под любую культуру, изменением соответствующих параметров [3, 4].

С использованием технологии фракционирования достигается наибольший эффект послеуборочной обработки зернового вороха, эта технология способствует очистке его от различных примесей, а также выделяет от основной фракции измельченное, щуплое и биологически неполноценное зерно с низкими посевными и товарными качествами. Повышение качества семян и товарного зерна необходимо сельхозпроизводителю, как для посадки качественными семенами своих полей, так и для реализации конечного продукта, по более выгодной цене [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].

В поступающем на послеуборочную обработку зерновом ворохе одновременно с основным зерном содержатся зерновки дроблёные, травмированные, в оболочке, а также легковесные, крупные и мелкие трудноотделимые засорители (повилика, подорожник, горчак, плевел). Кроме того, основное зерно можно разделить на ряд фракций, которые отличаются по показателям качества зерна, таких как, масса 1000 зёрен, уровень их травмирования, содержание биологически неполноценного зерна (щуплое, недозрелое, заражённое). Чаще всего при очистке зерна выделяют следующие фракции: полноценное продовольственное или семенное зерно (первый сорт), мелкое и щуплое фуражное зерно (второй сорт), крупные и легкие примеси, мелкие отходы [6, 8, 9, 10, 12, 16, 23].

Послеуборочная обработка семян состоит из следующих операций: первичной очистки, сушки, вторичной очистки и сортирования.

В первичной очистке происходит разделение высушенного зерна на фракции: крупные семена, мелкие семена, легковесные примеси, крупные примеси, товарное зерно, фуражное зерно. Машины первичной очистки делят зерно на фракции по длине, толщине, ширине, удельному весу, аэродинамическим свойствам. В машинах первичной очистки выделяют не только примеси, но сортируют зерно на основную (продовольственную или семенную) и фуражную фракции. Для этого в решетный стан машины входит дополнительное решето которое выделяет отдельную фракцию щуплых и мелких зерен от основной культуры.

После первичной очистки зерно может быть отправлено по двум маршрутам. Если в обрабатываемом зерне нет длинных или коротких примесей, то оно подается норией в бункер чистого зерна. Если эти примеси присутствуют в зерне, то оно направляется в блок триеров. В блоках триерных цилиндров из зерна выделяют длинные и короткие примеси. Очищенное зерно

идет в бункер чистого зерна, а отходы – в отходовый бункер. Как правило, для подготовки семенного материала высокого качества, имеющихся машин недостаточно, так как в ворох попадают примеси, неспособные выделиться воздушно-решетной машиной и триером.

Вторичная очистка применяется в основном для подготовки семенного зерна, прошедшего первичную очистку. В машинах разделение происходит на 4 фракции: семенное зерно, зерновые отходы, крупная примесь, мелкая примесь.

Если обработанное зерно не достигло требуемой чистоты из-за наличия недовыделенных примесей, то зерно дополнительно очищают на пневмосортировальных столах и специальных машинах.

Задача послеуборочной обработки выделить полноценное зерно, то есть удалить из зернового вороха биологически неполноценное, поврежденное зерно и засорители. Своевременно очищенные, отсортированные семена лучше хранятся и должны соответствовать требованиям ГОСТа. Такие семена обеспечивают высокую энергию прорастания, лабораторную всхожесть и высокую урожайность.

Для получения высококлассного зерна это разделение нужно осуществлять на самой первой стадии с низким количеством и интенсивностью механических воздействий. Качество материала зависит от объема и интенсивности механических воздействий. В связи с этим при организации обработки зернового вороха следует найти возможность уменьшить количество механических воздействий. Этого реально достичь, исключив из семяочистительного агрегата некоторые транспортирующие органы и дополнительное оборудование, негативно влияющие на качество семенного материала. Поэтому необходимо комплектовать линии по обработке зерна в зависимости от состояния исходного вороха, то есть иметь возможность отключать дополнительные машины с целью уменьшения количества механических воздействий на зерно и уменьшения энергопотребления. Реализация этих принципов позволит улучшить лабораторную всхожесть семян, урожайность и соответственно производство зерна в целом, а также снизить затраты на обработку, за счет отключения некоторых машин.

При подготовке семенного материала стоит обращать внимание на состав компонентов вороха, поступаемого на ток, что позволит определить целесообразность отключения соответствующих машин для послеуборочной обработки, установив при этом перебросные клапана на нории, установленные на выходах из машин, для возможности подавать зерновой ворох на ту или иную машину, то есть повысить универсальность семяочистительных линий. Например, подавать зерновую массу из машины вторичный очистки сразу на пневматический сортировальный стол, минуя при этом триерный блок и вспомогательную норию, установленную на выходе из триерного блока, либо сразу в бункер чистого зерна.

Для наиболее оптимальной работы линии очистки семян целесообразно перенастраивать воздушно-ситовые зерноочистительные машины в режим

фракционирования. Чтобы это осуществить, мы предлагаем установить в данной машине колосовое решето с отверстиями 6,5 мм, для удаления крупных примесей в отходы и подсевное решето размером 2,4 мм, для выделения мелких примесей и биологически неполноценного зерна в фуражную фракцию.

При переустройстве имеющейся линии (рисунок 1) по очистке семян, как пшеницы, так и других культур, целесообразно не исключать из неё блок триеров и подающую в неё зерновой ворох норию, а отключать их при подготовке семенного материала. Так как триерный блок необходим при обработке сильно загрязненного вороха. Для этого необходимо на выходе зернового вороха из нории установить делитель, который позволит направлять зерновой поток либо в триерный блок, либо сразу на пневмосортировальный стол, в зависимости от убираемой культуры и состава зернового вороха.

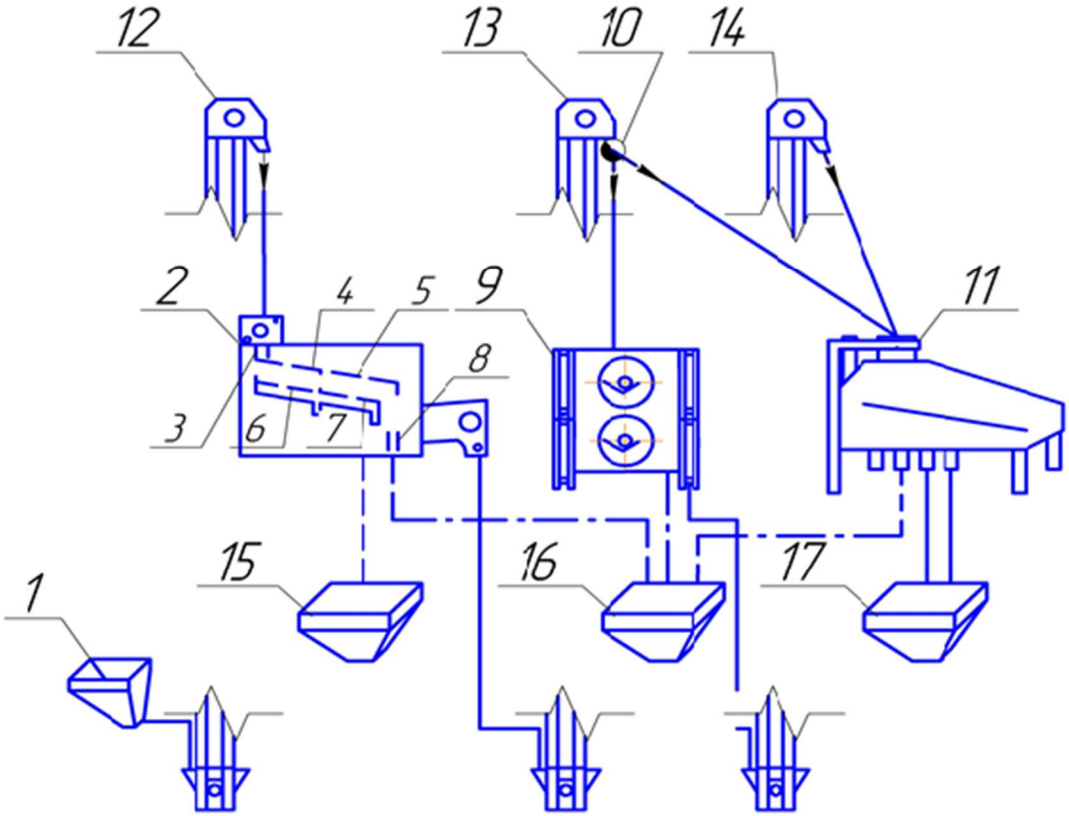


Рисунок 1. Семяочистительная линия

1 – завальная яма, 2 – фракционная двухаспирационная воздушно-решетная машина, 3 – дорешетный аспирационный канал, 4, 5 – верхний ярус решет, 6 – подсевное решето, 7 – сортировальное решето, 8 – послерешетный аспирационный канал, 9 – триерный блок, 10 – делитель, 11 – пневмосортировальный стол, 12, 13, 14 – нории, 15 – бункер отходов, 16 – бункер фуражного зерна, 17 – бункер очищенного зерна.

Также, при сортировке зернового вороха, могут встречаться трудноотделимые примеси с шероховатой поверхностью (повилика, подорожник, горчак, плевел) которые не могут быть отделены при помощи

триера и пневмосортировального стола. Для очистки зернового вороха от трудноотделимых примесей с шероховатой поверхностью применяют элетромагнитные машины-сепараторы, типа ЭМС-1А, ССМ-2, К-590. Чтобы выделить эти примеси из основной культуры, его необходимо дополнительно обработать. Зерновая смесь, состоящая из семян с гладкой и шероховатой поверхностью, после смешивания с железным порошком отделяется в магнитном поле [5]. Также в зерновом ворохе могут попадаться металлические примеси различного происхождения, которые также смогут быть выделены магнитными сепараторами. Этот порошок прилипает только к семенам с шероховатой поверхностью, и в магнитном поле они отделяются от семян с гладкой поверхностью. Поэтому, в предлагаемой линии рекомендуется установить электромагнитную машину-сепаратор К-590, параллельно с триерным блоком и подключать ее в случае необходимости, в зависимости от состава исходного зернового вороха (при наличии в нем шероховатых примесей), также имеет смысл установить ленточный транспортер, дающий возможность соединить эти машины последовательно, на случай необходимости работы обеих машин одновременно.

Данное техническое решение позволит, не исключать, а при необходимости отключать триерный блок и электромагнитную машину-сепаратор, что позволит снизить затраты на демонтаж и упростит перенастройку имеющейся линии очистки семян. Кроме того, при обработке не сильно загрязненного исходного вороха, нет потребности, использовать дополнительные машины, а направлять зерновой поток после воздушно-решетной машины, непосредственно на машину окончательной очистки или в бункер чистого зерна. Это позволит получить более качественный семенной материал при наименьших затратах, за счет снижения энергозатрат на эксплуатацию работы триерного блока, магнитного сепаратора и дополнительных транспортирующих органов. При этом уменьшается длина семяочистительной линии, а, следовательно, и травмирование зерна норией и шнеком овсюжного цилиндра триерного блока. Кроме этого, отключение промежуточной нории и триерного блока позволяет снизить потребление энергии. Всё это приводит к улучшению качества семенного материала и уменьшение затрат на его послеуборочную обработку, что позволяет повысить себестоимость производства зерна, что является не маловажным аспектом в современных рыночных условиях существования сельхозпроизводителей.

Список литературы

1. Сорокин, Н.Н. Совершенствование процесса подготовки качественных семян [Текст] / Н.Н. Сорокин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 9. – С. 25-26.

2. Тарасенко, А.П. Влияние элементов семяочистительной линии на качество семян и зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, Н.Н. Сорокин // в сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК, материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и

специалистов. Воронежский государственный аграрный университет, совет молодых ученых и специалистов. – Воронеж, 2014. – С. 89-95

3. Сорокин, Н.Н. Улучшение качества семян и продовольственного зерна при послеуборочной обработке [Текст] / Н.Н. Сорокин // В сборнике: Инновационные технологии на базе фундаментальных научных разработок, сб. тр. рег. науч.-пр. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Воронежский государственный университет, Воронежский инновационно-технологический центр. – Воронеж, 2011. – С. 206-208.

4. Тарасенко, А. П. Совершенствование технологии получения качественных семян и продовольственного зерна [Текст] / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, М. Э. Мерчалова, Н. Н. Сорокин // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4, № 1 (13). – С. 36-40.

5. Кузьменко, С.В. Рациональное использование магнитного порошка при очистке семян [Текст] / Кузьменко С.В. // В сборнике: Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства, материалы I международной научно-практической конференции. 2018. – С. 130-133.

6. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для её реализации: дис. д-ра. с.-х. наук [Текст] / В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ. – Воронеж, 2007. – 334 с.

7. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И.В. Баскаков, [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 120-126.

8. Оробинский, В.И. Фракционирование зернового вороха и качество семян [Текст] / В.И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины.– 2006. – № 10. – С. 29-30.

9. Оробинский, В. И., Использование двухъярусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст] / В. И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 18-19.

10 Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст] / В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – № 4 (47). – С. 93-87.

11 Тарасенко, А.П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 12. С. 27-28.

12 Тарасенко, А.П. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 2009. – № 8. – С.2-4.

13 Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решётной зерноочистительной машины / А.М. Гиевский [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №5. – С. 32-34.

14. Гиевский, А.М. Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов // Лесотехнический журнал. – 2013. – №3 (11). – С.126-133.

15. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – № 5. – С. 9-11.

16. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации / А.П. Тарасенко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2014. – 60 с.

17. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновой хозяйство. – 1999. – №4. – С. 22-24.

18. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. – С. 6-7.

19. Повышение качества зерна / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 10. – С. 7-10.

20. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет [Текст] / В.И. Оробинский, А. Ю. Черемисинов, А.А. Сундеев, А.С. Корнеев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2. – С. 126-128.

21. Шацкий, В. П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины [Текст] / В.П. Шацкий, В.И. Оробинский, А.И. Королёв // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 3-4.

22. Тарасенеко, А.П. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 12. – С. 7-8.

23. Оробинский, В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные на посевные качества семян [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 2006. – № 11. – С. 5-6.

УДК 631.362.3: 633

Сорокин Н.Н., Швачкина О.Г., Калашников Г.В.

ВЛИЯНИЕ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация: *В данной статье описано влияние семяочистительной линии на качество семян. Определены основные показатели качества семян на входе и выходе из каждой машины семяочистительной линии: масса 1000 семян и лабораторная всхожесть, а также проведен анализ фракционного состава зернового вороха.*

Ключевые слова: *технологическая линия, качество семян, фракционирование, послеуборочная обработка.*

Abstract: *This article describes the effect of the seed cleaning line on seed quality. The main indicators of the quality of seeds at the entrance and exit of each machine of the seed cleaning line were determined: a mass of 1000 seeds and laboratory germination, as well as an analysis of the fractional composition of a grain pile.*

Keywords: *processing line, seed quality, fractionation, post-harvest processing.*

В поступаемом на послеуборочную обработку зерновом ворохе наряду с основным зерном, содержатся засорители, дробленое и травмированное зерно, а также зерно в оболочке. Причём основное зерно можно разделить на ряд фракций, которые отличаются по показателям качества зерна, таких как, масса 1000 семян, состояние их травмирования, содержание биологически неполноценного зерна (щуплое, недозрелое, заражённое микроорганизмами), необмолоченные зерновки и примеси. В зарубежной практике для доработки необлоченных зерновок в семяочистительных линиях устанавливаются высокопроизводительные шасталки (фирм Petkus, Cimbria и др.) на входе или выходе из машины предворительой очистки зерна [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

Задача послеуборочной обработки отделить полноценное зерно, то есть удалить из зернового вороха биологически неполноценное зерно, дроблёное зерно, зерно в оболочке и засорители. Своевременное, а так же хорошо очищенное зерно (семена) лучше хранятся. Хорошо очищенные и отсортированные семена должны отвечать требованиям ГОСТа. Биологически полноценные, выровненные, свободные от примесей и болезней семена обеспечивают наиболее высокие энергию прорастания и лабораторную всхожесть, дружные и сильные всходы, высокую урожайность.

В целях получения высококачественного зерна это разделение необходимо проводить на самой ранней стадии обработки при минимальном количестве и интенсивности механических воздействий. При этом необходимо достижение достаточной полноты выделения зерновок биологически неполноценных, травмированных и в пленке при обработке зернового вороха. Реализация этих принципов позволит повысить лабораторную всхожесть семян [1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].

При проведении исследований отбирали образцы для анализа качества очистки зернового вороха при подаче в машину и выходе из нее очищенного зерна и отходовых фракций. Объектом исследования являлась семяочистительная линия в ООО «Масловский», состоящая из: машины предварительной очистки МПО-50С, зерноочистительной машины Petkus К-547, триерного блока Petkus К-236 и пневмосортировального стола МОС-9 Н. Отбор образцов для анализа осуществляли по ГОСТу 13586.3-83 «Правила приемки и методы отбора проб» [2]. Для анализа из среднего образца выделяли навески вручную. Средний образец троекратно перемешивают, распределяют ровным слоем в виде квадрата и при помощи планок делят по диагонали на четыре треугольника. Из двух противоположных

треугольников зерно удаляют, а в двух оставшихся собирают вместе, перемешивают и вновь делят на четыре треугольника, из которых два идут для последующего деления до тех пор, пока масса зерна в двух оставшихся противоположных треугольниках не будет превышать установленную массу. Масса навески должна быть не менее 25 грамм.

При разборке образцов определяли процентное содержание зерна чистого, дробленого, в оболочке и засорителей, а также массу 1000 зерен и лабораторную всхожесть семян (таблица). Требования предъявляемые к твердой и мягкой пшенице, предназначенные для использования в продовольственных и непродовольственных целях прописаны в ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия» [2] и ГОСТ 9353-90 «Пшеница. Требования при заготовках и поставках» [4].

Таблица. Результаты исследования показателей работы семяочистительной линии в ООО «Масловский»

№ п/п	Выход	Состав вороха, %				Масса 1000	Вл, %
		чистое зерно	дробленое зерно	зерно в оболочке	засорители		
1	Подача зерна в линию	97,9	1,46	0,36	0,28	40,76	96,25
2	Отходовая фракция МПО-50 С	81,93	0,76	0	17,31	40,3	96
3	Подача в К-547	97,94	1,81	0,24	0,21	40,95	95,25
4	Основная фракция К-547	99,34	0,49	0,17	0	44,51	96,25
5	Фуражная фракция К-547	89,15	9,34	0,06	1,45	26,36	93,75
6	Отходы К-547	95,48	0,1	3,56	0,86	55,75	97,75
7	Подача в триерный блок К-236	99,52	0,38	0,1	0	44,43	95,75
8	Основная фракция с кукольного триера	99,07	0,75	0,18	0	43,52	96
9	Отходовая фракция с кукольного триера	96,24	3,75	0	0,01	40,55	95,5
10	Основная фракция с овсюжного триера	99,52	0,38	0,1	0	44,83	96,75
11	Отходовая фракция с овсюжного триера	95,22	1,26	3,4	0,12	48,07	94,75
12	Подача в МОС-9 Н	99,48	0,32	0,19	0,01	45,1	95
13	Основная фракция МОС-9 Н	99,95	0,05	0	0	46,61	96,5
14	II фракция МОС-9 Н	99,38	0,59	0,03	0	40,87	96
15	Отходовая фракция МОС-9 Н	96,22	3,2	0,51	0,07	37,67	88,3

В первоначальном составе вороха содержание чистого зерна составило 97,9 %, дробленого – 1,46 %, в облочке – 0,36 %, засорителей – 0,28 %, масса 1000 зерен – 40,76 г, лабораторная всхожесть – 96,25 %. Анализ первоначального состава вороха показал, что он не соответствует условиям ГОСТа по содержанию зерна дроблёного

и в оболочке, а также засорителей. В дальнейшем при прохождении зернового вороха через машину предварительной очистки МПО-50 показатели его основной фракции изменились незначительно. При этом в отходовую фракцию машины МПО-50 выделилось большое количество засорителей – 17,31 %, количество чистого зерна– 81,93 %, масса 1000 семян – 40,3 г, лабораторная всхожесть – 96 %. Анализируя работу машины МПО-50, мы видим высокий процент выхода в отходовую фракцию высококачественного зерна, что говорит о нецелесообразности её установки в данной семяочистительной линии.

В процессе обработки зернового вороха на машине К-547 содержание чистого зерна в основной фракции выросло на 1,4 %, масса 1000 семян на 3,56 г, лабораторная всхожесть на 1 %, а содержание дробленого зерна, зерна в оболочке и засорителей понизилось на 1,32 %, 0,07% и 0,21 %. После обработки в фуражной фракции осталось 89,15 % чистого зерна с массой 1000 семян 26,36 г и 9,34 % дробленого зерна. В отходы (сход с колосового решета) машины К-547 поступило зерно, отвечающее семенным кондициям, процент чистого зерна в этом ворохе составил 95,48 %, зерна в оболочке – 3,56 %, дробленого зерна – 0,1 % и засорителей – 0,86 %, масса 1000 зерен 55,75 г, лабораторная всхожесть 97,75 %.

Проанализировав работу воздушно-решётной машины К-547 можно увидеть, что в основной ворох попало зерно в достаточной степени высокого качества с большим содержанием всхожести и массой 1000 семян. Для уменьшения схода полноценного зерна с колосового решета следует обосновать рекомендуемый размер отверстий решёт. Так как в отходы этой машины вышло зерно с высокой массой 1000 семян и большим процентом необмолоченных зерновок 3,56%, поэтому необходимо данную фракцию пускать на доработку. Полноценное зерно необходимо выделить, а остальное направить в фуражную фракцию. Фуражная фракция содержит высокий уровень дроблёного зерна, низкую массу 1000 семян и лабораторную всхожесть и в доработке не нуждается.

При подаче основной фракции в триерный блок, лабораторная всхожесть уменьшилась на 0,5%, в связи с возрастанием его травмирования норией, остальные показатели изменялись незначительно. Образцы основной фракции, взятые на выходе с кукольного триера, выявили следующие результаты: содержание чистого зерна в ворохе – 99,07%, дробленого зерна – 0,75%, зерна в оболочке – 0,18%, засорителей – нет, масса 1000 семян составила – 43,52 г, лабораторная всхожесть – 96%, что соответствует посевным кондициям. В фуражной фракции на выходе с кукольного триера, содержание чистого зерна составило – 96,24%, дробленого зерна – 3,75, зерна в оболочке – 0% и 0,01% засорителей, а масса 1000 семян составила 40,55 г и лабораторная всхожесть 95,5%, также отвечают требованиям ГОСТа. Основная фракция на выходе с овсюжного триера содержит: чистого зерна – 99,52%, дробленого зерна – 0,38%, зерна в оболочке – 0,1%, засорителей – нет, масса 1000 семян составила – 44,83 г, лабораторная всхожесть – 96,75%, что отвечает посевным кондициям. В фуражной фракции на выходе с овсюжного триера, содержание чистого зерна

оказалось – 95,2 %, дробленого зерна – 1,26%, зерна в оболочке – 3,4% и 0,12% засорителей, масса 1000 семян составила 48,07 г, а лабораторная всхожесть около 95%, также отвечает семенным кондициям. Зерно фуражной фракции после выхода из овсюжного триера требует доработки, потому что в её ворохе содержится высокий уровень зерна в оболочке 3,4%.

После обработки зернового вороха на машине МОС-9 Н в основной фракции содержание чистого зерна достигло – 99,95%, дробленого – 0,05%, засорителей и зерна в оболочке – 0%. Масса 1000 семян составила – 46,61 г, лабораторная всхожесть – 96,5%. Во второй фракции машины МОС-9 Н, данные ухудшились, но также отвечают требованиям предъявляемым к посевному материалу. И только отходовая фракция не соответствует посевным кондициям, т. к. лабораторная всхожесть составила 88,3%, масса 1000 семян – 37,67 г. Для получения более качественного фуражного зерна отходовую фракцию машины МОС-9 Н следует также направлять на домолачивающее устройство, так как она содержит 0,51% зерна в оболочке [5].

Анализируя работу данной семяочистительной линии, мы имеем на выходе основную фракцию, полностью отвечающую требованиям, предъявляемым к семенному материалу. Но на данной семяочистительной линии в процессе обработки в ворохе фуражной и отходовой фракции содержится высокий процент чистого зерна, с массой 1000 семян около 40 г и лабораторной всхожестью в пределах 95%. По этой причине данное зерно необходимо дорабатывать. Например, ворох с высоким содержанием зерна в оболочке необходимо пропускать через домолачивающее устройство. Такое зерно мы получаем на сходе с колосового решета машины К-547, выходе с овсюжного триера отходовой фракции и с пневмосортировального стола МОС-9 Н отходовой фракции. Это зерно необходимо отдельным потоком пропускать через домолачивающее устройство небольшой производительности.

На основании проведенных исследований мы рекомендуем семяочистительную линию, которая включает высокопроизводительную фракционную воздушно-решетную зерноочистительную машину и пневмосортировальный стол. Такая линия позволяет исключить триерный блок, а соответственно и ряд транспортирующих органов для подачи зерна. При этом уменьшится протяженность семяочистительной линии, следовательно, и травмирование зерна, а также использование дополнительных машин в зерноочистительных линиях приводит к удорожанию процесса послеуборочной обработки семенного материала.

Ворох с большим содержанием зерна в оболочке необходимо пропускать через домолачивающее устройство (шасталку). Такое зерно мы имеем на сходе с колосового решета машины К-547, выходе с отходовой фракции триерного блока и с пневмосортировального стола МОС-9 Н отходовой фракции. Данное зерно необходимо отдельным потоком пропускать через домолачивающее устройство (шасталку) небольшой производительности.

Список литературы

1. Сорокин, Н.Н. Улучшение качества семян и продовольственного зерна при послеуборочной обработке [Текст] / Н.Н. Сорокин // Инновационные технологии на базе фундаментальных научных разработок, сб. тр. региональной науч.-пр. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Воронежский государственный университет, Воронежский инновационно-технологический центр. – Воронеж, 2011. – С. 206-208.

2. Тарасенко, А.П. Фракционирование зернового вороха на решетах [Текст] / А.П. [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2012. – № 5.– С. 26-29.

3. Тарасенко, А.П. Влияние элементов семяочистительной линии на качество семян и зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, Н.Н. Сорокин // в сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК, мат. межд. науч.-пр. конф. молодых ученых и специалистов. Воронежский государственный аграрный университет, совет молодых ученых и специалистов. – Воронеж, 2014. – С. 89-95.

4. Тарасенко, А.П. Совершенствование технологии получения качественных семян и продовольственного зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М Э. Мерчалова, Н.Н. Сорокин // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4, № 1 (13). – С. 36-40.

5. Сорокин, Н.Н. Совершенствование процесса подготовки качественных семян [Текст] / Н.Н. Сорокин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 9. – С. 25-26.

6. Оробинский, В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для её реализации: дис. д-ра. с.-х. наук [Текст] / В.И. Оробинский; Воронеж ВГАУ. – Воронеж, 2007. – 334 с.

7. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И.В. Баскаков, [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 120-126.

8. Оробинский, В.И. Фракционирование зернового вороха и качество семян [Текст] / В.И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины.– 2006. – № 10. – С. 29-30.

9. Оробинский, В.И., Использование двухъярусных четырехрешетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст] / В.И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 18-19.

10. Оценка качества очистки зерна на семяочистительной линии фирмы LMC [Текст] / В.И. Оробинский [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – № 4 (47). – С. 93-87.

11. Тарасенко, А. П. Совершенствование послеуборочной обработки семян зерновых культур [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1999. – № 12. С. 27-28.

12. Тарасенко, А.П. Качественные показатели работы машин для первичной очистки зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, И. В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 8. – С.2-4.

13. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решётной зерноочистительной машины / А.М. Гиевский [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №5. – С. 32-34.

14. Гиевский, А.М. Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов // Лесотехнический журнал. – 2013. – №3 (11). – С.126-133.

15. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – № 5. – С. 9-11.

16. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур: рекомендации / А.П. Тарасенко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2014. – 60 с.

17. Тарасенко, А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст] / А П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновой хозяйство. – 1999. – №4. – С. 22-24.

18. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. – С. 6-7.

19. Повышение качества зерна / А. П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 10. – С. 7-10.

20. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет [Текст] / В.И. Оробинский, А.Ю. Черемисинов, А.А. Сундеев, А.С. Корнеев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2. – С. 126-128.

21. Шацкий, В.П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины [Текст] / В. П. Шацкий, В. И. Оробинский, А. И. Королёв // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 3-4.

22. Тарасенеко, А.П. Обоснование режимных параметров очистки решет призмами [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 12. – С. 7-8.

23. Оробинский, В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные на посевные качества семян [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 2006. – № 11. – С. 5-6.

УДК 577.164

Дранников А.В., Ситников Н.Ю., Костина Д.К., Ходякова В.А.

ВЛИЯНИЕ ВВОДА ХОЛИНХЛОРИДА В ПРЕМИКС НА АКТИВНОСТЬ ВИТАМИНОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Аннотация. *Представлено влияние количества введенного порошкообразного холинхлорида на основе сухих яблочных выжимок в премикс на активность витаминов при его хранении.*

Ключевые слова: *хранение, яблочные выжимки, сушка, холинхлорид, премикс, витамины.*

Abstract. *Submitted effect of the number of introduced powdered choline chloride on the basis of dry apple residue in the premix on the activity of the vitamins during storage.*

Key words: *storage, apple residue, drying, choline chloride, premix, vitamins.*

АПК занимает особое место в социально – экономическом развитии нашего государства, и в полной мере обеспечивает промышленность сырьем, а население – продуктами питания.

В настоящее время одной из основных отраслей АПК является кормопроизводство. Большинство хозяйств, занимающиеся откормом с/х животных и птицы, сталкиваются на данный момент с такими проблемами, как ухудшение материально – технической базы, увеличение себестоимости производимых кормов, снижение их качества, в том числе дефицит в основных элементах питания, таких как холинхлорид (витамин B_4) [1].

Холинхлорид является незаменимым элементом в процессе обмена веществ, выполняя ряд важнейших функций. Являясь составным элементом фосфолипидов, он необходим для строения и сохранения структуры клеток, а также для нормального созревания хрящевой матрицы кости. Витамин B_4 участвует в жировом обмене печени, а именно в утилизации и выводе из нее жиров, препятствует их чрезмерному накоплению в этом органе, т.е. ожирению печени. Наравне с метионином и бетаином служит важным источником лабильных метильных групп, необходимых для биохимических процессов в организме.

В настоящее время на предприятиях существуют некоторые сложности ввода жидкого холинхлорида, что вынуждает их использовать при производстве премиксов сухие препараты импортного производства [2]. Однако здесь существует несколько проблем: во-первых, это дорогостоящие препараты, имеющие высокую адсорбционную и капиллярно-осмотическую активность, во-вторых, их использование приводит к преждевременной гидратации холинхлорида, потере его сыпучих свойств и сокращению сроков хранения.

Для производства комбикормов используют огромный ассортимент различных кормовых средств, минеральных продуктов, биологически активных

веществ. Зерно и продукты его переработки составляют до 70 % от основного состава, что является весьма дорогостоящим. Яблочные выжимки, являющиеся отходами плодоовощной промышленности, позволяют не только уменьшить расход зернового сырья при производстве комбикормов, но и повысить их кормовую ценность. В этой связи представляется рациональным использовать их в качестве носителя при получении сыпучей формы холинхлорида (витамина B_4), т. к. они, как адсорбент представляют собой твёрдое вещество, в порах которого происходит концентрация водного раствора холинхлорда.

Целью наших исследований являлось изучение влияния ввода холинхлорида, полученного на основе сухих яблочных выжимок в премиксе на активность витаминов при хранении.

В соответствии с разработанным способом [3] яблочные выжимки с влажностью 65-70% направлялись в сушилку, где происходила их предварительная сушка до влажности 45…50 % перегретым паром атмосферного давления с температурой 130-140 ^{0}С. Далее подсушенный продукт направлялся в камеру кипящего слоя, где осуществлялась его сушка до конечной влажности – 9…10 % в среде перегретого пара пониженного давления 0,3 атм. с температурой 90-100 ^{o}С и скоростью 1…1,2 м/с. Далее высушенные яблочные выжимки измельчались на дробилке и подавались в смеситель, где смешивались с исходным 70 %-ым водным раствором холинхлорида в соотношении 2:3. Затем проводилась сушка полученной смеси перегретым паром в импульсном виброкипящем слое. На выходе из сушилки порошок холинхлорида с влажностью 9…10 % направлялся на охлаждение до температуры 20 ^{o}С.

Далее шел процесс приготовления премиксов. Были выработаны четыре опытные партии премиксов для выращивания поросят 26-105 дней, куда, соответственно вводилось 30, 45, 60, 75 кг/т холинхлорида.

В связи с тем, что существует проблема потери активности витаминов в премиксах, были проведены опыты по их хранению.

Хранение осуществлялось в условиях склада экспериментальной базы АО «Воронежский экспериментальный комбикормовый завод» в течение 5 месяцев. Среднее значение температуры изменялось от + 19,2 ºС до + 0,6 ºС. Относительная влажность воздуха находилась в пределах 66…79 %.

Данные, полученные в ходе изучения качества премиксов с различным содержанием порошкообразного холинхлорида на основе сухих яблочных выжимок, представлены в таблице 1.

Известно, что наиболее лабильным компонентом к действию проокислительной системы холина в сочетании с ионами железа и меди является витамин С. В нашем опыте хранение продукции в течение одного месяца привело к снижению содержания витамина. После двух месяцев хранения отмечено дальнейшее его разрушение, особенно в партиях, содержащих повышенное содержание холина. Через три месяца содержание витамина С в премиксах сократилось в 3…5 раз и к концу опыта были обнаружены только его следы.

Таблица 1. Изменение влажности и содержания витаминов в премиксах с различным количеством холинхлорида при хранении

	Исходное содержание	Срок хранения, мес				
		1	2	3	4	5
	Млн. М. Е./т	Витамин А, % к исходному				
1	2000	1880	1860	1700	1620	1540
2	1937	1835	1717	1638	1578	1401
3	1882	1731	1543	1355	1186	922
4	1925	1405-	-	-	-	-
	г/т	Витамин Е, % к исходному				
1	2000	1880	1840	1700	1620	1600
2	1831	1666	1630	1483	1392	1300
3	1772	1648	1488	1311	1240	939
4	1911	1537	-	-	-	-
	г/т	Витамин B_2, % к исходному				
1	600	600	576	570	558	546
2	539	528	534	512	501	499
3	531	520	504	489	483	477
4	525	452	-	-	-	-
	г/т	Витамин B_3, % к исходному				
1	600	593	572	577	547	513
2	498	498	473	472	470	434
3	589	589	552	551	536	504
4	577	492	-	-	-	-
	кг/т	Витамин B_4, % к исходному				
1	30	29,7	29,7	29,4	29,1	28,9
2	44	43,6	43,1	43	42,8	42,2
3	59	58,4	58,9	58,9	58,7	56,9
4	74	73,3	-	-	-	-
	кг/т	Витамин С, % к исходному				
1	30	23,7	21,5	17,5	9,4	следы
2	29,6	21,1	19,7	10,8	5,2	следы
3	29,3	21,9	20,9	11,8	6,6	следы
4	28,9	9,4	-	-	-	-

Витамины B_2 и B_3 характеризовались более высокой устойчивостью и потери их после пяти месяцев хранения во всех вариантах не превышали 10 %.

В процессе всего срока хранения премиксы, содержащие холинхлорид в количестве 30 и 45 кг/т, не слеживались, сохраняли сыпучесть и внешний вид без признаков порчи, объемная масса их существенно не менялась. Премикс, содержащий холинхлорид в количестве 60 кг/т к концу четвертого срока хранения слежался, а премикс, содержащий 75 кг/т холинхлорида уже к концу первого месяца хранения слежался, и в нем были обнаружены признаки порчи. Следовательно, ввод в премиксы большого количества холинхлорида приводит к снижению срока их безопасного хранения.

В ходе исследований было проведено сравнительное изучение влияния введенного холинхлорида на основе сухих яблочных выжимок (вариант 2) с известным (вариант 1) на активность витаминов премикса при хранении (таблица 2). В данной таблице в скобках указано содержание в % витамина к его исходному содержанию в премиксе.

Таблица 2. Изменение активности витаминов в премиксах с новой и применяемой формой холинхлорида при хранении в складских условиях

Варианты премиксов	Исходное содержание	Срок хранения, мес.			
		1	2	3	4
	M ±m	M ±m	M ±m	M ±m	M ±m
Витамин А, М.Е./г					
1	1 882 ± 10,7 (100,0)	1731 ± 7,9 (99,0)	1543 ± 10,3 (91,6)	1355 ± 12,0 (87,9)	1186 ± 7,6 (83,6)
2	1872 ± 9,6 (100,0)	1722 ±6,78 (96,6)	1428 ± 10,5 (91,5)	1299 ± 8,4 (87,2)	1128 ± 10,6 (83,2)
Витамин Е, г/т					
1	1772 ± 4,7 (100,0)	1648 ± 2,3 (97,0)	1488 ± 4,4 (94,6)	1311 ± 2,9 (90,5)	1240 ±2,4 (88,2)
2	1768 ± 3,9 (100,0)	1598 ± 2,5 (97,4)	1452 ± 5,6 (96,2)	1254 ± 2,7 (93,0)	1208 ± 2,4 (90,0)
Витамин B_2, г/т					
1	531 ± 2,1 (100,0)	520 ± 1,9 (98,4)	504 ± 1,6 (97,6)	489 ± 1,6 (94,6)	483 ± 2,5 (90,1)
2	528 ± 1,9 (100,0)	512 ± 1,9 (94,7)	494 ± 1,6 (94,2)	476 ± 1,9 (91,6)	473 ± 1,6 (89,8)
Витамин B_3, г/т					
1	589 ± 2,4 (100,0)	589 ± 2,2 (98,5)	552 ± 1,7 (96,6)	551 ± 1,4 (94,2)	536 ± 2,9 (92,4)
2	572 ± 1,7 (100,0)	580 ± 1,4 (99,1)	547 ± 1,7 (97,2)	534 ± 1,8 (95,5)	511 ± 1,7 (92,5)

Результаты исследований позволяют рекомендовать для производства премиксов более дешевый препарат холинхлорида, произведенный на основе сухих яблочных выжимок. Ввод его в количествах, предусмотренных большинством утвержденных рецептов, не оказывает отрицательного влияния на качество продукции при хранении. Эффективным способом увеличения сроков хранения премиксов с высоким содержанием холинхлорида является использование при упаковке продукции мешков с пленочным вкладышем или полиэтиленовых мешков вместо бумажных.

Список литературы

1. Кожарова, Л.С. Особенности производства премиксов и БВД [Текст] / Л.С. Кожарова // Комбикорма. – 2000. - № 3. – С. 20 – 21.

2. Способ получения порошкообразного холинхлорида – витаминизирующей добавки для комбикормов [Текст] / А.А. Шевцов [и др.] // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 64 – 65.

3. Пат. 2486773 РФ, МПК7А 23L 1/302 А 23К 1/16 С 07 С 215/40. Способ получения сыпучей формы холинхлорида из его водного раствора [Текст] / А.В. Дранников, А. А. Шевцов, Е. В. Костина, Е. Ю. Стороженко (РФ), заявитель и патентообладатель Воронеж.гос. универ. инженер. технолог.- №20121043117/13; заявл. 07.02.2012; опубл. 10.07.2013; бюл. №19.

УДК 631. 362

Кузьменко С.В., Василенко С.В., Кузьменко Е.Л.

УСЛОВИЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА С МНОГОКРАТНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОГО ПОРОШКА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация: *в статье представлены исследования процесса магнитной очистки семян трав.*

Ключевые слова: *магнитная машина, магнитный порошок, семена трав.*

Abstract: *the paper presents studies of magnetic seed-cleaning plants.*

Keywords*: magnetic machine, magnetic powder, grass seeds.*

Окончательная очистка семян люцерны проводится магнитной машиной. Технологический процесс магнитной очистки зерна предполагает одноразовое использование магнитного порошка, являющимся рабочим агентом. После этого большое количество токсичного порошка подлежит утилизации. Нами был предложен метод многократного использования порошка, позволяющий снизить его расход и уменьшить вредные выбросы в природу.

В магнитную машину (как правило, это машина типа К-590), а точнее вместо емкостей для приема отходов сепарации, устанавливают устройство для регенерации магнитного порошка. Для этого использован сепаратор шнекового типа рис.1. Он включает в себя камеру 1 с терочной обечайкой 2.. Барабан 3 внутри камеры выполнен в виде шнека 4 со щетками 5, которые установлены на его спирали. Под камерой расположены резервуары 6 и 7 соответственно для сбора магнитного порошка и отходов.

Опыты показали, что повышение производительности сепаратора ограничено увеличением доли органических компонентов (т.е. мусора), попадающих в очищенный порошок и, при его повторном использовании, снижающих качество очистки зерна. Повышение эффективности работы сепаратора за счет снижения доли засорителей менее чем на 10 % значительно снижает степень выделения

порошка, в тоже время использование порошка с чистотой более 90% не приводит к существенному изменению качества очистки семян.

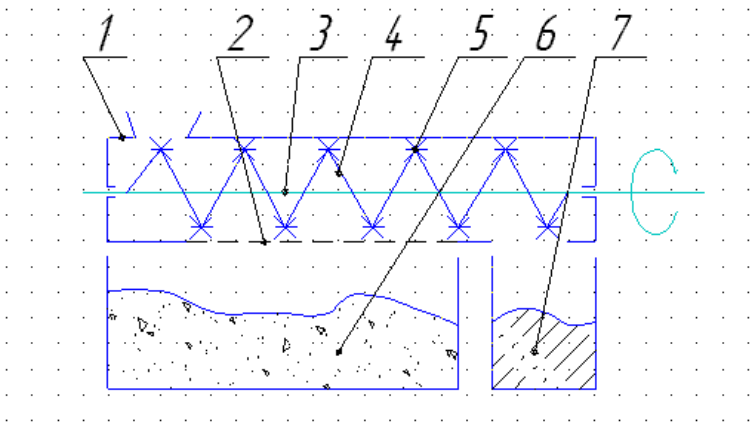


Рисунок 1.

Поэтому необходимо проанализировать изменение количественного соотношения между порошком и включениями в бункере.

Изменение объема порошка в бункере зависит от нескольких факторов, первый из которых - дозированный выход семян из бункера. За время Δt через дозатор выйдет порошка

$$\Delta V_2 = G_d \frac{V_1}{V} \Delta t \ ,$$

где G_d – объемный расход смеси через дозатор.

Этот объемный расход постоянен для определенной подачи вороха. Обозначим через p долю выделенного порошка от его общего объема, попадающего в очистительную установку. Тогда объем порошка ΔV_3, возвращаемого в бункер за Δt, определяется выражением

$$\Delta V_3 = G_d \frac{V_1}{V} p\Delta t \ .$$

Объем смеси должен поддерживаться постоянным, производительность очистительной установки $G_{y=}$ const должна удовлетворять соотношению

$$G_y \le G_d$$

В случае строгого неравенства есть возможность производить восполнение количества порошка в бункере величиной $G_b = G_d - G_y$. Таким образом, за Δt количество порошка в бункере увеличиться на

$$\Delta V_4 = G_b \Delta t = (G_d - G_y)\Delta t \ .$$

Уравнение баланса объема порошка в бункере имеет вид

$$\Delta V_1 = -\Delta V_2 + \Delta V_{3+} \Delta V_4$$

Или

$$V_1(t+\Delta t) - V_1(t) = -G_d \frac{V_1}{V} \Delta t + G_d \frac{V_1}{V} p\Delta t + (G_d - G_y)\Delta t.$$

Разделив на Δt и перейдя к пределу при $\Delta t \to 0$, получим дифференциальное уравнение

$$\frac{dV_1}{dt} = G_d(1 - \frac{V_1}{V} r) - G_y, \qquad [1]$$

где r=1-p.

Очевидно, что при t=0 V_1=V

Тогда решение уравнения [1] записывается в виде

$$V_1(t) = AV + (1-A)Ve^{-Gdrt/V}, \qquad [2]$$

где через А обозначена величина G_d-G_y/G_dr .

Из уравнения [2] следует, что при достаточно большом t, количество порошка в бункере стремиться к постоянной величине V_1= AV. Поэтому доля порошка на выходе равна

$$A = \frac{V_1}{V}.$$

Тогда на выходе из дозатора расход порошка равен

$$p = G_d A \mu_n,$$

где μ_n- плотность магнитного порошка.

Учитывая требование к количеству порошка в зависимости от поступления вороха для непрерывной работы установки величина А должна удовлетворять равенству

$$A = p / G_d \mu_n,$$

Откуда соотношение между G_d и G_y

$$G_d \mu_n = G_d - G_y / G_d r,$$

или

$$G_d - G_y = pr / \mu_n.$$

Это условие является определяющим для непрерывной работы машины и его следует учитывать при задании режимов работы.

Список литературы

1. А.С.174530 СССР, МКИ В03С 1/00. Способ очистки семян [Текст] / С.В Кузьменко, А.П. Тарасенко (СССР) - №4807583/03; Опубл.07.07.92.Бюл.№ 25.-3с.

2. Кузьменко, С.В. Очистка семян магнитным порошком [Текст] / С.В. Кузьменко.– Сельский механизатор.– 2003.– № 4.– С.13.

3. Кузьменко, С.В. Устройство для выделения магнитного порошка из отходов семеочистительной машины[Текст] / С.В. Кузьменко. Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 1991.– №2.– С.55-56.

4. Кузьменко, С.В. Оптимизация параметров сепарирующего устройства при очистке семян с многократным использованием магнитного порошка[Текст] / С.В. Кузьменко // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления лесного комплекса. Межвуз. сб. науч. трудов./ ВГЛТИ,– Воронеж, 2000.– С. 183-187.

УДК 637.02

Хропач А.И., Шварц А.А.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕТАНЫ

Курская Государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова, г. Курск, Россия

Аннотация. *В данной работе произведена оценка качества сметаны по результатам санитарной экспертизы. Рассмотрены технологии производства сметаны.*

Ключевые слова: *сметана, качество, технология, санитарная экспертиза, фальсификация.*

Abstract. *In this work, the evaluation of the quality of sour cream on the results of sanitary examination. The technologies of sour cream production are considered.*

Key words: *sour cream, quality, technology, sanitary examination, falsification.*

Сметана – это кисломолочный продукт, получаемый из нормализованных, пастеризованных сливок с помощью сквашивания их закваской, приготовленной на чистых культурах кисломолочных стрептококков, и созревания при низких температурах. По данным статистики, на одного жителя РФ приходится около 230-240 килограммов молочной продукции в год.

Содержание сметаны: вода –54,2-82,7%; белки – 2,4-2,8 г; жиры – 10-40 г; углеводы – 2,6-3,2 г; различные минеральные вещества–0,4-0,5 г; витамины А, Е, В1, В2, РР, С. Энергетическая ценность 100 г сметаны составляет 116-382 ккал.

В настоящее время изготовление сметаны рассматривает два основных способа производства: термостатный и резервуарный.

В отличие от термостатного резервуарный способ на стадии сквашивания происходит формирование сгустка и предусматривается регулярное перемешивание, что исключает расслоение продукта по жирности, также наполняет изделие вкусовыми и ароматическими веществами. В свою очередь, сметана, произведенная термостатным способом, имеет более плотную консистенцию и цельный сгусток.

Цель работы – произвести санитарную экспертизу качества сметаны трех производителей. Задачи, поставленные в данной работе:

- проведение органолептических исследований качества сметаны;
- изучение физико-химических факторов сметаны;
- исследование образцов сметаны по санитарно-микробиологическим показателям

Экспертиза сметаны проводилась в микробиологической лаборатории «Курской ГСХА им. И.И. Иванова».

В результате исследований было отобрано три образца сметаны 20 % жирности различных товаропроизводителей в качестве объектов для исследования [2].

Объект № 1 – сметана торговой марки «Куряночка» – товаропроизводитель ООО «Курское молоко»;

Объект № 2 – сметана торговой марки «Молочный дом» - товаропроизводитель ООО «Молочный Дом»;

Объект № 3 – сметана торговой марки «Домик в деревне» – товаропроизводитель АО «Вимм-Билль-Данн».

Первым этапом в работе был анализ маркировки объектов исследования в соответствии с «Техническим регламентом на молоко и молочную продукцию» и «Требованиями к маркировке молока и продуктов его переработки». Все результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Анализ маркировки сметаны 20% жирности

Маркировка	Требования ФЗ № 88	Торговая марка		
		«Куряночка»	«Молочный дом»	«Домик в деревне»
Наименование продукции	+	+	+	+
Товарный знак	+	+	+	+
Условия хранения	+	+	+	+
Срок годности	+	+	+	+
Дата производства и упаковки сметаны	+	+	+	+
Масса нетто	+	+	+	+
Состав	+	+	+	+
Пищевая ценность	+	+	+	+
Энергетическая ценность	+	+	+	+
Содержание жира	+	+	+	+
Документы, в соответствии с которыми произведена сметана	+	+	+	+
Информация о наличии компонентов, полученных с применением ГМО	+	-	-	-
Соответствие требованиям ФЗ № 88	+	-	-	-

Далее было проведено исследование по изучению органолептических показателей качества сметаны 20 % жирности разных товаропроизводителей. Результаты исследований представлены в виде таблицы 2.

Проведенная экспертиза качества органолептических показателей показала, что всем требованиям соответствуют два из трех объектов исследования: сметана торговых марок «Куряночка» и «Домик в деревне», которые обладали характерными для данного кисломолочного продукта вкусовыми свойствами. Объект исследований №2 (сметана торговой марки «Молочный дом») отличился недостаточно выраженным вкусом. А запах был несвойственным для данного кисломолочного продукта.

Таблица 2. Результаты исследований органолептических показателей [1]

Показатели качества сметаны	Требования ФЗ № 88	Торговая марка		
		«Куряночка»	«Молочный дом»	«Домик в деревне»
Внешний вид	Однородная, густая	Однородная, густая	Однородная, жидкая	Однородная, густая
Консистенция	Однородная, густая масса с глянцевой поверхностью	Однородная, густая масса с глянцевой поверхностью	Однородная, жидковатая масса с глянцевой поверхностью	Однородная, матовая поверхность с мелкими творожными крупинками
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе	Белый без оттенков, равномерный по всей массе	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Вкус и запах характерные для кисломолочных продуктов	Запах свойственный кефиру, характерный привкус для кисломолочных продуктов	Запах приятный, без привкусов, свойственный кисломолочному продукту

Следующим этапом в работе - определение физико-химических показателей качества сметаны.

Таблица 3. Результаты исследований физико-химических показателей качества образцов сметаны 20% жирности

Наименование показателя	Требования ФЗ № 88	Торговые марки		
		«Куряночка»	«Молочный дом»	«Домик в деревне»
Жир, %	20	20±0,01	18±0,01	19±0,01
Кислотность, ^{o}Т	От 60 до 100	83±0,01	77±0,01	88±0,01
Наличие пероксидазы	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Наличие примесей творога	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Наличие примесей крахмала	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены

Вывод проведенного исследования по выявлению оценки физико-химических показателей качества трех образцов разных товаропроизводителей сметаны подтвердил несоответствие некоторых объектов исследования показателям качества требований нормативно-технической документации [3].

Завершающими стали исследования образцов сметаны на определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ или общее микробное число, ОМЧ); на содержание бактерий группы кишечных палочек (БГКП); на наличие микроорганизмов семейства Staphylococcaceae (S. Aureus) и Salmonella. Результаты представлены в таблице 4 [4].

Таблица 4. Результаты исследования санитарно-микробиологических показателей качества образцов сметаны

Показатели качества	СанПиН 2.3.2.1324-03	Торговые марки		
		«Куряночка»	«Молочный дом»	«Домик в деревне»
КМАФАнМ, ОМЧ	$1{,}0\times10^7$	$0{,}9\times10^7$	$0{,}8\times10^7$	$0{,}9\times10^7$
БГКП, (г/см3)	0,001	-	-	-
S. aureus, (г/см3)	1,0	-	-	-
Бактерий рода Salmonella, (г/см3)	25	-	-	-
Дрожжи, плесени, КОЕ/г	Дрожжи-50 Плесени-50	-	-	-

Данное исследование торговых марок «Куряночка», «Молочный дом» и «Домик в деревне» на наличие опасных микроорганизмов выявило отсутствие роста бактериальных колоний.

В результате всех проведенных исследований сметаны торговых марок было установлено, что все объекты исследований соответствуют по санитарно-микробиологическим показателям качества требованиям ФЗ Российской Федерации «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» и СанПиН «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности продовольственного сырья и пищевых продуктов». Однако, в продажу все-равно нередко поступают товары с нестандартными изменениями в составе и рецептуре продукции [5].

Фальсификация пищевых продуктов – это изготовление и реализация поддельных продуктов питания, официальный состав которых не соответствует установленному назначению и рецептуре. За последнее время ассортимент и производство кисломолочных товаров и особенно сметаны на территории РФ значительно возросло наряду с отсутствие жестких стандартов и требований к кисломолочной продукции. Все эти факторы предоставляют товаропроизводителям возможности для различного рода фальсификаций. По некоторым данным ВНИИ молочной промышленности, в настоящее время не менее чем 20-30% изготавливаемых цельномолочных и кисломолочных продуктов не соответствуют своей рецептуре. Одними из распространенных видов фальсификаций является подмена одного сорта сметаны другим или ее разбавление кефиром, простоквашей, водой и крахмалом, водой и диетическим творогом, а также растительным маслом, гидрогенизированными жирами и т.п.

По результатам проведенной экспертизы сметаны по органолептическим, физико-химическим и санитарно-микробиологическим показателям можно сказать, что производители не всегда придерживаются требований нормативно-технической документации, выпуская сметану с заниженной жирностью и несоответствующим установленным показателям качества. По остальным признакам видно, что все объекты исследований соответствуют требованиям и могут быть реализованы в магазинах с правильным соблюдением режимов

хранения и транспортировки. Касательно вопроса фальсификации, то в данной ситуации стоит сказать, что в ГОСТах нужно четко идентифицировать, что считать сметаной, а что производным от нее сметанным продуктом.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию».

2. ГОСТ 26809-86 «Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу».

3. ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира».

4. ГОСТ 9225-84 «Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа».

5. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): Учебник. [Текст] / В.М Позняковский.– М.: ИНФРА-М, 2012. – 271 с.

УДК 631.363/621.384.4

Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов В.Ю.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УФ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ ЗЕРНА НА КОРМ ЖИВОТНЫМ

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я.Горина, г. Белгород, Россия

Аннотация: *в статье проанализированы различные конструкции установок для проращивания зерна на корм сельскохозяйственным животным. Предложено применение ультрафиолетового облучения для обеззараживания зерна.*

Ключевые слова: *зерно, проращивание, обеззараживание, ультрафиолетовое облучение.*

Annotation: *the article analyzed various designs of plants for the germination of grain for animal feed. The proposed use of ultraviolet radiation for pre-disinfection of grain.*

Key words: *grain, germination, disinfection, ultraviolet irradiation.*

На сегодняшний день производители кормовых смесей предлагают большой ассортимент различных добавок для отрасли животноводства. Для повышения биологической ценности в состав кормов зачастую добавляют вещества, полученные искусственным путем, такие как: мочевина, синтетические витамины, сульфаты аммония, карбамиды. Синтетические вещества в корм животным попадают различными способами: добавляются в

корм перед вскармливанием, включаются в кормовые смеси на этапе производства комбикорма, засыпают в силосную массу в процессе закладки.

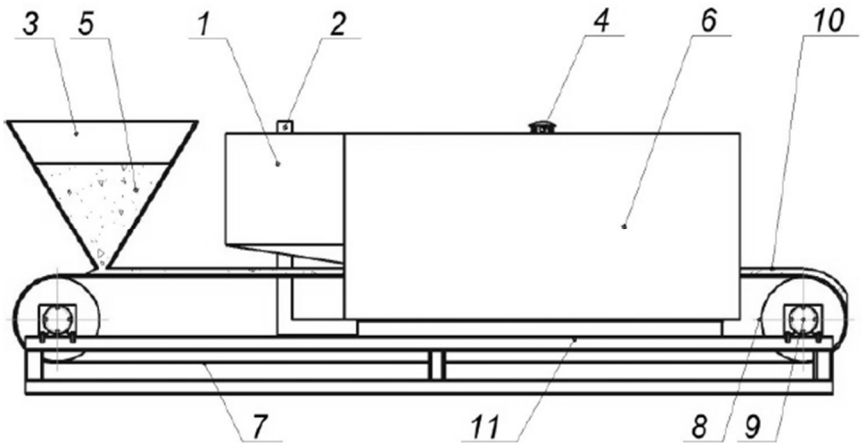
Продуктивность животных напрямую зависит от полноценного кормления. Кормовые смеси, представленные на рынке, плохо сбалансированы по белку и витаминам. Повысить питательную ценность кормов можно за счет использования пророщенного зерна. В пророщенном зерне возрастает содержание клетчатки и каротина, в процессе прорастания значительно увеличивается содержание витаминов А, С, В [1]. В процессе прорастания в зерне возрастает содержание протеина, микроэлементов, аминокислот, сложные питательные элементы переходят в более простую и легкоусвояемую форму (мальтозу, глюкозу, аминокислоты). Животные легче переваривают корм с пророщенным зерном, возрастает поедаемость кормов и усвояемость питательных элементов [2]. Систематическое добавления пророщенного зерна в рацион животным улучшает обмен веществ, оказывает положительное воздействие на все функции в организме животного. Проросток – натуральный продукт, содержащий все полезные вещества и микроэлементы в сбалансированных сочетаниях, обладающий рядом природных биологических свойств [6].

Исследования вопроса применения пророщенного зерна в качестве витаминной добавки в рацион животным является одним из наиболее перспективных направлений развития кормопроизводства. Результаты исследований показывают, что использование пророщенного зерна способствует повышению продуктивности животных на 10-15%, при этом сельхозпроизводители значительно экономят на дорогих кормовых добавках и лекарственных препаратах [4].

Промышленность серийно выпускает несколько видов машин для проращивания зерна. Существующие установки для проращивания зерна имеют недостатки и требуют конструктивных изменений и доработок. На данный момент запатентовано множество различных конструктивных исполнений конвейеров для проращивания (биоактивации) зерна.

Учеными Омского государственного аграрного университета была разработана установка биоактивации зерна «Росинка» [3]. Установка предлагается для проращивания зерна конвейерным способом в промышленных масштабах. На рисунке 1 представлена схема устройства установки «Росинка».

Проведенная экспертиза качества органолептических показателей показала, что всем требованиям соответствуют два из трех объектов исследования: сметана торговых марок «Куряночка» и «Домик в деревне», которые обладали характерными для данного кисломолочного продукта вкусовыми свойствами. Объект исследований №2 (сметана торговой марки «Молочный дом») отличился недостаточно выраженным вкусом. А запах был несвойственным для данного кисломолочного продукта



1 – аэрозолегенератор; 2 – аэрозолепровод; 3 – бункер; 4 – вентиляционноеотверстие; 5 – зерно или зерновая смесь; 6 – камера проращивания; 7 – лента конвейера;8 – натяжные ролики; 9 – подшипниковый узел; 10 – проросшее зерно; 11 – рама.

Рисунок 1. Схема устройства для биоактивации (проращивания) зерна

Устройство работает следующим образом: в питающий бункер 3 засыпается зерноили зерновая смесь 5, зерно под действием силы тяжести устремляется вниз, где черезвыпускное отверстие попадает на транспортирующий конвейер 7, далее зерно перемещается в зону проращивания камеры 6, где в течение 12–24 часов под действием тепла, инфракрасного излучения и влаги прорастает. Затем проросшее зерно 10 транспортируетсядля последующей переработки и раздачи животным.

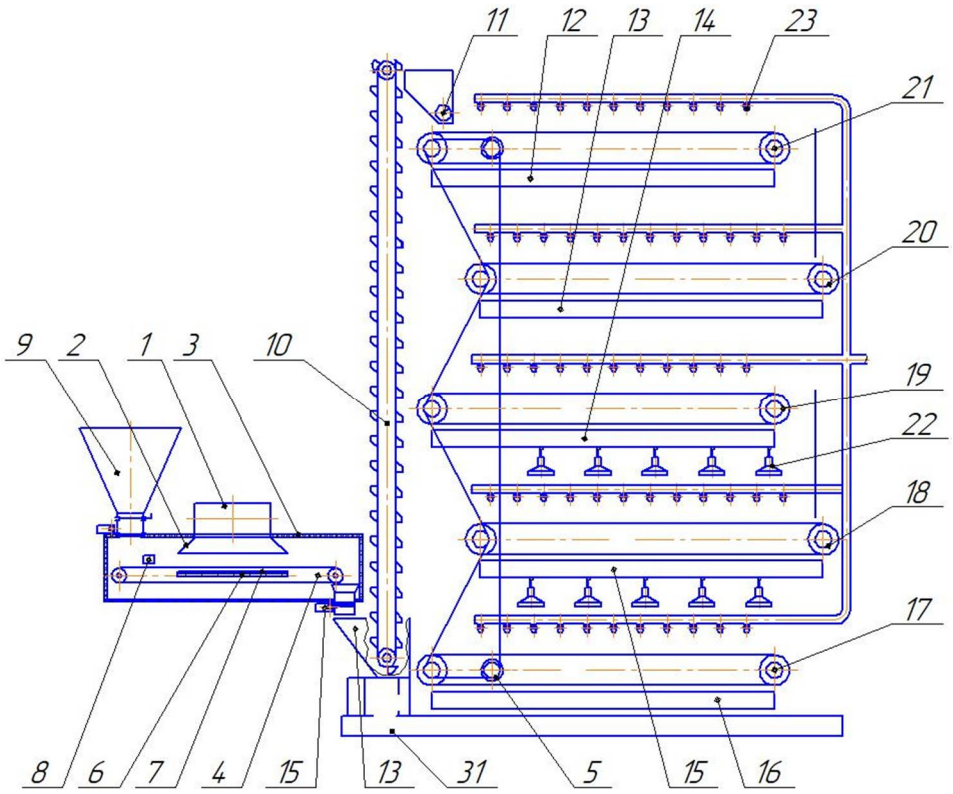
В Белгородском ГАУ на кафедре машин и оборудования в агробизнесе совместно с кафедрой электрификации и автоматизации а АПК были спроектированы и запатентованы различные конструкции конвейеров для проращивания зерна. Одна из спроектированных конструкций представлена на рисунке 2 [5].

Конвейер для проращивания зерна состоит из источника электромагнитной энергии 1, излучателя 2, камеры 3, транспортера 4, привода транспортера 5, металлического экрана 6 с диэлектрическим слоем 7, регулировочной пластины 8, загрузочного бункера 9, нории 10, шнека 11, емкостей для стока воды 12-16, транспортеров для проращивания 17-21, светильников 22, форсунок для увлажнения 23.

Установка проектировалась для проращивания зерна в промышленных масштабах. Конструкция конвейера позволяет получать пророщенное зерно в непрерывном режиме.

В большинстве существующих установок для проращивания зерна используют ручное обеззараживания семян перед процессом проращивания. Ручное обеззараживания семян заключается в замачивания семян в 0,05% растворе перманганата калия, это оказывает влияние на поточность процесса. На данный момент наиболее перспективным является обеззараживания зерна ультрафиолетовым облучением. Обеззараживания ультрафиолетовым

облучением имеет ряд преимуществ: исключение ручного труда для обеззараживания семян, безвредность обработки для семян и обслуживающего персонала, стимуляция начальных ростковых процессов.



1 – источник электромагнитной энергии; 2 – излучатель; 3 – камера; 4 – транспортер; 5 – привод транспортера; 6 – металлический экран; 7 –диэлектрический слой; 8 – регулировочная пластина; 9 – загрузочный бункер; 10 – нория; 11 –шнек; 12,13,14,15,16 – емкости для стока воды; 17,18,19,20,21 – транспортеры для проращивания зерна; 22 – светильник; 23 – форсунка.

Рисунок 2. Конвейер для проращивания зерна

В заключение отметим, что вопрос применения кормовых добавок на основе пророщенного зерна на сегодняшний день является актуальным для кормопроизводства. Проведенный анализ технических средств для проращивания зерна показал, что существующие установки нуждаются в доработках. Предлагаемая конструктивно-технологическая схема линии для обеззараживания семян ультрафиолетовым облучением позволяет исключить ручной труд в процессе проращивания зерна и снизить себестоимость витаминного корма.

Список литературы

1. Бабкин, И.А. Влияние скармливания пророщенного зерна ячменя на рост, сохранность и воспроизводительные функции свиней [Текст]: автореф. дис. канд. с.-х. наук / И.А. Бабкина. Пос. Майский, Белгородская обл., 2005. – 124 с.

2. Бахарев, Г.Ф. Анализ нетрадиционных технологий переработки зерна на корм животным [Текст] / Г.Ф. Бахарев, Л.И. Дролова, Л.Н.Емельянова // Машинно-технологическое, энергетическое и сервисное обеспечение сельхозтоваропроизводителей Сибири: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2008. –С. 415-420.

3. Воробьев, Д.А. Разработка установки биоактивирования зерна для использования в кормлении сельскохозяйственных животных [Текст] / Д.А. Воробьев, А.И. Забудский, Д.Н. Алгазин // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – №4.– С. 200-2004.

4. Егоров, С.В. Нетрадиционные способы повышения полноценности кормления подсосных ягнят [Текст] / С.В. Егоров, С.С. Мегедь, С.М.Фомин // Сб. науч. тр. / РАСШ. Сиб. отд-ние. СибНЯПТИЖ. Новосибирск. 2002.– С. 121-127.

5. Патент РФ №2642511 С1, МПК А01С/02. Конвейер для проращивания зелени / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, С.В. Саенко (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (RU). - №2017107674 заявлено 07.03.2017; опубл. 25.01.2018.– Бюл. № 3. – 9 с.

6. Петрухин, И.В. Корма и кормовые добавки: справочник [Текст] / И.В. Петрухин. - М.: Росагропромиздат, 1989.– 526 с.

УДК 631.362.3

Гиевский А.М., Сапрыкин И.К., Павлюченко В.С.

МАШИНЫ ДЛЯ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СЕМЯН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. Перечислены основные типы машин для окончательной очистки *семян. Приведены преимущества и недостатки.*

***Ключевые слова**: очистка, семена, сортировка, материал, гравитационный сепаратор, фракция, фотосепаратор.*

***Annotation**: The main types of machines for final cleaning of seeds are listed. Advantages and disadvantages are given.*

***Key words**: cleaning, seeds, sorting, material, gravity separator, fraction, photo separator.*

Практика подготовки высококачественных семян помимо их очистки и разделения на фракции воздушно-решетными машинами, включает в себя обязательную сортировку их на машинах окончательной очистки. Степень очистки семян должна удовлетворять нормам соответствующего ГОСТа, которые учитывают особенности культуры [6].

Особая роль при очистке семян отводится универсальным воздушно-решетным машинам, имеющих возможность работать в режиме фракционирования. Такие машины перед очисткой на решетах, из зернового вороха по аэродинамическим свойствам воздушным потоком выделяют основную часть легковесных примесей, часть мелких засорителей, дробленого и неполноценного зерна. После решетной очистки зерновой ворох повторно подвергается воздействию вертикального воздушного потока в канале послерешетной очистки, где довыделяются оставшиеся легковесные примеси, семена сорняков и основная часть биологически неполноценного зерна. Канал послерешетной аспирации у таких машин выполняется вертикальным, относительно большой длины, от которой зависит четкость пневмосепарации [1-5]. Зерновой ворох в вертикальный канал послерешетной аспирации часто подается посредством колеблющейся перфорированной поверхности с сортировального решета решетного стана, что обеспечивает равномерное распределение всасывающего воздушного потока по сечению канала [1, 5]. Воздушно-решетные машины выделяют большую часть семян сорняков, которые отличаются от зерновок основной культуры размерными характеристиками и аэродинамическими свойствами.

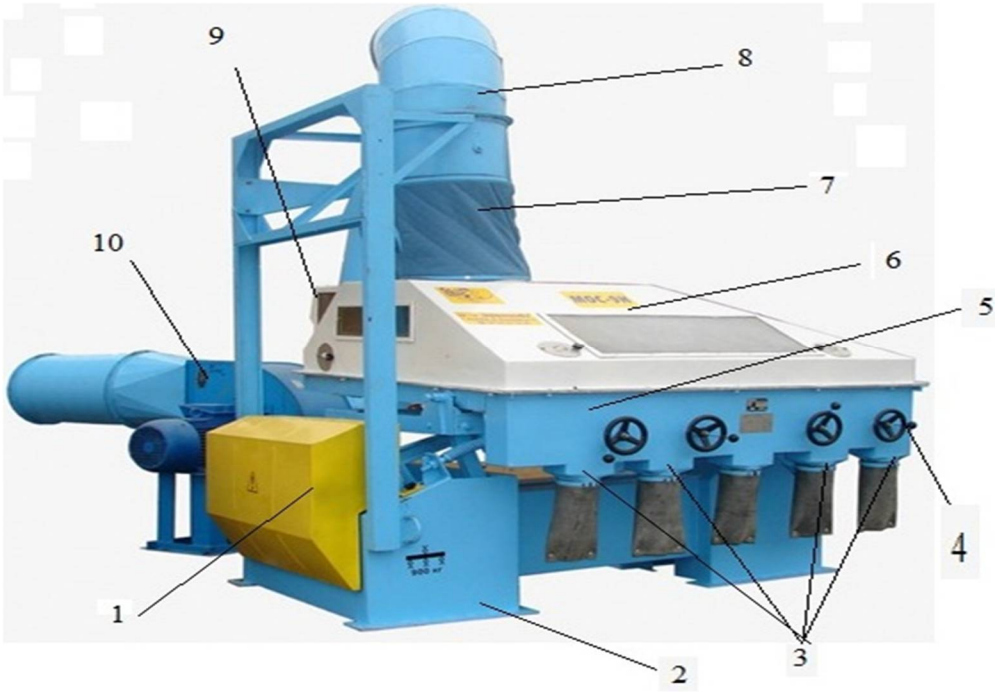
При наличии в ворохе семян сорных растений, свойства которых совпадают со свойствами семян зерновых культур, требуется дополнительная очистка на специальных семяочистительных машинах.

Использование специальных семяочистительных машин (окончательной очистки) вызывает необходимость увеличение длины технологической линии и дополнительную установку в ней вспомогательного транспортирующего оборудования, что повышает механические воздействия на семена и их повреждение.

К машинам для окончательной очистки семян относятся пневмосортировальные столы или гравитационные сепараторы, концентраторы и фотосепараторы.

Наиболее распространенный вариант в России отечественных пневмосортировальных столов - МОС-9Н. Схема машины МОС-9Н приведена на рисунке 1.

МОС-9Н предназначена для сортировки семян зерновых, зернобобовых, крупяных и масличных культур и очистки от трудноотделимых примесей по плотности. Машина состоит из рамы 2, на которой шарнирно установлена дека 5 с чешуйчатой поверхностью, на которой выполнены отверстия диаметром значительно меньше ширины зерновок. Дека закрыта вытяжным зондом 6, соединенным посредством переходника 7и воздуховода 8 с внешним радиальным вентилятором 10, установленным на отдельной раме. Для изменения протяженности зон разделения на фракции служат поворотные клапаны, управляемые маховиками 4.



1 —привод деки*;2*—рама; 3 – течки вывода фракций; 4 – маховики регулировки зон; 5 - дека; 6 – вытяжной зонд; 7 – переходник; 8 - вытяжной воздуховод к внешнему вентилятору; 9 – приемник зернового вороха; 10 – внешний радиальный вентилятор

Рисунок 1. Схема машины МОС-9Н

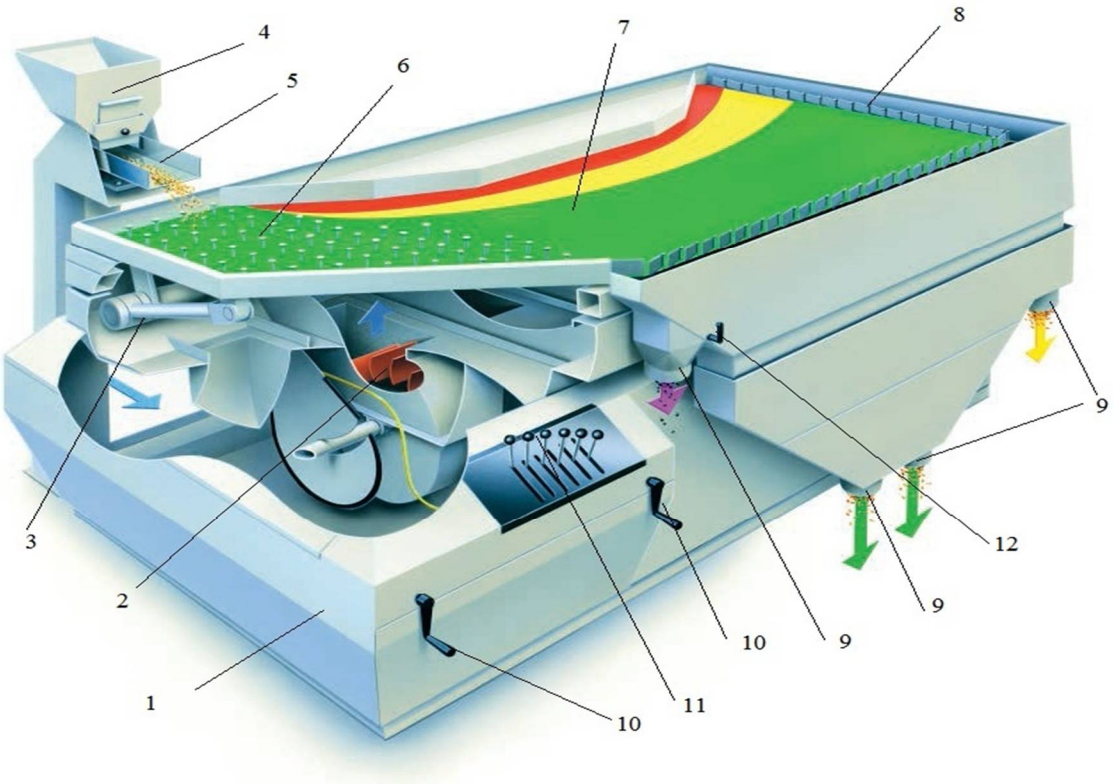
Зерновой ворох предварительно должен пройти очистку на универсальной воздушно-решетной машине, работающей в семенном режиме, а при необходимости и на триерном блоке.

Машина устанавливается в линии, или в противном случае требуется установка загрузочного бункера с дозирующим устройством для дозированной подачи зернового вороха в приемник 9. Зерновой материал с помощью вибрации деки и воздействия всасывающего воздушного потока равномерным слоем покрывает поверхность деки и переходит в псевдоожиженное состояние. Менее плотные частицы зернового материала всплывают в поверхностные слои, а более плотные опускаются в нижние. Компоненты зернового материала с большей плотностью, находящиеся в нижних слоях под действием колебаний деки перемещаются в сторону подъема деки, а всплывающие на поверхностные слои перемещаются в поперечном направлении относительно колебаний деки, в сторону наклона ее поверхности. Семенной материал , сходящий с поверхности деки, делится на фракции с помощью направляющих клапанов, установленных в плоскости, перпендикулярной к разгрузочной кромке деки.

Настройку машины начинают с выбора скорости воздушного потока открытием воздушной заслонки. При правильно выбранной скорости материал должен «закипеть» на деке без его отрыва от поверхности. Затем регулируют амплитуду колебаний деки, углы продольного и поперечного наклона деки, частоту колебаний деки. При обработке семян одной и той же культуры производительность машины зависит от засоренности исходного материала.

Поэтому производительность устанавливают исходя из качества сортировки на фракции.

Фирма CIMBRIA HEID GMBH выпускает для этой цели гравитационные сепараторы серии GA производительность от 0,3 до 15,0 т/ч [10]. На рисунке 2приведена схема сепаратора марки GA -310.



1 – станина; 2 – радиальный вентилятор; 3 – привод леки; 4 – загрузочный бункер с вибратором; 5 – подающий лоток; 6 – штифты для разделения сортируемого материала по слоям; 7 – алюминиевая дека с металлической сеткой или тканевым покрытием; 8 – сегментные клапаны; 9 – выход фракций отсортированного зернового продукта; 10 – рукоятки регулировки углов наклона леки; 11 - – рукоятки регулировки воздушного потока по секциям вентилятора; 12 – рукоятка управления сегментных клапанов

Рисунок 2.Схема машины GA -310(пылеулавливающий колпак снят)

Отличительной особенностью цели гравитационного сепаратора является подача на облегченную 7 деку, площадью 5,5 м^2, изготовленную из алюминиевого сплава, нагнетательного воздушного потока секционным радиальным вентилятором 2. Секционный вентилятор обеспечивает подачу воздуха на деку по секциям с производительностью до 550 м^3/мин. Для равномерной загрузки сортируемым материалом применен загрузочный бункер4 с электровибратором и штифтами 6 на деке в зоне загрузки для ускорения сортировки зернового вороха на слои по плотности. В зоне выгрузки разделенного на фракции материала применен вибрационный разгрузочный желоб с камнеуловителем. В зоне загрузки на поворотных осях установлены сегментные клапаны 8, которые управляются общей рукояткой 12 для

обеспечения покрытия рабочей поверхности деки сортируемым материалом. Производительность машины GA -310 увеличена до 15,0 т/ч при сортировке зерновых и бобовых культур. Мощность на привод вентилятора составляет 15 кВт, деки – 1,1 кВт.

Следующий тип машин это фотосепаратор для окончательной очистки семян различных культур (рис. 3). С помощью фотосепаратора семена можно сортировать не только по сортам, форме, размерам. Его программное обеспечение позволяет различать зерна по цвету, весу, плотности и даже содержанию клетчатки. Возможности современных фотосепараторов позволяют отсортировать поврежденные или зараженные вредителями зерна. Используя сканирование и последующую обработку изображения, можно отделить зерна с трещинами, сколами и другими повреждениями поверхности. Кроме того, при помощи данной технологии становится возможным отделить высококачественный посевуой материал.



1-лоток вывода чистых семян; 2 - компрессор; 3- лоток подачи продукта в зону сканирования;4 –загрузочный бункер; 5 – вибратор; 6 – сенсорный экран управления; 7 – лоток вывода отходовой фракции

Рисунок 3. Схема фотосепаратора

Из бункера обрабатываемый материал подается на виброраспределители, где при помощи вибрации зерно размещается в один слой на специальных лотках с небольшими желобами. Лотки покрыты особым антифрикционным покрытием, что устраняет возможность переворачивания зерен во время сепарации. Для лучшего качества очистки — зерна не должны «*вертеться*», перемещаясь на большой скорости в распределительных лотках.

Далее зерно попадает в зону освещения люминесцентных ламп. Свет, отражаясь от подвижной поверхности обрабатываемого материала, меняет свои

характеристики, что позволяет установить его соответствие или несоответствие заданным нормам.

Сенсорные или CCD камеры фиксируют отраженные от материала лучи и передают информацию для обработки компьютерной системе.

Компьютерная система обрабатывает полученную информацию и при несоответствии части обрабатываемого материала указанным параметрам запускает работу очистителя.

После получения соответствующей команды система выстреливает тонкий поток воздуха, и некондиционный материал выдувается в выходной патрубок для отходов. Из него по специальным каналам неликвид выводится из аппарата. Семена, полностью соответствующие заданным стандартам, перемещается в бункер для очищенных семян.

Также для окончательной очистки и разделения семян по плотности используются концетраторы.

Основными рабочими органами концентратора являются: рама, решетный стан с двумя рамками решет, оборудованными решетными полотнами с разными размерами отверстий, привод решетного стана с электромеханическим вибратором, приемное устройство с приемным патрубком, лотки вывода отдельно из под каждого решета проходовой фракции и сходовой фракций со второй рамки решет.

Концентратор работает следующим образом. Ворох, подлежащий очистке, поступает в приемное устройство решетного стана на первую рамку решет и за счет колебаний стана равномерно распределяется по всей ширине. Вследствие воздействия восходящего воздушного потока ворох приходит в псевдожиженное состояние и самосортируется по толщине слоя в зависимости от плотности семян. Тяжелая фракция вороха перемещается в нижние слои, а легкая – в верхние слои. Первая решетная рамка оборудуется полотнами с диаметром отверстий 2 мм, что обеспечивает отделение мелких примесей, мелкого и дробленого зерна основной культуры. Вторая решетная рамка с решетными полотнами с круглыми отверстиями диаметром 9 мм пропускает проходом сначала тяжелую фракция из нижней части кипящего слоя, а затем смешанную фракцию, образующуюся за счет прохождения через решето вместе с тяжелой фракцией – более легкой крупной фракции из верхней части кипящего слоя. Разделение тяжелой и смешанной фракции производится при помощи клапана, расположенного в сборнике под второй решетной рамкой. Сходом с решет идут легкие примеси и неполноценные легкие зерновки основной культуры (отходы). Для эффективной работы необходимо обеспечение определенной толщины слоя зернового вороха продукта по всей просеивающей поверхности решетных рамок. Каждая фракция продукта из машины выводится по отдельному самотеку. Аспирационный режим концентратора должен быть отрегулирован таким образом, чтобы необходимый слой продукта сохранялся по всей решетной поверхности рамок.

Рассмотрим преимущества и недостатки выше перечисленных видов машин окончательной очистки семян. Анализируя опыт использования МОС-9 можно

выделить следующие недостатки: относительно низкая производительность, сложность настройки на рациональный режим работы.

В результате работы GA-310 можно получить высокую производительность по сравнению с отечественными аналогами. Но, при этом наблюдается высокая энергоемкость, требуется установка специальных зондов системы очистки.

Фотосепаратор работает на принципе разделения, которые не реализуются на других типах машин, но перед очисткой и сортировкой на нем требуется предварительная очистка и разделение на фракции.

Отличительной особенность работы концетратора является совмещение разделения по плотности с одновременным разделением по размерам. Основным недостатками использования такой машины пока являются: высокая энергоемкость и низкая производительность.

Список литературы

1. Гиевский, А.М. Качественные показатели работы двухаспирационной пневмосистемы зерноочистительной машины с одним воздушным потоком [Текст] / А.М. Гиевский, А.В. Чернышов, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - № 9. - С. 15 – 17.

2. Гиевский, А.М. Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов// Лесотехнический журнал. - 2013. - № 3. - С. 36-46.

3. Гиевский, А.М. Пути повышения производительности универсальных зерноочистительных машин [Текст] / А.М. Гиевский, В. А. Гулевский, В. И. Оробинский. — Электрон. текстовые дан. // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина", 2018. – Вып. 3 — с.12-16.

4. Гиевский, А.М. Прогнозирование повышения производительности универсальных зерноочистительных машин с использованием вероятностного подхода [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский // Инновации в АПК: проблемы и перспективы.- Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. – 2017. – Вып. 4 (16). – С. 4-16.

5. ГОСТ Р 52325 - 2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия [Текст] - введ. 2006.01.01. - М.: Изд-во стандартов, 2005. - 16 с.

6. Патент № 2611176 РФ, МПК A01F12/00. Универсальная зерноочистительная машина [Текст] / А.М. Гиевский, А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов, И.В. Баскаков (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – №2015156629; заявлено 28.12.2015; опубл. 21.02.2017. Бюл. № 6. – 4 с.

7. Мельинвест, ОАО группа компаний [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Нижний Новгород, 2015 - Режим доступа: http://www.melinvest.ru/catalog. (дата обращения: 03.09.2018).

8. Тарасенко А.П. Инновационные направления совершенствования механизации производства семян гречихи [Текст] / А.П. Тарасенко, К.В. Мяснянкин.- Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 115 с.

9. Обоснование принципиальной схемы воздушно-решетного сепаратора семян [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.. – 2017. – Вып. 4 (51). – С. 94-101.

10. Cimbria Heid, GmbH [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Дания: Thisted, 2015 Режим доступа: http://www.cimbria.com/en-GB/Home/Solutions/Seed-Processing.aspx. (дата обращения: 10.10.2018).

УДК 504.064.2

Кочетова Ж.Ю., Кравченко А.А., Верхов С.В.

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

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

Аннотация. *Представлены некоторые физические и химические свойства моторных масел, оказывающих влияние на загрязнение окружающей среды. Использование моторных масел с низкой вязкостью приводит к уменьшению расхода топлива и снижению выбросов CO_2. Добавление в масла присадок с содержанием фосфора и тефлона негативно влияют на состав выхлопных газов.*

Ключевые слова: *моторные масла, присадки моторных масел, окружающая среда, экология, выхлопные газы*

Annotation. *Some physical and chemical properties of motor oils influencing environmental pollution are presented. The use of low viscosity motor oils reduces fuel consumption and CO_2 emissions. The addition of additives containing phosphorus and Teflon to the oil adversely affects the composition of the exhaust gases*

Keywords: *engine oils, engine oil additives, environment, ecology, exhaust gases*

Загрязнение окружающей среды моторными маслами происходит на стадиях их производства, транспортировки к потребителям, хранения, во время работы в двигателе, а также при сборе и утилизации после окончания срока службы [4]. На каждом из этих этапов степень влияния масел на окружающую среду зависит от трех основных факторов: химического состава нефти, рабочей температуры двигателя внутреннего сгорания и способа утилизации масел. Основным фактором, характеризующим потенциальное воздействие на окружающую среду, а также определяющим наиболее экологически и экономически обоснованные способы утилизации отработанного масла, является химический состав сырья и продукта. Условия эксплуатации моторных масел определяют их количественные и качественные параметры.

Например, рабочая температура влияет на интенсивность физико-химических преобразований, в том числе, окисления [3].

Вредными для человека первичными компонентами масел являются ароматические и ненасыщенные углеводороды, а также гетероорганические соединения (содержащие серу, азот и кислород). Минеральные очищенные масла получают селективным рафинированием растворителем (например, фенолом, фурфуролом) или/и в процессах гидроочистки, благодаря которым удаляются значительные количества сопутствующих компонентов, в том числе опасных для здоровья человека.

В нефтеперерабатывающей промышленности мерой содержания в маслах соединений I класса опасности - полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) - является степень их извлечения диметилсульфоксидом. Считается, что содержание экстракта в нефтепродуктах свыше 3 % опасно для человека. Вредными для окружающей среды являются и некоторые добавки, входящие в состав пакета присадок моторных масел и содержащие хлор, серу, фосфор. Во многих странах было лимитировано содержание в присадках хлора, бария, свинца (или запрещено их производство).

Кроме того, во время работы двигателя моторное масло поглощает продукты, образующиеся при сгорании топлива и износе деталей двигателя. Эти примеси находятся в масле в больших количествах и содержат тяжелые металлы (цинк, медь, никель, хром и др.).

Физико-химические свойства моторного масла обусловливают его качество и являются главными факторами эксплуатации двигателя. От свойств масла в значительной степени зависит состав и уровень выбросов токсичных компонентов, формируемых при работе двигателя. Влияние состава масла на выбросы токсичных компонентов - это сложное и мало изученное явление. На рисунке показана схема возможного влияния масла на выбросы.

Существуют сведения, что замена в двигателе классического минерального масла синтетическим приводит к значительному снижению концентрации CO и твердых частиц (PM) в выхлопных газах при небольшом увеличении концентрации NO_2 [1]. Указывается также влияние типа масла на выбросы в зависимости от используемого топлива: низкая эмиссия продуктов неполного сгорания в присутствии синтетического масла обусловлена его улучшенной воспламеняемостью, чем минеральная база; масла с более низкой вязкостью способствуют снижению механических потерь, так как при той же мощности двигатель работает с более высоким КПД.

Состав моторных масел оказывает воздействие на эффективность работы каталитических систем очистки выхлопных газов. Параметр, который в последнее время приобретает наибольшее значение в этом аспекте, - содержание фосфора. Соединения фосфора (в основном диалкилдитиофосфат цинка ДАДФЦ) являются эффективными антикоррозионными добавками, однако вызывают отложение фосфора на поверхности катализатора и его «отравление». Так, преобразование NO_2 линейно уменьшается с увеличением концентрации фосфора в моторных

маслах, при этом более ярко этот процесс выражен при использовании масел с низкой вязкостью. Кроме того, с увеличением содержания фосфора в масле растет время, которое проходит от запуска двигателя до работы каталитической системы очистки газов с полной эффективностью, что приводит к увеличению выбросов в период прогрева двигателя. Следовательно, для высокой долговечности двигателя и одновременно низкого уровня выбросов токсичных компонентов выхлопных газов (также в условиях холодного нагрева двигателя) требуется использование безфосфорных масляных присадок, однако на сегодняшний день эффективной замены ДАДФЦ не найдено.



Рисунок. Механизм влияния моторного масла на эмиссию токсичных компонентов выхлопных газов

Токсичность выхлопных газов повышают различные добавки к маслам на основе тефлона (ПТФЭ), которые сегодня очень популярны среди автовладельцев. Можно выделить самые распространенные бренды таких присадок: Liquid Ring, Slick 50, Microlon, Lubrilon, Petrolon, Матрих. Частицы тефлона попадают вместе с маслом в камеру сгорания, образуя очень токсичные продукты (в том числе фосген), которые выбрасываются в окружающую среду вместе с отработавшими газами.

В некоторых работах [5, 6] описана связь между расходом моторных масел и уровенем выбросов токсичных соединений. При повышенном расходе масел в отработавших газах прежде всего увеличивается содержание углеводородов (в том числе ПАУ) и твердых частиц. Увеличение расхода моторного масла связано со многими процессами, протекающими внутри цилиндра. В подавляющем большинстве случаев причиной повышенного расхода моторного масла является износ топливных насосов высокого давления, низкое качество самого масла, а также избыточное давление в картере, недостаточное общее охлаждение двигателя и др.

В результате воздействия высоких температур происходит разрушение или образование токсичных поли- и гетероциклических углеводородов в парах моторного масла, содержащих атомы серы, азота или кислорода. Дальнейшее

образование выбрасываемых углеводородов может происходить в выпускной системе. Часть паров масла попадает в холодные зоны пространства над поршнем. Низкая температура выхлопных газов и незначительное содержание кислорода в них вызывают выброс несгоревших углеводородов.

Реологические свойства масел влияют на величину внутренних сопротивлений в двигателе, а, следовательно, и на значение удельного расхода топлива. При меньшей вязкости масел механическая эффективность работы двигателя улучшается (в основном из-за снижения среднего давления трения) [2]. Однако, применение масел с низкой вязкостью возможно только в двигателях, приспособленных для этого типа масел. В противном случае происходит ускоренный износ деталей двигателя, особенно в условиях работы с высокой скоростью вращения.

Число автомобилей с двигателями, приспособленными к маслам с низкой вязкостью, на рынке автомобилестроения постоянно увеличивается, но применяются также и другие способы изменения свойств моторных масел, направленные на понижение потерь на трение в двигателе. В последние годы наибольшее распространение приобрела добавка - дитиокарбомат молибдена (ДТКМ). Это соединение является наиболее эффективным среди используемых в настоящее время модификаторов, снижающих трение. При добавлении ДТКМ в количестве примерно 500 ppm снижает расход топлива на ~1,7 %.

Таким образом, степень воздействия моторных масел на окружающую среду значительно зависит от их качества и физико-химических свойств. Замена минеральных моторных масел синтетическими позволяет значительно сократить выбросы CO и PM, утечки выхлопных газов (при небольшом росте концентрации NO_2). Некоторые содержащие фосфор присадки моторных масел негативно воздействуют на каталитическую эффективность системы очистки выхлопных газов, что приводит к увеличению выброса токсичных компонентов. Неблагоприятное воздействие на токсичность отработавших газов оказывают также добавки на основе тефлона, способствующие увеличению концентрации в выхлопных газах несгоревших углеводородов и твердых частиц (PM), поли- и гетероциклических углеводородов. Увеличение использования масел с низкой вязкостью, а также добавок, снижающих трение, способствует уменьшению расхода топлива и выбросов CO_2.

Список литературы

1. Балабанов, В. Автомобильные присадки и добавки [Текст] / В. Балабанов, В. Болгов. - М.: Эксмо, 2011. – 152 с.

2. Захаров, Н.С. Влияние режимов прогрева автомобильного двигателя зимой на расход топлива [Текст] / Н.С. Захаров, А.В. Маняшин, И.М. Титла, В.А. Тюлькин. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 149 с.

3. Кочетова, Ж.Ю. Пьезосенсорное детектирование карбоновых кислот в газовой фазе моторного масла для экспресс-оценки степени его отработки

[Текст] / Ж.Ю. Кочетова, Т.А. Кучменко, А.Ф. Сидоркин, А.А. Кравченко // Научно-технический вестник Поволжья. – 2017. – № 6. – С. 64-67.

4. Кочетова, Ж.Ю. Экомониторинг нефти и нефтепродуктов в объектах окружающей среды [Текст] / Ж.Ю. Кочетова. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – 204 с.

5. Merkisz, J. Studium wpływu zuŜycia oleju na emisję związków toksycznych w szybkoobrotowych silnikach spalinowych [Text] / J. Merkisz. - Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1992. – 261 p.

6. Stoeck, T. Wpływ rodzaju paliwa na zadymienie spalin w transporcie miejskim [Text] / T. Stoeck, K. Garczyński, M. Lisowski // Instytut Naukowo-Wydawniczy SPATIUM. – 2002. – Vol. 3. – No. 1-2. – P. 19-23.

УДК 504.064.3

Кочетова Ж.Ю., Кравченко А.А., Чалый А.В.

БЕСПРОВОДНОЙ МОНИТОРИНГ УТЕЧЕК ТОПЛИВА НА ОБЪЕКТАХ ВОЕННОЙ И ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

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

Аннотация. *Показана актуальность мониторинга утечек топлива на аэродромах и в аэропортах. В качестве чувствительного элемента датчика утечек керосина предложен пьезосенсор. Датчик апробирован в сертифицированной лаборатории и в реальных условиях.*

Ключевые слова: *обнаружение утечек топлива, мониторинг, датчик утечек, пьезосенсор*

Annotation. *The urgency of monitoring of fuel leaks at airports is shown. A piezosensor is proposed as a sensitive element of the kerosene leak sensor. The sensor is tested in a certified laboratory and in real conditions.*

Keywords: *fuel leak detection, monitoring, leak sensor, piezosensor*

Управление топливными резервуарными парками на объектах военной и гражданской авиации – сложная и актуальная задача. Этот процесс включает транспортировку топлива на аэродром или в аэропорт, его хранение в резервуарах и доставку к самолетам. Чтобы обеспечить безопасное и эффективное обслуживание самолетов, необходимо постоянно контролировать состояние техники для заправки топливных баков. Инциденты, связанные с отказом работы насосов и утечками топлива, могут быть катастрофическими. Они ставят под угрозу безопасность персонала, приводят к повреждениям оборудования, оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Последние события в крупных российских аэропортах подчеркивают актуальность непрерывного мониторинга состояния оборудования при заправке

топливных баков. Так, был отменен рейс при разливе авиационного топлива в московском аэропорту Внуково (31.01.2016 г.), который произошел во время подготовки «Боинг-737» к вылету. Разгерметизацию топливного бака заметили работники наземной службы аэропорта перед вылетом лайнера, который уже выруливал на взлетную полосу. В аэропорту Пулково был задержан вылет «Боинг-737» в результате образования утечки значительного объема топлива при заправке, грозящей самовозгоранием (09.08.2018 г.). Для аэропортов это привело к увеличению эксплуатационных расходов на перекачку топлива, созданию временных топливных систем и замене поврежденного оборудования.

Неизбежные для объектов авиации (особенно для военных аэродромов) утечки топлива приводят к просачиванию его в грунт и образованию подвижных подземных очагов химического загрязнения – керосиновых «линз». Министерство обороны РФ начало ликвидацию таких загрязнений с 2012 г. и выделило средства на расчистку керосиновых «линз», копившихся более полувека в землях космодрома Плесецк, аэродромов Чкаловский и Моздок. Масштабы «линз» могут достигать нескольких сотен га, масса топлива в них оценивается десятками и сотнями тонн [3].

На практике диагностику оборудования проводят в основном визуально при ежедневных обходах. Для оценки механических неисправностей оборудования и прогнозирования утечек рекомендуется измерение вибрации и температуры насоса. Но высокие затраты на установку и обслуживание автоматизированных систем мониторинга, проблемы проводной передачи информации от датчиков на пульт управления препятствуют их широкому использованию.

Решением перечисленных проблем может служить разработка экономичных надежных датчиков, реагирующих на специфические изменения параметров среды при утечках топлива. К ним относятся каталитические, инфракрасные и полупроводниковые трансдьюсеры [1]. В последнее время растет интерес к пьезосенсорам, которые выгодно отличаются от существующих на рынке главным образом своей экономичностью, чувствительностью, устойчивостью к вибрации, агрессивным парам топлива, радиации. Их применяют для экспресс-анализа сред различного генезиса, в том числе для экологического мониторинга [4], определения качества пищевых и не пищевых продуктов [2, 5].

На базе Воронежского государственного университета инженерных технологий (научная группа профессора Кучменко Т.А.) разработан датчик утечек взрывоопасных жидкостей (топлива, растворителей, аммиака), работающий по принципу пьезокварцевого микровзвешивания [6]. Чувствительным элементом датчика является пьезокварцевый резонатор АТ-среза (ПКР), частота колебаний которого изменяется при сорбции паров на пленочном сорбционном покрытии на величину ΔF (Гц), функционально связанную с концентрацией определяемого вещества в воздухе. При достижении критической концентрации паров топлива в воздухе срабатывает сигнальное

устройство датчика и передается информация по проводной (или беспроводной) связи к оператору на ПК.

К недостаткам пьезосенсорных измерительных устройств относится их низкая селективность, что частично устранимо нанесением на ПКР сорбента с высоким сорбционным сродством к определяемому компоненту. В то же время пленка сорбента должна быть устойчивой к агрессивным парам топлива и способной к саморегенерации для многократного использования пьезосенсора.

В качестве чувствительного покрытия ПКР для детектирования паров топлива применяли многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ), характеризующиеся высокими чувствительностью (1,6±0,2 Гц·дм^3/мг) и устойчивостью (до 2500 измерений без изменения свойств) к керосину. Пьезосенсорный датчик утечек топлива прошел апробацию в лабораории Центра гигиены и эпидемиологии № 97 ФМБА России.

Для снижения числа ложноположительных срабатываний было предложено использовать в системе мониторинга утечек топлива в одной контролируемой точке не одно, а два измерительных устройства. Одинаковые ячейки детектирования с пьезосенсорами на основе МУНТ устанавливаются на равном удалении от предполагаемого места утечки (стыки трубопроводов, рукавов, насосные станции) на высоте от поверхности земли не более 15 см. Сигнальное устройство датчика срабатывает при одновременном и идентичном изменении аналитического сигнала двух пьезосенсоров. Такой подход позволил снизить число ложных откликов с 10 до 1,5 %. Время отклика датчика зависит от интенсивности утечки и концентрации паров топлива в околосенсорном пространстве, но не превышает 20 с от момента начала разлива. Датчики работают от аккумуляторов в течение 48 ч без подзарядки.

На рисунке 1 представлена схема беспроводного мониторинга заправки летательных аппаратов в аэропортах и на аэродромах, которая позволяет в течение нескольких секунд обнаружить место утечки, принять решение о прекращении подачи топлива и проведении соответствующих мероприятий для устранения аварии и ее последствий.

В течение двух месяцев проводили испытания датчиков в реальных условиях на военном аэродроме в Краснодарском крае. В каждой контролируемой точке были установлены по две одинаковые ячейки детектирования. На рисунке 2 представлены примеры изменения скорости частоты колебаний пьезосенсоров: а) срабатывает сигнальное устройство датчика 1 при идентичном изменении аналитического сигнала ($\Delta F/\Delta\tau$, Гц/с) двух пьезосенсоров в результате утечки керосина; б) сигнальное устройство датчика 1 не срабатывает, так как изменяется $\Delta F/\Delta\tau$ одного пьезосенсора при механическом воздействии.

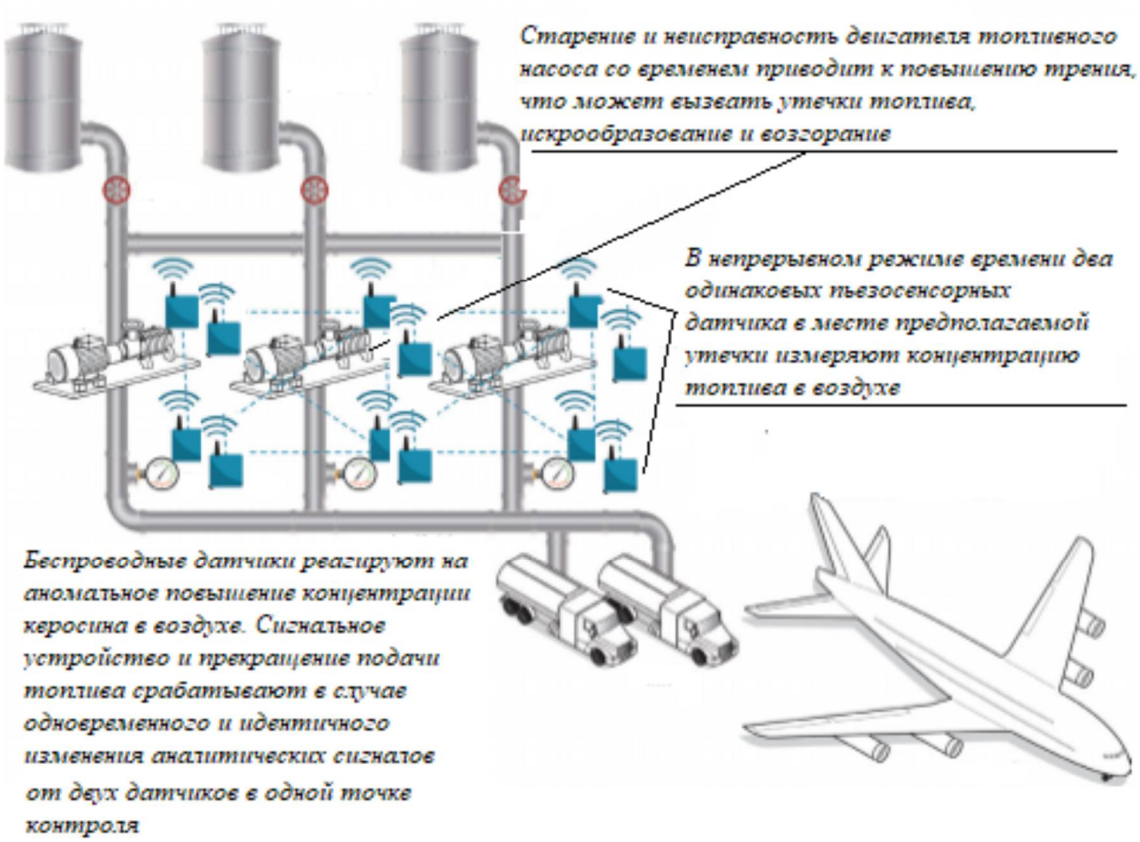


Рисунок 1. Схема мониторинга заправки самолетов в аэропортах

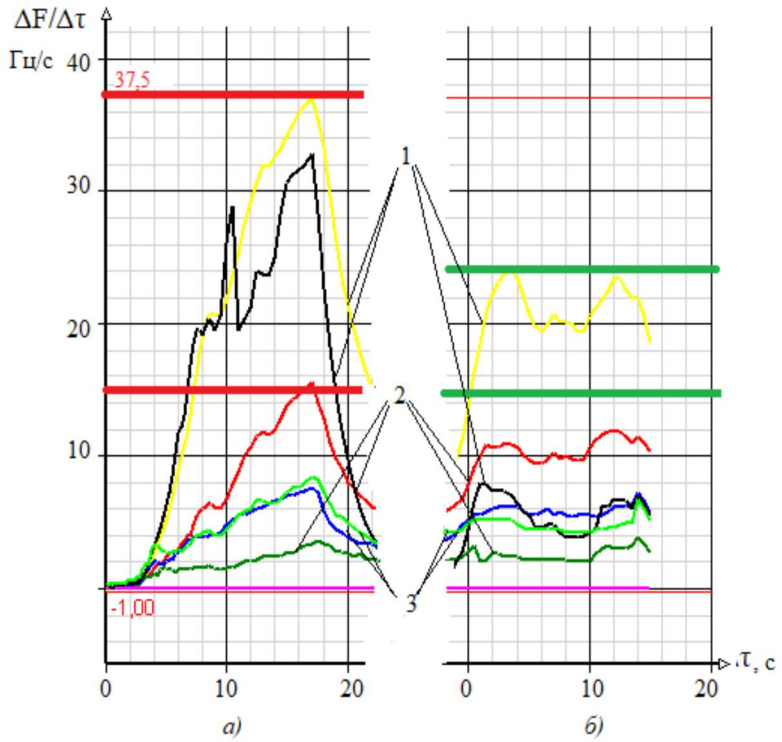


Рисунок 2. Изменение скорости частоты колебаний пьезокварцевых резонаторов в датчиках утечек 1-3 при а) аварийной ситуации; б) внешних помехах, не связанных с утечкой керосина

Список литературы

1. Контроль утечек авиационного топлива [Электронный ресурс]. – URL: http://gasdetection.ru/publ/tekhnologii/kontrol_utechek_aviacionnogo_topliva/2-1-0-21.

2. Кочетова, Ж.Ю. Пьезосенсорное детектирование карбоновых кислот в газовой фазе моторного масла для экспресс-оценки степени его отработки [Текст] / Ж.Ю. Кочетова, Т.А. Кучменко, А.Ф. Сидоркин, А.А. Кравченко // Научно-технический вестник Поволжья. – 2017. – № 6. – С. 64–67.

3. Кочетова, Ж.Ю. Экомониторинг нефти и нефтепродуктов в объектах окружающей среды [Текст] / Ж.Ю. Кочетова. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – 204 с.

4. Маслова, Н.В. Экологический мониторинг нефтепродуктов на территории химически опасного объекта с применением флэш-детектора [Текст] / Н.В. Маслова, Ж.Ю. Кочетова, А.Н. Данилов, Т.А. Кучменко // Медицина экстремальных ситуаций. – 2017. – Т. 60. – № 2. – С. 83–88.

5. Патент РФ № 2208785, МПК 7G 01N 33/14 A, 7C 12G 1/00 B. Способ идентификации коньяка / Т.А. Кучменко, Ж.Ю. Кочетова, Я.И. Коренман (РФ).– Патентообладатель: ГОУ ВГТА. – № 2001117676/13, заявлено 25.06.2001; опубл. 27.06.2003. – 10 с.

6. Патент РФ № 2568331, МПК G01N 27/12. Устройство для определения взрывоопасных жидкостей на основе пьезосенсора / Ж.Ю. Кочетова, Т.А. Кучменко, О.В. Базарский, Я.И. Коренман (РФ). – Патентообладатель ВУНЦ ВВС «ВВА». – 2014117431/28, заявлено 29.04.2014; опубл. 20.11.2015. – 7 с.

УДК 614.8.086.3:631.36

Зотов П.Ю., Корнев А.С.

ЗЕРНОВАЯ ПЫЛЬ – СПОСОБЫ БОРЬБЫ И МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В статье представлена информация по техническим средствам, используемым, для борьбы с зерновой пылью на зерноперерабатывающих предприятиях.*

Ключевые слова: *зерно, пыль, запыленность, пылеуловители, переработка.*

Abstract. *The article presents information on the technical means used to combat grain dust in grain processing plants.*

Key words: *grain, dust, dust, dust collectors, processing.*

Основой сельскохозяйственной отрасли являются зерновые культуры, на процесс производства которых затрачивается не малое количество трудовых, финансовых и других ресурсов. Наиболее трудоемкими операциями зернопроизводства считаются послеуборочная обработка и дальнейшая

переработка зернового материала. Существенной проблемой представленных операций является значительная запыленность рабочей зоны, которая оказывает негативное влияние на здоровье человека, а так же может привести к взрывам на территории перерабатывающих предприятий [1, 2, 3, 5, 8]. Поэтому борьба с зерновой пылью является актуальной проблемой АПК.

Каждый год на зерноперерабатывающих заводах происходит 300-400 взрывов. За последние 10 лет в России произошло более 100 взрывов. Статистика показывает, что основная масса пылевых взрывов происходит на заводах по хранению и переработки зерна, и разделяется по типу производства:

– элеваторы- 45%;

– мукомольные заводы- 35%;

– комбикормовые заводы- 20%.

Более 50% взрывов происходит в зоне работы оборудования (нории, зерносушилки, дробилки, и вентиляторы), в бункерах- 40%. Самый низкий порог взрывоопасности зерновой пыли в воздухе составляет 40 гр/м^3. При этом температура в очаге взрыва может достигать до 300°С, а избыточное статическое давление может достигать 10кг/см^2 [4]. Важно отметить негативное явление не только для здоровья человека, но и на оборудование т.к. пыль вызывает повышенный износ оборудования, коррозию конструкций, разрушение зданий.

При недостаточной эффективности пылеулавливающих устройств, в атмосферу выбрасывается большое количество пылевидных продуктов. Для сохранения частоты воздуха применяется комплекс специальных устройств [7]. Например высокие трубы, которые отводят дым в верхние слои атмосферы. С повышением высоты трубы уменьшается концентрация в приземном слое, но такой способ не решает проблемы в целом и может быть признано как временная мера.

Основная задача по обеспечиванию частоты воздуха решается аппаратами способными эффективно очищать воздух от пыли [6]. Применяют сухие механические газоуловители, устройства необходимые для предварительной очистки газовых потоков от пыли. Примером такого аппарата может послужить пылеосадительная камера, схема которой представлена на рисунке 1.

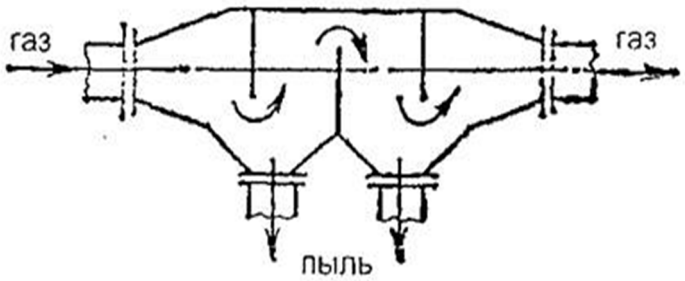


Рисунок 1. Пылеосадительная камера

В камере используется свойство взвешенной частицы осаждаться под действием силы тяжести. Пылеосадительные камеры применяются для отделения относительно крупных частиц, порядка 100 микрон и более.

В ряде конструкций используют присущую частицам инерционную силу (Рисунок 2). Для пылеотделения на пути газового потока устанавливаются отклоняющие препятствия (жалюзи). Большая часть пыли сохраняя по инерции первоначальные направления своего движения удаляется из газового потока и отводится вместе с газом в пылеуловители следующей ступени.

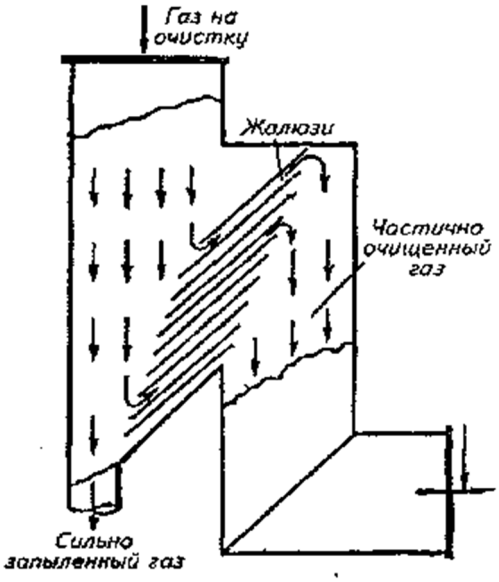


Рисунок 2. Жалюзийный пылеуловитель

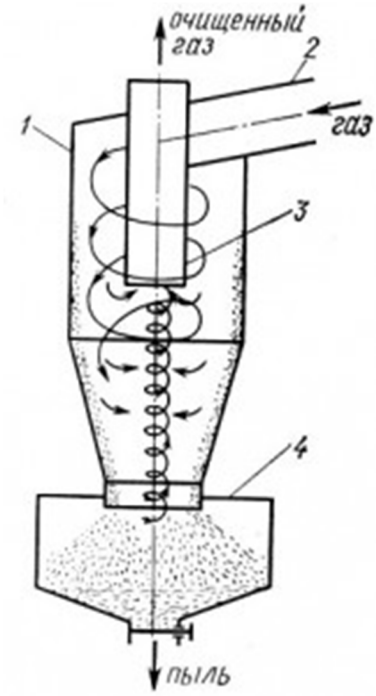


Рисунок 3. Циклонный пылеуловитель

Циклонный аппарат благодаря высокой производительности является самым распространенным видом сухого механического пылеуловителя (Рисунок 3). В циклоне отделения пыли от газа происходит за счёт центробежной силы, которая возникает, при вращательном движении газового потока. Частицы пыли отбрасываются к стенкам корпуса циклона и движутся вниз, в бункере происходит выпадение частиц пыли. Очищенный газ меняет направление и по внутренней спирали движется к выходной трубе.

Для более эффективной очистки в промышленности используют мокрые пылеуловители (рисунок 4). К аппаратам мокрого типа относиться циклон в котором эффективность процесса пылеулавливания повышается за счёт применения водяной плёнки стекающей по стенкам аппарата. Контактируя с жидкостью частицы пыли смачиваются и уноситься из аппарата в виде шлама.

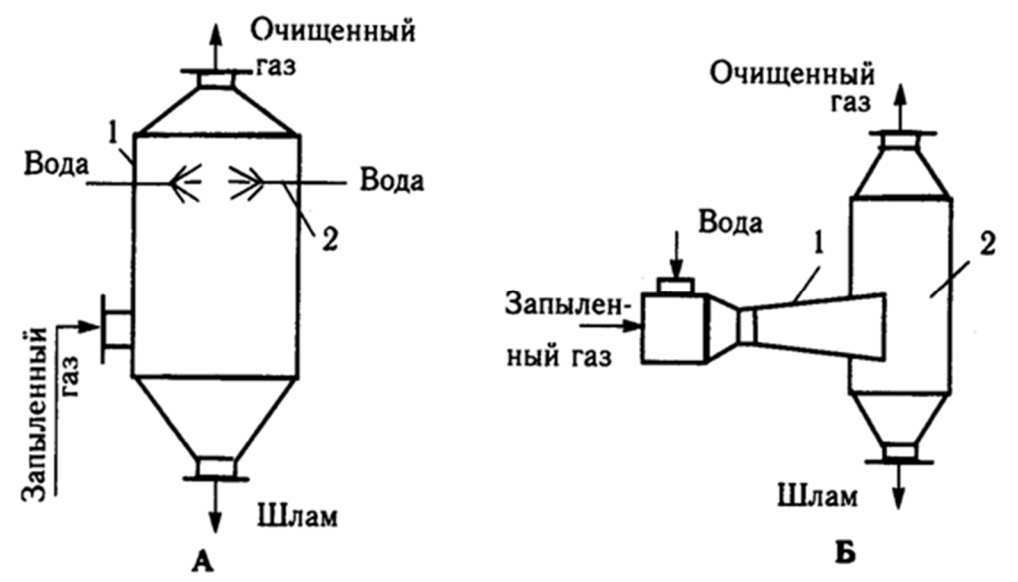


Рисунок 4. Мокрые пылеуловители

В тех случаях, когда нужно обеспечить сохранность уловленного продукта применяются рукавные фильтры (рисунок 5). Запылённый газовый поток направляется в матерчатые рукава, частицы пыли оседают на ткани, а очищенный газ проходит через неё. По мере увеличения толщины слоя на рукавах возрастает сопротивление движению газов, что ведёт к снижению производительности фильтра, поэтому, пыль периодически удаляют механическим встряхиванием рукавов и обратной продувкой воздухом.

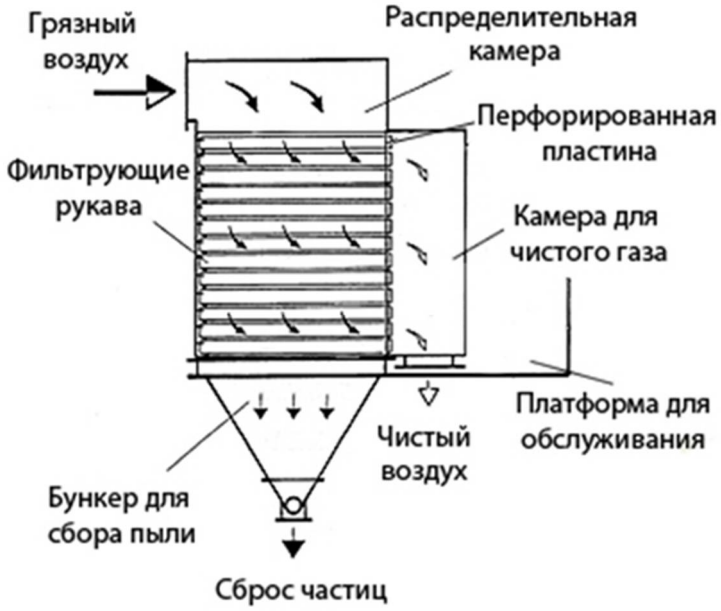


Рисунок 5. Рукавный фильтр

Использование вышеупомянутых устройств необходимо для безопасной переработки зерна[5]. Но, не менее важной задачей является учитывать

возможность утилизации зерновой пыли полученной при работе с зерном, поскольку ее хранение, не является целесообразным. Возможности применения зерновой пыли могут быть следующие:

– внесение на поля под запашку;

– использовать в качестве кормов для скота, добавляя её в комбикорма и другие смеси, что может быть выгодно для предприятия, при больших количествах зерновой пыли;

– зерновую пыль собирают и фасуют для дальнейшего её уплотнения с целью сжигания. Сжигание пыли может быть использовано для выработки электроэнергии и теплоэнергии.

Представленная информация позволяет сделать вывод, о том что проблема последующего использования пыли достаточно актуальна и ее использование может оказаться полезным и выгодным для предприятий, которые занимаются переработкой и хранением зерна.

Список литературы

1. Гиевский, А.М. Пути повышения производительности универсальных зерноочистительных машин [Текст] / А.М. Гиевский, В.А. Гулевский, В.И. Оробинский// Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроиженерный университет им. В.П. Горячкина – Воронеж, 2018. – №3 (85). – С. 12-16.

2. Гиевский, А.М. Применение конечно-объёмного метода решения управлений гидродинамики для обоснования отдельных параметров пневмосистемы зерноочистительных машин [Текст] / А.М. Гиевский, В.А. Гулевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов // Вестник аграрной науки – Воронеж, 2017. – №5 (68). – С. 65-73.

3. Корнев, А.С. Влияние состава зернового вороха, срока хранения на посевные качества семян [Текст] / В.И. Оробинский, А.С. Корнев, Д.А. Подорванов, Д.Н. Посохов // Молодёжный вектор аграрных наук. – Воронеж, 2018. – С. 9-14.

4 Мелехина, О.В. Пути повышения взрывопожаробезопасности на элеваторных комплексах [Текст] / О.В. Мелехина, М.А. Хамула, А.П. Даненко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технологи – Краснодар, 2014. – №5-6 (341-342). – С. 88-90.

5. Оробинский, В.И. Улучшение качества послеуборочной обработки семян [Текст] / В.И. Оробинский, А.С. Корнев, Д.Н. Посохов, Д.А. Подорванов – Воронеж, 2018. – С. 144-150.

6. Саитов, В.Е. Снижение запылённости воздуха при обработке и хранении зерна [Текст] / В.Е. Саитов // Хранение и переработка сельхозсырья – Москва, 2007. – №11. – С. 15-18.

7. Терехова, О.Н. Пути повышения эффективности систем обеспыливания воздуха на зерноперерабатывающих предприятиях [Текст] / О.Н. Терехова, А.А. Глебов // Вестник алтайской науки – Барнаул, 2015. – №1 (23). – С. 485-488.

8. Чернышов, А.В. Повышение эффективности подготовки товарного и семенного зерна на решетных станах зерноочистительных машин [Текст] / А.В. Чернышов, А.М. Гиевский – М.: Воронеж, 2018. – 159с.

УДК 631.3.024/.028

Плахов С. А., Карпухин С. А.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОЛЕСНЫХ МОДУЛЕЙ ПРИ АГРИГАТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Калужский филиал ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г Калуга, Россия

Аннотация. *Статья посвящена проблематика поддержания стабильности траектории движения энергетических колесных модулей и предложен вариант решения проблемы с помощью сочетания автоматизированных и механических систем.*

Ключевые слова: *энергетический колесный модуль, технологическая машина, стабильность траектории движения, система глобального позиционирования.*

Abstract. *The article is dedicated to the problem of maintaining of stability of the motion direction of wheeled energy vehicles; proposed the solution based on combining the automatic and mechanical systems.*

Key words: *wheeled energy vehicle, operational machine, stability of motion direction, global positioning system.*

Производство сельскохозяйственной продукции, и растениеводства в частности, напрямую зависит от применяемых технологий и технических средств их реализации. Повышение производительности и товарности продукции растениеводства напрямую связано с соблюдением агротехнических требований от начала посадки и до момента уборки урожая.

Одним из обязательных требований агротехники является соблюдение точности (прямолинейности) хода с минимальными отклонениями агрегатируемых технологических машин, которое колеблется в пределах нескольких сантиметров, в зависимости от технологических операций и возделываемых культур [4].

Заданную траекторию движения технологических машин в большинстве случаев обеспечивает энергетический колесный модуль (колесный трактор), маневренность которого, поворачиваемость и поддержание заданного оператором направления движения обеспечивается системой рулевого управления.

Наиболее распространенными на практике способами обеспечения поворота колесных тракторов являются: с помощью поворота управляемых колес, с помощью поворота управляемых осей, с помощью силового складывания звеньев, с помощью затормаживания колес одного борта.

К рулевому управлению предъявляется множество требований, среди которых выделяют следующие: обеспечение стабильности заданной водителем траектории движения вместе с обеспечением необходимых параметров поворотливости и поворачиваемости; обеспечение минимального заданного радиуса поворота, стабильность траектории движения и др. Степень удовлетворения этих требований обуславливает число управляемых колес и их максимальные углы поворота, минимальное боковое скольжение управляемых колес при повороте, конструкция рулевого управления и т.д.

Это достигается путем поворота управляемых колес на разные углы и расположения центра поворота на линии оси неуправляемых колес [1] (рис.1).

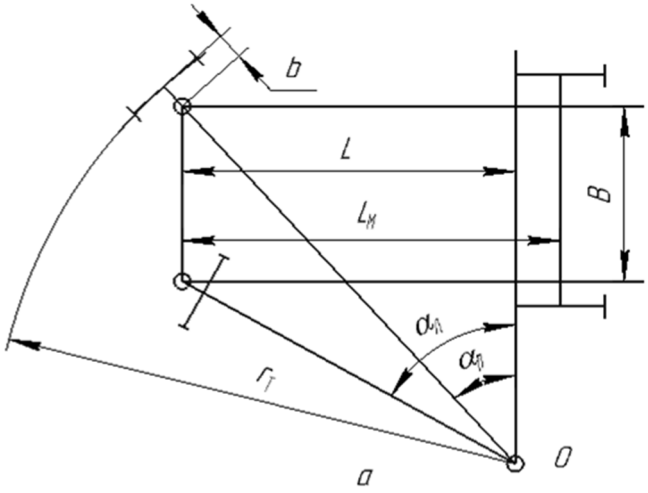


Рисунок 1. Схема поворота колесного энергетического модуля

Таким образом, в соответствии со схемой (рис. 1), теоретический радиус поворота по внешнему управляемому колесу r_t будет зависеть от расстояния L между осями поворота управляемых колес B, углов поворота левого и правого колес $\alpha_л$ и $\alpha_п$, и выноса переднего колеса b относительно оси поворота колеса. Приведенная схема является идеализированной и не учитывает возникновения увода колеса от действия боковых сил и дефицита сил сцепления передних управляемых колес с опорной поверхностью за счет их разгрузки и возникновения недостаточной поворачиваемости. Последнее может возникать в случае агрегатирования колесными энергетическими модулями с передними управляемыми колесами нагруженных технологических машин, например, посадочных, при движении по полям с неоднородным рельефом. Отклонение от заданной траектории может быть также обусловлено и неоднородным физико-механическим составов почвы, например, влажностью почвы. При этом происходит частичная разгрузка управляемых колес с последующим снижением сцепных свойств с опорной поверхностью. В результате может происходить отклонение трактора и технологической машины от заданной траектории движения. Это приводит к нарушению агротехнических

требований, увеличению времени и затрат на выполнение работ, большему количества технологических переездов и т.д.

Добиться лучшей стабильности траектории и управляемости колесных энергетических модулей и технологических машин в случае возникновения подобных явлений можно путем принудительного подтормаживания одного из ведущих задних колес согласно принципу работы дифференциала [2, 3]. Это приведет к созданию мгновенного центра вращения относительно неподвижного колеса. В результате произойдет корректировка траектории движения энергетического колесного модуля и технологической машины и дальнейшее выравнивание курса. Величина усилия подтормаживания соответствующего колеса прямо пропорциональна степени отклонения. управляемых колес от траектории движения, вплоть до полной кратковременной блокировки его. В простейшем варианте реализации подобной схемы возможно с помощью так называемых «раздельных тормозов» контролируемых водителем колесного энергетического модуля. Но в этом случае происходит субъективная оценка как величины отклонения траектории, так и управляющего воздействия. Поэтому целесообразно применить автоматизированную систему поддержания траектории движения без учета человеческого фактора.

Наиболее эффективно реализовать подобный принцип возможно с применением электронных систем и механических управляемых элементов с гидравлическим приводом. Гидравлический привод обеспечивает передачу усилия и управление исполнительными механизмами. Электронные системы с применением электронного блока управления (ЭБУ) производят отслеживание текущей траектории движения, определение степени отклонения от необходимой траектории и выработку необходимого управляющего воздействия. Функциональная схема подобного рулевого управления представлена на рисунке 2.

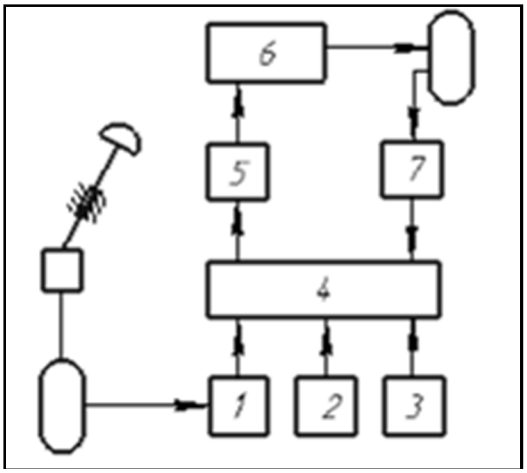


Рисунок 2. Схема взаимодействия рулевого и тормозного механизмов

Ключевым элементом данной системы является контрольно-вычислительный блок системы глобального позиционирования 3. Он позволяет определять координаты местоположения колесного энергетического модуля в данный момент с наибольшей точностью. Информация из этого блока поступает в электронный блок управления (ЭБУ) колесного энергетического модуля 4, куда также поступает информация от датчика 1 угла поворота рулевого колеса и датчика 2 скорости движения. ЭБУ производит вычисление теоретической траектории движения модуля и сравнивает её с данными из блока 3, и в случае отклонения траектории вырабатывает управляющий сигнал. Он поступает на преобразователь 5, который управляет задними тормозными механизмами 6. Уровень подтормаживания соответствующего заднего колеса контролируется датчиком 7, который вырабатывает сигнал обратной связи.

Применение подобной системы позволит повысить маневренные свойства, обеспечить высокую стабильность заданной траектории движения энергетических модулей и технологических машин в их составе в широком диапазоне изменения скоростей движения, даже при условии недостаточности сцепного веса на передних управляемых колесах, неоднородном рельефе и сложных почвенно-климатических условиях.

Подобная система может найти также практическую реализацию на колесных тракторах, оборудованных передним отвалом, особенно с колесной формулой 4х2. При работе с опущенным отвалом передние управляющие колеса испытывают дефицит сцепного веса вследствие значительной разгрузки, что приводит к снижению маневренности и невозможности соблюдения необходимой траектории движения. Например, при чистке снега или работе в качестве грейдера, с установленным под углом передним отвалом, трактор постоянно уводит в сторону. В результате увеличивается время, количество технологических переездов и затраты на выполнение работ.

Таким образом, автоматическое подтормаживание соответствующего колеса позволит повысить эксплуатационные характеристики тракторов.

Список литературы

1. Афанасьев, Б.А. Проектирование полноприводных колесных машин: в 2т. Т.2: учебник [Текст] / Б.А. Афанасьев и др.; под общ. редакцией Полуянга А.А. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 640с.

2. Вахламов, В.К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей: учебник [Текст] / В.К. Вахламов. – М.: «Академия», 2009. – 560 с.

3. Нарбут, А.Н. Автомобили: Рабочие процессы и расчет механизмов и систем: учебник [Текст] / А.Н. Нарбут. – М.: «Академия», 2008. – 256 с.

4. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник [Текст] / Г.Е. Листопад [и др.]; под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.

УДК 546.214

Мануйленко А.Н., Вендин С.В.

ОЗОНИРОВАНИЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, г. Белгород, Россия

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы дезинфекции животноводческих помещений химическими методами и перспективы применения озонирования воздуха. Раскрыты преимущества электротехнологии озонирования и возможность её технической реализации.*

Ключевые слова: *животноводство, вентиляция, обеззараживание, электротехнология, озонирование*

Abstract. *The article deals with the issues of disinfection of livestock premises by chemical methods and prospects for the use of air ozonation. The advantages of ozonation Electrotechnology and the possibility of its technical implementation are revealed.*

Key words: *livestock, ventilation, disinfection, Electrotechnology, ozonation*

Чтобы добиться конкурентоспособных показателей сельского хозяйства в сфере животноводства и птицеводства, основная часть технологии была переведена в специально подготовленные производственные помещения закрытого типа. Для соблюдения норм санитарии и гигиены в животноводческих и птицеводческих помещениях, как правило, осуществляется процесс мойки и дезинфекции, что в свою очередь способствует снижению рисков появления очагов инфекционных заражений, а также болезней.

Но стоит не забывать о том, что после данных мероприятий, химические средства дезинфекции полностью не вымываются и остаются на стенках, полу, мелких щелях, после чего, они начинают негативно воздействовать, как на животных, так и рабочий персонал, нанося вред их здоровью, следовательно, и нанося вред продукции, а через неё и потребителю.

В настоящее время альтернативным дезинфицирующим средством можно считать озон (O_3). Озон – газ с резким запахом, выступающий в роли сильного окислителя, тяжелее кислорода в 2,5 раза. Озон не только убивает бактерии, вирусы, плесень, но и разлагает токсины и эффективно уничтожает запахи. Эффективность очистки от микробов и микро-грибов, загрязняющих веществ и неприятных запахов (аммиак, сероводород) достигает 90% [1].

Озонирование в разы эффективнее, чем дезинфекция ультрафиолетовыми лучами и экономнее дезинфекции ультрафиолетом. Использование генераторов озона в животноводстве будет способствовать:

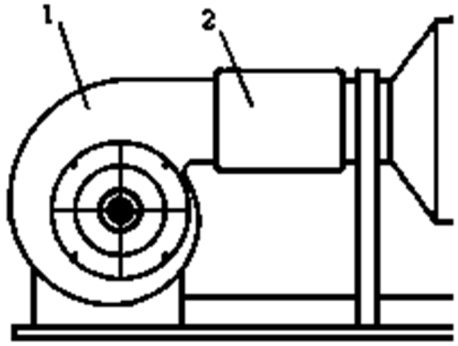
– дезинфекции и стерилизации воздуха – его обеззараживанию и очистке от вирусов, микробов, паразитов и проч. нежелательных, наносящих вред существ и веществ;

– устранению различных запахов и примесей и повышению концентрации кислорода в воздухе (воде) и как следствие, в крови животных, что влечет за собой улучшение самочувствия, снятие стресса и раздражительности;

– ускорению заживления ран, а также процессов выздоровления при различных заболеваниях;

– укреплению в целом иммунной и других систем организма.

Чтобы добиться максимальной стерилизации и чистоты воздушной среды в животноводческом помещении, целесообразным будет внедрение озонаторной установки (генератора озона) непосредственно в систему вентиляции и кондиционирования [2]. Схема озонатора в системе вентиляции представлена на рисунке 1.



1- вентилятор; 2 – генератор озона (озонатор)

Рисунок 1. Схема озонатора в системе вентиляции

В систему вентиляции производственного помещения, устанавливается озонатор (генератор озона). Он вырабатывает озон из кислорода, содержащегося в атмосферном воздухе. В ходе производства озона необходимо удалять излишнюю влагу из воздуха, чтобы избежать появления в озонаторе азотной кислоты. В процессе взаимодействия с окисляющимися химическими веществами и микроорганизмами озон превращается в обычный кислород. Вещества, подвергшиеся окислению, могут перейти в газообразную фазу, выпасть в осадок. Аппарат производит озон высокой концентрации, распространяя его по помещению, при помощи мощного вентилятора. Обладая высокой проникающей способностью, озон заполняет собой весь объём помещения, проникая даже в самые труднодоступные места.

Продолжительность работы озонатора для дезинфекции воздуха и помещения воздуха зависит от площади помещения. Для производственных помещений время процедуры озонирования рассчитывается следующим образом: 1 минута озонирования на 1 $м^2$ помещения, учитывая среднюю высоту потолков составляющую 3–3,5 м. Заходить в производственное помещение можно уже через 0,5 часа после завершения процедуры, за это время озон самопроизвольно распадается до предельно допустимой концентрации.

В промышленности и сельском хозяйстве имеется возможность использовать два вида генераторов озона (озонаторов): цилиндрические и

пластинчатые. Один из электродов озонатора может быть чисто металлическим, а другой обязательно покрыт барьером из диэлектрика, например, стеклом или эмалью [3].

Как правило, цилиндрические озонаторы более востребованы в связи со своими конструктивными особенностями. Они выполняются из двух цилиндров с общей осью, которые находятся один в другом, создавая некий трубчатый элемент. Цилиндр меньшего диаметра выполняют из диэлектрического материала, покрытого с внутренней стороны металлическим напылением (электрод с барьером), другой цилиндр выполнен из металла. Эти трубчатые элементы соединяются в специальные блоки.

Генератор озона состоит из следующих конструктивных элементов: излучатель, преобразователь, трансформатор, конденсаторы, автогенераторы, транзисторы, тиристоры, резисторы [4]. Принципиальная схема озонатора воздуха представлена на рисунке 2.

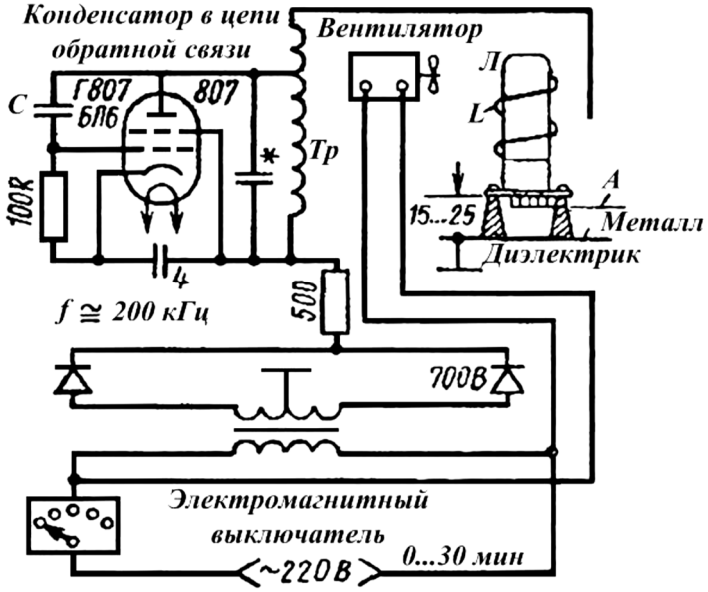


Рисунок 2. Принципиальная схема озонатора воздуха

Принцип его действия следующий: поток воздуха, всасываемый через отверстие в корпусе, проходит через электрическую дугу, образованную на излучателе, и после преобразований ионизированных частиц, озон подается в корпус озонатора и выходит наружу.

Достоинства использования озонаторов:

- эффективность уничтожения вирусов, микробов и бактерий достигает отметки почти 100%;
- озон устраняет некоторые неприятные запахи и привкусы;
- озонирование не изменяет кислотность воды и не удаляет из неё необходимые человеку вещества;
- озон уничтожает известные микроорганизмы в сотни раз быстрее, чем прочие дезинфекторы.

Факторы, сдерживающие использование озонаторов:

- высокая стоимость генераторов озона;
- слабая способность озона к разрушению фенольных соединений;
- хранение и транспортировка озона физически невозможна.

В таблице представлены результаты сравнение химического состава воздуха внутри производственного помещения до обработки озоном и после обработки [2].

Таблица. Химический состав воздуха в производственном помещении

Показатели воздушной среды в производственном помещении	До озонирования	После озонирования
Сероводород, мг/л.	0,16	0,0003
Аммиак, мг/л.	0,13	0,005
Углекислый газ, г/л.	14	0,15
Метанол, мг/л.	0,15	0
Кислород, %.	21,2	21,7
Озон, мг/м^3.	–	0,03
Микрофлора, колоний/м^3.	27520	240

Анализ показывает, что озонирование способствует очищению воздушной среды от сероводорода, аммиака, углекислый газа, метанола.

Регулярное озонирование обеспечит стабильную работу предприятию и позволит избежать проблем с опасными заболеваниями животных и инфекций в сельскохозяйственной продукции. Использование электротехнологии озонирования поможет решить следующие проблемы: устранение неприятных запахов, дезинфекция, дезинсекция, дератизация и уничтожение вредных микроорганизмов и спор плесени, всего лишь за одну обработку озоном.

Таким образом, использование озонирующей установки выгодно, как для производителя, так и для потребителя. Для производителя – путем снижения расходов на химические дезинфекционные мероприятия, более высокий контроль параметров чистоты воздуха в производственных помещениях, что влечет за собой увеличение производительности животных примерно на 2,5–6%, а также снижение себестоимости продукции. Для потребителя путем установления приемлемой цены на продукцию и высокие показатели её качества.

Список литературы

1. Мануйленко, А.Н. Использование электротехнологии озонирования на предприятиях АПК [Текст] / А.Н. Мануйленко, Н.В. Нестерова // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы IX международной научно-практической конференции. – Саратов: ООО «ЦеСАин». 2018. – 308-311 с.

2. Афанасьев, М.А. Технологии очистки озоном [Текст] /М.А. Афанасьев, О.С. Копылова, А.В. Ивашина, А.И. Антоненко, Е.Е. Константинова // В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве 80-я научно-практическая конференция. 2015. – С. 32-37.

3. Заболотний, В.Н. Электроинтенсификация горения в газовых водогрейных котлах с использованием генератора озона [Текст] / В.Н. Заболотний, С.В. Вендин // В книге: Молодёжный аграрный форум - 2018. Материалы международной студенческой научной конференции. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2018. – С. 245.

4. Гершен, Е.И. Применение озонирования для интенсификации горения в газовых водогрейных котлах [Текст] / Е.И. Гершен, С.В. Вендин // В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2017. – С. 179.

УДК 63.631.559.2

Несмеянова М.А., Пушина А.А., Новикова Л.А., Дедов А.В.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *В статье приведены результаты исследований по определению зависимости урожайности подсолнечника и качества его маслосемян от различных комбинаций приемов повышения плодородия почвы.*

Ключевые слова: *подсолнечник, урожайность, качество маслосемян, сидераты, многолетние травы.*

Annotation. *The article presents the results of studies to determine the dependence of the yield of sunflower and the quality of its oilseeds on various combinations of methods to improve soil fertility.*

Key words: *sunflower, yield, quality of oilseeds, green manure, perennial grasses.*

Теоретическими и практическими предпосылками для перевода сельского хозяйства на путь устойчивого и сбалансированного развития, основанного на сохранении и повышении плодородия почв, является разработка адаптивно-ландшафтных систем земледелия, практическое освоение которых должно осуществляться с учётом наиболее рациональных, экономически и экологически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Вопросами по изучению воспроизводства плодородия чернозёмных почв под посевами различных культур за счёт введения научно-обоснованных севооборотов, рационального применения органических и минеральных удобрений и широкого использования биологических приёмов занимались

многие учёные, но актуальность данного вопроса и сегодня остаётся довольно высокой [1-4].

Основной масличной культурой ЦЧР является подсолнечник. Поэтому целью наших исследований являлось определение влияния различных приемов повышения плодородия почвы на урожайность этой культуры и качество маслосемян. В общей сложности результаты наших исследований расширят практику воспроизводства плодородия почвы в условиях ЦЧР, позволят дать оценку применению многолетних бобовых трав в качестве бинарных компонентов, сидератов, минеральных удобрений и соломы.

Условия и методика проведения исследований. Исследования по влиянию различных приемов биологизации и применения минеральных удобрений на основные показатели плодородия чернозема типичного и урожайность подсолнечника проводились в Хохольском районе Воронежской области.

Почва опытного участка – чернозем типичный глинистый. Объекты исследований – чернозем типичный, подсолнечник.

Возделывание культур осуществлялось в севообороте: пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник/кукуруза. Размещение вариантов систематическое, повторность трехкратная.

Технология возделывания культур в опыте, кроме изучаемых приемов, общепринятая для лесостепной зоны Воронежской области.

Схема опыта

Фактор А:

1. Одновидовой посев подсолнечника (О)
2. Бинарный посев подсолнечника с викой яровой ($Б_в$)

Фактор В:

1. Пожнивно-корневые остатки ячменя (фон - Ф)
2. Фон + минеральные удобрения NPK (У)
3. Фон + пожнивная сидерация (горчица белая) (С)
4. Фон + пожнивный сидерат + минеральные удобрения
5. Фон + пожнивный сидерат + солома ячменя
6. Фон + пожнивный сидерат + солома ячменя + минеральные удобрения
7. Фон + солома ячменя + минеральные удобрения
8. Фон + солома ячменя (Сол)

Анализ почвы и растений проводится по общепринятым методикам: урожайность – сплошным методом с пересчётом на стандартную влажность и 100%-ую чистоту; качество семян подсолнечника определяется по двум показателями: лузжистость и масличность. Лузжистость семян определяли путем облущивания их ручным способом, а затем взвешиванием по ГОСТ 10852-64. Масличность определяется экстракционным методом по ГОСТ 10857-64.

Урожайные данные и результаты основных сопутствующих исследований были подвержены статистической обработке методами дисперсионного анализа с помощью специальных компьютерных программ.

Результаты исследований. Полученные в ходе проведенного исследования данные показали, что по сравнению с посевом подсолнечника по пожнивно-корневым остаткам ячменя все изучаемые приемы повышения плодородия почвы обеспечивали увеличение урожайности подсолнечника (табл. 1).

Из изучаемых приемов наиболее высокую прибавку урожайности подсолнечника при его одновидовых посевах обеспечивало совместное применение соломы и пожнивной сидерации (прибавка 8,0 ц/га) и соломы, пожнивной сидерации и минерального удобрения (прибавка 8,8 ц/га).

Аналогичное наблюдение было отмечено нами и при бинарных посевах подсолнечника с викой яровой, где прибавка по этим же вариантам повышения плодородия почвы составила соответственно 9,4 и 10,7 ц/га.

Как видно из таблицы 1, урожайность, сформированная при бинарных посевах подсолнечника, по всем вариантам была существенно выше, чем при соответствующих одновидовых посевах, что может говорить о благоприятном влиянии бобовой травы на основные показатели почвенного плодородия.

Таблица 1. Урожайность подсолнечника в зависимости от изучаемых факторов

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности по отношению к контролю, ц/га	% по отношению к контролю
Одновидовой посев			
Оф (контроль)	20,4	-	-
Ос	24,3	3,9	119,1
Ос+у	26,6	6,2	130,4
Осол	21,6	1,2	105,9
Оу	25,1	4,7	123,0
Оу+сол	26,7	6,3	130,9
Ос+сол	28,4	8,0	139,2
Оу+с+сол	29,2	8,8	143,1
Бинарный посев с викой яровой			
Бф	25,3	4,9	124,0
Бс	26,4	6,0	129,4
Бс+у	28,5	8,1	139,7
Бсол	26,6	6,2	130,0
Бу	26,7	6,3	130,9
Бу+сол	28,6	8,2	140,2
Бс+сол	29,8	9,4	146,1
Бу+с+сол	31,1	10,7	152,4
$НСР_{05}$	1,67		

Также мы можем отметить, что прибавка в урожайности подсолнечника по различным вариантам существенно повышается при использовании пожнивной сидерации. По нашему мнению, это связано с повышением

количества поступающих в почву растительных остатков, с усилением скорости разложения соломистых и пожнивно-корневых остатков зерновой культуры и повышением содержания в почве детрита [2].

Результаты определения лузжистости маслосемян подсолнечника и их масличности в зависимости от изучаемых факторов представлены в таблице 2. Согласно полученным данным, маслосемянки подсолнечника при его возделывании в бинарных посевах с викой яровой характеризуются более высоким качеством: лузжистость в пределах 18-20%, содержание жира – 45-48%. При одновидовых посевах подсолнечника данные показатели составили соответственно 19-22% и 42-47%.

Таблица 2. Качество маслосемян подсолнечника в зависимости от изучаемых факторов

Вариант	Лузжистость, %	Содержание жира, %
Одновидовой посев		
Оф	22%	42%
Ос	19%	46%
Ос+у	19%	46%
Осол	21%	44%
Оу	19%	47%
Оу+сол	20%	46%
Ос+сол	19%	46%
Оу+с+сол	19%	46%
Бинарный посев с викой яровой		
Бф	20%	45%
Бс	20%	45%
Бс+у	18%	48%
Бсол	20%	46%
Бу	18%	48%
Бу+сол	18%	48%
Бс+сол	18%	48%
Бу+с+сол	18%	48%

Улучшение качества семянок подсолнечника, по нашему мнению, связано, по всей видимости, с улучшением питания масличного растения за счет комплексного применения приемов повышения чернозема типичного.

Таким образом, возделывание подсолнечника в бинарных посевах с викой яровой по фону совместного использования в качестве приемов повышения плодородия почвы соломы ячменя, пожнивной сидерации и минерального удобрения обеспечивает получение более высокой урожайности маслосемян (31,1 ц/га), характеризующихся низкой лузжистостью (18%) и высокой масличностью (48%).

Список литературы

1. Беляк, В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика) [Текст] / В.Б. Беляк. – Пенза: ИПК «Пензенская правда», 2008. – 320 с.

2. Дедов, А.В. Воспроизводство органического вещества почв ЦЧР [Текст]/ А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, А.А. Дедов. – Воронеж, 2016. – 227 с.

3. Зезюков Н.И. Сохранение и повышение плодородия черноземов / Н.И. Зезюков, В.Е. Острецов. – Воронеж, 1999. – 312 с.

4. Коржов, С.И. Сидераты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов [Текст] / С.И. Коржов, В.В. Верзилин, Н.Н. Королев, А.П. Пичугин.– Воронеж, 2012. – 199 с.

УДК 614.8:631.14:636

Яровой М.Н.,Овчарова Н.А., Захарова Т.А.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖИВОТНОВДЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Произведен анализ основных причин травматизма возникающих на малых предприятиях животноводческой специализации. Определены требования безопасности и меры защиты для предотвращения возникновения травматизма.

Ключевые слова: причины травматизма, КФХ, требования безопасности, техника безопасности.

Abstract. The analysis of the main causes of injuries occurring in small enterprises livestock specialization. Safety requirements and protection measures to prevent injury occurrence are defined.

Key words: causes of injuries, farm equipment, safety requirements, safety measures.

В современный условиях, когда происходит постоянное развитие сельского хозяйства, появление таких форм хозяйствования как КФХ, ведет к созданию новой техники и оборудования. Введение и применение новых средств механизации на КФХ, значительно облегчает труд работников и повышает производительность предприятия. Но это внедрение требует от работников новых знаний и умений эксплуатации оборудования, а так же строгое соблюдение правил безопасности[5]. А значит, что необходимость в вопросах условий и охраны труда требует большого внимания и контроля.

Несмотря на строгое соблюдение правил безопасности, возникновение травматизма все еще остается актуальной проблемой. Проблемы возникновения травматизма появляются в следствии ряда причин.

Причины возникновения травматизма существуют различные, они подразделяются на:

организационные;
технические и технологические;
санитарно-гигиенические;
психофизиологические.

В результате организации малых предприятий существует вероятность появления недочетов связанных с исполнением требований охраны труда и безопасности работников и животных, в этом случае возникновение травматизма связано с организационной причиной. В настоящее время появление организационных причин является началом возникновения остальных видов причин травматизма [1].

Организационные причины возникают в особенности от:

- недостаток в организации работ по обеспечению безопасных условий труда;
- неполные знания связанные с охраной труда;
- недостаточное изучение инструкций новой техники и оборудования;
- допуск работника к обслуживанию техники и оборудования без прохождения необходимого обучения;
- допуск работников к работе без индивидуальных средств защиты.

Возникновение технических и технологических причин в большинстве случаев приводят к возникновению травматизма, так как они связаны с использованием техники и оборудования, которые не соответствуют техническим требованиям, это несоответствие влечет за собой выход из строя техники и оборудования, что и приводит к травматизму, а в некоторых случаях и к летальному исходу [2].

Технические и технологические причины возникают в следствии:

- физический износ техники и оборудования;
- эксплуатация техники и оборудования в несоответствии с их техническими характеристиками;
- использование самодельной техники и оборудования не соответствующих техническим требованиям и безопасности труда;
- эксплуатация неисправной техники и оборудования;
- и др.

Появление санитарно-гигиенических причин связано с несоблюдением проведения мероприятий по предупреждению оказания на работников воздействия вредных факторов таких как:

- содержание концентрации вредных веществ в воздухе на предприятии выше предельно допустимой;
- несоответствие освещения на предприятии видам проводимых работ;
- неблагоприятно созданные метеорологические условия на предприятии;

– отсутствие или недостаточная защита работников от возникающих на предприятии воздействий: шума, вибрации, излучений;

– нехватка или отсутствие медицинских средств по оказанию первой помощи пострадавшим.

Возникновение психофизиологических причин связано с:

– физическими факторами как, переутомление, перенапряжение и др.;

– несоответствие

– психологическая и моральная неподготовленность к проведению работ;

– и др.

На появление травматизма так же влияние оказывают влияние воздействие шума и негативных вибраций, которые исходят от техники и оборудования в процессе их работы. Для предотвращения этих вредных воздействий необходимо использовать специальную защиту не только для оборудования и техники, но и в первую очередь на работника который непосредственно связан с этим оборудованием и техникой.

В большинстве случаев причиной травматизма, а следовательно и несчастных случаев связанно с ошибками в деятельности работников. Возникновение травматизма оказывают негативное воздействие на работу предприятия, а точнее ее остановку, тем самым снижая уровень дохода при котором предприятие несет материальные потери. Поэтому при наборе кадров и его распределении, необходимо учитывать психологические особенности работника и поведение во время рабочего процесса. Действия можно считать ошибочными те, которые работник совершают при недостаточных знаниях и профессиональной подготовке.

Все виды причин возникновения травматизма взаимосвязаны между собой и в связи с этим, процедура по их предотвращению должна проводиться направленно и комплексно.

Для уменьшения случаев травматизма и последствий вызванных ими, необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности.

Перед началом работ связанных с техникой и оборудованием необходимо проверять их состояние исправности. При проведении ремонтных и монтажных работ запрещается оставлять рабочие инструменты на рабочих органах техники и оборудования, так как попадание инструментов в рабочие органы приводит к поломке и может привести к травмам работника. Проведение таких операций как регулировка, смазка, очистка, проверка рабочих органов должны проходить когда оборудование находится в неработающем состоянии [4].

Если с работником произошел несчастный случай в следствии несоблюдения правил использования техники и оборудования, а так же правил безопасности или иным причинам, нужно незамедлительно оказать первую медицинскую помощь и сообщить о произошедшем в соответствующие органы.

Каждый работник должен пройти инструктаж и обучение по оказанию первой медицинской помощи пострадавшим и уметь ее оказывать [3].

Список литературы

1. ГОСТ ССБТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Текст].

2. ГОСТ 12.0.230-2007 ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования [Текст].

3. Девисилов, В. А. Охрана труда : учебник [Текст] / В. А. Девисилов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ФОРУМ, 2009. – 496 с. : ил. – (Профессиональное образование).

4. Пашин, Н.П. Реформирование системы государственного управления охраной труда [Текст] [Текст] / Н.П. Пашин // Справочник специалиста по охране труда. – М., 2009. - №4. – С. 5-9.

5. Шкрабак, В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве [Текст] / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургиев. – М.: «КолосС», 2002.- С. 420-421.

УДК 632.4

Волков А.И.

ОСНОВНЫЕ БОЛЕЗНИ КЛУБНЯ КАРТОФЕЛЯ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия

Аннотация. *В статье рассмотрены основные болезни картофеля, влияющие на сохранность при хранении в течение 8 месяцев. Также указаны причины их возникновения.*

Ключевые слова: *картофель, клубень, бактериальная болезнь, последствие.*

Abstract. *The article describes the main diseases of potatoes that affect the safety during storage for 8 months. The reasons for their occurrence are also indicated.*

Key words: *potato, tuber, bacterial disease, consequence.*

Известно, что клубни картофеля, очень богаты водой и крахмалом, и это является благоприятный субстрат, для того чтобы происходило развитие бактерий и микроскопических грибов, которые вызывают гнили. Но, как известно, что многие грибы, бактерии имеют способность выдерживать низкие температуры и перезимовать в хранящихся клубнях картофеля, и поэтому пораженные клуби картофеля нельзя использовать для посадки. В свою

очередь заболевания делятся на грибные и бактериальные болезни, а также повреждения, возникающие при не правильном хранении картофеля, транспортировки, уборки и многих других факторов.

К болезням клубней можно отнести: фитофтороз, альтернариоз, фузариозная сухая гниль, черная парша, резиновая гниль и другие.

Фитофтороз – это опасное заболевание картофеля (рис.1) [1]. Если не принять мер и бездействовать, то может погибнуть весь урожай за несколько недель. В основном поражает листья, стебли, а также клубни картофеля. Болезнь можно определить и понять по темным пятнам и окаймленными белым налетом. Как правило, в сухую и жаркую погоду листва начинает засыхать, а в дождливую и влажную наоборот начинает гнить. Клубни картофеля поражаются через чечевички или через трещинки на картофеле. Споры фитофтороза картофеля разносятся ветром, дождем.



Рисунок 1. Фитофтороз

Альтернариоз – как правило, развивается в сухую жаркую погоду, когда недостаточно влаги, калия, азота. В основном поражает листья картофеля, но бывает иногда, что и клубни картофеля. В основном на поверхности клубня картофеля появляются хорошо видные вдавленные пятна неправильной формы. Они имеют темнее цвет, чем сама кожура. На разрезе, под пятнами, ткани клубня картофеля образуют загнившую, но плотную, твердую, сухую массу, резко отличающуюся от здоровой ткани.

Фузариозная сухая гниль – в основном проявляется в течение всего периода хранения картофеля, максимальное развитие достигается к концу периода хранения картофеля. Как правило, сначала на клубне начинают, появляются серовато-бурые, слегка вдавленные пятна, а дальше мякоть под пятнами становится сухой, трухлявой, кожица сморщивается. Обычно данному заболеванию подвергаются клубни картофеля, которые имеют механические повреждения, такие как, например порезы, ушибы, трещины и др.

Черная парша – это когда на клубнях картофеля образуются черные плоские, которые напоминают маленькие комки почвы, трудно соскабливающиеся коростинки [6, 7, 8]. Когда происходит сильное поражение, то ими покрывается весь клубень картофеля. Как правило, заражение клубней

картофеля начинается в период роста. Развитие данной болезни способствует холодная затяжная весна или поздняя уборка клубней картофеля.

Резиновая гниль – в данное время болезнь имеет широкое распространение (рис.2) [1]. Заражение клубней картофеля в поле и во время хранения картофеля, а также быстрому развитию болезни служит теплая погода и частые дожди, которые в свою очередь ухудшают доступ кислорода. Иногда бывает так, что пораженные ткани очень быстро разлагаются, а иногда, наоборот, в течение двух или трех месяцев продолжают сохранять свою форму. Как правило, пораженные ткани клубней картофеля водянистые и приобретаю неприятный запах.



Рисунок 2. Резиновая гниль

К бактериальным болезням клубней картофеля относят: кольцевая гниль, черная ножка, бурая гниль и другие.

Кольцевая гниль – это когда на клубне картофеля, при продольном разрезе, обнаруживается мягкое сосудистое кольцо и имеет желтоватый окрас. Когда начинаем сдавливать срезанную половину клубня картофеля то из пораженных сосудов начинает выступать светло – желтая масса, которая в свою очередь представляет собой разрушенные клетки вместе с бактериями. Также эти бактерии могут распространиться на соседние ткани, включая в свою очередь и сердцевину. Далее происходит выгнивание всего клубня картофеля и исходит неприятный запах. Как правило, заражение клубней картофеля происходит еще в поле, когда проходит ранняя стадия клубнеобразования.

Черная ножка – данное заражение клубней картофеля может произойти как в поле в период роста, также как и во время уборки картофеля или при хранении картофеля [6]. Загнивание клубня картофеля обычно всегда происходит от места прикрепления к столону, через который инфекция и проникает от пораженного возбудителем черной ножки стебля. Далее происходит гниение, которое быстро разлагается и превращается в кашицеобразную массу с запахом гнили. Во время хранения клубней картофеля гниль способна распространяться на другие клубни картофеля при контакте с пораженным клубнем картофеля.

Бурая гниль – в данном случае первые симптомы на поверхности клубня картофеля не заметны, однако когда разрежем клубень картофеля, то на срезе можно увидеть коричневые окружности. Когда происходит начальный этап, то

на срезе клубня картофеля выделяется белая клейкая слизь. При хранение заражённые клубни картофеля сгнивают с непринятым запахом.

Повреждения клубней картофеля: потемнение мякоти, серая пятнистость, подмораживание клубней, дупловатость клубней, деформация клубней, позеленение клубней, воздействие различных вредителей и другое.

Потемнение мякоти – возникало вследствие высокой температуры при хранение клубней картофеля (рис.3) [1, 2]. В данном случае средняя часть клубня картофеля сморщивается, а в мякоти самого клубня появлялись черные пятна. Также на поверхности могут появляться мокрые участки. Из-за этого на пораженных участниках появлялись бактерии или грибок, который приводил к гнили клубней картофеля и заражению [3, 4] здоровых клубней картофеля.



Рисунок 3. Потемнение мякоти

Серая пятнистость - появляется при уборке клубней картофеля, а также при перевозке или закладке на хранение клубней картофеля подвергаются ударам, то в их тканях, при которых были удары, могут образовываться серые пятна. Как правило, на поверхности клубней картофеля удары не оставляют следов. Для того чтобы было развитие серой пятнистости предполагаются такие условия как ранняя уборка картофеля, мало удобрений или слишком много азота [5]. Когда данные клубни картофеля варят, то серые пятна чернеют.

Подмораживание клубней – это когда клубни картофеля подвергаются подмораживанию при температуре минус один градус. Если они оттаивают, то из них легко можно выжить жидкость. Кожура на клубне картофеля сморщивается [6] и без всякого труда с легкостью снимается. На таких клубнях картофеля с легкостью развиваются различные бактерии и грибки, которые приводят к гниению и заражению других клубней картофеля [7].

Дупловатость клубней – это когда внутри клубня картофеля образуются пустоты, которые имеют различную величину. Дупловатость возникает из за неравномерности роста клубней картофеля, когда идет избыток почвенной влаги, азотных удобрений. Чаще всего данному повреждению подвергаются крупные клубни картофеля. Однако если в дупло приникнут бактерии, то начнется процесс гниения.

Позеленение клубней – данный процесс происходит под действием света на клубень картофеля. Как сильно позеленеет клубень картофеля, зависит от того, сколько попадет на него света. В кожуре и мякоти клубня картофеля образуется хлорофилл и соланин, из за этого нельзя данный картофель употреблять в пищу или давать на корм скоту. Однако позеленевший клубень картофеля пригоден к посеву.

Воздействие различных вредителей – это когда поврежденный клубень картофеля вредителями часто приводит к тому, что происходит процесс загниванию. К вредителям относятся: проволочник, медведка, гусеницы совок, личинки картофельной моли и другие.

Контроль за качеством сельхозяйственной продукции оказывает существенное влияние на снижение потерь картофеля и энергопотребления системы вентиляции картофелехранилища при использование различных воздуховодов.

Список литературы

1. Болезни картофеля: фото, описание и лечение [Электронный ресурс]. URL: https://www.fermeru.pro/bolezni-kartofelya-foto-lecheniye.html (дата обращения 5.11.2018).

2. Колошеин, Д.В. Анализ прогнозирования лежкости сортов картофеля в условиях Шацкого района [Текст] / Д.В. Колошеин, О.А. Савина, Н.А. Белов // Сб.: Агропромышленный комплекс: контуры будущего: Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова – Курск, 2015. – С. 72-76.

3. Колошеин, Д.В. Лабораторные исследования процесса хранения картофеля в хозяйстве ООО «Подсосенки» Шацкого района Рязанской области [Текст] / Д.В. Колошеин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2016. – № 1. – С. 71-74.

4. Колошеин, Д.В. Основы проектирования вентиляции хранилищ с учетом физико-механических свойств (на примере Рязанской области) [Текст] / Д.В. Колошеин // Сб.: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: Материалы Международной научно-практической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск, 2015. – С. 98-101.

5. Колошеин, Д.В. Условия хранения корнеплодов в Рязанской области (на примере картофеля и морковки) [Текст] / Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина//Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции Проблемы и пути инновационного развития АПК, Махачкала. – 2014 г.

6. Хранение картофеля [Текст] / Пшеченков К.А. [и др.].– М.:Агроспас, 2016. – 144 с.

7. Туболев, С. С. Технология производства картофеля. Научные труды [Текст] / С. С. Туболев, К. А. Пшеченков. - М.: ВНИИКХ, 1985. – №22. – С. 110-121.

8. Туболев, С.С. Машинные технологии и техника для производства картофеля [Текст] / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук.– М.: Агроспас, 2010. – 316 с.

УДК 631.362.322

Сапрыкин И.К., Рыбалкин А.Н.,Федоринов В.Н.,Гиевский А.М.

ВЫБОР РАЗМЕРА РЕШЕТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СОИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия.

Аннотация. *В статье идет речь о правильном поборе решет для очистки сои.*
Ключевые слова*: соя, комбайн, режим работы, дробление, решета,*
Annotation.*The article deals with the right pobore sieves for the soybean.*
Keywords*: soy, Harvester.*

Соя - зернобобовая культура, которая в современном мире имеет очень большой диапазон применения. Ее используют как продовольственную, целебную, кормовую, техническую, агротехническую культуру, как сырье для промышленности. Ее состав очень уникален и если употреблять ее в меру она очень полезна. В мировых масштабах имеются различныесорта сои. Она является главной зернобобовой культурой в мире и выращивается в более чем 40 странах мира. Соя высоко ценится из-за очень большого количества полноценного белка. Соя не очень требовательна к почве. Для ее роста и развития благоприятны почвы с pH от 5 до 8, а оптимальны -- с pH 6,5. Соя вызревает на почвах с неглубоким пахотным слоем, песчаных почвах, но лучше всего развивается на почвах с глубоким рыхлым пахотным слоем, богатым органическим веществом и хорошо обеспеченным, кальцием. Хотя она требует достаточного количества влаги, однако, не переносит переувлажненных и заболоченных почв. Соя требовательна также к аэрации почвы. Чрезмерно уплотненная почва оказывает механическое сопротивление росту корней. Что приводит к плохому развитию растения и соответственно к малому урожаю. Технология возделывания сои состоит в том, чтосоя не очень требовательна к предшественнику. Сою высевают после выбора предшественника и предварительной обработки почвы. В период роста обрабатывают от сорняков механическим способом или гербицидами. Перед уборкой проводят десикацию, чтобы избавится от сорняков и невызревшего зерна.

Для того чтобы убрать сою с малыми потерями необходимо правильно настроить комбайн перед уборкой в нашем случае это комбайн фирмы

CLAASсерии «LEXIO-470»и соя сорта «Фаворит». Комбайн был настроен на два режима обмолота. Первый режим: частота вращения молотильного барабана 450 мин-1;зазор на выходе из основного молотильного барабана 22 мм; открытие жалюзи верхнего решета 13 мм; открытие жалюзи нижнего решета 7 мм;частота вращения вентилятора 1300 мин-1.Второй режим работы: частота вращения молотильного барабана 500 мин-1;зазор подбарабанья 25 мм; открытие жалюзи верхнего решета 15 мм; открытие жалюзи нижнего решета 9 мм; частота вращения вентилятора 1350 мин-1 [1,5,7]. При работе комбайна в указанных режимах были отобраны образце вороха сои. Эти образцы были пропущены через лабораторный рассев оборудованный решетами с круглыми отверстиями [2,3]. На каждом решете определялось содержание целого зерна, дробленых семян и масса 1000 зерновок [8,10-12]. Распределение целых зерновок вороха сои по ширине на решетах с круглыми отверстиями приведено на рисунке 1 [6]

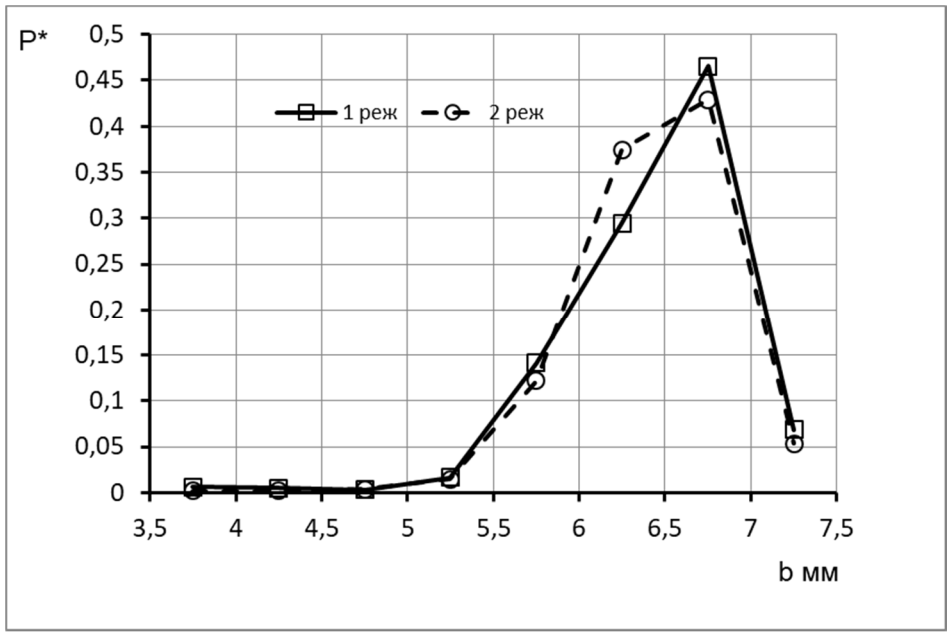


Рисунок 1. Распределение вороха сои по ширине на решетах с круглыми отверстиями

На рисунке 1 видно, что основную часть вороха занимаю зерновки с размерами от 5,5 до 7,25 мм. Незначительную часть имеют зерновки имеющие ширину от3,75 до 5,5 мм. Кривые распределение сои по ширине решет почти не отличается друг от друга, независимо от режима работы МСУ комбайна. Зерновки сои имеющие размер от 5,5 до 7,25 мм имею массу 1000 семян более 100 г (рис. 2) [2,4].

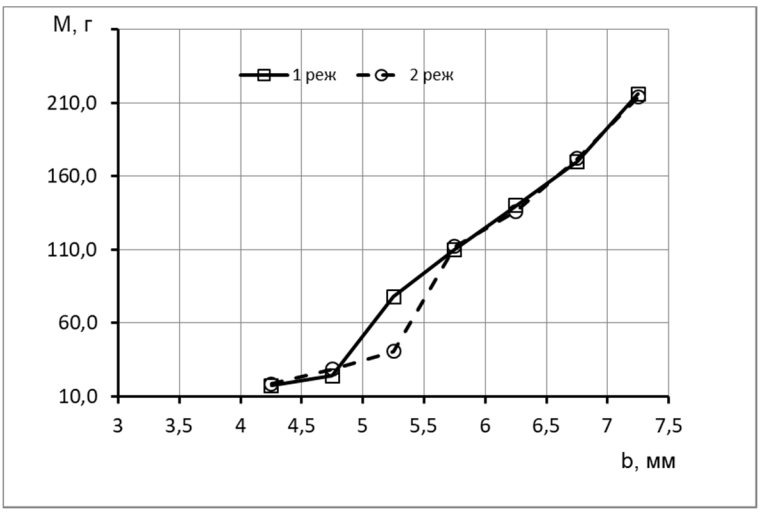


Рисунок 2. Масса 1000 семян сои сорта Фаворит в зависимости от ширины семян сои

Масса 1000 семян, которые имеют размер менее 5,5 мм не превышает 80 г. Зерновки этих фракций можно направлять в фуражную фракцию которая используется на кормовые цели. В эту же фракцию необходимо направить и дробленые семена. Содержание дробленых семян в комбайновом ворохе зависит от режима настройки МСУ комбайна. Выделение дробленых семян в очистке комбайна оказалось не возможным не смотря на увеличение до максимальных значений оборотов вентилятора. В комбайновом ворохе практически не оказалось семян сорняков и остатков соломы, но при такой скорости воздушного потока выделение дробленых семян не произошло.

На данном рисунке видно, что масса 1000 семян сои примерно одинакова на двух режимах работы. Поэтому целесообразно ставить решета с диаметром не менее 5 мм. Так как в основном на решетах с диаметром меньше 5 мм находится дробленое и не вызревшее зерно сои [2,9]

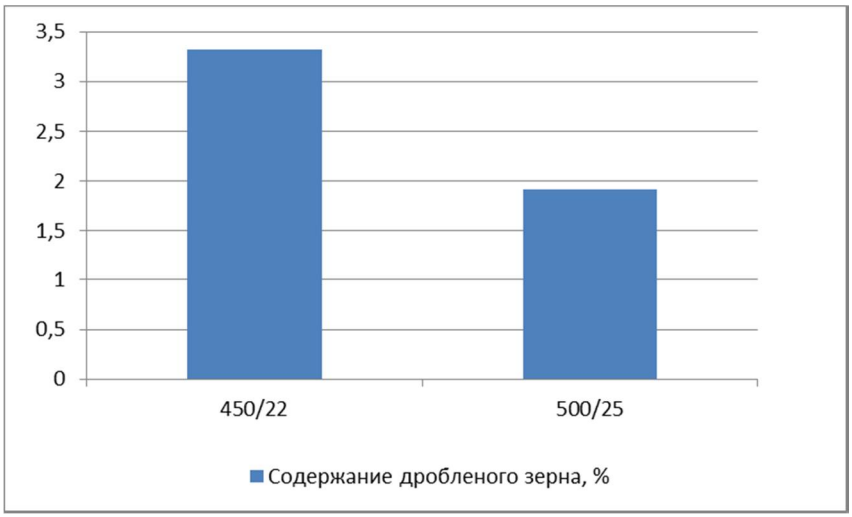


Рисунок 3. Содержание дробленого зерна сои на решетах с круглыми отверстиями

На данной диаграмме видно, что при первом режиме с оборотами барабана 450 мин$^{-1}$ и зазор подбаробанья 22 мм содержание дробленого зерна больше, чем при втором режиме с оборотами барабана 500 мин$^{-1}$ и зазор подбаробанья 25 мм содержание дробленого зерна меньше. При первом режиме у нас 3,25% дробленого зерна, что превышает агротребования такой режим нельзя использовать. Содержание дробленого и недомолоченного зерна приведена в таблице [6].

Из таблице 1мы видим, что появляется еще один существенный параметр такой как недомолоченное зерно, которое мы не сможем выделить.

Таблица. Содержание необмолоченных бобов и дробленого зерна

Режим работы	1 реж	2 реж
Частота вращения барабана, мин$^{-1}$	450	500
Высота зазора на выходе из под барабана, мм	22	25
Дробленое зерно бобов,%	3,32	1,92
Недомолоченное зерно бобов , %	0,09	0,21

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, о необходимости установки зазора на выходе из основного молотильного барабана не больше 22 мм, а частоту вращения барабана выбирать в пределах 450-500 мин$^{-1}$. При этих настройках будут выполнять агротребования. Этот параметр самый главный, несмотря на то, что мы выйдем за агротребования первый режим можно использовать при уборке сои на кормовые цели. При втором режиме работы комбайна будет потери семян в виде невыделенного зерна в бобах, которые не превышают агротребования. Такой режим работы подходит для семенных целей при минимальном повреждении зерна здесь будет минимальное повреждение зерна, что хорошо влияет на всхожесть семян и их дальнейшее развитие.

Список литературы

1. Алдошин, Н.В. Уборка зернобобовых культур методом очеса [Текст] / Н.В. Алдошин, Н.А. Лылин, М.А. Мосяков // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – No1. – С. 67–74.

2. Гиевский, А.М.,ъ Обоснование схемы размещения и соотношения решет в решетных станах [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов//Лесотехнический журнал. - 2013.-№3 (11). - С.126-133.

3. Гиевский, А.М. Обоснование режима работы зерноочистительных машин для очистки семян люпина [Текст] / А.М. Гиевский, Д.Л. Маслов// Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе : мат. межд.. науч.-практ. конф. (Россия, Воронеж, 6-7 июня 2018 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – ч. II.- С. 84-91.

4. Гиевский, А.М. Обоснование параметров двухаспирационной пневмосистемы с последовательным обслуживанием одним воздушным

потоком[Текст] / А.М. Гиевский // Вестник воронежского государственного аграрного университета. – 2013.- № 1(36). - С. 90-97.

5. Митрофанов Н.Н. Совершенствование обмолота сои зерноуборочным комплексом/ Н.Н. Митрофанов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. - № 10. – С. 28-29.

6. Оробинский, В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна [Текст] / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. -No2. -С. 6-7.

7. Оценка повреждений зерна белого люпина при уборке урожая [Текст] / Н.В. Алдошин [и др] // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 2. – С. 26-29.

8. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур [Текст]: рекомендации / А. П. Тарасенко [и др.]. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 60 с.

9. Тарасенко А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновой хозяйство. - 1999. - №4. - С. 22-24.

10. Исследование качества уборки гречихи [Текст] / А.П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. - №1. – С. 25.

11. Тарасенко А.П. Роторные зерноуборочные комбайны: учебное пособие [Электронный ресурс]/А.П. Тарасенко.- СПб.: Издательство «Лань», 2013.-192 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10256.

12. Тарасенко А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке [Текст] / А.П. Тарасенко. – Воронеж: ВГАУ, 2003. – 331с.

УДК 631.362.322

Гиевский А.М., Федоринов В.Н., Рыбалкин А.Н. Павлюченко В.С.

РАЗМЕЩЕНИЕ РЕШЕТ НА СОВРЕМЕННЫХ ВОЗДУШНЫХ МАШИН

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия.

Аннотация: *Рассмотрены современные воздушно-решетные машины в сельском хозяйстве. Показываем несколько вариантов техники, их достоинство и недостатки. Из рассмотренных нескольких современных схем размещения решет зерноочистительных машин, сделан вывод, что наиболее рационально применять машины, где на одно колосовое решето приходит три яруса сортировальных или подсевных решет. В зависимость от вида очистки сортировальные решета можно менять на подсевные и наоборот.*

Ключевые слова: *Пневмосистема, зерноочистительные машины, каналы до решётной и после решётной аспирации, решета, очистка.*

Annotation: *Modern air-sieve machines in agriculture are considered. We show several variants of equipment, their advantages and disadvantages. From the considered several modern schemes of placement of sieves of grain cleaning machines, it is concluded that the most rational to use the machine, where one grate comes three tiers of sorting or sowing sieves. Depending on the type of cleaning sorting sieve can be changed to seed and Vice versa.*

Keyword: *Pneumatic system, grain cleaning machines, channels of pre-and post-sieve aspiration, sieve cleaning.*

На сегодняшний день в сельском хозяйстве применяются зерноочистительные машины разных мировых производителей, включая Россию. Главное требование в зерноочистительных машинах – надежность и производительность Технологическая проблема машин заключается в том, что существуют различные типы решет и схемы их размещения. Пневматическая система зерноочистительных машин разделяется на два типа: первая аспирация устройством, для распределения и введения зернового вороха и второй аспирации с вертикальным пневматическим каналом [1,3].

По назначению машины для очистки зерна делятся на две группы:

1. Специальные машины используются для очистки семян от

трудных отделяемых примесей, не выделяемых на универсальных машинах.

2. Универсальные машины предназначены для сортировки зернового вороха, бобовых и технических культур. Эти процесс разделяется на несколько этапов:

a) 1 Предварительная очистка (удаление части крупных и легковесных примесей);

b) 2. Первичная очистка (удаление мелких, крупных и легковесных примесей);

c) 3. Вторичная очистка (отбор семян по физическим свойствам)

Воздушно решётные машины делятся: машины предварительной очистки, машины первичной очистки и машины для подготовки семян. Решетная очистка машин отличается количеством станов, в которых смонтированы разные по назначению решетные полотна и схемой их размещения в каждом решетном стане. Исходя, из этих отличий машины можно разделить на несколько групп.

К одной из групп можно отнести машину МВР-6(ОЗС-50). Схема работы сепаратор зерна представлен на рисунке 1.

При поступлении в приемную камеру ворох рифленым питающим валиком распределяется равномерно по ширине и поступает на вращающийся сетчатый барабан-скельператор. Не прошедшие через сетку крупные примеси скельператора, выводятся из машины. Зерновой ворох дважды просыпается через сетку скельператора, расслаивается и поступает в канал первой аспирации, где воздушным потоком выделяются легкие примеси. Очищенный

от легких примесей ворох поступает на делители четырех решетных станов, работающих параллельно. Решетами выделяются : первым - подсев (проход сорная примесь), вторым - фураж (проход зерновая примесь) и третьим - крупная примесь (сход). Далее ворох поступает во второй пневмоканал, где воздухом выносится в осадочную камеру легковесные фракции, откуда выгружаются шнеком. Запыленный воздух после очистки выводиться в атмосферу.

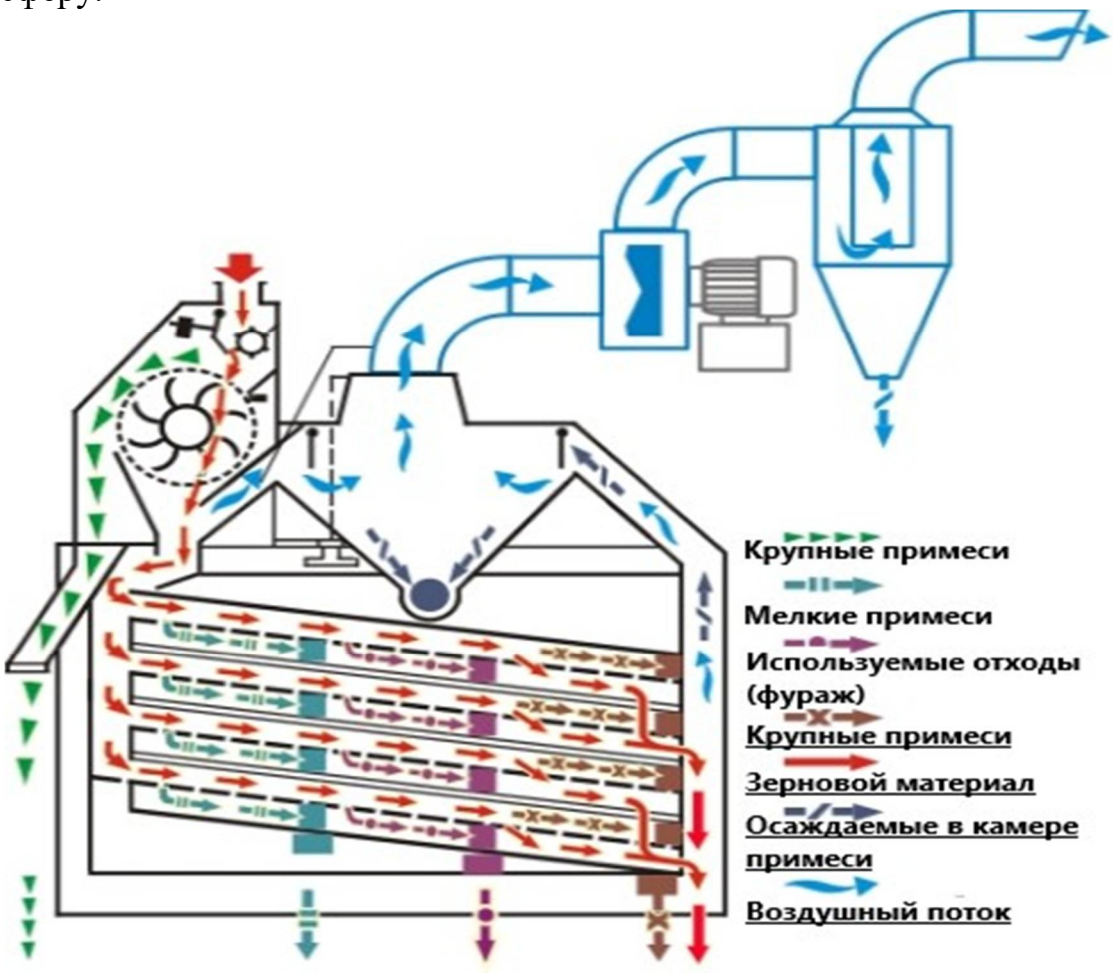


Рисунок 1.Технологическая схема работы машины МВР-6(ОЗС-50)

Недостатком машин такого типа можно считать одноярусную схему размещения разных решет, где колосовое решето расположено последним в ярусе[5,6].

Иное расположение решет имеет сепаратор товарный «АСТРУМ СТ-45», предназначен для предварительной, первичной и вторичной очистки зерна и семян зерновых колосовых, крупяных, зернобобовых, масличных культур семян трав от легких, крупных и мелких примесей с влажностью поступающего вороха не более 16% и содержанием примесей до 10% (рис 2).

Преимуществом этой машины можно считать установленную скельператорную решетку, для выделения крупной примеси, которая является съемной. Применяется четырёхъярусное размещение решетных станов.

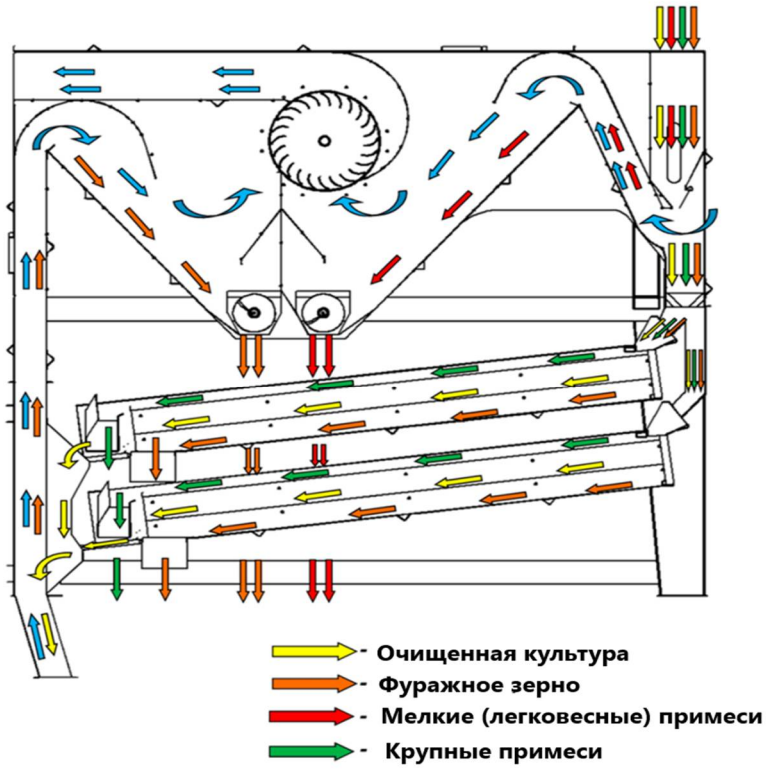
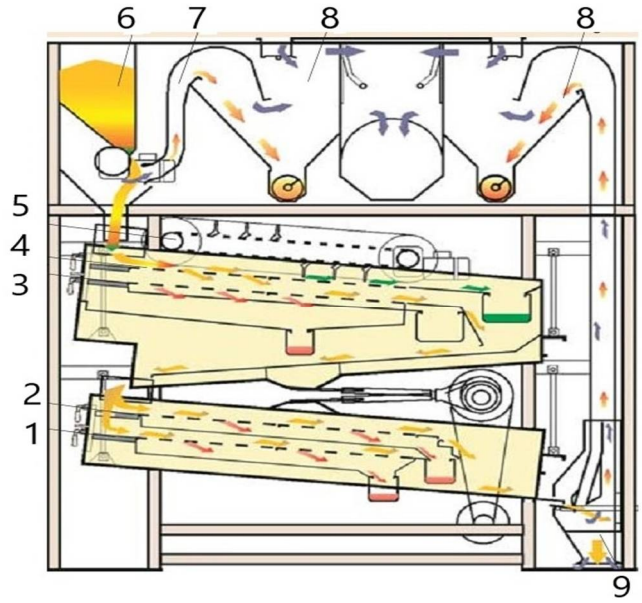


Рисунок 2. Технологическая схема машины АСТРУМ СТ-45

Технологический процесс протекает следующим образом.

Зерновой ворох подается по зернопроводу в питающее устройство (накопительный бункер), где распределяется по всей ширине решетного стана машины. Питающее устройство подает ворох в канал предварительной воздушной сепарации. В канале поток воздуха выделяет и выносит в осадочную камеру пыль, легкие примеси, и щуплые семена. Скорость воздушного потока регулируется заслонкой расположенной в верхней части аспирации. Прошедший предварительную воздушную очитку материал поступает на решета, которые служат для разделения семян по ширине и толщине. Распределитель подает ворох в два решетных стана колеблющихся навстречу друг другу. Каждый решетный стан содержит в себе два яруса решет. Верхний ярус отделяет крупные примеси, нижний - фуражное зерно. Для очистки отверстий решет служат резиновые шариковые очистители. В расположении за решетными станами в воздушном канале выделяются из вороха и выносятся в осадочную камеру оставшиеся щуплые и неполноценные зерновки. Недостаток можно считать, что все решета имеют одинаковую площадь независимо от назначения[5,7].

Решетная система универсальных очистителей PETKUS состоит из двух качающихся навстречу друг другу решетных станов . (Рис3)



1 - нижнее решето нижнего стана; 2– верхнее решето нижнего стана;3- нижнее решето верхнего стана; 4- верхнее решето верхнего стана; 5– скребковый транспортер-очиститель решет; 6– питающее устройство; 7– предварительный пневмосепаратор; 8– осадочная камера для предварительного и главного пневмосепаратора; 9– главный пневмосепаратор и выход очищенного продукта

Рисунок 3. Технологическая схема машины PETKUS

Верхний решетный стан оснащён двумя решетными плоскостями. Отделение крупных примесей осуществляется основным верхним решетом. Второе решето может использоваться для отделения крупных или мелких примесей. В машине применена стандартная очистка отверстий решет резиновыми шариками . Для улучшения работы верхнего решета применяется скребковый транспортер-очиститель. Поток легкосыпучего вороха может быть замедлен на поверхности решет, а распределение плохо сыпучего вороха улучшается по всей решетных поверхности.

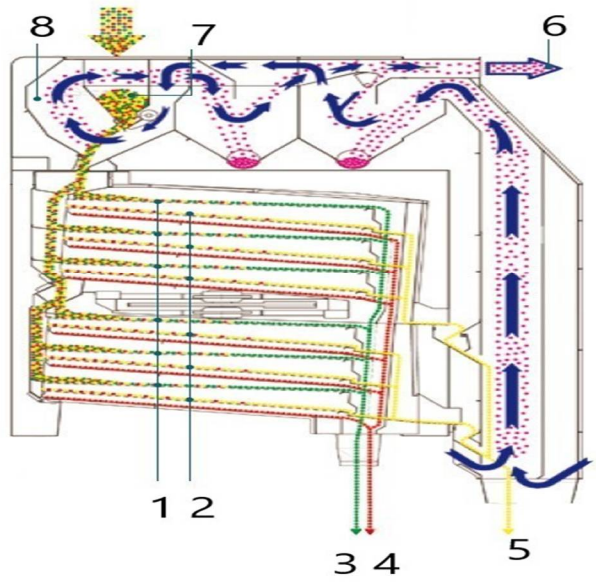
Нижний решетный стан состоит из 2 решетных плоскостей, которые при помощи сменного лотка и делителя потока материала могут отделять мелкие или крупные примеси либо осуществлять калибровку.

Преимущества можно считать: относительно высокую производительность и качество очистки, простую перенастройку на различные технологии очистки, эффективную очистку рабочей поверхности колосового решета [9].

Универсальные очистительные машины серии TAS отличаются наличием в каждом стане одного яруса колосовых решет и трех ярусов сортировальных.

Благодаря большой площади сортировальных решет достигается большая производительность машины даже при подготовке семенного зерна. В пневмосистеме машины используется один воздушный поток для облуживания двух каналов[2,4].

Преимуществами машин этого типа можно считать увеличенную площадь сортировальных решет, которые установлены в три яруса на одном стане и использование гравитационного принципа распределение вороха по ширине машины.[8].



1- приемное колосовое решето; 2- основное (сортировальное) решето; 3- выход крупных примесей; 4выход фуража; 5- очищенное зерно; 6- отработавший воздух к фильтру; 7- загрузочный клапан; 8- дорешетная аспирация

Рисунок 4. Технологическая схема машины TAS

На основании анализа технологических схем размещения решет на современных машинах, можно сделать следующий вывод. Наиболее рациональную схему расположения решет имеют машины серия TAS, где на одно колосовое решето приходится три яруса сортировальных решет. В зависимость от назначения сортировочных решет отчистки можно заменять над посевные и наоборот.

Список литературы

1. Гиевский, А.М. Пути повышения производительности универсальных зерноочистительных машин [Текст] / А. . Гиевский, В. . Гулевский, В.И. Оробинский. — Электрон.текстовые дан. // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина", 2018. – Вып. 3 — с.12-16.

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.Всборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering electronic resource. 2018. С. 042035.

3. Гиевский, А.М. Применение конечно-объемного метода решения уравнений гидродинамики для обоснования отдельных параметров пневмосистемы [Текст] / А.М. Гиевский, В.И. Оробинский, Гулевский В.А., Чернышов А.В./Вестник аграрной науки// Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. – 2017.- № 5(68). - С. 65-73.

4. Тарасенко, А.П. Обоснование принципиальной схемы воздушно-решетного сепаратора семян [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, Д.С. Тарабрин, М.С.Анненков//Вестник Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.. – 2017. – Вып. 4 (51). – С. 94-101.

5. Оробинский, В. И. Фракционирование зернового вороха и качество семян [Текст] / В. И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. -2006.-№10.-С. 29-30.

6. Оробинский, В.И. Использование двухъярусных четырех решетных станов для фракционирования зернового вороха [Текст] / В. И. Оробинский // Зерновое хозяйство. - 2006. - № 4. - С. 18-19.

7. Влияние схемы размещения решет в решетном стане на фракционирование зернового вороха [Текст] / А.П.Тарасенко [и др.] //Техника в сельском хозяйстве. - 2006. - № 3. - С. 32-34.

8. Bühler Schmidt-Seeger,GmbH[Электронный ресурс]. - Электрон.дан. - Schweiz: Uzwil, 2014. - Режим доступа:http://www.buhlergroup.com. (дата обращения: 12.10.2018).

9. PETKUS WuthaTechnologie, GmbH [Электронный ресурс]. - Электрон.дан. - Германия: Wutha-Farnroda, 2013 - Режим доступа: http://russian.petkus.de/produkte/-/info. (дата обращения: 05.10.2018).

УДК 628.517.2

Дикорев Д.В., Пономарев В.А., Андрианов А.А.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ. ВЛИЯНИЕ ИХ НА ЧЕЛОВЕКА

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия.

Аннотация: *такие явления, как шум и вибрация считаются распространённым при взаимодействие с автомашинами и оборудованием. Не редко шум и излишняя вибрация может нанести вред здоровью человека, поэтому необходимо предпринимать ряд мер по их устранению или минимизировать эти явления на производстве.*

Ключевые слова*: шум, вибрация, здоровье, труд, производство, охрана труда.*

Abstract: *phenomena such as noise and vibration are considered common when interacting with vehicles and equipment. Often, noise and excessive vibration can harm*

human health, so it is necessary to take a number of measures to eliminate them or minimize these phenomena in the workplace.

Keywords: *noise, vibration, health, labor, production, labor protection.*

Вопрос громкого шума и сильной вибрации на производстве стоит уже многие годы в различных видах производства, будь то машиностроение, сельскохозяйственное производство или грузоперевозки. Везде где есть вращение, движение и соударение существует проблема вибрации и шума. Источниками вибрации и шума являются: транспортеры сыпучих грузов, перфораторы, электромоторы, сельскохозяйственная техника, грузовые автомобили, различное механическое оборудование, вентиляционные установки.

Подробнее рассмотрим влияние каждого фактора на организм человека, на его способность к труду и способы устранения этих явлений.

Воздействие производственной вибрации на человек имеет физическое и функциональное влияние на человека, так функциональные изменения влекут за собой повышение утомляемости, увлечение времени двигательной и зрительной реакции, нарушение в работе вестибулярного аппарата, нарушение координации движений. Физиологические изменения включают в себя развитие нервных заболеваний, нарушение в работе сердца и опорно-двигательного аппарата. Все это в совокупности снижает работоспособность и производительность человека. В настоящее время специалисты по охране труда выделяют три формы вибрационной болезни:

- периферическая; возникает в результате вибрации на руки, последствия этого заболевания спазмы периферических сосудов, ослабление подвижности и боль в руках
- церебральная; возникает в результате вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения)
- смешанные; возникает в результате общей и локальной вибрации. Усугубляют последствия вибрации могут такие факторы, как пониженные или повышенные температуры рабочей зоны, загрязненность воздуха. Такие колебания как низкочастотные с ускорением 4000мм/с являются не переносимыми для человека, следовательно, работать в таких условиях невохможно. В трудовой практике существует множество способов борьбы с вибрацией. Снижение вибрации является не простой задачей, зависящей от специфики работы оборудования. Иногда полностью невозможно избавиться от этого явления, но можно его уменьшить, воздействуя непосредственно на источник вибрации.

К таким способам относится:

- модернизация в конструкции машин и оборудования;
- статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин;
- виброгашение, путем присоединения машин к фундаменту;

- применение индивидуальных средств защиты, таких как виброзащитная обувь, перчатки со специальными упруго-деформирующими элементами, которые способны поглощать вибрацию [2].

Кроме вышеизложенного можно предложить следующие мероприятия по борьбе с вибрацией, такие как грамотная организация труда и отдыха работника, для того что бы чередовать саму работу связанную с вибрацией и отдыхом от нее. Следующим способом является виброизоляция, путем применения пружинных, резиновых и других амортизаторов. Ниже представлен перечень материалов, которые могут использоваться как амортизаторы:

- натуральная пробка или минеральная вата;

- резиновые амортизаторы. Резина обладает высоким уровнем упругости, но со временем это свойство теряется, и необходимо своевременно произвести замен таких амортизаторов.

- пружинные амортизаторы. Этот вид амортизаторов является универсальным и применяется при любых уровнях вибрации.

- металлорезиновые. Представляют собой сочетание металлических пружин и резинового амортизатора, применяются при частоте вибрации не меньше 6Гц.

Как говорилось выше, шум и вибрация факторы редко существующие отдельно. Чаще всего, где есть вибрация, есть и шум. Шумом можно назвать совокупность различных не периодических звуков разной интенсивности и частоты. Шум является внешним раздражителем и в некоторых случаях наносит вред всему организму человека. Интенсивный шум при ежедневном воздействии часто приводит к профессиональным заболеваниям, например таким как тугоухость, основным симптомом которого является полная потеря слуха. Кроме органов слуха не редко страдает нервная система, появляется бессонница, повышенная утомляемость, слабость, раздражительность и апатия. Шум способствует понижению производительности труда, увеличению брака в производстве и может косвенно влиять на возникновение производственных травм.

На производстве, где уровень шума является вредоносным для здоровья человека, разрабатывают способы его нормирования. В процессе нормирования шума используют два метода: по предельному спектру шума и уровню звука в дБ.

Первый метод является основным для постоянных шумов и позволяет нормировать уровни звукового давления в восьми октавных полосах частот со среднегерметическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Шум на рабочих местах не должен превышать допустимых значений, соответствующих рекомендациям Технического комитета акустики при Международной организации по стандартизации. Второй способ нормирования о уровня шума, измеренного по шкале А, которая имитирует кривую чувствительности уха человека и называемого уровнем звука в дБА. Используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного

шума, так как в этом случае мы не знаем спектра шума [4]. Кроме способов нормирования шума, используют методы борьбы с ним. Мероприятия по борьбе с шумом на производстве носят технический и медицинский характер, основными из ни являются следующие:

-устранение источника или причины шума, то есть замена шумящего оборудования, механизмов на более современное нешумящее оборудование;

- изоляция источника шума от рабочего места человека (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);

- ограждение шумящих производств зонами зеленых насаждений;

-применение рациональной планировки помещений;

- использование дистанционного управления при эксплуатации шумящего оборудования и машин;

- использование компьютера для управления и контроля технологическими производственными процессами;

- использование индивидуальных средств защиты (беруши, наушники, ватные тампоны);

-проведение периодических медицинских осмотров с прохождением аудиометрии;

-соблюдение трудового режима;

- проведение профилактических мероприятий на производстве, направленных на восстановление здоровья [1].

Для определения силы и интенсивности шума применяют различные приборы: шумомеры, анализаторы частот, корреляционные анализаторы и коррелометры, спектрометры и другие. Без использования этих приборов невозможно определить точные границы вредоносности шума. После проведения измерительных мероприятий и определения уровня шума, на производстве начинают организовывать борьбу с шумом. Основными способами по борьбе с шумом являются рационализация технологических процессов с использованием современного оборудования, звукоизоляция источников шума. Звукопоглощение, улучшенные аритектурно-планировочные решения, средства индивидуальной защиты. На особо шумных производственных предприятиях используют индивидуальные шумозащитные приспособления: антифоны, противошумные наушники и ушные вкладыши типа «беруши». Эти средства должны быть гигиеничными и удобными в эксплуатации. Снижение шума от крупных вибрирующих объектов(например крепка агрегатов цилиндрической формы) может быть достигнуто путем стягивания обрабатываемой поверхности в нескольких местах металлическими хомутами, под которые подложены листы резины или войлока[3].

В настоящее время в России разработана система оздоровительно-профилактических мероприятий по борьбе с шумом и вибрацией на производствах, среди которых важное место занимают санитарные нормы и правила, которые контролируют органы санитарной службы. При разработке мер по устранению вибрации, каждому инженеру по охране труда необходимо

руководствоваться ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума и вибрации», кроме этого приветствуются индивидуальные способы борьбы с этими явлениями, которые могут непосредственно относиться к специфике предприятий.

Список литературы

1. Хромко, А.С. Анализ конструкций устройств шумоглушения производственного оборудования методом звукопоглощения [Текст] / А.С. Хромко, А.А. Андрианов, Е.А. Андрианов//Современные научно-практические решения XXI века: материалы международной научно-практической конференции. - Ч.1. -Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2016.-С. 181-188.
2. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 110800 "Агроинженерия" [Текст] / Е.А. Андрианов [и др.] ; ВГАУ.– Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – 365 с.
3. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие [Текст] / А. В. Полуэктов [и др.] ; Воронеж. гос. аграр. ун-т .— Воронеж : ВГАУ, 2005 .— 274 с. : ил. — Библиогр.: с. 270 .
4. Полуэктов, А.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб, пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 110300 "Агроинженерия" [Текст] / А. В. Полуэктов, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов; Воронеж, гос. аграр. ун-т. – Воронеж: ВГАУ, 2006. – 325 с.

УДК 631.3:636(075.8)

Пономарев В.А., Дикорев Д.В.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия.

Аннотация. *Объектом исследования данной статьи является разработка искусственного освещения рабочего помещения, как комплекса технических решений и выбора специальных осветительных элементов для обеспечения безопасности людей и имущества. Проведен расчет элементов разработки и элементов искусственного освещения. Проведен обзор классификации элементов освещения.*

Ключевые слова: *искусственное освещение, безопасность труда.*

Abstract. *The object of this article is the development of artificial lighting of the working space as a set of technical solutions and the choice of special lighting elements to ensure the safety of people and property. The calculation of design elements and elements of artificial lighting. A review of the classification of the lighting elements.*

Key words: *artificial lighting, labor safety.*

Рациональное освещение помещений и рабочих мест - один из важных элементов благотворных условий труда. При правильной освещенности повышается производительность, улучшаетсяпоказатель безопасности труда, понижается утомляемость. При недостаточном освещении человек плохо видит предметы, окружающие его, и плохо ориентируется в обстановке на производственном рабочем месте. Успешное и безопасноепроизведениетехнологических операций требует от него дополнительных больших усилий и зрительной напряженности. Неправильное и недостаточное освещение на рабочем месте может привести к образованию опасных ситуаций.[1]

Недостаточный естественный свет восполняется искусственным освещением. Для создания благоприятных условий труда оно должно отвечать следующим требованиям:

- Освещение на рабочем месте должно соответствовать характеру выполняемой работы по СН и СНиП РК 2.04-05-2002 «Естественное и искусственное освещение. Общие требования»;
- Яркость на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства должна распределяться по возможности равномерно;
- Резкие тени на рабочей поверхности должны отсутствовать;
- Освещение должно обеспечить нужный спектральный состав света для правильной цветопередачи;
- Система освещения не должна быть источником иных вредных факторов (шум и т.д.), а также должна быть электро- и пожаробезопасной.[2]

При недостатке освещения и его низком качестве происходит быстрое переутомление зрения, повышается вероятность травматичности. При слишком высокой яркости, вызывается слепимость, нарушение функций глаз.

Искусственное освещение применяется при отсутствии или недостатка естественного освещения, осуществляется путем применения таких источников как лампы накаливания, газоразрядные лампы, плоские и щелевые световоды, светодиодные лампы.

Искусственное освещение подразделяют по типу системы освещения:

- Местное - световой поток непосредственно на рабочих местах;
- Общее (равномерное или локализованное);
- Комбинированное – совмещение общего и местного.

Искусственное освещение делят также на:

- Аварийное, применяемое при внезапном отключении основного рабочего освещения (5% от общего освещения);
- Рабочее – освещение во всех помещениях и на территории;
- Эвакуационное – предусмотрено в местах, опасных для прохода людей (≥0.5 лк – освещенность в зданиях, 0.2 лк – вне их).

Нормирование искусственного освещения производится в соответствии со СНиП РК 2.04-05-2002, освещенность на рабочих местах нормируется в

зависимости от условий выполнения зрительных работ, видов источников света и систем освещения.

Устанавливатьтолько местное освещение недопустимо.

Основные требования к производственному освещению.

1. Освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительных работ.

2. Равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и отсутствие резкой тени.

3. Величина освещенности постоянна во времени(отсутствие пульсаций светопотока).

4. Оптимальные направленность светопотока и спектральный состав.

5. Все элементы осветительных установок должны быть долговечными, взрыво-, пожаро-, электробезопасными.[1]

Расчет искусственного освещения заключается в решении таких задач: выбор систем освещения, типов источника света, месторасположение светоламп, выполнение светотехнических расчетов и определение мощностей осветительных установок.

Расчет произведем в программе «DIALux evo 5». Во вкладке «Местность» выбираем «Отобразить новое здание» (рис.1).

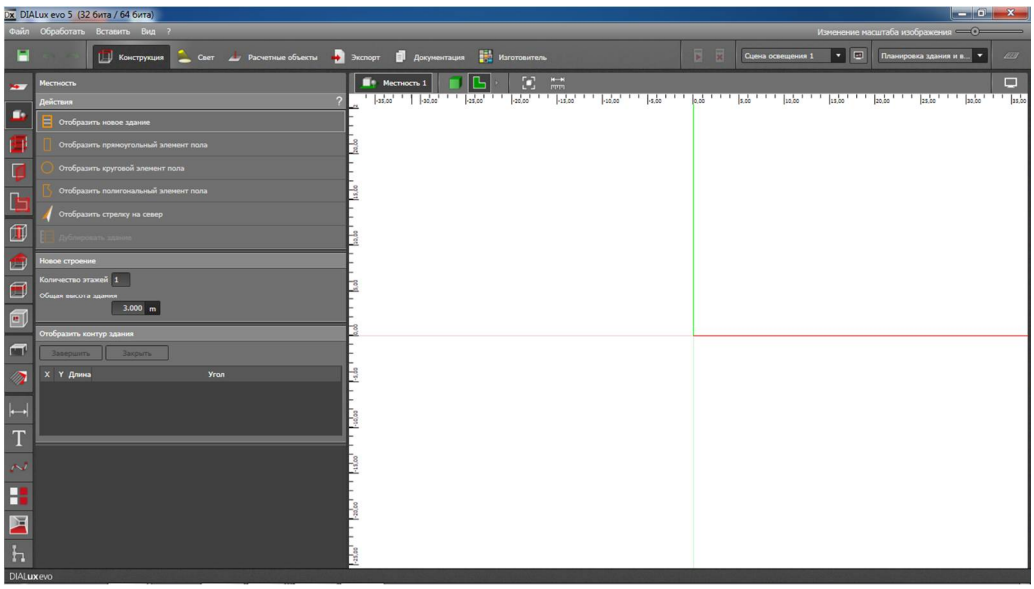


Рисунок 2. Разработка схем здания

Во вкладке новое вводим количество этажей и высоту здания. Теперь укажем на углы здания, тем самым обводя его контуры (рис.2).

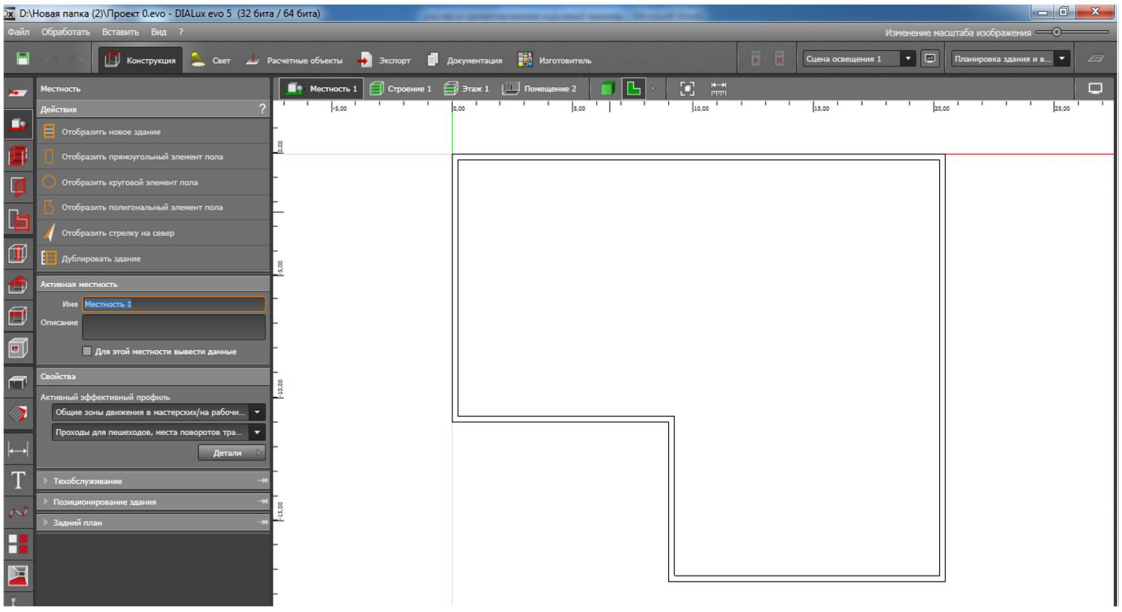


Рисунок 3. Создание контуров внутреннего помещения

После создания контура программа перейдет во вкладку «Конструкция этажей и зданий». Создадим внутренние помещения таким же способом, что и контур помещения, нажав «Отобразить новые контуры внутреннего помещения».

Далее переходим во вкладку «Проемы здания» (рис.3).

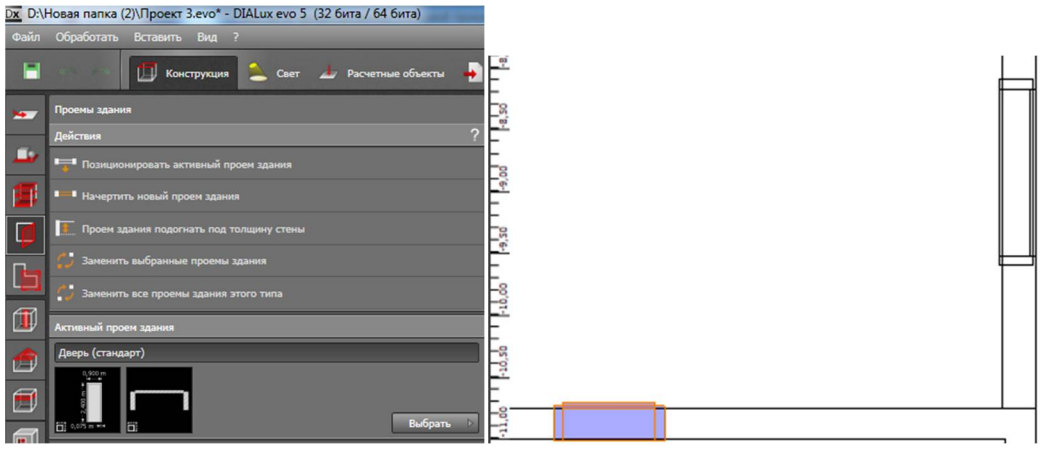


Рисунок 3. Разработка схем проемов здания

Рисунок 4. Разработка схем проемов здания

Включаем позиционирование активных проемов зданий и создадим дверь (рис.4). Сделаем тоже самое со всеми помещениями.

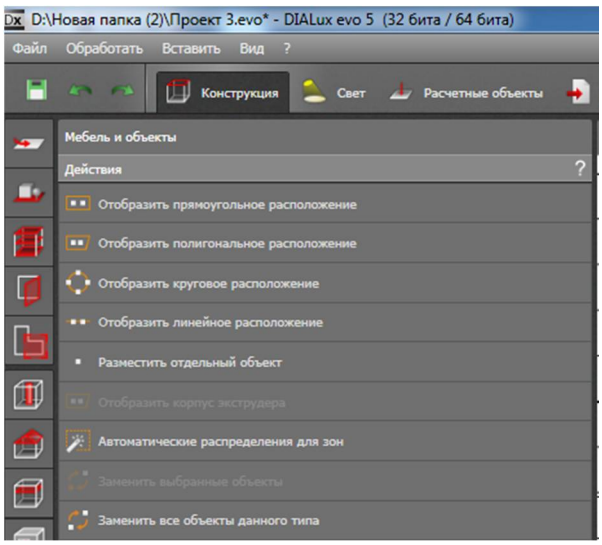


Рисунок 5. Мебель и объекты

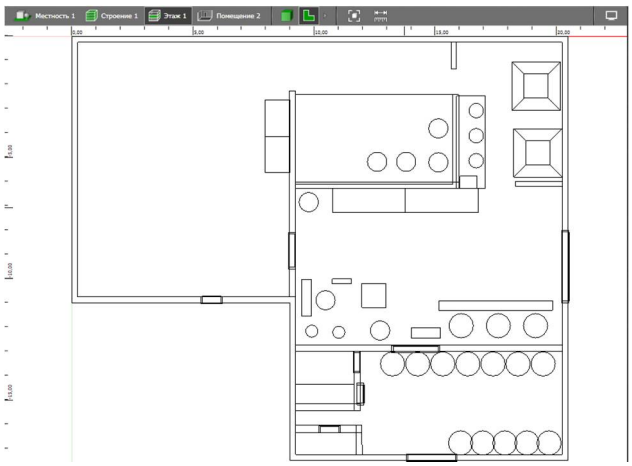


Рисунок 6. Схема расстановки объектов

Во вкладке «мебель и объекты» расставляем объекты (рис.5). Обладая данными о высоте, ширине и длине, создаем необходимые элементы обстановки (рис.6).

После этого во вкладке «материалы» мы можем выбрать материалы и нанести текстуры объектов (рис.7).

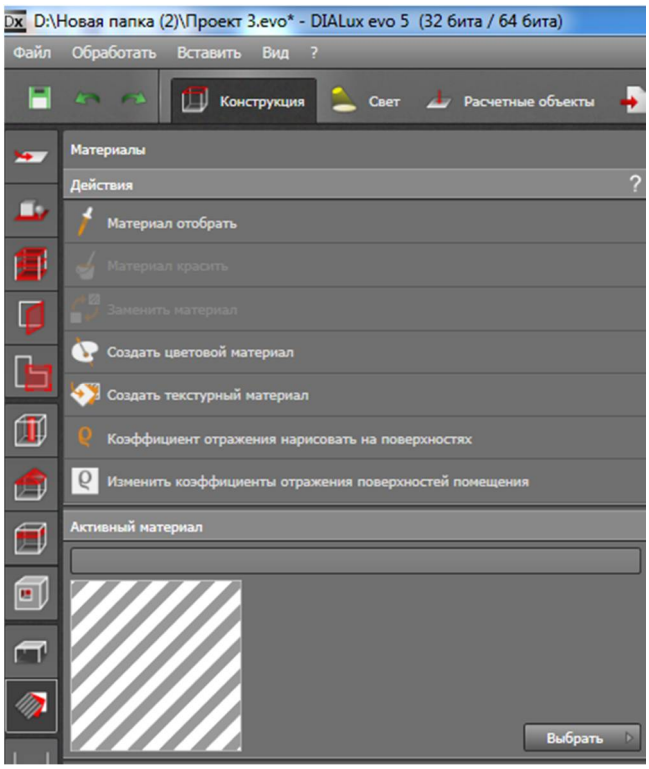


Рисунок 7. Выбор материала и нанесение текстур

На основе созданного нами объекта для простоты работы расчет и выбор светильников можем произвести в другой облегченной версии приложения «DIALux 4.13 Light» (рис.8).

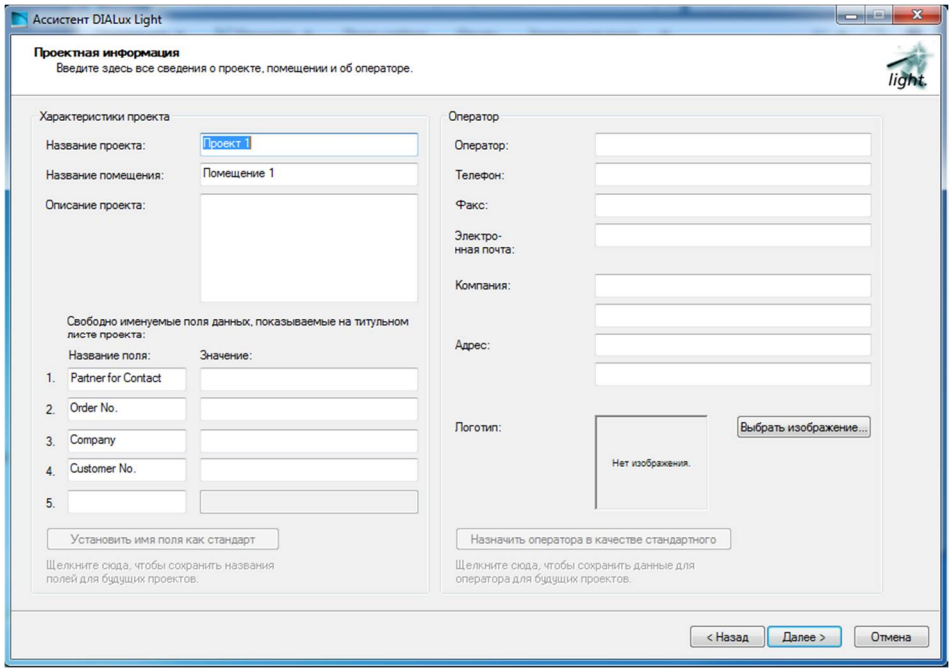


Рисунок 8. Проектная информация об объекте

Здесь производится выбор параметров помещения, светильников и тип их крепежей (рис.9).[3]

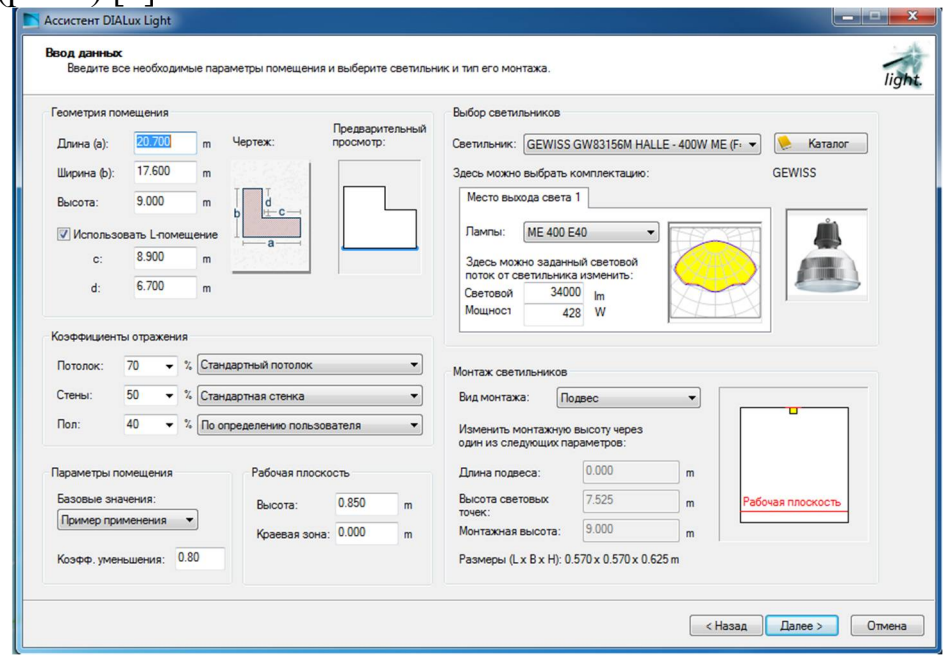


Рисунок 9. Параметры помещения и выбор светильников

После указания длины, ширины и высоты здания, задаются «коэффициенты отражения» (рис.10).

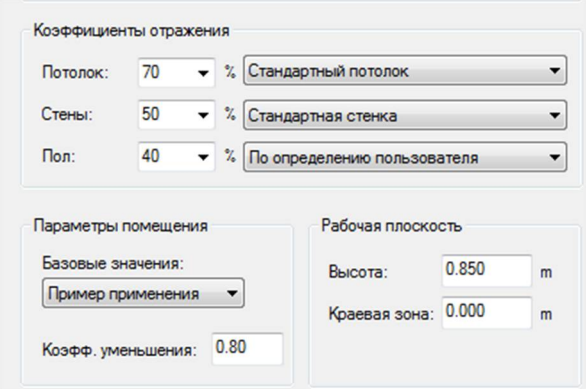


Рисунок 10. Коэффициент отражение здания

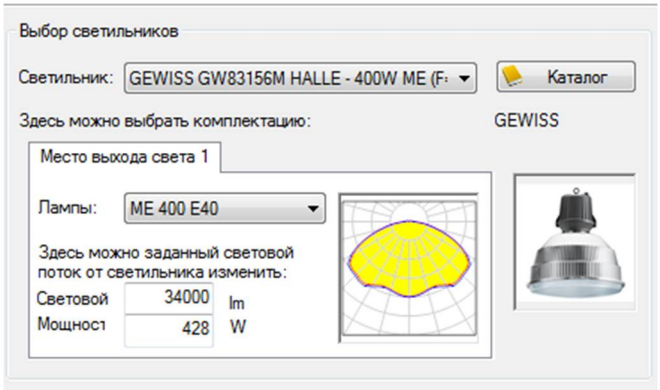


Рисунок 11. Светильники

Далее пользователь переходит открывает новое окно «выбор светильников» (рис.11).

Далее на основе выбранных характеристик объектов пользователи имеют возможность для своего объекта применить светильники в соответствии с обширным каталогом, предоставленным программой. Также можно выбрать комплектацию в виде ламп на выходе места света.[4]

Список литературы

1. Козлов, Д.Г. Светотехника и электротехнологии: учебное пособие [Текст] / Д.Г. Козлов, Р.К. Савицкас. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ 2014.-363 с.

2. Андрианов Е.А. Повышение эффективности использования наружного освещения сельскохозяйственных производственных объектов [Текст] / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Ф.А. Тимошенко, А.С. Хромко // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, – 2018. – № 3(58) - С.103-113.

3. Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий, сооружений (ОСН-АПК 2.10.24.001.-04). – Москва: МСХ РФ, 2004.-28 с.

4. СНиП РК 2.04-05-2002* Естественное и искусственное освещение. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства

5. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 110800 "Агроинженерия" [Текст] / [Е.А. Андрианов, А.В. Полуэктов, А.А. Андрианов, Е.А. Галкин] ; Воронеж. гос. аграр. ун-т .– Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2013 .– 365 с.

6. Андрианов Е.А. Практикум по пожаровзрывозащите: учеб. пособие [Текст] / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов. - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. - 147 с.

УДК 616.995.122

Пащенко Н.В., Чуев А.С.

ОПИСТОРХОЗ КАК ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

«Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), г. Белгород, Россия

***Аннотация**. В статье представлены статистические данные по самому распространенному из биогельминтозов с природной очаговостью – описторхозу; дан анализ статистики по Российской Федерации и некоторым субъектам РФ; приведены примеры клинических проявлений описторхоза.*

***Ключевые слова**. Биогельминтоз, гельминты, нозологическая форма заболевания, описторхоз, очаг инвазии, спорадический характер заболевания, эндемичные территории.*

***Abstract.** The article presents statistics on the most popular of Bioelements with natural foci – opisthorchiasis; the analysis of statistics of the Russian Federation and some subjects of the Russian Federation; the examples of clinical manifestations of opisthorchiasis.*

***Key word**. Biogelmintoz, worms, nosological form of the disease, opisthorchiasis, source of infection, sporadic disease, endemic areas.*

По данным санитарно-эпидемиологических служб одной из актуальных и социально значимых проблем сегодня остается проблема описторхоза. В медицине это «…внекишечный природно-очаговый биогельминтоз, вызываемый трематодами из семейства Opisthorchidae» [5]. Для описторхоза характерен «полиморфизм клинических проявлений», они обусловлены паразитированием гельминтов и в желчных протоках печени, и в протоках поджелудочной железы. Описторхозу свойственно длительное течение.

Это заболевание можно отнести к гельминтозам с природной очаговостью. На его долю у нас в стране за последнее время «приходится около 78,5% от числа всех зарегистрированных биогельминтозов»[3, с.162]. Это самый распространенный из гельминтозов, который передается через зараженную рыбу. Эндемичны по описторхозу из зарубежных территорий - западные и центральные районы Европы, а именно: Италии, Германии, Франции, Болгарии и других стран; в юго-восточной Азии- это Вьетнам, Гонконг, Тайвань, Таиланд и др. По подсчетам «…около 90% жителей сельских районов на северо-востоке Таиланда являются носителями гельминтов» [10]. Бассейны рек: Волги, Днестра, Днепра, Немана- так же очаги описторхоза. Имеются данные о наличии очагов с так называемым «с низким уровнем экстенсивности». Это территории в притоках Енисея, в бассейне Урала, Северной Двины и Бирюсы.

Доминанта описторхоза в инфекционной патологии Западной Сибири неоспорима, он доминирует среди всех других патологий. В этой местности зарегистрирован «…самый напряженный в мире очаг этой инвазии. В низовьях

Иртыша и среднего течения Оби пораженность местного населения достигает 70–80% и даже 90%» [4, с. 68].

По данным Роспотребнадзора в Российской Федерации в 2016-2017 годах превышение среднероссийского показателя зафиксировано в 13 субъектах, показатель заболеваемости описторхозом на100 тыс. населения варьирует и составляет от 0,02 до 263,32 случаев. Статистика показывает, что «…неблагополучными по описторхозу являются практически все территории, примыкающие к бассейнам рек Оби, Иртыша, Томи и их притокам» [3, с. 162].

Данные лабораторных исследований 2017 года позволяют представить общую картину распространения данного инфекционного заболевания. Так, в рыбе удельный вес обнаруженных личинок гельминтов составил 1,07%.Тревожит факт регистрации описторхоза во всех возрастных группах, в том числе среди детей. Так, выявлено 1915 случаев данного заболевания у детей в возрасте до 17 лет. Это составляет 6,54 случая на 100 тыс. детей данного возраста. Даже выявлено 6 случаев описторхоза среди детей до 1 года.

Однако следует заметить, что данное заболевание распространено не только на тех территориях, где рыба и рыбные продукты составляют основу рациона питания проживающего там населения. По данным специалистов, например, по Воронежской области в 2017 году «…в структуре биогельминтозов на долю описторхоза приходится 11,2% случаев; …заболеваемость описторхозом сохранилась на уровне 2016 года и составила 0,09 на 100 тыс. населения» [2, с.162].

По данным санитарно-эпидемиологической службы Белгорода и Белгородской области «…заболеваемость биогельминтозами в основном носит спорадический характер» и в 2017 году по нозологическим формам заболеваемость была представлена четырьмя завозными случаями описторхоза. «Показатель заболеваемости составил 0,26 на 100 тыс. населения против 0,33 на 100 тыс. населения в 2016 году и отсутствия зарегистрированных заболеваний в 2015 году» [1, с.140].

Анализ данных позволяет убедиться, что наряду с территориальной распространенностью заболевания, имеет место и социальный фактор. Так, заболевшие, которые были зарегистрированы по г. Белгород, а также по Белгородскому и Краснояружскому районах - это трое граждан, прибывших на постоянное место жительства из ХМАО и один – из Казахстана.

Медициной установлено, что протекание болезни имеет раннюю фазу (острый описторхоз) и позднюю (хронический описторхоз). От нескольких дней до 4–8 и более недель длится острый описторхоз. В этот период личинки паразита проникают в гепатобилиарную систему и поджелудочную железу. Ранняя фаза описторхоза- ведущее звено в патогенезе. Характерно для этого периода развитие аллергических реакций и органных поражений. Это ответ на воздействие продуктов метаболизма паразита. Патогенез хронической стадии описторхоза - это процесс, когда большую роль играют повторные заражения. Часто сопровождающиеся обострением воспалительного процесса, а так же фиброзом билиарных путей, поджелудочной железы, дистрофией паренхимы

печени, дискинезией желчевыводящих путей, холестазом. Следует заметить, что хронический описторхоз может продолжаться многие годы. Данное заболевание представляет серьезную опасность для возникновения риска канцерогенеза, пролиферативного холангита и каналикулита поджелудочной железы, которые сопровождаются фиброзами этих органов в различной степени. Механическое раздражение панкреатических протоков и стенок желчных протоков печени может привести к развитию патологических висцеро-висцеральных рефлексов. А это влечет за собой нарушение моторной и секреторной функции органов желудочно-кишечного тракта. При развитии заболевания создаются условия развития желчной гипертензии. Они способствуют формированию дискинезии желчевыводящих путей, стазу желчи, созданию благоприятных условий для развития вторичной инфекции (кишечной палочки, стафилококков, дрожжеподобных грибков и различных микробных ассоциаций).

Таким образом, весьма очевидна опасность данного заболевания для организма человека. Это и заставляет задуматься, прежде всего, о причинах его распространения. Широкое распространение можно объяснить неконтролируемым увеличением числа предприятий, занимающихся переработкой рыбы, (к тому же, грубо нарушающих технологический режим: обеззараживание рыбы от личинок гельминта, реализация населению эпидемически опасной продукции). Высокие показатели заболеваемости населения описторхозом усугубляются и социальными факторами, такими, как:

- снижение уровня жизни населения;
- увеличение в рационе питания населения прибрежных городов и поселков рыбы, рыбопродуктов домашнего приготовления;
- увеличение количества рыбаков-любителей и браконьеров;
- неконтролируемый вывоз рыбы и рыбопродуктов из очагов описторхоза;
- реализация рыбы и рыбопродуктов на несанкционированных рынках.

Список литературы

1. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Белгородской области в 2017 году» – Белгород: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Белгородской области, 2018 – 200 с.

2. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2017 году» – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2018 – 208 с.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018.–268 с.

4. Беэр, С. А. Биология возбудителя описторхоза [Текст] / С. А.Беэр. – М., 2005. – 336 с.

5. Кузнецова, В.Г. Описторхоз в клинической практике врача-инфекциониста [Текст] / В.Г. Кузнецова, Е.И. Краснова, Н.Г. Патурина. – Лечащий врач. 2013. URL: https://www.lvrach.ru/2013/06/15435735/ (дата обращения 19.11.2018).

6. Лечащий врач [Электронный ресурс]: науч. журн./ Москва. – Электрон. журн.– Изд. "Открытые системы".– Режим доступа:https://www.lvrach.ru/2013/06/15435735/

7. Сравнительная оценка пространственного распределения заболеваемости населения дифиллоботриозом и описторхозом на эндемичной территории [Текст] / Д.И. Обольский [и др.]. – ЗНиСО. –2015. – № 2(263).

8. Святенко, И.А. Особенности клинико-эндоскопической картины гастроэзофагеальнойрефлюксной болезни при хроническом описторхозе [Текст] / И.А. Святенко, Э.И. Белобородова. – Сибирский медицинский журнал.– 2010. – № 1. –С. 41–44.

9. Филимонова Л. А., Борисенко Н. А. Описторхоз, клинические проявления [Текст] / Л.А. Филимонова, Н.А. Борисенко. – Сибирское медицинское обозрение. – 2006. – №2.

10. Jongsursuntigul P., Imsomboon T. Epidemiology of opisthorchiasis and national control program in Thailand // Southeast Asia J. Trop. Med. Public Health. - 1998. Vol. 29, №3 - P.327-332.

УДК 621.317

Швачкина О.Г., Тришина Т.В., Лукьяненко В.Д., Шаров Ю.В.

ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж

Аннотация. *Проводится анализ деятельности по сертификации энергопотребляющего и энергосберегающего оборудования. Определены необходимые условия для успешного прохождения сертификации электрооборудования.*

Ключевые слова: *сертификация, электрооборудование, декларация.*

Abstract. *The analysis of activities for certification of the energy-requiring and energy saving equipment is carried out. Necessary conditions for successful passing of certification of electric equipment are defined.*

Key words: *certification, electric equipment, declaration.*

Сертификация энергопотребляющего и энергосберегающего оборудования, энергетических ресурсов является одним из основных

принципов энергосберегающей политики государства. Сертификация электрооборудования проводится в целях экспертизы электротехнических приборов на предмет безопасности и соответствия заявленным производителем параметрам [1].

В соответствии с Законом РФ от 03.04.1996 № 28-ФЗ (ред. от 30.12.2008) об энергосбережении энергопотребляющая продукция любого назначения, а также энергетические ресурсы подлежат обязательной сертификации на соответствующие показатели энергоэффективности. Кроме этого, она обязательна в точках общего присоединения потребителей или приемников электроэнергии к распределительным электрическим сетям центров питания энергоснабжающей организации [3].

Так же, обязательной сертификации подлежит электрическая энергия, предназначенная для приобретения и использования гражданами для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности.

Объектом сертификации является электрическая энергия в распределительных сетях энергоснабжающих организаций.

В соответствии с Федеральным Законом об электроэнергетике обязательная сертификация является одной из форм подтверждения продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, условиям договоров [2].

Электрическая энергия сертифицируется по показателям: медленные изменения напряжения (отрицательное и положительное отклонения напряжения) и отклонение частоты.

Следующие виды приборов подлежат обязательной сертификации:

- телефоны;
- оргтехника;
- информационная техника;
- утюги;
- устройства для тепловой обработки пищи;
- массажные механические устройства;
- автоматизированные кухонные приборы;
- прочие бытовые электроприборы;
- контрольно-измерительные приборы-
- электрические агрегаты для бассейнов и аквариумов;
- устройства механизмов безопасности и сигнализации.

Сертификация о соответствии предусмотрена для следующих типов электрооборудования:

- электрические приборы, применяемые в медицинском оборудовании;
- электрооборудование для железнодорожного транспорта;
- устройства для аграрных электрических установок.

Некоторые категории устройств нуждаются в сертификате соответствия правилам пожарной безопасности.

Обязательная сертификация электрической энергии проводится на соответствие требованиям к качеству электрической энергии, установленным ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств. Нормы качества электрической энергии в структурах электроснабжения общего назначения».

В соответствии с законодательными нормативами, сертификация кабельной продукции осуществляется аккредитованными организациями в испытательных лабораториях. В отдельных случаях исследования проводятся в производственных цехах. В составе комиссии должны быть представители организации, обладающей полномочиями на проведение сертификации.

Регистрация деклараций, сертификация высоковольтного и низковольтного оборудования должны проводиться по системе ГОСТ Р, предусматривающей четкую идентификацию товаров, которая проводится с помощью протокола испытаний или специального сертификата. После проведения цикла лабораторных исследований аккредитованными организациями может также выдаваться сертификат пожарной безопасности.

Сертификация электрической энергии производится по определенным схемам с учетом специфики, характерной для имеющегося вида продукции.

Подтверждение сертификации осуществляется в целях защиты жизни и состояния здоровья человека, имущества, а также предотвращения действий, вводящих в заблуждение потребителей относительно его назначения и безопасности.

Сертификация проводится по заявкам энергоснабжающих организаций. При положительном решении заявителю выдается сертификат соответствия на электрическую энергию, поставляемую потребителям от распределительных электрических сетей.

При выдаче сертификата на партию продукции электрооборудования помимо наименования, типа, модели и документа, по которому производится изготовление продукции, указывается размер партии и номер соглашения или договора (контракта), или счета, или другого документа, по которому осуществляется поставка продукции.

На протяжении всего срока действия сертификата проводят инспекционный контроль. Периодичность, объем и регламент проверок зависят от схемы сертификации и предполагают выполнение определенных видов работ: сбор и обработка сведений об объекте сертификации; осуществление проверочных мероприятий, проведение выборочных тестирований соответствия электроэнергии с документированием результатов инспектировании, принятие решения.

Решение о приостановке или полном прекращении действия сертификата может быть принято, если: качество электроэнергии не соответствует контролируемым нормативам, документ, регулирующий качество и методы

испытаний электроэнергии, был актуализирован, пересмотр схем электросетей и договоров с потребителями в части качественных показателей может вызвать их несоответствие действующим нормативам. Решение, приостанавливающее действие сертификата, допускается, если выявленные недочеты могут быть устранены своевременным проведением корректирующих мероприятий.

Таким образом, можно сделать вывод, для того чтобы успешно пройти сертификацию электрооборудования, необходимо чтобы:

1. Изделия имели хорошую защиту пользователя от электромагнитного излучения.
2. Продукция содержала защиту пользователя от воздействия электрического тока.
3. Товар надежно защищал пользователя от повреждений механического характера.
4. Изделия изолировали пользователя от химических и биологически активных составляющих.
5. Продукция имела хорошую прочность и механическую износостойкость.

Список литературы

1. Метрология, стандартизация и сертификация в энергетике [Текст] /С.А. Зайцев [и др.]. – Академия, 2009. – 221 с.

2. Лещева, О.В. Система менеджмента качества в электроэнергетике [Текст] / О.В. Лещева, И.А. Тришина, А.Н. Беляев, Т.В. Тришина // Молодежный вектор развития науки: материалы 65-й студенческой научной конференции. – Воронеж. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 8-10.

3. О добровольной сертификации в электроэнергетике [Текст] / Л.В. Бушлякова [и др.]// Молодежный вектор развития науки: материалы 65-й студенческой научной конференции. – Воронеж. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 11-14.

УДК 628.8

Ромась С.В., Попов Н.А.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬХОЗ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия.

Аннотация. *В статье приведен перечень необходимых параметров для обеспечения качества и условий труда при хранении сельхоз продукции в помещениях АПК, виды помещений и их вентиляции.*

Ключевые слова. *Системы вентиляции, помещения АПК, вентиляция, воздухообмен, температура.*

Abstract. *The article provides a list of the necessary parameters to ensure the quality and working conditions in the storage of agricultural products in the premises of agriculture, types of premises and their ventilation.*

Keyword. *Ventilation systems, agricultural premises, ventilation, air exchange, temperature.*

Современный подход к системе производства и реализации плодоовощной продукции основан на повышении рентабельности отрасли за счёт не только увеличения объёмов производства, но и совершенствования способов обработки и хранения овощей, позволяющих минимизировать их потер. Промышленная новизна технологии хранения плодоовощной продукции включают в себя современные экспресс-методы оценки качества и химического состава закладываемой на хранение продукции, использование таких методов хранения, в том числе с применением полимерных упаковок с газоселективными вставками, использование новых материалов для укрытия продукции при полевом хранении в буртах и траншеях, и, конечно, модернизированные системы вентилирования хранилищ.

Необходимость выдерживания параметров хранения в достаточно жёстких рамках в течение длительного времени заставляет более ответственно подходить к оснащению хранилищ, в первую очередь, системами вентиляции.

Подбор необходимого оборудования для систем вентиляции овощехранилищ, в первую очередь, определяется требуемой для обеспечения режима хранения производительностью по воздуху ($м^3$/ч). Производительность же зависит от требуемой кратности воздухообмена, которая разнится в зависимости от назначения помещения, вида хранимой продукции и др. Кратность воздухообмена показывает, сколько раз в течение одного часа происходит полная смена воздуха в помещении. Требуемая производительность по воздуху зависит и от объёма вентилируемого помещения. В системах с принудительной вентиляцией производительность вентиляторов рассчитывается, исходя из 20-30-кратного воздухообмена за час, используются, главным образом, центробежные вентиляторы среднего давления [1].

Кроме того, выбор оборудования, определяется рабочим давлением, скоростью потока воздуха в воздуховодах и допустимым уровнем шума.

Конструкционное решение шахт для забора воздуха должно быть рассчитано на подачу внутрь хранилища чистого атмосферного воздуха без пыли, вредных газов и паров. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в струе приточного воздуха на выходе из воздухораспределителя – не более 30%.

Шахты для забора воздуха в системах принудительной вентиляции выполняются либо в виде отдельно расположенных конструкций, либо в виде пристроек, либо в виде отверстий в ограждающих конструкциях. Приточные

отверстия для забора воздуха должны располагаться на высоте не менее 2 метров от уровня земли. Для защиты от атмосферных осадков они должны иметь жалюзи. Скорость движения воздуха в воздухоприемных каналах при механической вентиляции принимается 2-6 м/с, в отверстиях – 4-12 м/с.

От воздухоприемных отверстий к вентиляторам и далее воздух подается по воздуховодам, расположенным внутри помещения хранилища. Воздуховоды могут быть выполнены в виде каналов в строительных конструкциях, могут быть также подвесными или приставными. Форма воздуховодов может быть круглой или квадратной в сечении, диаметр воздуховодов определяется мощностью вентиляционной установки [2].

Воздухораспределительная сеть вентиляционной системы состоит из воздуховодов (магистрального и распределительных), фасонных частей (переходников, поворотов, отводов, переходов, тройников, врезок, заглушек и др.) и распределителей воздуха.

Что касается рабочего давления, то чем больше протяжённость воздуховодов и чем больше в них поворотов и ответвлений, тем давление создаваемое вентилятором должно быть выше. Рассчитывается рабочее давление в зависимости от диаметра и типа воздуховодов, числа поворотов и переходов с одного диаметра на другой и типа воздухораспределителей. Скорость потока воздуха также зависит от диаметра воздуховодов. Следует учитывать, что при слишком больших скоростях значительными будут и потери давления.

При навальном способе хранения плодоовощной продукции воздух подается в толщу хранимой продукции по напорным каналам, причем каналы могут быть не обязательно в напольном исполнении.

Основными преимуществами подпольных вентиляционных каналов помимо большей равномерности воздухораспределения, является меньшая по времени продолжительность вентилирования, необходимая для достижения требуемых параметров хранения, а также меньшая трудоемкость закладки продукции и ее выгрузки [3].

Наиболее надёжным способом, но и самым затратным в то же время, является бетонирование, т. е. устройство углублений в бетонном полу непосредственно в процессе строительства.

Самым экономичным вариантом устройства напорных каналов, которые можно изготовить даже собственноручно, являются треугольные модули из фанеры, бруса или металла.

Самый востребованный на сегодняшний день тип напорных каналов, - это полукруглые напольные каналы, перфорированные в нижней части короба. Расстояние между центрами линий каналов – 4 метра. Прочность конструкций достаточно велика: каналы спокойно выдерживают вес навала картофеля высотой до 5 метров.

При устройстве активной вентиляции овощехранилища следует иметь в виду, что расстояние между осями воздухораспределительных каналов не

должно превышать 2 метра. Торцы каналов должны находиться от стен на расстоянии 60-80 см. Скорость подачи воздуха на выходе из воздухораздающих устройств в системах активной вентиляции должны быть 1-2 м/с [4].

Для того, чтобы максимально снизить сопротивление движению воздуха, внутренняя поверхность воздуховодов выполняется как можно более гладкой, изгибы и ответвления должны быть плавными. Круглые воздуховоды, представляющие собой разветвленную в большинстве случаев систему труб круглого сечения, получили наибольшее распространение в комплектации вентиляционных конструкций хранилищ и производственных помещений. Круглые в сечении воздуховоды создают меньшее аэродинамическое сопротивление, чем прямоугольные. Благодаря круглому сечению воздушный поток перемещается по системе воздухопроводов с гораздо большей скоростью, чем при использовании воздуховодов прямоугольного сечения, что увеличивает эффективность работы всей системы в целом.

Кроме того, они обладают большей прочностью и менее материалоемки при изготовлении (на 8-10 %), чем воздуховоды прямоугольного сечения. Удобство и скорость монтажа, а также демонтажа при необходимости очистки, обеспечивается фланцевыми соединениями. Однако при ограниченной высоте помещений более применимы прямоугольные воздухопроводы, как более компактные. При использовании воздухопроводов прямоугольного сечения достигается значительная экономия полезного пространства, причём компактность прямоугольных воздуховодов ничуть не ухудшает их функциональности.

Ни одна система вентиляции не обходится без воздухораспределительных устройств, определяющих форму воздушных потоков.

В зависимости от места установки различают приточные и вытяжные воздухораспределительные устройства. Разнится и их форма: встречаются устройства квадратной, прямоугольной и круглой формы с направлением воздуха в одну, две, три или четыре стороны. Для работы во влажных и агрессивных средах, к которым можно отнести и микроклимат овощехранилищ, предназначены специальные решётки. Тип воздушной струи определяется конструкцией решетки: различают плоские, неполные веерные и другие типы струй [5].

Для подогрева воздуха, подаваемого в овощехранилища в зимнее время года, в состав приточных вентиляционных систем вводят калориферы. Калориферы незаменимы и при сырой дождливой осени – времени сбора урожая и закладки на хранение. Одним из этапов предварительной подготовки овощной продукции перед закладкой на хранение является её просушивание. Калориферы в этой ситуации способны помочь сберечь урожай от гниения или замерзания.

Работа калориферов может быть основана на принципе дополнительного забора воздуха извне, что является наиболее предпочтительным вариантом для хранилищ сельскохозяйственной продукции. Вторая схема работы на основе замкнутой циркуляции более применима для жилых и офисных помещений.

Калориферы в овощехранилищах обычно являются встраиваемыми в цепь воздухообмена. Мощность калорифера, используемого в приточной системе вентиляции для подогрева наружного воздуха, подаваемого в хранилище, подбирается исходя из производительности вентиляционной системы, требуемой температуры и минимальной температуры наружного воздуха в данном регионе.

По виду теплоносителя различают калориферы:

- водяные, подключаемые к системе центрального отопления;
- паровые.

По форме поверхности теплообмена водяные и паровые калориферы делятся на гладкотрубные (трубчатые) и ребристые.

В гладкотрубных калориферах в качестве нагревательного элемента выступает труба с гладкой поверхностью. Теплотехнические показатели таких калориферов рассчитаны на сравнительно небольшие расходы нагреваемого воздуха. Температуры нагрева также невелики. Чтобы увеличить коэффициент теплопередачи в вентиляционных системах с гладкотрубными калориферами, предусматривается установка большего количества труб с расстоянием между ними 0,5 см [6].

Наиболее востребованы для применения в овощехранилищах пластинчатые калориферы, популярность которых в значительной степени объясняется лёгкостью их монтажа и эксплуатации. Они представляют собой прямоугольные или круглые стальные пластины, насаженные на трубы. В оребренных или спирально-навивных калориферах на трубки навиваются стальные ленты шириной 10 мм и толщиной 0,5 мм.

Горячая вода или пар, протекая по трубам, нагревает и металлические пластины. Воздух, подающийся от вентиляторов, проходя через зазоры между трубами и пластинами (стальными лентами), нагревается до требуемой температуры и подается в помещение хранилища. Температуру нагрева можно регулировать.

В помещениях хранения сельхоз продукции должны быть обеспечены все меры предупреждения несчастных случаев на производстве и возникновения профессиональных заболеваний в зависимости от условий труда. В нашем случае все работники, занятые хранением и переработкой плодоовощной продукции, включая руководителей и специалистов производств, обязаны проходить обучение, инструктажи, проверку знаний по охране. Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работникам, должны удовлетворять требованиям Правил проведения сертификации средств индивидуальной защиты, утвержденных постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 19 июня 2000 г. № 34.

Только качественное вентиляционное оборудование способно обеспечить эффективное вентилирование овощной продукции при любом способе хранения, вследствие чего продукция хранится более длительное время.

На сельскохозяйственном предприятии в помещениях хранения сельхоз продукции должна быть разработана, такая вентиляция которая будет соответственно благоприятна и для работников с соблюдением всех мер предупреждения несчастных случаев на производстве и возникновения профессиональных заболеваний в зависимости от условий труда, а так же благоприятна при хранении овощепродукции, что является залогом сохранности продукции.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности в выпускных квалификационных работах студентов [Текст]/ Н.А. Попов, [и др.]. – Воронежский государственный аграрный университет; под общей редакцией В.И. Писарева. Воронеж, 2014.
2. Электробезопасность: учебное пособие [Текст]/ В.И. Писарев, [и др.]. – Воронеж, 2013.
3. Безопасность жизнедеятельности в выпускных квалификационных работах работах студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 (190600) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль подготовки бакалавров «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст]/ Андрианов А.А., [и др.]. – Воронеж, 2014.
4. Снижение теплового воздействия на оператора мобильных энергетических средств [Текст]/ И.Б. Журавец, [и др.]. – Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. – № 10. – С. 18-20.
5. Практикум по безопасности жизнедеятельности: учебное пособие [Текст]/ Н.А. Попов, Е.А. Высоцкая, В.И. Писарев. – Воронеж, 2015.
6. Стабилизация теплоты в кабине МЭС [Текст] / И.Б. Журавец, [и др.]. – Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1(44). – С. 48-52.

Научное издание

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ: ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 26-27 ноября 2018 г.)

ЧАСТЬ I

Издается в авторской редакции.

Подписано в печать 10.12.2018 г. Формат 60x80 $^{1}/_{16}$
Бумага кн.-журн. П.л. 35,93. Гарнитура Таймс.
Тираж 500 экз. Заказ № **18678.**

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.