

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования**

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

РОЛЬ АГРАРНОЙ НАУКИ В РАЗВИТИИ АПК РФ

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ 105-ЛЕТИЮ ФГБОУ ВО
ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ
(Россия, Воронеж, 1-2 ноября 2017 г.)**

ЧАСТЬ I

**Воронеж
2017**

Печатается по решению научно-технического совета ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

УДК 63:001.89:005.745(06)

ББК 65.32

Р 68

Р 68 РОЛЬ АГРАРНОЙ НАУКИ В РАЗВИТИИ АПК РФ: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Россия, Воронеж, 1-2 ноября 2017г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 283 с.

С 1 по 2 ноября 2017 г. в Воронежском госагроуниверситете прошла международная научно-практическая конференция по актуальным проблемам АПК в области экономики, агрономии, экологии, землеустройства, механизации, зооинженерии, ветеринарии, технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Редакционная коллегия:

Н.И. Бухтояров, Н.М. Дерканосова, В.А. Гулевский, И.М. Глинкина

Под общей редакцией: кандидата экономических наук, доцента
Н.И. Бухтоярова, доктора технических наук, профессора Н.М. Дерканосовой,
доктора технических наук, профессора В.А. Гулевского

ISBN 978-5-7267-0989-5

ISBN 978-5-7267-0992-5 (Ч I)

© Коллектив авторов, 2017

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ»

Никитин В.В., Ожерельев В.Н. ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ОТВЕРСТИЙ РЕШЕТЧАТОГО ДНИЩА НАКЛОННОЙ КАМЕРЫ НА ЕГО СЕПАРИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ.....	8
Вендин С.В., Соловьёв С.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	13
Ломовских А.Е., Гусев Ю.В., Свиридов А.А., Галныкин Е.А. КАВИТАЦИОННЫЙ ЭЖЕКТОР ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДНОТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ.....	16
Чехунов О.А., Асыка А.В. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	22
Софин А.А., Селиверстов А.Ю., Леонтьев К.Н., Пурусов Ю.М. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ ПРИ СНЯТИИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА СТЕНДАХ ...	26
Варварин А.М., Ляпич Е.Н., Казаков Е.Б., Сокол П.А. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ВЛАГООТДЕЛЕНИЯ В ПРИВОДЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ	31
Хромко А.С., Талыков В.В. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЗАЩИТНЫХ КАБИН ОПЕРАТОРА, РАБОТАЮЩЕГО В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ УСЛОВИЯХ	34
Стародубцев Д.А., Борисов С.В., Ломовских А.Е., Черноиванов В.И. СМЕСИТЕЛЬ-АКТИВАТОР МОТОРНОГО ТОПЛИВА	41
Стародубцев Д.А., Гусев Ю.В., Ломовских А.Е., Князев С.И. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРИСАДОК НА ОСНОВЕ ПЛАКИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ.....	47
Мануйленко А.Н., Галеженко А.С., Нестерова Н.В. РОЛЬ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	53
Афоничев Д.Н., Пиляев С.Н., Панов Р.М. РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ	57
Дикарев Р.А., Суханова М.Ю. АЭРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	63
Дикорев Д.В., Пономарев В.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕ	68
Молоков Д.А., Половьянов А.В. ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ	71
Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Щербатюк М.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ	

ПЯТНА КОНТАКТА ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И ШИПА ДЕКИ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА.....	75
Шварц А.А., Беседин Б.П. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ВНЕСЕНИЮ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ КУЗОВНЫМ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕМ	82
Козлов В.Г., Скрыпников А.В., Микова Е.Ю., Ломакин Д.В. ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАНА И ПРОФИЛЯ ДОРОГИ НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ ПОВЕРХНОСТИ.....	87
Мазуха Н.А., Мазуха А.П., Афоничев Д.Н. СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ПОГРУЖНОГО ВОДЯНОГО НАСОСА С УЛУЧШЕННОЙ ЗАЩИТОЙ	95
Гудков В.В., Сокол П.А., Ляпич Е.Н. АНАЛИЗ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЛНОПРИВОДНОГО АВТОМОБИЛЯ	100
Кишин С.В. ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4–20 КВ	106
Мерзликин Е.А. ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЗОН ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНИКИ	110
Вендин С.В. СВЧ ОБРАБОТКА СЕМЯН ЛЮПИНА	115
Вендин С.В., Саенко Ю.В., Саенко С.В. К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ ЭНЕРГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА	118
Капинус И.В. ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ СВЧ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	121
Пономарев А.И., Голубина С.А. ИЗНАШИВАНИЕ УПРОЧНЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПЛУГОВ KVERNERLAND	124
Плахов С.А., Алакин В.М. РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ВИБРОРОТАЦИОННОГО СЕПАРАТОРА ПОЧВЕННЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ	128
Дружинин Р.А., Труфанов В.В., Золотарев А.М. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ.....	132
Вендин С.В., Саенко Ю.В. К РАСЧЁТУ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕЙ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА К ОБОСНОВАНИЮ РАСЧЕТА АППАРАТА ВТОРИЧНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРОБИЛКИ	137
Бородина Е.Ю., Высоцкая Е.А. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ПОЖАРНОГО РИСКА	142
Путиенко К.Н., Гетманов А.А. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ КОРМУШЕК	147
Терехов Д.Ю., Королев А.И. СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГЕРМАНИИ	151

Высоцкая Е.А., Кондаурова М.Н., Немцова Л.Ю. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ	155
Рудавин И.М., Галкин Е.А., Андрианов Е.А. ОЦЕНКА ГЕРМЕТИЧНОСТИ КАБИНЫ МОБИЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА	162
Василенко В.В., Ахмадов Б.Р. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА	166
Терентьев В.В., Шемякин А.В. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ	169
Вендин С.В., Саенко Ю.В., Широков М.С. АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ	173
Василенко В.В., Василенко С.В., Ахмадов Б.Р. ВЛИЯНИЕ РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ НА СМЕННУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АГРЕГАТА ..	177
Цыбулин И.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА.....	182
Немцова Л.Ю., Кондаурова М.Н., Исаенко А.Ю., Высоцкая Е.А. НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК	185
Высоцкая Е.А., Прохорова А.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА И УСТОЙЧИВОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА	191
Баскаков И.В., Оробинский В.И., Чернышова О.Т., Хорошева Н.А. ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО	197
Баскаков И.В., Оробинский В.И., Карпенко Р.Н., ПОТЕРИ ЗЕРНА ПРИ ХРАНЕНИИ В ЗЕРНОХРАНИЛИЩАХ СИЛОСНОГО ТИПА	201
Пурусов Ю.М., Леонтьев К.Н., Милых К.Ю., Горанько О.О. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СИЛ ТРЕНИЯ В ОБЛАСТИ КОНТАКТА КРУПНОГАБАРИТНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ДУГЕ ОКРУЖНОСТИ.....	209
Бородин С.А., Андрианов Е.А., Андрианов А.А. К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА ..	214
Гулевский В.А., Вертий А.А., Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ШАРНИРНО ПОДВЕШЕННЫМИ КОМБИНИРОВАННЫМИ НОЖАМИ И ЭНЕРГЕТИКИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ	220
Гулевский В.А., Чернышов А.В. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ	226

Шаповалов А.А., Березин М.С., Ломовских А.Е., Афонин Д.В. СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГО- РАНИЯ	230
Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. МЕХАНИЗИ- РОВАННАЯ УБОРКА ТОПИНАМБУРА	236
Заварзин А.Т., Поддубный А.К., Писарчук А.В. СПОСОБ РЕКУПЕ- РАЦИИ ЭНЕРГИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗ- ДУШНЫХ СУДОВ.....	240
Заварзин А.Т., Поддубный А.К., Винокуров С.Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ПРИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕ- ДОВАНИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМО- БИЛЬНОГО СТАРТЕРА.....	243

СЕКЦИЯ «ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ»

Анкудинова В.В., Плахотник А.В., Глазунова Л.А. РАСПРОСТРАНЕНИЕ МАСТИТА СРЕДИ КОРОВ В ООО «ЗА- ПСИБХЛЕБ-ИСЕТЬ»	247
Антимирова А.А., Конева А.В., Глазунова Л.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕ- ДЕТОМЕДИНА И ИНФИЛЬТАЦИОННОЙ АНЕСТЕЗИИ ПРИ ОР- ХИДЭКТОМИИ У КРЫС	251
Воробьев Е.А., Плахотник А.В., Глазунова Л.А. ЭТИОЛОГИЯ БО- ЛЕЗНИ МОРТЕЛЛАРО И ЕЁ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ООО «ЗА- ПСИБХЛЕБ-ИСЕТЬ»	254
Крупницын В.В., Востроиллов А.В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСБЕННО- СТИ ЭФФЕКТИВНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ НА СВЕЖЕМ ВОЗДУХЕ В УСЛОВИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	257
Ушакова Т.М., Дерезина Т.Н. ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АС- ПЕКТЫ НАРУШЕНИЯ УРОВНЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИ- СТЕНТНОСТИ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В СИСТЕМЕ «МАТЬ-ПОТОМСТВО» В УСЛОВИЯХ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	261
Полотовский К., Полозюк О. СОХРАННОСТЬ И НЕКОТОРВЫЕ ИН- ТЕРЬЕРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОРОСЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДКИСЛИТЕЛЕЙ	268
Савина И.П. БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПЕ- РЕРАБОТКИ СТЕВИИ	272
Голунова Е.С., Понамарёв В. С., Семёнов Б.С. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНОЙ РАНЫ, ВОЗНИКШЕЙ НА ФОНЕ РАЗВИТИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОГО НОВООБРАЗОВАНИЯ У КОТА ..	277

**Боцман В.В., Черный Н.В., Мачула О.С., Щепетильников Ю.А. РЕ-
ЗИСТЕНТНОСТЬ СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ СОДЕРЖА-
ЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО МИКРОКЛИМАТА 280**

СЕКЦИЯ «ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ»

УДК 631.354:33

Никитин Виктор Васильевич, к.т.н., доцент

Ожерельев Виктор Николаевич, д. с. – х. н., профессор

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Россия

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ОТВЕРСТИЙ РЕШЕТЧАТОГО ДНИЩА НАКЛОННОЙ КАМЕРЫ НА ЕГО СЕПАРИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ

Аннотация. Представлены результаты лабораторного эксперимента по определению сепарирующей способности решетчатого днища наклонной камеры зерноуборочного комбайна. Получена зависимость доли свободного зерна, прошедшего сквозь отверстия решетчатого днища от их размеров.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, очес, наклонная камера, решетчатое днище, сепарация зернового вороха.

Summary. The results of the laboratory experiment to determine the separation ability of the lattice to the bottoms of the inclined camera combine harvester. The dependence of the fraction of free grain that passed through the holes slatted bottoms.

Keywords: combine harvester, tow, tilt up camera, slatted bottom, separation of grain heap.

Уборка зерновых культур методом очесывания растений на корню является одним из наиболее перспективных направлений совершенствования указанного технологического процесса. Это обусловлено тем, что при очесе поступление в комбайн технологической массы уменьшается в 1,5-2 раза, что приводит к экономии до 70% энергии, которую уборочная машина современной конструкции расходует на деформацию соломы в молотилке. По сравнению с использованием традиционной жатки производительность уборки при очесе растений на корню повышается в 2-3 раза, а расход топлива снижается в полтора раза. Себестоимость зерна уменьшается при этом на 25-30% [1].

Однако при использовании указанной технологии ряд важных проблем по-прежнему остаются не решенными. Так, хлебная масса, поступающая от адаптера к молотильному устройству, содержит до 80% свободного зерна. Наличие его в молотильной камере затрудняет процесс выделения зерна из колоса и снижает пропускную способность устройства. Кроме того, не исключена возможность дробления зерна рабочими органами молотилки и вынос его значительной части в соломотряс. Все это способствует росту потерь урожая.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что минимизировать дробление свободного зерна рабочими органами молотилки можно за счет его предварительной сепарации в наклонной камере зерноуборочного комбайна посредством решетчатого днища [2-3]. В связи с тем, что разработка указанного способа сепарации очесанного зернового вороха находится на начальной стадии, то технические и технологические параметры процесса изучены недостаточно. В частности, неизвестны размеры отверстий решетчатого днища наклонной камеры, обеспечивающие его максимальную сепарирующую способность. Математическое моделирование процесса позволило получить предварительные параметры сепарирующих отверстий [4-5], однако при этом не представлялось возможным учесть многослойное расположение частиц в ворохе, что способствует образованию сводов и существенно уменьшает скорость вертикальной миграции зерен.

В связи с этим авторами разработана экспериментальная установка, имитирующая работу скребкового плавающего транспортера наклонной камеры зерноуборочного комбайна. Она состоит из рамы 1 и колосового элеватора 2 (рис. 1, а), днище которого выполнено в виде съемной решетки 3, имеющей отверстия прямоугольной формы. Для сбора зернового вороха, прошедшего сквозь отверстия съемного решетчатого днища 3, колосовой элеватор в своей нижней части дополнительно снабжен коробчатой емкостью 4 (рис. 1, в). Привод установки осуществляется от электродвигателя 5 посредством цепной передачи 6 (рис 1, б). Управление электродвигателем 5 (включение-отключение, регулировка частоты вращения вала электродвигателя, направление его вращения) осуществляется при помощи частотного преобразователя 7 «Веспер» Е2-8300.

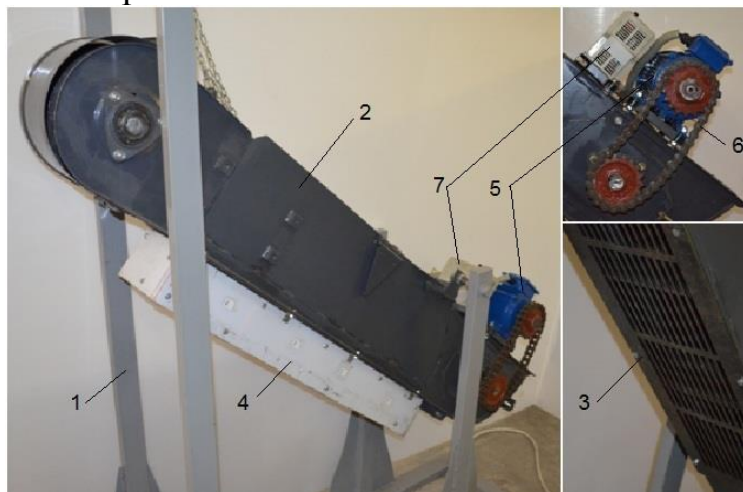


Рисунок 1 – Устройство, имитирующее работу скребкового плавающего транспортера наклонной камеры зерноуборочного комбайна: 1 – рама; 2 – колосовой элеватор; 3 – съемное решетчатое днище; 4 – емкость для сбора зернового вороха; 5 – электродвигатель; 6 – цепная передача; 7 – частотный преобразователь

Все исследования проводились на пшенице сорта «Московская 56». Влажность зерна находилась в пределах 12%. Скорость движения элеватора

(3 м/с) и угол его наклона к горизонту (45°) соответствовали аналогичным параметрам работы скребкового плавающего транспортера наклонной камеры для большинства современных зерноуборочных комбайнов [6, 7]. Длина съемного решетчатого днища установки принималась равной длине днища наклонной камеры КЗС-1218 «Полесье» и составляла 0,95 м.

С целью исключения влияния на выходной параметр эксперимента площади «живого сечения» отверстий съемного днища, отклонение ее величины в разных вариантах опыта не превышало 0,5%.

Эксперимент осуществлялся следующим образом. При выходе электродвигателя на заданную частоту вращения в загрузочное устройство колосового элеватора подавалась навеска очесанного зернового вороха. Ее масса $m_{нав}$ была приведена в соответствие с пропускной способностью молотильного устройства по формуле (1),

$$m_{нав} = \frac{q}{b_{тр}} \cdot b_{эл} = \frac{10}{1,5} \cdot 0,15 = 1 \text{ кг/с} \quad (1),$$

где $m_{нав}$ – масса навески зернового вороха, кг/с;

$b_{эл}$ – ширина колосового элеватора, м;

q – пропускная способность молотильного устройства, кг/с;

$b_{тр}$ – ширина скребкового плавающего транспортера наклонной камеры, м.

Скребки элеватора, захватывая ворох, перемещали его в сторону решетчатого днища, где и происходил процесс предварительной сепарации. После поступления хлебной массы в выгрузное устройство экспериментальная установка отключалась. Емкость для сбора зернового вороха снимали, а сам ворох подвергали всесторонним исследованиям. В частности учитывалась массовая доля свободного зерна как прошедшего сквозь отверстия решетчатого днища (рис. 2), так и поступившего в выгрузное устройство.

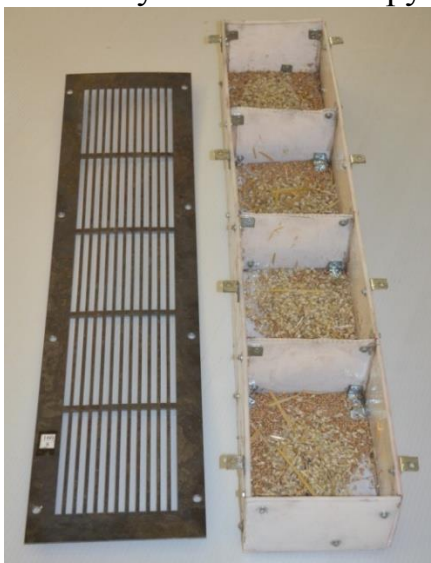


Рисунок 2 – Емкость для сбора зернового вороха, прошедшего сквозь отверстия решетчатого днища

Опыт был спланирован как полнофакторный с тремя уровнями варьирования размеров отверстий решетчатого днища (табл. 1). Каждый вариант опыта был проведен в десятикратной повторности. Таким образом, всего были обработаны и учтены результаты 90 опытов.

Таблица 1 – Условия планирования эксперимента

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
натуральный вид	кодированный вид	-1	0	+1	
Длина отверстия, мм	L	120	160	200	40
Ширина отверстия, мм	B	6	8	10	2

Полученные данные были обработаны в программах «Excel» и «STATISTICA-10». По ним построена поверхность отклика, характеризующая зависимость доли свободного зерна, прошедшего сквозь отверстия решетчатого днища от параметров процесса (рис. 3).

Уравнение регрессии, наиболее адекватно отражающее характер зависимостей (с коэффициентом детерминации $R^2=0,958$), представляет собой полином второго порядка

$$Y = -140,8612 + 0,5929 \cdot L + 37,1868 \cdot B - 0,0012 \cdot L^2 - 0,0229 \cdot L \cdot B - 1,9261 \cdot B^2 \quad (2),$$

где Y – доля свободного зерна, прошедшего сквозь отверстия решетчатого днища, %;

L – длина отверстия, мм;

B – ширина отверстия, мм.

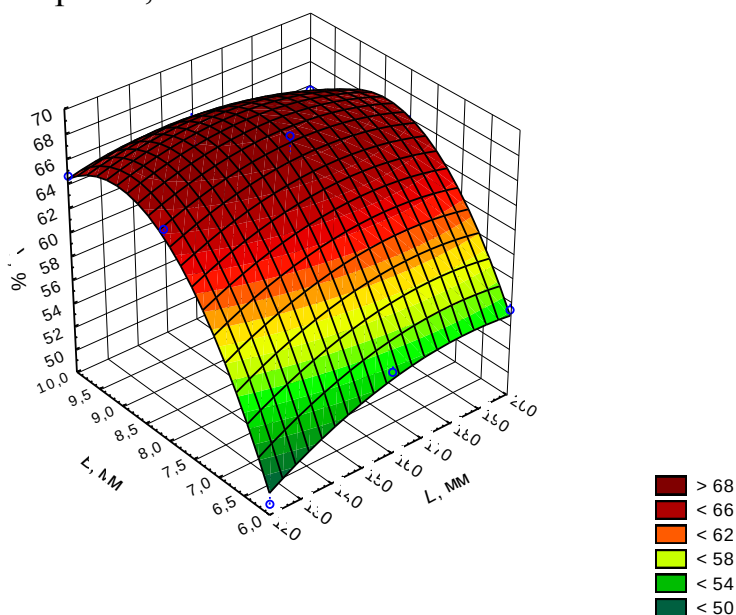


Рисунок 3 – Влияние длины и ширины отверстий решетчатого днища на проход свободного зерна

Анализ уравнения регрессия (2) показывает, что основное влияние на выделение свободного зерна из вороха оказывает ширина отверстий решетчатого днища.

Выводы:

1. Приведенные результаты эксперимента свидетельствуют о том, что эффективная сепарация очесанного зернового вороха на днище наклонной камеры зерноуборочного комбайна возможна.
2. Максимальный проход свободного зерна сквозь отверстия решетчатого днища составляет 68,7% при ширине его отверстий 8 мм и их длине 160 мм.
3. Практически стопроцентная сепарация зернового вороха возможна при увеличении длины наклонной камеры на 175 мм.

Список литературы

1. Ожерельев В.Н. Перспективные направления снижения энергоемкости процесса выделения зерна из колоса / В.Н. Ожерельев, В.В. Никитин // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – №8. – С. 30-31.
2. Пат. № 2566015 РФ, МПК⁷ A01D41/12. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Наклонная камера зерноуборочного комбайна. – Заявка № 2014135980/13 от 03.09.2014; опубл. 2015, бюл. № 29.
3. Пат. № 2577892 РФ, МПК⁷ A01D41/12. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Наклонная камера зерноуборочного комбайна. – Заявка № 2014145875/13 от 14.11.2014; опубл. 2016, бюл. № 8.
4. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Предварительная сепарация очесанного зернового вороха в наклонной камере // Агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию агроинженерного факультета. – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ им. императора Петра I, 2015. – С. 165-170.
5. Ожерельев В.Н., Никитин В.В., Комогорцев В.Ф. Наклонная камера зерноуборочного комбайна // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3. – С. 65-70.
6. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. – М.: КолосС, 2003. – 624 с.
7. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Зерноуборочные комбайны: монография. – Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2016. – 252 с.

Вендин Сергей Владимирович, д.т.н., профессор
Соловьёв Сергей Владимирович, старший преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы возможного использования ветрогенераторов с различными типами оси вращения в Белгородской области. На данный момент ветрогенераторы получили широкое распространение и выпускаются разнообразных видов, но все производимые ветрогенераторы разделяются на два типа: горизонтальные и вертикальные. Сравнение производится между ветрогенераторами обоих видов: горизонтальный ВЭУ-2000 и вертикальный SAIP CXF-400-B. Сравнение производилось в процессе их эксплуатации, и был сделан вывод, что горизонтальный ветрогенератор ВЭУ-2000 хоть и имеет большую установленную мощность, но величина вырабатываемой электроэнергии сильно зависит от направления и порывов ветра. Таким образом, горизонтальные ветрогенераторы необходимо использовать в тех районах, где направления и скорость ветра более постоянные.

Ключевые слова: ветрогенератор, ветровое колесо, ось вращения, мощность, скорость ветра, ориентация на ветер.

Summary. The article discusses the possible use of wind generators with different types of rotation axis in the Belgorod region. At the moment, wind generators are widely distributed and produced a variety of types, but all produced wind generators are divided into two types: horizontal and vertical. The comparison is made between wind generators of both types: horizontal VEU-2000 and vertical SAIP CXF-400-B. The comparison was made in the course of their operation, and it was concluded that the horizontal wind turbine VEU-2000, although it has a large installed capacity, but the amount of electricity produced depends strongly on the direction and gusts of the wind. Thus, horizontal wind generators should be used in those areas where wind direction and speed are more constant.

Keywords: wind generator, wind wheel, axis of rotation, power, wind speed, orientation to wind.

Альтернативные (АИЭ) и возобновляемые (ВИЭ) источники энергии, в том числе и электроэнергетики, внедряются не только в экономику промышленного сектора во всем мире, но и в частный сектор. Основная цель их использования — экономия традиционных энергоносителей и дополнение существующих (традиционных) систем энерго- и электроснабжения. Поиск путей экономии энергозатрат идет по многим направлениям: совершенствование традиционных энергосистем и поиск наилучшего применения источников

энергии на основе альтернативных и возобновляемых источников [1]. При этом, кроме снижения энергозатрат, важное значение имеют и вопросы экологии, снижения ущерба наносимого окружающей среде.

В вопросах использования альтернативных (АИЭ) и возобновляемых (ВИЭ) источники энергии нельзя все оценивать с позиций исключительно положительного эффекта, так как существует много аспектов, которые требуют решения задач научного, технологического, конструктивного а также экологического характера.

Одним из критериев оценки эффективности применения различных энергосистем является оценка технических параметров с учетом коэффициента полезного действия. Ниже приведены результаты сравнительной оценки различных типов ветрогенераторов для возможности использования их в условиях Белгородской области.

Источником преобразующим энергию ветра является ветрогенератор, представляющий собой ветряную турбину, где при помощи генератора и вращающегося ротора кинетическая энергия ветра эффективно преобразуется в электрическую. В настоящее время ветрогенераторы широко распространены и представляют собой самые разнообразные виды, но делятся на два типа: горизонтальные ветровые турбины (горизонтальная ось вращения) и вертикальные ветровые турбины (вертикальная ось вращения).

В горизонтальных ветрогенераторах рабочим органом является ветровое колесо имеющее форму крыла и вращающееся в вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению ветра, а вал ветрового колеса параллелен потоку. Вращательной силой этих типов колес является подъемная сила лопастей [2]. Относительно потока ветра ветровое колесо в рабочем положении может быть расположено перед башней или позади неё. В переднем положении колесо должно иметь аэродинамический стабилизатор или любое другое устройство, которое удерживает его в рабочем положении. В заднем положении башня часто затеняет ветряную турбину и гасит поток, который набегает на неё. Когда колесо работает в таких условиях, генерируются циклические нагрузки, повышаются шумы и колебания выходных параметров ветряной турбины. Направление ветра может изменяться довольно быстро, и ветровое колесо должно внимательно следовать этим изменениям, прибегая к помощи виндродзы или серводвигателя. Такие ветряные турбины обычно используют роторные колеса для двух и трех лопастей, в то время как последние характеризуются очень плавным ходом.

Вертикальные ветрогенераторы имеют несколько преимуществ по сравнению с горизонтальными. Ветряная турбина с вертикальной осью вращения благодаря её геометрии при любом направлении ветра располагается в произвольном положении. Кроме того, такая система позволяет только удлиняя вал устанавливать редуктора с генератором в основании башни, что практически невозможно в случае горизонтальной ветровой турбины. Вертикально расположенные роторы имеют значительные преимущества перед

ветровыми турбинами с горизонтальным расположением осей. Им не нужно оборудование, которое ориентирует на ветер. Конструкция упрощается и уменьшаются гироскопические нагрузки, вызывающие дополнительные напряжения в лопастях ветрогенераторов с горизонтальной осью вращения. Такие устройства включают пластины, чашки или элементы турбины, а также роторы Savonius с S-образными лопастями, на которые воздействует подъемная сила. Устройства такого типа имеют хороший стартовый момент, но меньшие скорости и мощности по сравнению с обычным ротором. Наиболее распространенными вертикальными установками являются установки с ротором «Дарье». В нём вращающий момент создаётся подъёмной силой, возникающей на двух или трёх, тонких изогнутых несущих поверхностях, имеющих аэродинамический профиль. Подъемное усилие максимизируется, когда лопасть с большой скоростью пересекает набегающий воздушный поток [3]. Хотя не следует не учитывать изгибающий момент от ветрового потока действующий на вал ротора.

Для объективного сравнения ниже приведены технические характеристики из опыта эксплуатации ветроустановок, в которой использовались два типа ветрогенераторов: горизонтальный – ВЭУ – 2000 и вертикальный – SAIP CXF-400-B.

ВЭУ – 2000 – это ветроэнергетическая установка мощностью 2 кВт, предназначенная для автономного снабжения электроэнергией потребителей в районах со среднегодовой скоростью ветра не менее 4,5 м/с. Этот ветрогенератор имеет следующие технические характеристики: скорость ветра, при которой начинается работа – 3 м/с, номинальная скорость ветра – 10 м/с, максимальная скорость ветра – 45 м/с, рабочее напряжение – 48 В, КПД – 35 %, максимальная выходная мощность – 2100 Вт.

SAIP CXF-400-B – вертикальный ветрогенератор мощностью 400 Вт. Его технические характеристики предпочтительней, чем у ВЭУ – 2000. Минимальная стартовая скорость вращения – 1 м/с, минимальная скорость ветра, при которой начинает вырабатываться энергия – 2 м/с, номинальная скорость ветра – 12 м/с, максимальная скорость ветра – 65 м/с, выходное напряжение – 12 В, КПД – 30 %.

Как видно из приведённых параметров ветрогенератор с вертикальной осью вращения SAIP CXF-400-B имеет преимущество по сравнению с ВЭУ – 2000 относительно минимальной стартовой скорости ветра, но при достаточной скорости ветра коэффициент полезного действия у горизонтальной конструкции выше. В ходе проведенных долгосрочных наблюдений и накопленных данных о выработке мощности от обоих ветрогенераторов в условиях Белгородской области можно сделать вывод, что в средней полосе России, в частности в нашем регионе, из-за относительно малой скорости ветра гораздо эффективнее применять ветрогенераторы с вертикальной осью вращения. Так как их выработка не зависит от направления ветра, которое очень часто меняется в нашем районе, у них значительно меньшая стартовая

скорость, что тоже является значительным преимуществом относительно горизонтальных установок. Кроме того ветрогенераторы вертикального типа имеют меньшие габариты при равной выходной мощности и меньший уровень шума, что в данном случае является их преимуществами.

Ветрогенератор ВЭУ – 2000 хотя и более мощный, чем SAIP CXF-400-B, но его эффективность сильно зависит от скорости и направления ветра. Генераторы горизонтального типа следует применять в районах, где достаточная скорость и относительно постоянное направление ветрового потока.

В заключение отметим, что в различных районах Белгородской области возможно применение двух типов ветрогенераторов. Эффективность их работы в период «затишья» повышает совместное использование солнечных батарей, что позволит обеспечить большую надёжность электроснабжения потребителей. В тоже время следует очень внимательно относиться к выбору мощности как генератора, так и потребителя с учетом возможной энергии ветрового потока. Безусловно наиболее оптимальной являлась бы любая конструкция, работающая на малых скоростях с высоким КПД и, следовательно, научные исследования в этом направлении являются актуальными и перспективными.

Список литературы

1. Нестеров, А.М. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области [Текст]/ А.М. Нестеров, С.В. Вендин.- Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова.- 2013.-№6.-С.2000-203.

2. Куликова, Л.В. Основы использования возобновляемых источников энергии[Электронный ресурс]/ Л.В. Куликова. –Электрон. дан. –М., 2008;

3. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2017

УДК 629.3.065

Ломовских Александр Егорович, к.т.н., старший преподаватель
Гусев Юрий Владимирович, к.т.н., доцент, начальник кафедры
Свиридов Алексей Алексеевич, к.п.н., старший преподаватель
Галныкин Евгений Андреевич, курсант
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия

КАВИТАЦИОННЫЙ ЭЖЕКТОР ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДНО-ТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Аннотация. В статье рассматривается процесс приготовления и подачи в систему питания двигателя внутреннего сгорания водно-топливной эмуль-

сии с целью снижения расхода топлива двигателем, а также снижения количества угарного газа и углеводородов содержащихся в отработавших газах двигателя.

Ключевые слова: система питания, двигатель внутреннего сгорания, горение капель водно-топливных эмульсий, токсичные вещества.

Summary. The article deals with the process of preparation and feeding of a water-fuel emulsion in an internal combustion engine to reduce the fuel consumption of the engine, as well as reducing the amount of carbon monoxide and hydrocarbons contained in the engine's exhaust gases.

Keywords: the power system, the internal combustion engine, the combustion of droplets of water-fuel emulsions, toxic substances.

В настоящий момент проблемой автотранспортных предприятий эксплуатирующих автомобильную технику является экономия моторного топлива. В то же время высокому уровню автомобилизации сопутствует загрязнение атмосферного воздуха вредными выбросами, содержащимися в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания (ДВС), особенно опасное появлением смога над крупными мегаполисами.

В связи с этим решение этой проблемы заключается в следующем:

- замена обычных автомобилей электромобилями;
- использование гибридных силовых агрегатов;
- перевод ДВС на альтернативные виды топлив;
- использование альтернативного вида моторного топлива, когда в обычное углеводородное топливо добавляют различные жидкие компоненты [1].

Самым рациональным способом решения этой проблемы возможно путем улучшения экономических и экологических показателей ДВС автомобильной техники путем модернизации системы их питания с целью работы ДВС на водно-топливной эмульсии (ВТЭ) [2].

Добавление водной фазы в жидкое моторное топливо для ДВС, улучшает процесс сгорания:

- уменьшаются коэффициенты механического и химического недожога и, как следствие этого возрастает их КПД; уменьшается содержание оксидов азота, серы, углеводородов в отработавших газах; снижается температура в камере сгорания; подавляются процессы детонации; исчезает калильное зажигание.

Способ подачи воды в двигатель возможен, как отдельно в цилиндры двигателя в виде рабочей смеси, так и в виде ВТЭ.

В цилиндрах двигателя из-за высокой температуры в концевой части (500...600 °С) происходит нагрев внутренней части капли водной фазы, которая превращается в пар, в то время как оболочка капли, состоящая из топлива, продолжает оставаться в жидком состоянии. Именно в это время капля воды мгновенно закипает, то есть происходит «микровзрыв» капли, при

котором капли воды с большой скоростью начинают безразлично перемещаться и ударятся о поверхность камеры сгорания [3].

Это наиболее характерная особенность горения ВТЭ. При наличии на стенках камеры нагара происходит его разрушение, а также дробление горючей смеси на более мелкие фракции, в результате чего происходит полное сгорание топлива, улучшение экономических показателей ДВС, а также снижение содержания вредных веществ в отработавших газах.

Для приготовления ВТЭ, рационально использовать компактные смесители, устанавливаемые на борту транспортного средства. Это позволяет вводить воду до бензонасоса по заранее составленной программе в зависимости от режима работы ДВС. Смесительный аппарат, он же дозатор устанавливается в топливной магистрали системы питания ДВС между топливным насосом и карбюратором, который представлен на рисунке 1.

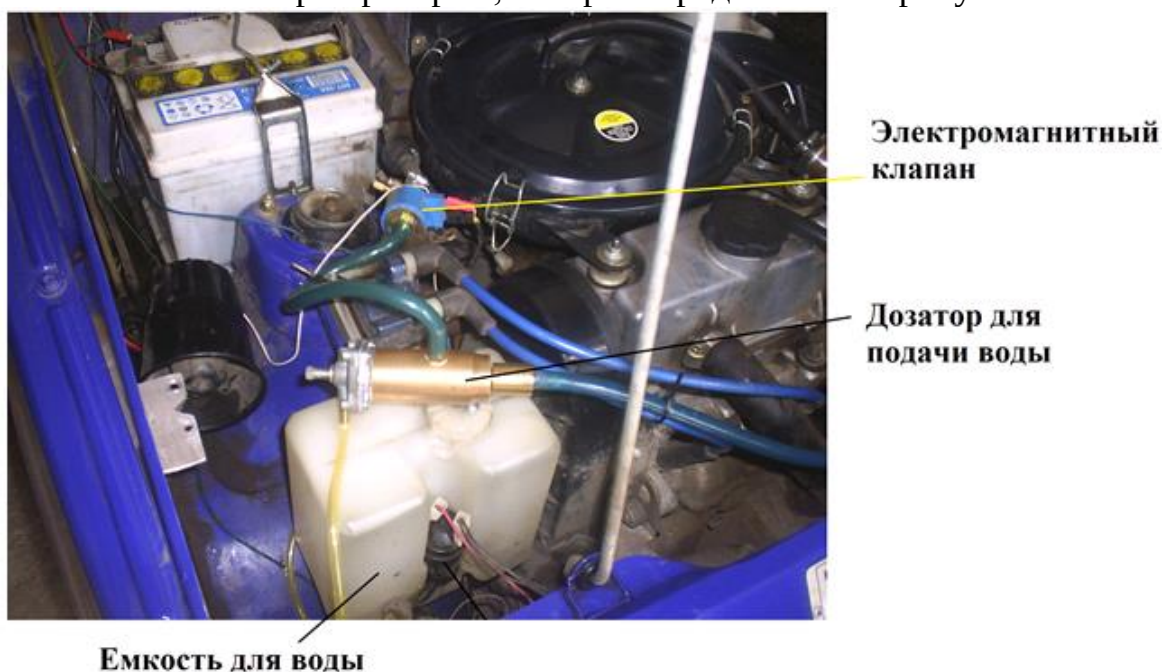


Рисунок 1 – Внешний вид установки кавитационного эжектора для подачи ВТЭ на автомобиле ВАЗ-11113

Эжектор представляет собой дозатор для подачи воды струйно-кавитационного типа, в отличие от других видов аппаратов, способен обрабатывать ВТЭ высокого качества при относительно низких затратах. Кавитационный эжектор использует периодические гидромеханические процессы с возбуждением акустической и импульсной кавитации [4].

Электромагнитный клапан предназначен для подачи водной фазы для перекрытия и открытия канала подачи компонента, идущего по водозаборной трубке из бака с водой в дозатор (струйно-кавитационный эжектор).

Смесительный аппарат (кавитационный эжектор) предназначен для перемешивания и гомогенизации жидких сред (компонентов) за счет физико-механического воздействия с высокой удельной энергией на молекулярные

цепи посредством кавитационного и расщепляющего процессов, приводящих к изменению структуры моторного топлива, превращению тяжелых фракций топлива в более лёгкие. Данное устройство было разработано и запатентовано авторами.

На этапе разработки и проектирования была создана электронная модель аппарата, которая разрабатывалась на основе системы автоматизированного проектирования и конструирования (САПР). В качестве основной САПР для разработки электронной модели аппарата была взята система гибридного параметрического моделирования SolidWorks, которая по всеобщему признанию является одной из лучших и предназначена для проектирования деталей и сборок в трёхмерном изображении с возможностью проведения различных видов экспресс-анализа, а также оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

Процесс построения трёхмерной модели в SolidWorks основывается на создании объемных геометрических элементов и выполнения различных операций между ними. Подобно конструктору модель набирается из стандартных элементов и может быть отредактирована путём добавления (удаления) этих элементов, или изменения их характерных параметров. Модель несёт в себе наиболее полное описание физических свойств объекта (объем, масса, моменты инерции) и даёт проектировщику возможность работы в виртуальном трёхмерном пространстве, что позволяет на самом высоком уровне приблизить компьютерную модель к облику будущего изделия, исключая этап макетирования.

После того как была создана твердотельная модель деталей, затем автоматизированно были получены рабочие чертежи с изображениями всех основных видов, проекций, сечений и разрезов, а также с проставленными размерами.

Программа поддерживает двунаправленную ассоциативную связь между чертежами и твердотельными моделями, так что при изменении размера на чертеже автоматически перестраиваются все, связанные с этим размером, конструктивные элементы в трехмерной модели. И наоборот, любое изменение, внесенное в твердотельную модель, повлечет за собой автоматическую модификацию соответствующих двумерных чертежей.

На рисунке 2 схематично представлена работа кавитационного эжектора.

Кавитационный эжектор не работает когда ДВС не запущено, тогда активное сопло 2 при помощи пружины 14 закрывает отверстие в диффузоре 3. После того, как ДВС будет запущен, то насос через штуцер 6 в сопло 2 и далее в диффузор 3 дозатора подает топливо. Одновременно с этим во впускном коллекторе ДВС создается разрежение, которое через штуцер 16 передается в вакуумную камеру, в пространство между мембраной 10 и крышкой 9, в результате чего мембрана 10 прогибается и сжимает пружину 14.

Так как мембрана жестко соединена, через втулку 15 и шпильку 7 с активным соплом 2, поэтому мембрана увлекает за собой активное сопло 2, при этом сопло отходит от диффузора 3 и отверстие становится свободным, при этом происходит автоматическая подача воды из бака с водой.

С возрастанием нагрузки на двигатель разряжение в коллекторе возрастает и мембрана 10 начинает изгибаться и активное сопло 2 отходит от диффузора 3. Другой способ регулирования подачи воды возможен путем изменения диаметра жиклеров 20, изменяя их пропускное сечение на входе. После того как двигатель будет остановлен за счет пружины 14 мембрана 10 с активным соплом 2 возвращается в первоначальное состояние и закрывает отверстие в неподвижном диффузоре 3, перекрывая подачу воды.

Такая конструкция позволяет регулировать подачу воды в зависимости от степени открытия педали газа ДВС.

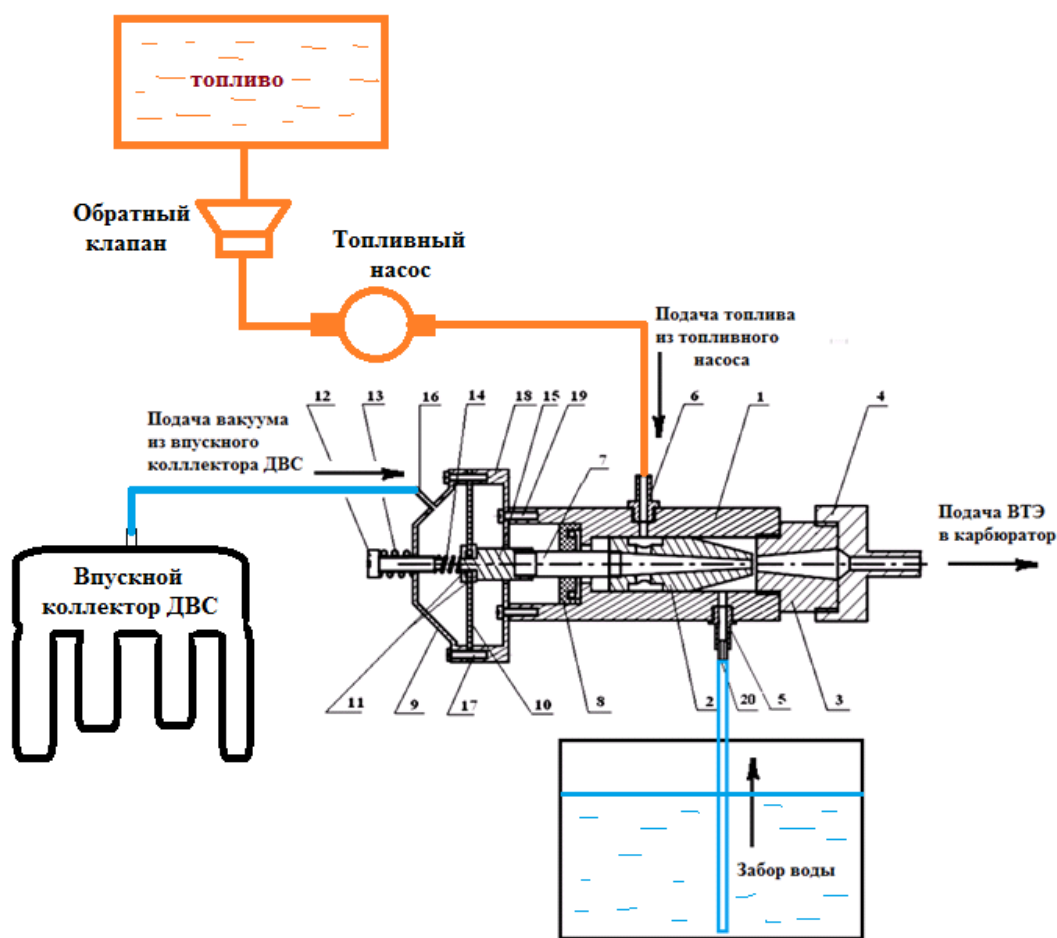
Кавитационный эжектор позволяет обрабатывать две несмешиваемые жидкости и автоматически регулировать состав ВТЭ в заданной пропорции (4...20 %) в зависимости от режима работы ДВС.

Экспериментальные исследования, проводившиеся на автомобиле ВАЗ-11113, показали, что концентрация вредных компонентов в выхлопных газах снизилась в 1,5 раза при работе на водотопливной эмульсии, за счет более качественной и точной регулировки по сравнению с прототипом.

Внешний вид установки кавитационного эжектора для подачи ВТЭ на автомобиле ВАЗ-11113 представлен на рисунке 1.

Анализ отработавших газов проводился с помощью газоанализатора ГИАМ-23. Проведенный анализ показал, что содержание угарного газа снижается на 25 %, а количество углеводородов на 10 %, что подтверждает явление «микровзрыва» капли ВТЭ, в результате чего производится дополнительное дробление топлива. Это наиболее характерная особенность горения эмульсии, способствующая более полному сгоранию и улучшению экономических показателей ДВС.

Проведенные исследования работы двигателя на ВТЭ, показали, что вода повышает октановое число топлива, и все его свойства улучшаются по всем показателям. Результаты проведенных испытаний позволяют сделать вывод, что увеличивается степень сжатия, повышается мощность двигателя, которая также увеличивается за счет выделения водорода при высоких температурах (2500 °С), который сжигается, как топливо, что подтверждают и ходовые испытания, проведенные на автомобиле ВАЗ-11113.



1 – корпус; 2 – активное сопло; 3 – диффузор; 4 – крышка; 5, 6, 16 – штуцеры; 7 – шпилька; 8 – сальник; 9 – крышка; 10 – мембрана; 11 – шайба; 12 – винт; 13 – стопорная пружина; 14 – пружина; 15 – втулка; 17, 19 – винты; 18 – стакан; 20 – жиклер

Рисунок 2 – Схема работы дозатора-смесителя

Эксплуатационные испытания показали, что двигатель при работе на ВТЭ работает с так называемой «мягкостью», также происходит снижение детонационной стойкости при резком открытии дроссельной заслонки и возможность использования низкооктановых сортов топлива (вместо АИ-92 можно использовать бензин А-80 при расходе воды 15...20 % от расхода топлива).

Список литературы

1. Пузанков А.Г. Автомобили: Конструкция, теория и расчет: учебник. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 544 с.
2. Воинов А.Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. М.: Машиностроение, 1977. 253 с.
3. Поливаев О.И. Тракторы и сельхозмашины / Панков А.В., Иванов В.П., Золотых Е.Д. 2011. №3. С. 43–45.
4. Егин Н.Л. На воде, с обратной связью // Автомобильная промышленность. 1991. №1. С.15 – 17.
5. Патент №2352805 Российская Федерация МПК F02 М 25/00. Струйно-кавитационный эжектор для приготовления ВТЭ / Ломовских А.Е., Воробьев Ю.В., Дупляк В.П. // Заявка №2007139864 опубл. 30.10.07. 26 с.

Чехунов Олег Андреевич, к.т.н., доцент

Асыка Анна Владимировна, аспирант

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация. Статья посвящена выбору наиболее перспективных устройств для доения коров. При изучении достоинств и недостатков существующих доильных аппаратов установлено, что перспективным является создание доильного аппарата с однокамерными стаканами и управляемым режимом доения.

Ключевые слова: доильный аппарат, доильный стакан, доение, управляемый режим, стимуляция, молокоотдача.

Summary. The article is devoted to the selection of the most promising devices for milking cows. When studying the merits and demerits of existing milking machines, it was found that the creation of a milking machine with single-chambered glasses and a controlled milking regime is promising.

Keywords: milking machine, teat cup, milking, controlled regime, stimulation, milk yield.

На увеличение продуктивности молочных коров влияет не только генетический потенциал животных, но и применяемое оборудование. Особое внимание при этом следует обратить на доильные аппараты, поскольку именно они вступают в непосредственный контакт с выменем. Для того чтобы доильное оборудование не причиняло дискомфортных и вредных последствий необходимо стремиться к созданию доильных аппаратов, отвечающих физиологическим особенностям животных. К такому оборудованию относятся доильные аппараты с управляемым режимом.

Для выявления наиболее перспективных устройств доения коров, был проведен анализ доильных аппаратов с управляемым режимом. Следует отметить, что известные конструкции отличаются разнообразием способов воздействия на сосок, о чем свидетельствует приведенная ниже классификация (рисунок 1).

Серийно выпускаемые доильные аппараты не обладают достаточной физиологичностью. Поэтому вопрос разработки доильных аппаратов, адаптированных к животным остается на сегодняшний день актуальным.

Как показывает опыт самое слабое место традиционных доильных аппаратов – доильные стаканы, а именно их сосковая резина, изменение механических характеристик, которой ведет к нарушению, а иногда и к полному прекращению процесса извлечения молока [1].

Следующий недостаток серийно выпускаемых доильных аппаратов – напозание доильных стаканов на соски вымени, что приводит к перекрытию

```

graph TD
    Root[Доильный аппарат с управляемым режимом доения] --> Level1[ПО СПОСОБУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО РЕЖИМА]
    Level1 --> Level1_1[Управление режимом доения вымени]
    Level1 --> Level1_2[Управление режимом доения по долям вымени]
    Level1_2 --> Level2[ПО УПРАВЛЯЕМЫМ КАМЕРАМ ДОИЛЬНОГО СТАКАНА]
    Level2 --> Level2_1[Подсосковая и межстенная]
    Level2 --> Level2_2[Межстенная]
    Level2 --> Level2_3[Подсосковая]
    Level2_1 --> Level3[ПО ТИПУ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЖИМА ДОЕНИЯ]
    Level3 --> Level3_1[Изменение давления]
    Level3 --> Level3_2[Изменение частоты пульсаций]
    Level3 --> Level3_3[Изменение тактов]
    Level3 --> Level3_4[Информация о конце доения]
    Level3 --> Level3_5[Изменение силы отсоса молока]
    Level3_1 --> L3_1_1[В начале и по завершении пониженного вакуума]
    Level3_1 --> L3_1_2[По завершении доения - пониженный вакуум]
    Level3_1 --> L3_1_3[В начале и по завершении вакуума 150 ... 250 мм. рт. ст.]
    Level3_1 --> L3_1_4[В начале и по завершении низкий вакуум и отключение низкий вакуум]
    Level3_1 --> L3_1_5[В начале низкий вакуум, по завершении - отключение]
    Level3_1 --> L3_1_6[В начале и по завершении низкий вакуум и задержка отключения вакуума]
    Level3_1 --> L3_1_7[В начале и по завершении низкий вакуум и выпуск воздуха]
    Level3_1 --> L3_1_8[По завершении атмосферное давление в межстенной камере]
    Level3_1 --> L3_1_9[По завершении - может, камере атм. давл., в подсоск. - чист. вкл.]
    Level3_1 --> L3_1_10[В начале и по завершении низкий вакуум и f=5 ... 7 Гц]
    Level3_1 --> L3_1_11[В начале или по завершении вакуум и регулируемый режим]
    Level3_2 --> L3_2_1[Изменение частоты пульсаций в зависимости от потока молока]
    Level3_2 --> L3_2_2[Изменение частоты пульсаций по зав. откл. и (или) звук. сигнал]
    Level3_2 --> L3_2_3[Изменение частоты пульсаций по завершении - отключение]
    Level3_2 --> L3_2_4[По завершении доения режим скатия и отдыха]
    Level3_3 --> L3_3_1[Изменение соотношения тактов в зав. от потока молока]
    Level3_3 --> L3_3_2[Оптическая и (или) звуковая сигнализация об окончании доения]
    Level3_3 --> L3_3_3[По завершении доения откл. и звуковой сигнал]
    Level3_4 --> L3_4_1[Отключение по завершении доения]
    Level3_4 --> L3_4_2[Снятие по завершении доения]
    Level3_4 --> L3_4_3[Массаж в процессе доения]
    Level3_5 --> L3_5_1[Изменение силы отсоса молока от 0 до 80 Н]
  
```

Отрицательно влияют и ударные воздействия на соски, возникающие в

результате цикловых пульсаций резины. В процессе доения корова испытывает вначале ударную нагрузку на сосок, потом сжатие его резиной, что приводит к постепенному ороговению соска и появлению на его поверхности трещин.

В большинстве функциональных схем доильных аппаратов наблюдается обратный ток молока, что служит сигналом к снижению тонуса молочной железы, приводит к уменьшению скорости молоковыделения, увеличиваются заболевания маститом и энергозатраты процесса доения.

Еще один недостаток доильных аппаратов – образование в подсосковых камерах аэрозолей, способствующих проникновению патогенных микробов в полости молочных цистерн вымени животных.

Анализ литературных источников позволил выявить основные достоинства и недостатки существующих типов доильных аппаратов (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Достоинства и недостатки существующих доильных аппаратов

Тип доильного аппарата	Основные достоинства доильного аппарата	Основные недостатки доильного аппарата
1	2	3
По способу выведения молока		
Высасывающий	Простота, дешевизна и надежность конструкции, хорошая стимуляция рефлекса молокоотдачи, высокая производительность	Рост заболеваний вымени маститом, возможность обратного тока молока и наполнение стаканов на соски вымени, неблагоприятное циклическое воздействие сосковой резины
Выжимающий	Уменьшение остаточного молока в вымени, снижение заболеваемости коров маститом, повышение молочной продуктивности	Сложность и дороговизна конструкции, увеличение времени доения, воздействие постоянного вакуума на кончики сосков
По количеству тактов работы		
Непрерывного отсоса	Простота, дешевизна и надежность конструкции, относительно высокая производительность	Рост заболеваний вымени маститом, воздействие постоянного вакуума на кончики сосков
Двухтактный	Простота, дешевизна и надежность конструкции, относительно высокая производительность, высокое качество молока (отсутствие подсоса воздуха)	Воздействие постоянного вакуума на кончики сосков, высокая заболеваемость вымени, не соответствие физиологии животных (ранняя выбраковка коров), возможность наполнения стаканов на соски вымени, неблагоприятное циклическое воздействие сосковой резины
Трехтактный	Периодическое освобождение кончика соска от действия высокого вакуума, уменьшение остаточного молока в вымени	Низкое качество молока (подсос атмосферного воздуха), возможность наполнения стаканов на соски, неблагоприятное циклическое воздействие сосковой резины
По протеканию процесса доения		
Одновременного доения	Простота и дешевизна конструкции	Не учитываются особенности долей и четвертей вымени
Попарного доения	Относительная простота и дешевизна конструкции	Не учитываются особенности четвертей вымени
Почетвертного доения	Учитываются особенности четвертей вымени при доении	Сложность и дороговизна конструкции
По управлению параметрами в процессе доения		
Без управляемого режима доения	Простота и дешевизна конструкции, низкая длительность подготовительных операций	Не соответствие физиологии коров, высокая заболеваемость коров маститом, не реализация потенциально возможной генетической молочной продуктивности

Продолжение табл. 1

1	2	3
С управляемым режимом доения	Соответствие физиологии коров, уменьшение остаточного молока в вымени, снижение заболеваемости маститом, повышение молочной продуктивности	Сложность и дороговизна конструкции, увеличение длительности подготовительных операций, ухудшение качества молока (подсос атмосферного воздуха)
Тип доильного аппарата	Основные достоинства доильного аппарата	Основные недостатки доильного аппарата
По изменению режима доения (для доильных аппаратов с управляемым режимом)		
Изменяющий величину вакуума в камерах стакана	Уменьшение остаточного молока, снижение заболеваемости маститом, повышение продуктивности	Возможность обратного тока молока и образования аэрозолей в подсосковом пространстве
Изменяющий частоту пульсаций	Высокая производительность, рост молочной продуктивности, эффективная стимуляция молокоотдачи	Высокий расход воздуха, наполнение доильных стаканов, длительность привыкания коров к аппарату
Изменяющий количество тактов	Сокращение времени доения, уменьшение остаточного молока в вымени	Наполнение доильных стаканов на соски, неблагоприятное циклическое воздействие сосковой резины, обратный ток молока

Изучив достоинства и недостатки существующих доильных аппаратов, мы пришли к выводу, что перспективным является создание доильного аппарата с однокамерными стаканами и управляемым режимом доения. Аппарат должен обеспечивать быстрый отвод молока на участке доильный стакан – коллектор, его стаканы должны подходить коровам с различными сосками, управление доением должно осуществляться путем изменения величины вакуумметрического давления под сосками вымени и частоты тактов в зависимости от интенсивности молокоотдачи.

Список литературы

1. Ужик В.Ф., Чехунов О.А и др. Доильный аппарат с однокамерными доильными стаканами и управляемым режимом доения. // Сб. науч. тр. VII международной научно-практической конференции ВНИИМЖ. Том 13, ч.2. Подольск, 2004. с.197-2002.
2. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет: монография / В.Ф. Ужик. – Белгород: изд-во БелГСХА. – 2009. – 485 с.

Софин Алексей Андреевич, курсант
Селиверстов Андрей Юрьевич, курсант
Леонтьев Константин Николаевич, доцент
Пурусов Юрий Михайлович, к.т.н., профессор
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ ПРИ СНЯТИИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА СТЕНДАХ

Аннотация. С помощью установки электрического привода на органы управления подачей топлива на бензиновых и дизельных энергетических установках значительно упрощается снятие эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: энергетические установки, бензиновые двигатели, эксплуатационные характеристики, дроссельная заслонка.

Summary. With the installation of electric actuator on the fuel control on gasoline and diesel power plants is greatly simplified removal performance.

Keywords: power plants, diesel engines, performance, throttle.

Испытания энергетических установок сопровождаются изменением подачи топлива с помощью органа управления – дроссельной заслонки на бензиновых двигателях или рейки топливного насоса высокого давления на дизельных двигателях. При проведении испытаний бензиновых энергетических установок на испытательных стендах и в частности при снятии нагрузочных характеристик требуется многократное изменение нагрузки путем изменения угла поворота дроссельной заслонки. Данные операции требуют точной установки дроссельной заслонки на определенный угол во всем диапазоне от минимальных оборотов холостого хода до полного открытия (полной нагрузки).

Нагрузочная характеристика энергетической установки представляет собой зависимость основных показателей ее работы (G_T и g_e) от одного из параметров, характеризующих его нагрузку (N_e , M_k или p_e), при неизменной частоте вращения коленчатого вала.

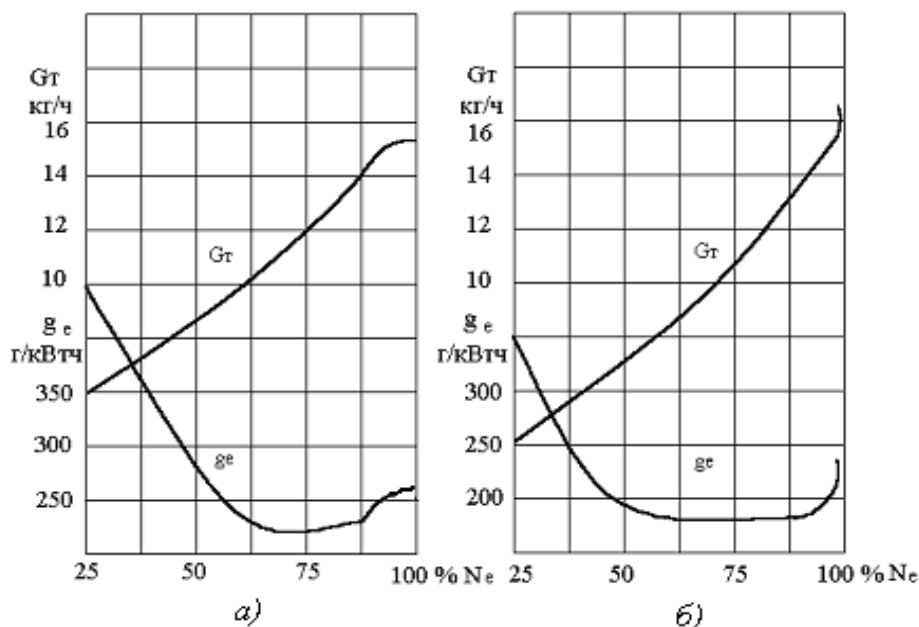
По серии нагрузочных характеристик, снятых при различных частотах вращения, определяются экономические и токсические показатели двигателей во всей зоне рабочих режимов.

Примеры нагрузочных характеристик приведены на рисунке 1.

Изменение расходов топлива G_T и g_e на нагрузочной характеристике описывается соотношениями

$$G_T = K_G \frac{\eta_v}{\alpha}; g_e = K_g \frac{1}{\eta_i \cdot \eta_m},$$

где K_g, K_G – константы, не зависящие от нагрузки, η_i, η_m – индикаторный и механический КПД, η_v – коэффициент наполнения, α – коэффициент избытка воздуха.



а) – с искровым зажиганием; б) – дизеля

Рисунок 1 – Нагрузочные характеристики двигателей

Зависимости η_i, η_m, η_v и α от нагрузки представлены на рисунке 2.

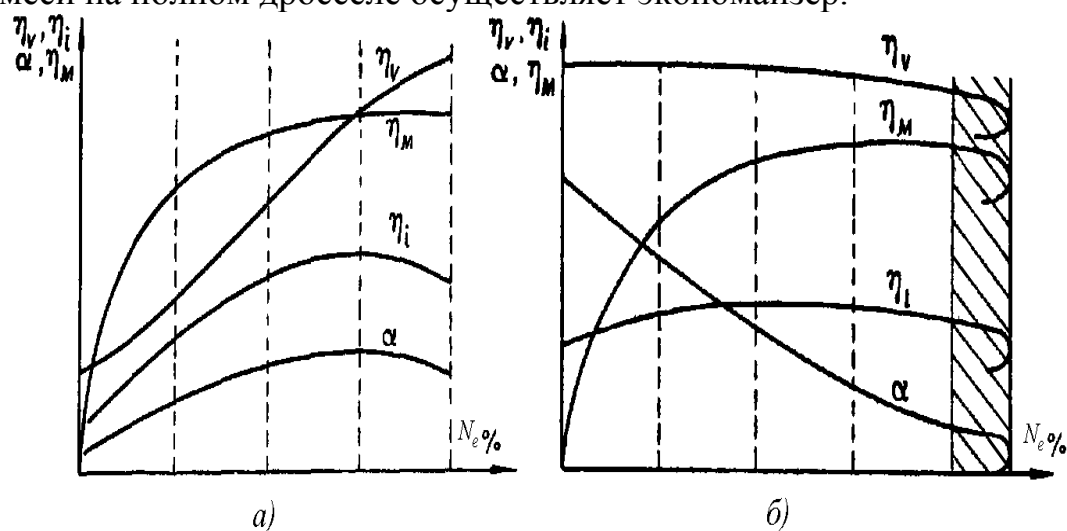
Коэффициент наполнения η_v у энергетических установок с искровым зажиганием увеличивается по мере роста нагрузки в связи с открыванием дросселя, у установок с самовоспламенением медленно убывает по мере роста нагрузки из-за увеличения температуры.

Коэффициент избытка воздуха α у энергетических установок с искровым зажиганием при частичном открытии дросселя соответствует экономичному составу, а при полном открытии – мощностному. Причем, на малом дросселе экономичный состав обеспечивают меньшие α , а по мере открытия дросселя экономичное значение α растет. Поэтому α в функции нагрузки вначале растет, оставаясь экономичным, а при полном дросселе вновь падает, обеспечивая максимальную мощность.

У энергетических установок с самовоспламенением α монотонно убывает с нагрузкой из-за роста цикловой подачи топлива и медленно падающей наполняемости цилиндров воздухом.

Индикаторный КПД η_i у энергетических установок с искровым зажиганием растет при переходе от малых нагрузок к средним из-за улучшения полноты сгорания, обусловленного ростом α , и роста скорости горения,

обусловленного уменьшением концентрации остаточных газов. При переходе к максимальным нагрузкам η_i , снижается, так как смесь мощностного состава сгорает не полностью. У бензиновых энергетических установок обогащение смеси на полном дросселе осуществляет экономайзер.



а) – двигателя с искровым зажиганием; б) – дизельного двигателя

Рисунок 2 – Изменение параметров цикла в зависимости от нагрузки

У энергетических установок с самовоспламенением η_i растет при переходе от малых нагрузок к средним, из-за уменьшения относительных тепловых потерь в стенки цилиндра и с утечкой газа в зазор между поршнем и цилиндром. Кроме этого, увеличивается скорость горения из-за повышения температуры двигателя. На максимальной мощности η_i падает из-за неполного сгорания топлива и выделении значительной доли теплоты при опускании поршня существенно ниже верхней мертвой точки.

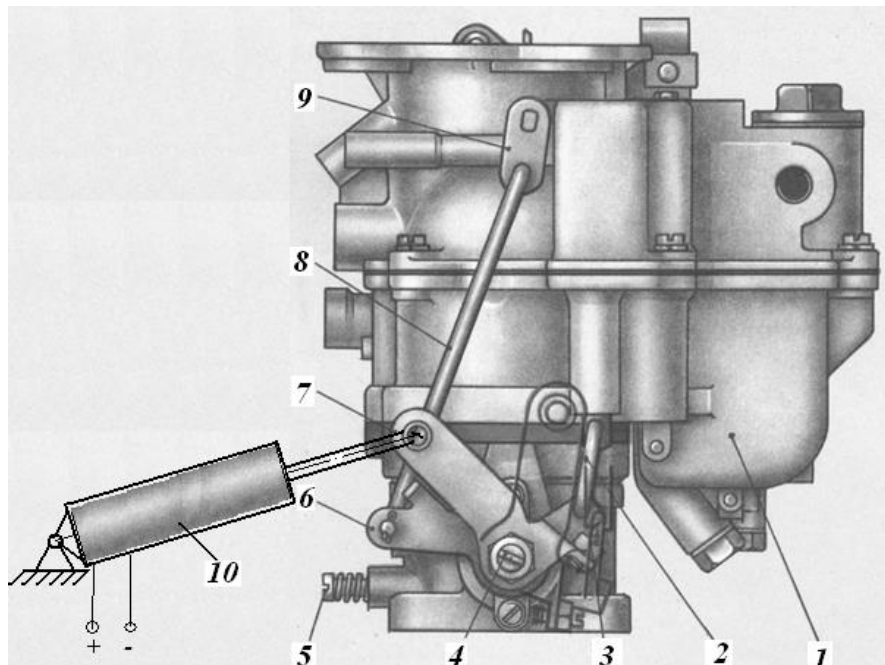
Механический КПД η_m всех энергетических установок растет с нагрузкой, так как мощность механических потерь, зависящая в основном от частоты вращения, по мере роста нагрузки составляет все меньшую долю от индикаторной мощности.

Нагрузочные характеристики дизельных энергетических установок от аналогичных характеристик энергетических установок с искровым зажиганием отличаются плавным изменением g_e на средних нагрузках, что делает экономичным более широкий диапазон нагрузок и уменьшает эксплуатационный расход топлива, наличием зоны дымления (на графике характеристики она отмечена штриховкой). Переход в эту зону недопустим, так как работа в ее пределах сопровождается сильным дымлением. В этой зоне с увеличением подачи топлива мощность некоторое время растет, а затем уменьшается из-за переобогащения смеси. Этим обуславливаются участки неоднозначности на графиках характеристики в зоне дымления.

Для плавного изменения положения дроссельной заслонки бензиновой энергетической установки на строго определенный угол применяется устрой-

ство с электроприводом, в соответствии с рисунком 3.

Устройство состоит из соленоида 3, который крепится к блоку цилиндров 4 или к впускному коллектору V-образного двигателя, а шток соленоида связывается с рычагом поворота дроссельной заслонки, в соответствии с рисунком.



1 – поплавковая камера; 2, 8, 9 – тяги; 3 – упорный винт; 4 – ось;
5 – регулировочный винт; 6, 7 – рычаги; 10 – соленоид

Рисунок 3 – Устройство для автоматического изменения угла поворота дроссельной заслонки бензиновой энергетической установки с электроприводом

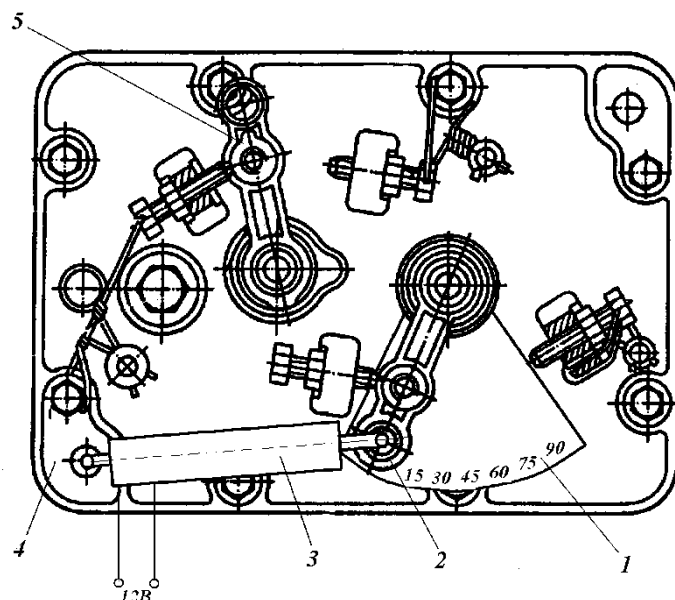
При подаче на соленоид электрического тока от источника питания с пульта управления шток соленоида будет плавно выдвигаться и поворачивать рычаг дроссельной заслонки, что в свою очередь будет приводить к изменению угла поворота дроссельной заслонки. Для увеличения угла поворота дроссельной заслонки ток на соленоид подается в прямом направлении.

Для уменьшения угла поворота дроссельной заслонки корпус поворачивается по часовой стрелке, а ток подается в обратном направлении. В устройстве используется постоянный ток напряжением 12...24 В для обеспечения техники безопасности при проведении испытаний. Для точной фиксации дроссельной заслонки в определенном положении на рычаге дроссельной заслонки установлена стрелка со шкалой, проградуированной от 3 градусов до 90 градусов.

При проведении испытаний дизельных энергетических установок на испытательных стендах и в частности, при снятии нагрузочных характеристик, требуется многократное изменение нагрузки путем изменения положения рейки топливного насоса высокого давления.

Данные операции требуют точного перемещения рейки на определенное расстояние с помощью рычага всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Устройство с электроприводом, в соответствии с рисунком 4, позволяет дистанционно вдвигать и выдвигать рейку топливного насоса высокого давления на строго определенное расстояние, соответствующее изменению нагрузки на 15% во всем диапазоне нагрузок от минимальной до полной.



1 – шкала; 2 – рычаг регулятора; 3 – соленоид; 4 – крышка регулятора;
5 – рычаг останова

Рисунок 4 – Устройство для изменения положения органа управления подачи топлива дизельной энергетической установки с электроприводом

Устройство состоит из соленоида 3, который крепится к крышке всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала или к специальному кронштейну V-образного двигателя, а шток соленоида связывается с рычагом 2 регулятора частоты вращения, в соответствии с рисунком.

При подаче на соленоид 3 электрического тока от источника питания с пульта управления шток соленоида будет плавно выдвигаться и поворачивать рычаг 4 регулятора частоты вращения коленчатого вала, что в свою очередь будет приводить к изменению положения рейки топливного насоса высокого давления и изменению нагрузки. Для вдвигания рейки, то есть увеличения нагрузки ток на соленоид подается в прямом направлении. Для выдвигания рейки, то есть уменьшения нагрузки, ток подается в обратном направлении. В устройстве используется постоянный ток напряжением 12...24 В для обеспечения техники безопасности при проведении испытаний. Для точной фиксации рычага регулятора частоты вращения в определенном положении на корпусе топливного насоса высокого давления установлена шкала, с нанесенной нагрузкой от 0 до 100 %.

Применение данных устройств значительно упрощает и ускоряет снятие нагрузочных характеристик энергетических установок, а также облегчает проведение расчетов.

Список литературы

1. Луканин В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Часть 1. Теория рабочих процессов [Текст]: учебник / В.Н. Луканин и др. М.: Высшая школа, 2007. 479 с.

2. Иванищев П.И. Двигатели внутреннего сгорания. Исследование характеристик двигателей внутреннего сгорания [Текст]: лабораторный практикум / П.И. Иванищев и др. - Воронеж: ВАИУ (г. Воронеж), 2008. 76 с.

УДК 629.3

Варварин Александр Михайлович, курсант

Ляпич Евгений Николаевич, преподаватель

Казаков Евгений Борисович, к.т.н., доцент

Сокол Павел Александрович, старший преподаватель

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ВЛАГООТДЕЛЕНИЯ В ПРИВОДЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В статье рассматривается использование сжатого воздуха получило широкое применение в современных автомобилях. Серьезной проблемой в зимнее время является образование ледяных пробок конденсата в трубопроводах, что влияет на безопасность движения. Разработка и конструирование систем влагомаслоотделения для снижения влажности сжатого воздуха в пневмосистемах тормозных систем является актуальной задачей.

Ключевые слова: сжатый воздух, конденсат, влажность сжатого воздуха, влагоотделение, тормозная система.

Summary. The article discusses the use of compressed air has been widely used in modern cars. A serious problem in winter is the formation of ice jams condensate in the pipelines that affects the traffic safety. Development and design of systems logomatopoeia for reducing the moisture content of compressed air in pneumatic brake systems is an urgent task.

Key words: compressed air, condensate, compressed air humidity, dehumidification, brake system.

Энергия сжатого воздуха широко используется в автомобильной технике как источник дополнительной энергии. Так, в большинстве современных грузовых автомобилей сжатый воздух получил применение в пневмосистемах привода тормозов, сцепления, коробок передач, раздаточных коробок и других. Основным преимуществом использования сжатого воздуха являет-

ся то, что его запасы не ограничены, возможность работоспособности пневмопривода, незначительная разгерметизация (такой принцип используется, например, в системах регулирования давления воздуха в шинах, когда производительность компрессора обеспечивает объемом подачи воздуха пробитого колеса). Основным преимуществом пневматического привода является простота конструкции его деталей и агрегатов и широкая интеграция в различные системы автомобиля. Эти положительные свойства получили применение во всех грузовых автомобилях.

В тоже время в использовании сжатого воздуха в пневмосистемах имеются некоторые трудности. К недостаткам пневматического привода относятся: длительное время срабатывания, вызванное объемами производства сжатого воздуха для обеспечения работы агрегатов системы и сложность конструкции, связанная с широкой разветвленностью трубопроводов. 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 [3, 4].

При этом определение места ледяной пробки в пневматическом контуре является серьезной проблемой в зимнее время. Также конденсируемая влага вместе с находящимися в пневматическом приводе тормозной системы (маслом, сажей выхлопных газов, солей-антиобледенителей с поверхностей дорожного полотна) перемещаются по пневмоконтур, 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 1.

Таблица 1 – Количество содержания водяных паров в одном кубическом метре атмосферного воздуха в зависимости от температуры окружающей среды

$T(^{\circ}C)$	-40	-20	0	7	10	20	40
$\Delta U_{max}(g/m^3)$	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 °С. 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.

Образование конденсата неразрывно связано с процессом производства сжатого воздуха в автомобиле. На рисунке представлена схема поэтапной подготовки воздуха в пневмосистеме тормозов, которая включает 4 основных этапа: подготовка атмосферного воздуха, сжатие, абсорбация, цистерна сжатого воздуха (хранение и распределение сжатого воздуха). Причем основной задачей поэтапной подготовки воздуха является удаление влагомаслянных паров в виде конденсата.

Распаренный в воздухе водяной пар нагревается и сжимается в компрессоре и при поступлении в агрегаты и пневмомагистрали за счет перепада давления и охлаждения до температуры окружающего воздуха преобразуется в конденсат.

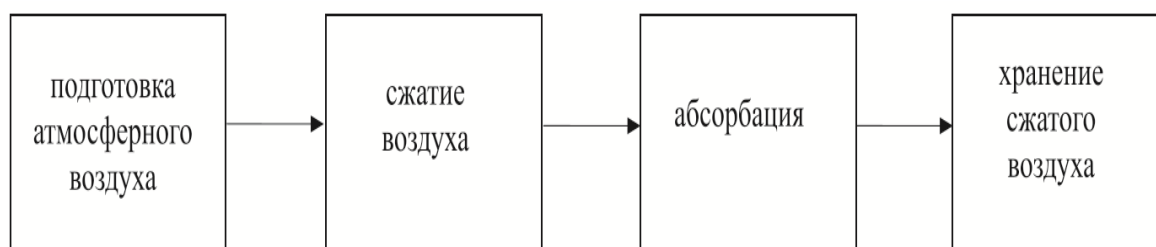


Рисунок 1 – Схема поэтапной подготовки воздуха в пневмосистеме тормозов

Причем к водяному пару в процессе его сжатия в компрессоре присоединяются пары масла, которые используются для обеспечения работоспособности компрессора. Конденсируемая влагомаслянная смесь скапливается в трубопроводах, воздушных ресиверах, в клапанах-распределителях, и других агрегатах пневмотехнического привода тормозной системы автомобиля. Данный конденсат наносит существенный ущерб деталям пневмопривода, связанной с образованием коррозии, что приводит к значительному уменьшению ресурса работы, а при низких температурах замерзания конденсата приводит к отказу срабатывания тормозной системы. Абсорбация сжатого воздуха применяется с использованием сепараторов, осушителей, систем

фильтров сжатого воздуха. Так, например, в грузовых автомобилях УРАЛ 4320 и КамАЗ 5320 используется влагомаслоотделители, основанные на различных принципах действия. К примеру, долгое время применяли влагомаслоотделители, в которых использовали этиловый спирт. Принцип заключался в следующем: пары спирта, испаряясь и смешиваясь с водяными парами сжатого воздуха, понижают температуру замерзания конденсата. Но такие агрегаты не решили проблему полностью. Поэтому совершенствование, разработка и конструирование систем влагомасло отделения для снижения влажности сжатого воздуха в пневмосистемах является актуальной задачей настоящего времени. Для этих целей необходимо разрабатывать системы автоматического сброса конденсата, системы рекуперативных теплообменников, использование редукционных клапанов постоянного перепада давления, уменьшения длины 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-printsip-raboty-naznachenie> (дата обращения: 5.09.2017 г.).

3. Конструкция тракторов и автомобилей: учебник/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский; под общ. ред. О.И. Поливаева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – 258 с.

4. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебник/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин; под общ. ред. О.И. Поливаева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – 319 с.

УДК 636.658.382 (075.8)

Хромко Андрей Сергеевич, Талыков Виталий Валерьевич магистранты
Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

Научный руководитель: **Андрианов А.А.**, доцент

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЗАЩИТНЫХ КАБИН ОПЕРАТОРА, РАБОТАЮЩЕГО В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. На основе обзора защитных кабин оператора предлагается конструкция кабины, обеспечивающая повышение эффективности работы оператора за счет снижения уровней пыли и шума.

Ключевые слова: шумоглушение, акустическая панель, кассетный кондиционер, шумопоглотитель, стул оператора.

Annotation. Based on the review of the cabins of the operator, the cabin design is proposed, which ensures an increase in the operator's efficiency by reducing the levels of dust and noise.

Keywords: sound attenuation, acoustic panel, cassette air conditioner, sound absorber, operator chair.

Проблеме снижения уровня шума и пыли посвящен достаточно широкий круг работ.

Шум - сложное колебание, комплекс звуков разных частот и интенсивностей; его оценивают спектром, то есть зависимостью уровня звукового давления от частоты.

По характеру спектра шумы делят на широкополосные, имеющие непрерывный спектр шириной более одной октавы, и смешанные, в которых присутствуют тональные составляющие.

Шум высоких уровней отрицательно влияет на ЦНС, желудок, двигательные функции, умственную работу, зрительный анализатор. Изменяется частота и наполнение пульса, кровяное давление, замедляются реакции, ослабляется внимание, ухудшается разборчивость речи [4].

Снижается чувствительность органа слуха, что приводит к временному повышению порога слышимости. При длительном воздействии шума высокого уровня возникают необратимые потери слуха и развивается профессиональное заболевание - тугоухость.

Чистый атмосферный воздух в своем составе содержит (% по объему): азота - 78,08; кислорода - 20,95; инертных газов - 0,93; углекислого газа - 0,03; прочих газов - 0,01 [4].

Воздух рабочей зоны редко имеет приведенный выше химический состав, так как многие технологические процессы сопровождаются выделением в воздух производственных помещений вредных веществ - паров, газов, твердых и жидких частиц [2].

Поскольку проблема снижения уровня шума и пыли рабочей зоны операторов является одним из основных направлений улучшения условий труда, разработка технических средств и способов для снижения шума и пыли является актуальной [3].

Одним из способов снижения уровней шума и пыли является создание защитных кабин оператора для поддержания безопасных условий труда. Известна кабина оператора, содержащая основание, каркас, оборудование жизнеобеспечения, оконные и дверные проемы и ограждения в виде акустических панелей [1].

Недостатком технического решения является сравнительно невысокая эффективность шумоглушения за счет сравнительно невысокого коэффициента звукопоглощения.

Для достижения желаемого технического результата предлагается защитная кабина оператора, обеспечивающая повышение эффективности работы оператора за счет снижения уровней пыли и шума [4].

Она содержит основание, каркас, оборудование жизнеобеспечения, оконные и дверные проемы и ограждения в виде акустических панелей. Основание установлено на по крайней мере три пневматических виброизолятора, выполненных в виде резинокордной оболочки, а к нему жестко крепится каркас кабины в виде акустических шумопоглощающих панелей, выполненных в виде параллелепипеда, образованного передней и задней стенками панели, между которыми размещен шумопоглотитель. Каждая из стенок имеет П-образную форму. На передней стенке имеется щелевая перфорация. Передняя стенка выполнена с остеклением, выполненным из шумоотражающей светопрозрачной панели, выполненной в виде многоугольника. В качестве шумоотражающего светопрозрачного элемента используется панель из сплошного листа экструдированного поликарбонатного пластика. Потолочная часть выполнена со светильниками. Задняя стенка расположена в плоскости, параллельной плоскости передней стенки. Боковые стенки, примыкающие к передней стенке, выполнены наклонными по отношению к ней и с остеклением, а примыкающие к задней стенке - перпендикулярны к ней. Кабина выполнена герметичной и оборудована системой жизнеобеспечения в виде системы искусственного микроклимата с пультом управления. Шумопоглотитель выполнен в виде жестких и перфорированных стенок, между которыми расположены слои звукоотражающего, а также звукопоглощающего материалов разной плотности, расположенные в два слоя. Причем слои звукоотражающего материала выполнены сложного профиля, состоящего из равномерно распределенных пустотелых тетраэдров, позволяющих отражать падающие во всех направлениях звуковые волны, и которые расположены соответственно у жесткой и перфорированной стенок. Слои звукоотражающего материала выполнены из теплоизоляционного материала, способного поддерживать заданный микроклимат в помещении. В качестве звукопоглощающего материала используются плиты из минеральной ваты или стекловаты с облицовкой стекловолоком. Звукопоглощающий элемент по всей своей поверхности облицован акустически прозрачным материалом. 8 ил.

На рис. 1 изображен общий вид кабины оператора, работающего в условиях повышенной запыленности и высоких уровней шума, на рис.2 - общий вид акустической шумопоглощающей панели; на рис.3 - общий вид акустической шумоотражающей светопрозрачной панели остекления кабины, на рис.4 - общий вид кассетного кондиционера, на рис. 5 - общий вид стула оператора, на рис. 6 - характеристика эластомера типа «виброфлекс EP/25A», на рис.7 - общий вид эластомерных вибродемпфирующих пластин типа «ВЭП», на рис. 8 - схема шумопоглотителя акустической шумопоглощающей панели.

Кабина содержит основание 1 (рис.1), установленное по крайней мере на три пневматических виброизолятора 5, выполненных в виде резинокордной оболочки. К основанию жестко крепится каркас кабины, выполненный в виде многоугольной призмы с ребрами, перпендикулярными основанию 1 кабины, и состоящий из передней стенки 2, с остеклением 4, выполненным из шумоотражающей светопрозрачной панели, потолочной части 3 со светильниками 12, задней стенки 14, расположенной в плоскости, параллельной плоскости передней стенки 2, и четырех боковых стенок, в одной из которых установлена дверь 11. При этом площадь задней стенки 14 по крайней мере в 2 раза больше площади передней стенки 2, а боковые стенки, примыкающие к передней стенке, выполнены наклонными по отношению к ней и с остеклением, а примыкающие к задней стенке - перпендикулярны к ней.

Защитная кабина оператора выполнена герметичной и оборудована системой жизнеобеспечения в виде системы искусственного микроклимата 13 с пультом управления 9, а также рабочим местом, включающим в себя рабочий стол 6, стул 7 с виброизоляторами 8 в виде пластин из эластомера, прикрепленных к ножкам стула, и вешалку для сменной одежды 10.

Корпус кабины выполнен в виде акустических шумопоглощающих панелей (рис.2), каркас которых выполнен в виде параллелепипеда, образованного передней 15 и задней 16 стенками панели, между которыми размещен шумопоглотитель, а каждая из стенок имеет П-образную форму, причем на передней стенке имеется щелевая перфорация 17 и 18, коэффициент перфорации которой принимается равным или более 0,25, а стенки панели фиксируются между собой вибродемпфирующими крышками 19, а в качестве звукопоглощающего материала шумопоглотителя 20 используются плиты из минеральной ваты на базальтовой основе типа «Rockwool». Для жесткости каркаса предусмотрены боковые ребра 21 на стенках 15 и 16. В качестве звукопоглощающего материала могут использоваться слои минеральной ваты типа «URSA», или базальтовой ваты типа П-75, или стекловаты с облицовкой стекловолоком, или вспененного полимера, например, полиэтилена или полипропилена, причем звукопоглощающий элемент по всей своей поверхности облицован акустически прозрачным материалом, например стеклотканью типа ЭЗ-100 или полимером типа «Повиден». В качестве звукопоглощающего материала акустической шумопоглощающей панели используются плиты на основе алюминийсодержащих сплавов с последующим наполнением их гидридом титана или воздухом с плотностью в пределах $0,5...0,9 \text{ кг/м}^3$ со следующими прочностными свойствами: прочность на сжатие в пределах 5... 10 МПа, прочность на изгиб в пределах 10...20 МПа, а передняя и задняя стенки каркаса выполнены из нержавеющей стали или оцинкованного листа толщиной 0,7 мм с полимерным защитно-декоративным покрытием типа «Пурал» толщиной 50 мкм или «Полиэстер» толщиной 25 мкм или алюминиевого листа толщиной 1,0 мм и толщиной покрытия 25 мкм, причем отношение высоты h каркаса к его ширине b находится в оптимальном отношении величин:

$h/b=1,0...2,0$; а отношение толщины s' каркаса в сборе к его ширине b находится в оптимальном отношении величин: $s'/b=0,1...0,15$; а отношение толщины s звукопоглощающего элемента к толщине s' каркаса в сборе находится в оптимальном отношении величин: $s/s'=0,4...1,0$, а вибродемпфирующие крышки, пенополиэтилена, древесноволокнистого, древесностружечного материала, или гипсоасбокартона, или эластичного листового вибропоглощающего материала с коэффициентом внутренних потерь не ниже 0,2, или композитного материала, или пластика типа «Агат», «Антивибрит», «Швим».

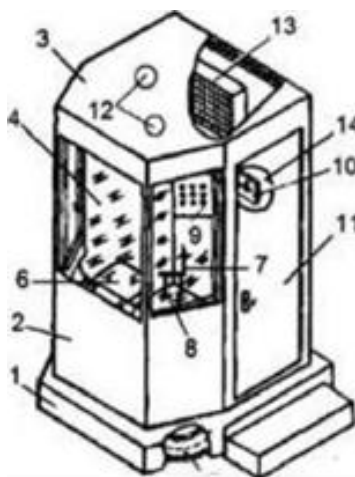


Рис. 1 Общий вид кабины оператора

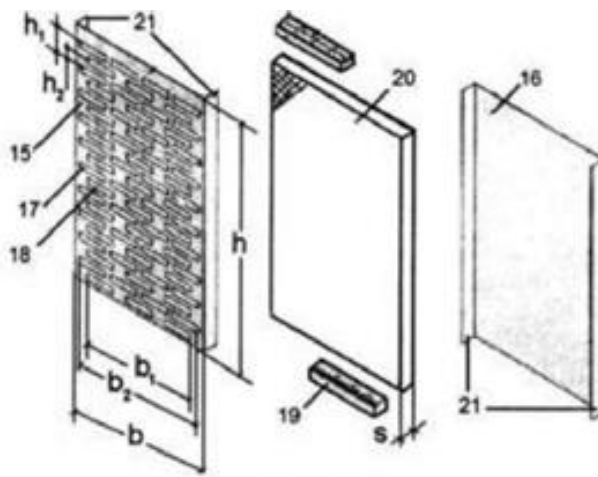


Рис. 2 Акустические шумопоглощающие панели

Что касается остекления кабины, то оно выполнено в виде шумоотражающей светопрозрачной панели (рис.3), выполненной в виде многоугольника, например прямоугольника, образованного П-образной формы ребрами 22-25, выполненными из вибродемпфирующего материала, а в качестве шумоотражающего светопрозрачного элемента используется панель из сплошного листа 26 экструдированного поликарбонатного пластика, причем отношение длины прямоугольника к его высоте лежит в интервале от 2 до 3, а отношение толщины сплошного листа экструдированного поликарбонатного пластика к его высоте находится в оптимальном интервале величин: 0,006...0,008, а в качестве шумоотражающего светопрозрачного элемента используется панель из ячеистого листа 27 экструдированного поликарбонатного пластика с отношением длины прямоугольника к его высоте находящимся в оптимальном отношении величин: 2,0...3,0, а отношение толщины ячеистого листа экструдированного поликарбонатного пластика к его высоте находится в оптимальном интервале величин: 0,016...0,02, а ячейки 28 ячеистого листа экструдированного поликарбонатного пластика выполнены в виде боковых поверхностей многогранных прямоугольных призм, например квадратного или прямоугольного сечения, грани 29 или ребра которых жестко связаны между собой и со сплошными листами экструдированного поликарбонатного пластика, расположенными по обе стороны от ячеек.

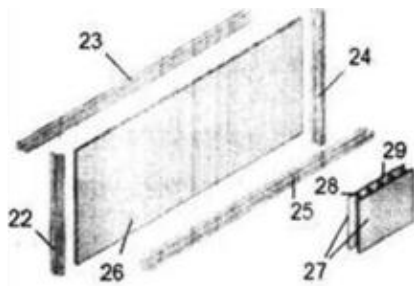


Рис. 3 Шумоотражающая светопрозрачная панель

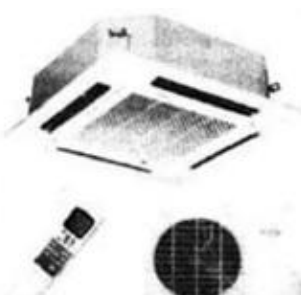


Рис. 4

Кассетный кондиционер



Рис. 5

Стул оператора

Предлагается использовать кассетный кондиционер (рис.4), который монтируется за подвесным потолком, что позволяет сэкономить пространство комнаты. Он наиболее органично вписывается в любой интерьер кабины, так как на виду остается только декоративная панель внутреннего блока, причем воздух от кассетной модели кондиционера распространяется вдоль потолка четырьмя равномерными потоками. Наиболее эффективно может быть применен кассетный кондиционер фирмы «General Climate» типа GC/GU-4C18HR.

Для рабочего места оператора предлагается использовать стул (рис.5), который изготавливается из металла и обеспечивает высокую степень комфорта за счет эргономичности конструкции, например металлические стулья "Аргумет" с размерами, мм: габаритная высота 1000; высота по сидению 450; ширина 420; глубина 480. Каркас стула изготовлен из круглой трубы диаметром 22 мм; подъемный узел выполняется в виде - газлифта (ход - 130 мм); основание сидения: металлическая пластина 3 мм + фанера 8 мм + поролоновая прослойка 20 мм + кож/зам (черный цвет); основание спинки: фанера 8 мм + поролоновая прослойка 20 мм + кож/зам (черный цвет); нижнее основание стула: пластиковое пятилучье; покрытие каркаса: полимерно-порошковое; цвет каркаса RAL 5004 (черный); нагрузка до 100 кг.

В качестве эластомера, прикрепленного к ножкам стула, может быть использован «Виброфлекс EP/25 А», который рассчитан на нагрузку 25 кг. Также эффективен акустический материал нового поколения - пластины эластомерные вибродемпфирующие типа «ВЭП» (ТУ 2534-001-32461352-2002), которые обеспечивают снижение уровней вибрации от механизмов и машин до 85%, в диапазоне от 2 до 10000 Гц, и осуществляют уменьшение воздушного, структурного и ударного шумов на 17-22 дБ. Вибродемпфирующие пластины ВЭП выпускаются в виде рулонного материала толщиной 4 мм шириной 1200 мм, а также в виде плит 700х700 мм толщиной 10 мм и 20 мм. Температурный диапазон эксплуатации ВЭП - от минус 40 до плюс 120°С. Срок эксплуатации пластин ВЭП - 50 и более лет. Вибродемпфирующие пла-

стины проходят регулярные сертификационные испытания в НИИ строительной техники.

Шумопоглотитель акустической шумопоглощающей панели (рис.6) может быть выполнен в виде жестких и перфорированных стенок, между которыми расположены слои звукоотражающего 31 и 34 материала, а также звукопоглощающего 32 и 33 материалов разной плотности, расположенные в два слоя, причем слои звукоотражающего материала выполнены сложного профиля, состоящего из равномерно распределенных пустотелых тетраэдров, позволяющих отражать падающие во всех направлениях звуковые волны, и которые расположены соответственно у жесткой и перфорированной стенок, а перфорированная стенка имеет следующие параметры перфорации: диаметр отверстий - 3-7 мм, процент перфорации 10- 15%, причем по форме отверстия могут быть выполнены в виде отверстий круглого, треугольного, квадратного, прямоугольного или ромбовидного профиля, при этом в случае некруглых отверстий в качестве условного диаметра следует считать максимальный диаметр вписываемой в многоугольник окружности.

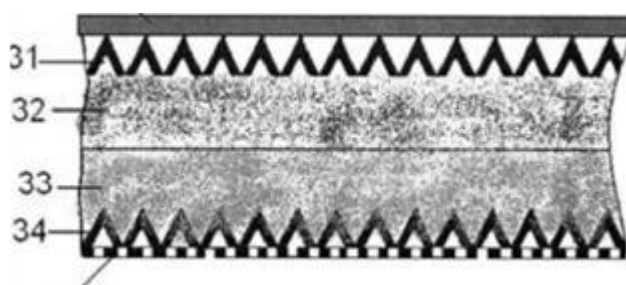


Рис. 6 Шумопоглотитель акустической шумопоглощающей панели

Защитная кабина оператора работает следующим образом.

Звуковая энергия от оборудования, находящегося и помещении, где устанавливается кабина, пройдя через перфорированную стенку, попадает на слои звукопоглощающего материала шумопоглотителя. Переход звуковой энергии в тепловую (диссипация, рассеивание энергии) происходит в порах звукопоглотителя, представляющих собою модель резонаторов "Гельмгольца", где потери энергии находящегося в горловине резонатора о стенки самой горловины, имеющей вид разветвленной сети пор звукопоглотителя. Для предотвращения высыпания мягкого звукопоглотителя предусмотрена стеклоткань, например, типа ЭЗ-100, расположенная между звукопоглотителем и перфорированной стенкой.

Запыленный воздух от оборудования, находящегося в помещении, где устанавливается кабина, пройдя через систему жизнеобеспечения, приобретает свойства, отвечающие санитарно- гигиеническим требованиям на рабочих местах.

Вывод. Таким образом, в результате обзора известных технических решений, для работы оператора в чрезвычайных ситуациях, сопровождаю-

щихся повышенными уровнями шума и пыли, для обеспечения безопасных условий труда, предлагается использовать предлагаемую защитную кабину оператора, которая гарантированно обеспечивает соответствие уровней шума и пыли нормативным требованиям.

Список литературы

1. Акустическая кабина оператора компрессорной станции: патент № 2420635 РФ; МПК E04B 1/82 (2006.01) / О. С. Кочетов, М. О. Стареева; заявитель патентообладатель О. С. Кочетов, М. О. Стареева; № 2010112741/03; заявл. 02.04.2010; опубл. 10.06.2011. Бюл. № 16.
2. Андрианов, Е.А. Организация вентиляции животноводческих помещений с использованием ресурсосберегающих технологий/Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. -2014. -№ 4(44) -С. 91-98.
3. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие/А. В. Полуэктов, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов, Е. А. Галкин. -Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2005. -274с.
4. Защитная кабина оператора: патент № 2545227 РФ; МПК E04B 1/84 (2006.01) / О. С. Кочетов, А. Ю. Тараканов; заявитель патентообладатель ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России"; № 2013146638/03; заявл. 18.10.2013; опубл. 27.03.2015. Бюл. № 9.
5. Хромко А.С. Анализ конструкций устройств шумоглушения производственного оборудования методом звукопоглощения/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.

УДК 621.43.057

Стародубцев Дмитрий Александрович, курсант
Борисов Сергей Владимирович, начальник лаборатории
Ломовских Александр Егорович, к.т.н., старший преподаватель
Черноиванов Виктор Иванович, доцент, преподаватель
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия

СМЕСИТЕЛЬ-АКТИВАТОР МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Аннотация. В статье рассматривается один из способов улучшения процесса горения углеводородного топлива, улучшения топливной экономичности, снижения количества вредных веществ в отработавших газах, когда топливо подвергается обработке в статическом смесителе-активаторе с целью

улучшения эксплуатационных свойств моторного топлива.

Ключевые слова: процесс горения, углеводородное топливо, топливная

экономичность, смеситель-активатор, вредные вещества.

Summary. The article considers one of the ways to improve the process of burning hydrocarbon fuels, improve fuel efficiency, and reduce the amount of harmful substances in the exhaust gases, when the fuel is processed in a static mixer-activator in order to improve the performance of motor fuel.

Keywords: combustion process, hydrocarbon fuel, fuelefficiency, mixer-activator, harmful substances.

Автомобильная техника (АТ), выполняющая задачи связанные с повседневной деятельностью войск была и есть одним из основных базовых компонентов технического оснащения современной Вооруженных сил Российской Федерации, поэтому она должна находиться в исправном и работоспособном состоянии особенно при эксплуатации в полевых условиях. Так как переоснащение в зарубежных армиях планируется к 2018 году, а в нашей стране только к 2020, то возникает необходимость в продлении срока эксплуатации АТ [1].

В настоящее время в ВС эксплуатируются в основном физически устаревшая (АТ), вследствие чего эксплуатация такой техники экономически невыгодна и сопровождается повышенным расходом горючего. Вышеперечисленное приводит к увеличению выбросов в атмосферу токсичных веществ, которые содержатся в выхлопных газах (ВГ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Решение данной проблемы возможно путем использования обычного моторного топлива с улучшенными физико-химическими свойствами. Некоторые топливные компании работают над решением этой проблемой, но на данный момент в стране большая часть нефтеперерабатывающих заводов устарело, что не позволяет производить углеводородное топливо высокого качества [2].

В статье раскрывается один из способов решения данной проблемы путем получения улучшенного моторного топлива на автомобиле, представляющий собой устройство (статический смеситель активатор) встраиваемое в штатную систему питания бензиновых ДВС и предназначенное для обработки моторного топлива проходящего через него под давлением, которое развивается топливным насосом.

Применение данного устройства в штатной системе питания ДВС позволит улучшить эксплуатационные свойства моторного топлива и получить:

- уменьшение расхода моторного топлива, а именно бензина от 10...25 %;

- уменьшение количества СО в ВГ от 10...40 %;

- уменьшение количества СН в ВГ от 10...15 %.

Приведенные результаты можно получить используя смеситель-акти-

ватор моторного топлива, принципиальная схема которого представлена на рисунке 1.

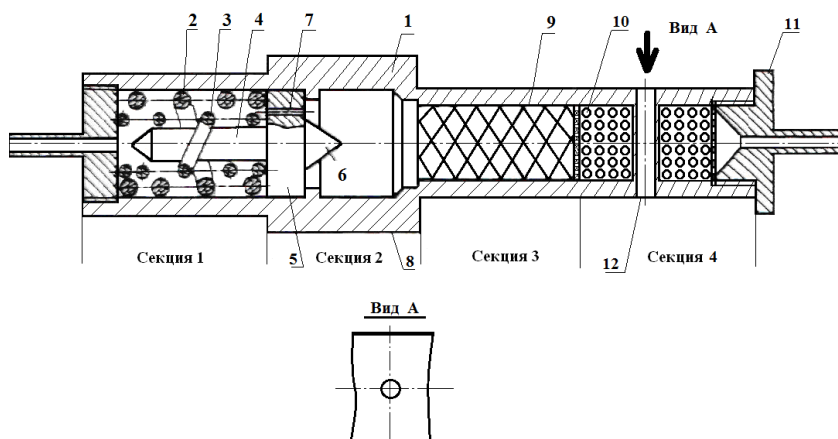


Рисунок 1 –Схема активатора моторного топлива

Указанный смеситель-активатор прямооточного типа, является универсальным и может устанавливаться как в дизельную систему питания, так и в бензиновую непосредственно за штатным топливным насосом. Активатор состоит из четырех последовательно расположенных ступеней. На данном устройстве отсутствует привод, так же он не содержит внутри никаких химических веществ, и соответственно существенно не изменяет физико-химический состав моторного топлива, от которых зависит заводской ресурс двигателя.

В предлагаемом активаторе моторного топлива в первой секции происходит движение потока, реализующее тангенциальную, относительную и кориолисову ускорения, а вместе с этим соответствующие силы инерции. Во второй секции происходит кавитационная обработка моторного топлива. В третьей секции происходит дробление струй топлива на микроструи и капли, диаметр которых составляет 5мкм. В четвертой секции происходит ионизация всего потока углеводородного топлива проходящего через нее с распадом молекул воды входящих в состав бензина путем воздействия мощного электромагнитного поля. В цилиндрическом корпусе 1, имеющем ступенчатую внутреннюю поверхность, расположены секции 1, 2, 3 и 4, как показано на рисунке 1.

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.

Во 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, образующих пространственную систему каналов, осуществляющую разделение и воссоединение потоков, в результате чего происходит эффективное смешение дисперсионной среды и дисперсной фазы с многоточечным массообменом на молекулярном уровне. Четвертая секция активатора включает цилиндрический корпус, в котором размещены кусочки магнитов различной полярности 10, а в центре впаяна трубка 12, через которую проходит провод высокого напряжения, идущий от катушки зажигания (модуля зажигания) до распределителя. С торца цилиндрического корпуса активатора выполнен выходной штуцер, на который надевается прорезиненный гибкий бензопровод, идущий далее к карбюратору или инжектору ДВС.

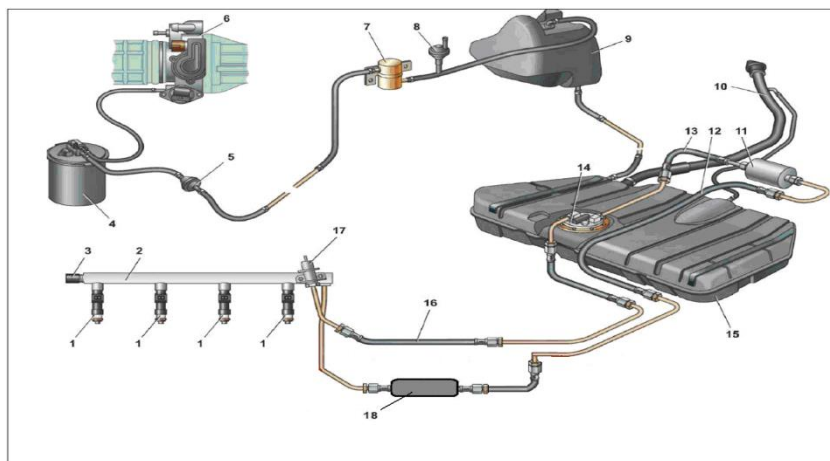
Работу активатора происходит следующим образом: внешним насосом, обрабатываемые жидкости подаются на вход секции 1 и затем распределяются по винтовым элементам 2 и 3.

После чего смешиваемые жидкости поступают в каналы 7, в которых увеличивается давление, сжимающее образующиеся капли. При попадании капель в промежуточную камеру 8 секции 2 возникает кавитационный процесс из-за перепада давления приводящее к измельчению крупных капель на более мелкие. Конус 6 предназначен для направленного движения обтекаемых потоков и устраняет застойную зону. В секции 3 вновь происходит разделение каплесодержащих потоков на мелкие струи, которые движутся по ломанным щелевидным каналам, образующим пространственную решетку. Затем топливо попадает в четвертую секцию, где создается мощное электромагнитное поле с помощью размещенных в корпусе кусочков магнитов различной полярности, а также расположенной по центру трубки, через которую проходит провод высокого напряжения, идущий от катушки зажигания (модуля зажигания) до распределителя. После чего топливо через выходной штуцер, на который надевается прорезиненный гибкий бензопровод, подается к карбюратору или инжектору ДВС в зависимости от типа двигателя. В результате такой обработки топлива происходит его ионизация состава, выравнивание по среднему значению октанового числа бензина и распадаются молекулы воды, которые в различных количествах всегда содержатся в топливе. Таким образом, на выходе из активатора в карбюратор или инжектор ДВС поступает качественное по составу топливо, в котором равномерно (в виде мелких капель) распределена вода, и в котором происходит дополнительная активация жидкофазных систем, выражающаяся в равномерном выстраивании тяжелых и легких молекулярных цепей на выходе из секции 4. Прохождение смешиваемых жидкофазных систем 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 11, расположенное на входе в активатор, которая имеет резьбу, и посредством соответствующей резьбы в корпусе 1 может перемещаться в осевом направлении. Вторая торцевая крышка 11, расположенная на выходе обработанной среды из активатора может быть глухой или также установленной на резьбе. Кроме того, указанная крышка 11 имеет нейтральную конусообразную выемку для формирования потока на выходе. Разработанный смеситель-активатор прямоточного типа, легко встраивается в любую топливную систему, имеет один входной и один выходной штуцер. Размеры цилиндрического корпуса: длина – до 150 мм, диаметр – от 30 до 55 мм в зависимости от объема ДВС.

На рисунке 2, представлена система питания ДВС с электронным впрыскиванием топлива модернизированная путем установки за штатным топливным насосом 14 статического смесителя-активатора моторного топлива 18.



- 1 – форсунки; 2 – топливная рампа; 3 – диагностический штуцер топливной рампы (для проверки давления топлива); 4 – адсорбер; 5 – обратный клапан; 6 – дроссельный узел; 7 – гравитационный клапан; 8 – предохранительный клапан; 9 – сепаратор; 10 – заливная трубка; 11 – топливный фильтр; 12 – подводящий топливопровод; 13 – шланг топливопровода; 14 – топливный насос; 15 – топливный бак; 16 – шланг для соединения топливной рампы с топливопроводом; 17 – регулятор давления топлива; 18 – статический смеситель-активатор моторного топлива.

Рисунок 2 – Схема модернизированной (с встроенным статическим активатором топлива) системы питания ДВС с электронным впрыскиванием топлива

Смеситель-активатор прошел испытания на автомобиле ВАЗ-11113 (ОКА). Способ установки данного устройства представлен на рисунке 3.

Смеситель-активатор



Рисунок 3 – Внешний вид статического смесителя-активатора моторного топлива установленного под капотом автомобиля ВАЗ-11113

Моторное топливо, обработанное предложенным активатором, приближается к требованиям ЕВРО-4 и ЕВРО-5 (см. таблицу 1) независимо от качества исходного моторного топлива и увеличивает ресурс ДВС за счет лучшей организации рабочего процесса в цилиндрах, обеспечивает более легкий запуск двигателя при низких температурах.

Таблица 1 – Содержание CO при работе двигателя автомобиля ВАЗ-11113 с использованием смесителя-активатора моторного топлива

Режимные параметры	Расход топлива, (л/час)	Замер CO	Снижение CO
1. Чистое топливо	2,65	4,6	-
2. Активация топлива (статический смеситель-активатор установлен после бензонасоса)	2,32	4,1	10,87 %

В результате эксплуатационных испытаний активатора моторного топлива в системе питания бензинового ДВС ЗМЗ-406 получено снижение расхода топлива до 31 %.

Список литературы

1. Ломовских А.Е., Капустин Д.Е. Повышение топливной экономичности ДВС средств наземного обслуживания на основе применения водно-

топливных эмульсий. Сборник статей 21 НПК ПЕРСПЕКТИВА-2011. Выпуск 2, часть 2.1. Воронеж: ВАИУ, 2011. С. 239–244.

2. Ломовских А.Е., Воробьев Ю.В. Использование ВТЭ с дисперсной фазой на основе воды в ДВС // Сборник материалов докладов по итогам Всероссийской НПК, ч.3. Воронеж: ВАИУ, 2011. С.132–133.

УДК 621.43.057

Стародубцев Дмитрий Александрович, курсант
Гусев Юрий Владимирович, к.т.н., доцент, начальник кафедры
Ломовских Александр Егорович, к.т.н., старший преподаватель
Князев Сергей Иванович, заместитель начальника кафедры
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРИСАДОК НА ОСНОВЕ ПЛАКИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Аннотация. В статье рассматривается применение антифрикционного смазочного материала «ВПК-АЗ», содержащего связующий и абразивный компоненты на основе природного серпентинита на двигателе автомобиля ЗИЛ-131 с целью улучшения основных технических параметров узлов и деталей двигателя и продления его доремонтного ресурса.

Ключевые слова: антифрикционный смазочный материал, узлы, детали, ресурс двигателя внутреннего сгорания.

Summary. The article deals with the use of the antifriction lubricant "VPK-AZ", containing binder and abrasive components on the basis of natural serpentinite on the engine of the ZIL-131 vehicle in order to improve the main technical parameters of the engine components and parts and prolong its dormant life.

Keywords: antifriction lubricant, units, parts, life of the internal combustion engine.

В настоящее время в России более 15 млн отечественных автомобилей имеют возраст старше трех лет, более 70 % автомобильной техники (АТ) 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 АТ. В результате этого сокращается межремонтный ресурс и увеличивается (свыше 20 %) расход топлива двигателей внутреннего сгорания (ДВС) АТ, превышение в 1,5...2 раза содержания в отработавших газах ДВС токсичных веществ – угарного газа (СО), оксидов азота (NO_x) и углеводородов (СН).

Одним из способов увеличения ресурса двигателя машины могут являться специальные присадки, предназначенные для добавления в моторное

масло. Они добавляются в масло двигателя и являются своеобразным катализатором смазочной системы, а так же призваны оказывать положительное влияние на внутренние механизмы и узлы мотора. Предлагаемые в настоящее время средства принято разделять на несколько групп исходя из их функционального предназначения.

Первую группу составляют вещества, выполняющие функцию очистки. Такие жидкости заливают в масло силового агрегата для прочистки забившихся смолянистыми отложениями масляных каналов.

Присадки второй группы предназначаются для оптимизации работы мотора в период его обкатки. Главной целью использования веществ этой группы является повышение эффективности процессов притирки узлов и механизмов нового двигателя во время первых сотен километров пробега.

Третью группу присадок составляют наиболее популярные и распространенные вещества, предназначенные для уменьшения интенсивности трения между узлами силовой установки. Производители такой автохимии обещают значительное увеличение ресурса мотора, а также улучшение его основных параметров.

К четвертой разновидности автомобильных присадок для двигателя относят жидкости, действие которых направлено на восстановление изношенных механизмов силового агрегата. По утверждению разработчиков присадок четвертой группы, такие средства в определенной степени оказывают восстановительный эффект в отношении поверхностей трущихся механизмов и узлов мотора, подверженных наибольшему износу. Тем самым автовладелец может отложить необходимость проведения дорогостоящего капитального ремонта двигателя. Помимо дифференциации по целевому принципу, присадки для моторных масел принято группировать по химическому составу. Здесь выделяют три типа:

1 тип – вещества, основанные на специальных минеральных порошках. К таковым относятся слоистые модификаторы трения (графит, дисульфид молибдена, сульфид серебра, дисульфид вольфрама, нитрид бора) и геомодификаторы (фуллерены). Химический состав подобного рода присадок позволяет им обладать как очистительными свойствами, так и эффектом, направленным на уменьшение трения узлов двигателя. Используя присадки на базе минеральных порошков, следует особенно внимательно подходить к вопросу совместимости с применяемым моторным маслом.

2 тип – присадки для моторного масла, содержащие в качестве основы металлоплакирующий состав. Такие вещества, известные еще как реметаллизанты, изготавливаются с использованием мягких металлов, содержащихся в ионном виде, либо растворенных как мелкодисперсный порошок. Частицы металлов (меди, цинка, никеля, олова) сверхмалых размеров создают на поверхности трущихся элементов двигателя автомобиля тончайший защитный слой (плакирующую пленку), тем самым увеличивая эффективность работы силового агрегата.

3 тип –также направлен на создание защитного слоя на поверхности трущихся элементов. Это так называемые полимерсодержащие добавки, которые в условиях высокой температуры и давления преобразуются в тефлон – химически стойкий полимер с низким коэффициентом трения.

На основе результатов теоретических исследований и литературных источников в ВУНЦ ВВС «ВВА» был изготовлен и проходит испытание антифрикционный смазочный материал под названием «ВПК-А3», содержащий связующее и абразивный компонент на основе природного серпентинита.

Применение антифрикционного смазочного материала ВПК-А3 осуществлялась согласно методике, которая включает следующие пункты:

1. Провести визуальное обследование двигателя: проверить на наличие подтекания топлива, масла, охлаждающей жидкости; проверить уровень масла, при необходимости долить; заменить (при необходимости) фильтры очистки масла.

2. Запустить двигатель и прогреть его до рабочей температуры 80...90°C.

3. Провести диагностику двигателя: замерить давление газов в конце такта сжатия (компрессию) в каждом цилиндре двигателя, кПа (кгс/см²); замерить давление масла в главной масляной магистрали на холостых и средних оборотах двигателя, кПа (кгс/см²); замерить содержание окиси углерода в отработавших газах; замерить характеристики вибрации, м/с² (м/с, дБ).

4. Заглушить двигатель.

5. Ввести антифрикционный смазочный материал в прогретый двигатель, в систему смазки через маслосливную горловину: из расчета 1 мл состава на каждые 4 л масла; предварительно смешать требуемое количество антифрикционного смазочного 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 п. 3.

8. Обкатать (приработать) двигатель в течении 5...6 моточасов или 300...400 км пробега автомобиля, причем первые 50 км на скорости не более 60 км/час. 9. Провести диагностику двигателя согласно п. 3.

Полная обработка двигателя составом 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.

После каждой последующей обработке проводится диагностика двигателя.

На первоначальном этапе исследований ВПК-А3 был испытан на следующих ДВС автомобилей: двигателе R20A2 объемом 2,0 л автомобиля Хонда СР-В, 2007 г. в., пробег 143 тыс. км; двигателе 4G18 объемом 1,6 л автомобиля Митсубиси Лансер 2005 г. в., пробег 136 тыс. км; двигателе УМЗ-412 объемом 1,6 л автомобиля Москвич-412, 1991 г. в., пробег 200 тыс. км. Испытания проводились согласно разработанной методике, при этом в качестве критерия эффективности принимался уровень компрессии в цилиндрах ДВС

автомобиля ЗИЛ-131, 1979 года выпуска с пробегом 232 тыс. км. Двигатель был подвержен 4-х кратной обработке составом ВПК-АЗ и обкатан в течении 20 мото-ч (по 5 мото-ч после каждой обработки). После четвертой обработки ДВС средний уровень компрессии по цилиндрам увеличился на 27 %: с 5,2 до 6,6 кг/см². Максимальный разброс компрессии по цилиндрам снизился с 2,7 до 0,6 кг/см² – в 2,4 раза. Содержание СО в выхлопных газах снизилось: на 15,5% – с 0,84 % до 0,71 % на оборотах холостого хода; на 33,6% – с 1,22 до 0,81% на средних оборотах коленчатого вала двигателя (3000 мин⁻¹). Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний ДВС автомобиля ЗИЛ-131 при обработке составом

№ п/п	Диагностические показатели	До обработки								После 4 –ой обработки							
		№ цилиндра								№ цилиндра							
1.	Компрессия в цилиндрах ДВС, кг/см ²	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
		5	4,5	3,8	6	4	5,5	6,2	6,5	6,8	6,5	6,3	6,7	6,6	6,5	6,7	6,9
2.	Средняя компрессия в цилиндрах, кг/см ²	5,2								6,6							
3.	Максимальный разброс компрессии по цилиндрам, кг/см ²	2,7								0,6							
4.	Содержание СО в выхлопных газах:																
	– на хол. оборотах, %	0,84								0,71							
	– на ср. оборотах (3000 мин ⁻¹), %	1,22								0,81							

После этого были проведены испытания ДВС автомобиля ЗИЛ-131 при слитом масле из системы смазки двигателя и снятом поддоне картера. Они проходили 10.01.2017 г. в автопарке ВУНЦ «ВВС» ВВА (г. Воронеж) при температуре окружающего воздуха минус 8 °С (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Проведение испытаний ДВС ЗИЛ-131



Рисунок 2 – Работа ДВС ЗИЛ-131 при слитом масле, снятом поддоне картера

Порядок проведения испытаний.

1. Автомобиль устанавливается на улице на полуэстакаду.
2. Запускается ДВС и прогревается до рабочей температуры 85...90 °С.
3. ДВС глушится.
4. Сливается масло из поддона картера ДВС через сливную пробку.
5. Снимается поддон картера ДВС.
6. Запускается ДВС и работает на оборотах холостого хода.
7. Ведется хронометраж работы ДВС с видеофиксацией состояния его работы.

В результате проведения испытаний двигатель ЗИЛ-131 проработал с 10¹² до 11⁰³ в течении 51 минуты без заклинивания и поломок.

В течении первых 30 мин никаких видимых неисправностей не наблюдалось. После этого начало наблюдаться небольшое появление белёсого или сизоватого дыма в области, в начале первого, а затем третьего цилиндров двигателя при его осмотре со стороны коленчатого вала. Данный факт может свидетельствовать о незначительном прорыве газов из камер сгорания данных цилиндров через их поршневые кольца, которые получили износ в результате работы без смазки.

За период работы без смазки ДВС ЗИЛ-131 пять раз останавливался по причине неустойчивых холостых оборотов коленчатого вала двигателя и снова сразу запускался обычным способом – при помощи стартера. При этом следует отметить, что затруднений при запуске ДВС никаких не возникало, что говорит о низком коэффициенте трения в коренных и шатунных подшипниках скольжения коленчатого вала двигателя, а, также, о достаточной компрессии в ЦПГ двигателя, достигнутых за счет обработки ДВС геомодификатором ВПК-АЗ.

Ход испытаний привлек внимание порядка 10...15 человек – водителей и механиков, которые в это время находились в автопарке и с неподдельным

любопытством следили за ходом проведения эксперимента, и результатами которого были явно удивлены.

Проведенные испытания ДВС подтвердили, что обработка узлов и деталей двигателя на основе геомодификаторов трения приводит к улучшению их основных технических параметров за счет образования на поверхностях трения антифрикционного покрытия, толщиной от долей мкм до сотни мкм в процессе эксплуатации. А так как значительная доля неисправностей машин и оборудования обусловлена именно небольшими износами сопряжений (0,1...0,3 мм), то достигаемое частичное их восстановление трибосоставами даже на 0,02 мм весьма целесообразно, технически и экономически оправданно. При этом с реализацией маслофильности антифрикционного покрытия, значительно улучшается работоспособность обработанных узлов и агрегатов. Предлагаемый метод «безразборного ремонта» геомодификаторами трения 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 доремонтный ресурс агрегатов может продлиться на 1...3 года, при этом уменьшаются затраты на ремонт и горюче-смазочные материалы.

Список литературы

1. Ломовских А.Е., Капустин Д.Е. Повышение топливной экономичности ДВС средств наземного обслуживания на основе применения водно-топливных эмульсий. Сборник статей по материалам докладов 21 НПК ПЕРСПЕКТИВА-2011 (26-27 апреля 2011 года). Выпуск 2, часть 2.1. Воронеж: ВАИУ, 2011. С. 239–244.

2. Ломовских А.Е., Воробьев Ю.В. Использование водно-топливной эмульсии с дисперсной фазой на основе воды в ДВС // Сборник материалов докладов по итогам Всероссийской НПК (29-30 ноября 2011 года), ч.3. Воронеж: ВАИУ, 2011. С.132–133.

Мануйленко Александр Николаевич, магистрант

Галеженко Александр Сергеевич, студент

Нестерова Надежда Викторовна, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

**РОЛЬ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ОСОБЕННОСТИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Аннотация. В статье рассматривается роль ветроэлектрических установок на предприятиях агропромышленного комплекса Белгородской области, а также их особенности использования в сельском хозяйстве. Проанализированы характеристики и свойства установок, рассматривается вероятность использования альтернативных источников энергии (ветроэлектрических установок) на предприятиях агропромышленного комплекса Белгородской области.

Ключевые слова: ветроэлектрическая установка, чистые технологии, скорость движения ветра, особенность конструкции ветрогенераторов, характеристики ветрогенераторов, достоинства использования ветроэлектрических установок в сельском хозяйстве.

Abstract. The role of wind power plants at enterprises of the agro-industrial complex of the Belgorod region, as well as their peculiarities of use in agriculture, is considered in the article. The characteristics and properties of plants are analyzed, the probability of using alternative energy sources (wind power plants) at enterprises of the agro-industrial complex of the Belgorod region is considered.

Key words: wind power plant, clean technologies, wind speed, wind turbine design feature, characteristics of wind generators, advantages of using wind farms in agriculture.

Ветроэлектрическая установка (ВЭУ), она же ветрогенератор – это электромеханическое устройство, осуществляющее преобразования кинетической энергии воздушных масс, путем вращения ветроколеса, в электрическую энергию, поступающую потребителю.

Ветроэлектрические установки по направлению делятся на:

- установки промышленного (агропромышленного) использования;
- установки домашнего использования (для бытовых нужд).

Промышленные (агропромышленные) ветроэлектрические генераторы устанавливаются, как правило, государством или же большими компаниями и предприятиями агропромышленного комплекса.

Ветроэлектрические установки объединяют в сети, в результате получается полноценная ветровая электростанция. Главное отличие от традици-

онных (гидроэлектростанций (ГЭС), теплоэлектростанций (ТЭС), атомных электростанций (АЭС)) – полное отсутствие, как сырья, необходимого для производства электрической энергии, так и отходов производства, в силу того, что используется только природная стихия ветра, получая при всем этом чистые технологии, не наносящие вреда окружающей среде и человеку. Основное и главное условие для максимальной отдачи КПД ветровых электростанций – это высокий среднегодовой уровень ветра (6-8 м/с и выше). Мощность современных ветровых генераторов может достигать до 8000 кВт [1].

Ветрогенераторы используются в различных местах: открытые территории с хорошим ветровым потенциалом, поля, мелководье, горы и холмы, чему соответствует географическое расположение Белгородской области. Как правило, преобладающее число предприятий АПК находится на равнинах, что служит предпосылкой к использованию ветрогенераторов для нужд сельского хозяйства.

Принцип работы установки состоит в том, что набегающие потоки ветра на башни ветрогенератора – вращают его лопасти. Энергия вращения в свою очередь передается по валу ротора на мультипликатор, который осуществляет вращение асинхронного или же синхронного электрического генератора.

В ходе смены направления движения ветра сенсоры на башне ветрогенератора подают сигнал и механизм ориентации разворачивает башню по направлению ветра, чтобы поддерживать максимальное КПД установки. Стабилизация вращения ветроколеса осуществляется при помощи поворота лопастей вокруг собственной оси под углом к движению воздушных масс.

ВЭУ способны осуществлять работу по одиночке (так называемый, единичный комплекс) и группами (ветровой парк). Зачастую один или пара ветровых генераторов работают параллельно с дизель-генераторами в качестве средства экономии расходов на дизельное топливо (при условиях низкой скорости воздушных масс, чтобы подпитывать аккумуляторные батареи электроэнергией вырабатываемой дизель-генератором).

Маломощные ветровые генераторы способны результативно осуществлять работу и при малых скоростях движения ветра, вследствие чего, имеют более широкое распространение.

1 августа 2010 года недалеко от хутора Крапивенские Дворы Яковлевского района ООО «Альт-Энерго» ввело в работу 5 ветрогенераторов с горизонтальной осью вращения и автоматической системой ориентации на ветер общей мощностью 100 кВт.

Ветроэлектрические установки стали первым объектом «Альт-Энерго» и первым объектом альтернативной энергетики заметной мощности на территории Белгородской области. Номинальная мощность каждого генератора 20 кВт [2].



Рисунок 1 – Ветрогенераторов с горизонтальной осью вращения Крапивенские Дворы Яковлевского района ООО «Альт-Энерго»

Характеристики ветрогенераторов Крапивенские Дворы Яковлевского района ООО «Альт-Энерго»:

- Высота мачты: 18 м.;
- Размах лопастей: 10 м.;
- Стартовая скорость ветра: 2,5 м/с.;
- Оптимальная скорость ветра для максимальной производительности: 8 м/с и выше;
- Номинальная скорость вращения лопастей турбины: 90 мин⁻¹.
- Номинальное напряжение генератора: 380 В±10%
- Система наветривания: автоматическая;
- Механизм наветривания: гидросистема.

Использование ветрогенератора экономически эффективно в местности со среднегодовой скоростью ветра от 4 м/с и выше, чему соответствует расположение многих сельскохозяйственных предприятий Белгородской области, в силу географического положения.

Ветроэлектрическая установка Крапивенские Дворы Яковлевского района ООО «Альт-Энерго» мощностью 100 КВт при среднегодовой скорости ветра 4-6 м/с произведет за год 300000 КВт часов электроэнергии.

Увеличение высоты мачты до 25 м позволяет повысить среднегодовую скорость ветра на высоте оси на 10-30% и увеличить выработку электрической энергии примерно в 1,5 раза. Данное решение актуально, если среднегодовая скорость воздушных масс менее 4м/с. Высокая мачта также позволяет устранить влияние деревьев и построек. Мощность зависит от диаметра в квадрате, диаметр ротора выбирается исходя из среднегодовой скорости ветра, до 6-7 м/с выработка ротора 5 м выше, чем у ротора диаметром 4,2 м. При больших среднегодовых скоростях ветра выработка выравнивается [3].

Особенность конструкции ветрогенератора состоит в том, что при сильном порыве ветра плоскость ветроколеса становится под углом к направлению ветра, а в случае шквального потока ветра более 20 м/с, ветроколесо поворачивается под углом близким 80-90 градусов, уменьшая нагрузку на себя и защищая ветроэлектрическую установку. Данная система защиты получила название – «поворот в косой поток».

Также ветрогенератор оснащен грозовой защитой. По конструкционным особенностям хвост находится выше лопастей и осуществляет функцию молниеотвода.

Как сказано выше, ветроэлектрическая установка в ходе своей работы не потребляют топлива и не загрязняет окружающую среду. Исходя из этого, работа ветрогенератора мощностью 100 кВт за 20 лет поможет сэкономить примерно 2 тыс. тонн угля или 9 тыс. баррелей нефти. Если провести внедрение данной технологии на многие объекты АПК Белгородской области можно весомо снизить расход электроэнергии, снизить нагрузку на сеть и расход невозобновляемых источников энергии.

Достоинства использования ветроэлектрических установок на территории Белгородской области:

- Как только установка окупится, расходы будут идти только на её обслуживание;
- Капитальные затраты на ветроэнергетический комплекс по сравнению с традиционными источниками электроэнергии достаточно низки. По приблизительным расчетам это 75000 рублей на 1000 Вт установленной мощности;
- Сроки ввода в эксплуатацию ветрогенераторов сравнительно невелики. После изготовления оборудования (5-8 месяцев) по заказу, поставка и монтаж осуществляется в течении 2 месяцев. В случае применения ветрогенераторов бывших в использовании, срок поставки будет составлять в районе 2-х месяцев.
- Ветроэнергетические установки не загрязняют окружающую среду и не вредят человеческому здоровью. В настоящее время чистые технологии все более актуальны в нынешних условиях экологического кризиса;
- Для предприятий с небольшим периодичным скачком электрических мощностей ветровая установка послужит дополнительным источником дохода, продавая электроэнергию во время минимума нагрузок;
- Использование ВЭУ позволяет до 75 % сэкономить затраты на дизельное топливо в тех местах, где дизель-генераторы являются основным источником электроэнергии в экстремальных ситуациях (т.к. преобладающая часть предприятий АПК Белгородской области отнесена к потребителям I и II категории, то почти все они имеют дизельную станцию. При совместном использовании ветрогенератора и дизель-станции можно снизить расходы на дизельное топливо, а сама работа дизель-генератора будет осуществляться, только в случае недостаточной скорости воздушных масс (менее 2-3 м/с)).

Существует миф, что ветрогенераторы издают вредный шум и помехи для ТВ и радиосвязи. Выявлено, что негативно влияющих шумов на организм человека и животных ветрогенератор не издает (как низкочастотных, так и высокочастотных). Имеет место только свист ветра на высоте примерно 15 м и выше, который не нарушает нормированных показателей. Особых помех для теле и радио коммуникаций не выявлено.

Таким образом, технико-экономическая эффективность от использования ветряных генераторов заключается в том, что мы получаем экологически чистый и безопасный для окружающей среды способ получения электрической энергии для предприятий АПК. Внедрение ВЭУ в сельском хозяйстве позволит добиться снижения расходов на электрическую энергию, снизить расход сырья (невозобновляемые источники энергии) на электростанциях и выровнять потенциал нагрузок в электрической сети, повысив её производительность и срок службы.

Список литературы

1. Матвиенко, М.М. Альтернативные источники энергии [Текст] / Н.В. Нестерова, М.М. Матвиенко // Материалы международной студенческой конференции 2015. С.226.
2. Ветрогенераторы [Электронный ресурс] Официальный сайт ООО «Альт-Энерго» – Режим доступа: <http://altenergo.su>.
3. Об выборе типа ветрогенератора для средней полосы России [Электронный ресурс] / Информационный Интернет-портал «EnergyFuture.Ru» - Режим доступа: <http://energyfuture.ru/ob-vybore-tipa-vetrogeneratora-dlya-srednej-polosy-rossii> свободный. - Загл. с экрана.

УДК 621.311.24+621.314

Афоничев Дмитрий Николаевич, д.т.н., профессор

Пиляев Сергей Николаевич, к.т.н., доцент

Панов Роман Михайлович, ст. преподаватель

Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация: В статье рассматривается построение объектно-ориентированной модели ветроэнергетической установки, реализованной в программной среде фирмы «MathWorks» MATLAB/Simulink и предназначенной для проектирования системы автоматического управления этой установкой.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, система автоматического управления, моделирование, MATLAB/Simulink.

Summary: The article deals with the construction of an object-oriented model of a wind power plant implemented in the MATLAB/Simulink software environment of MathWorks designed for the design of an automatic control system for this installation.

Keywords: wind power plant, automatic control system, simulation, MATLAB/Simulink.

В настоящее время проблема электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, которые удалены от систем централизованного электроснабжения, в России является актуальной. К таким объектам относятся: пасеки, плодовоовощные сушильни, временные постройки и сооружения, объекты строительства, транспортные сооружения для дорожных работ, летние лагеря и лагеря для кочевого выпаса скота. Подключение данных потребителей, расположенных на большом удалении от линий электропередач, является очень нерентабельным, да и часто потребность в электроэнергии носит временной или сезонный характер. Зачастую нагрузка таких потребителей составляет единицы или десятки киловатт. В основном для этих потребителей источником электроэнергии служат бензо- или дизель-генераторы. Стоимость получения 1 кВт такой энергии очень высока. В одиночку с выработкой энергии для таких потребителей ветро- или солнечная установка справиться не может, так как не может обеспечить продолжительную бесперебойную работу. Для повышения надежности бесперебойного электроснабжения целесообразно применять комбинированные установки, которые обладают высокой надежностью и оптимальной ценой выработки электроэнергии [1, 2, 3, 4]. Для построения эффективной системы автоматического управления подобной комбинированной, включающей в себя как ветроэнергетическую, так и генератор с двигателем внутреннего сгорания, необходима математическая модель каждого элемента этой установки. Наибольшую сложность представляет построение модели ветроэнергетической установки.

Развитие современных информационных технологий позволило использовать в качестве основной методологии проектирования систем автоматического управления объектами различной физической природы метод модельно-ориентированного проектирования (model-based design) [5]. Этот подход значительно снижает затраты и время проектирования различных технических объектов. При модельно-ориентированном проектировании основой является программная модель разрабатываемой системы. Эта модель является единой для всех компонентов, независимо от их физической природы и отображает в виде математических моделей каждого компонента полную структуру этой системы. Исследование этой модели в режиме реального времени с визуализацией физических параметров позволяет определить требуемые параметры всех компонентов проектируемого устройства без разработки макетных образцов.

Основным инструментом модельно-ориентированного проектирования в настоящее время является программная среда фирмы «MathWorks» MATLAB/Simulink [6, 7, 8, 9].

Рассмотрим построение программной модели опытной ветроэнергетической установки, которую можно представить в виде трех взаимосвязанных объектов: ветрового ротора, генератора переменного трехфазного тока и различной нагрузки, как это показано на рисунке 1.

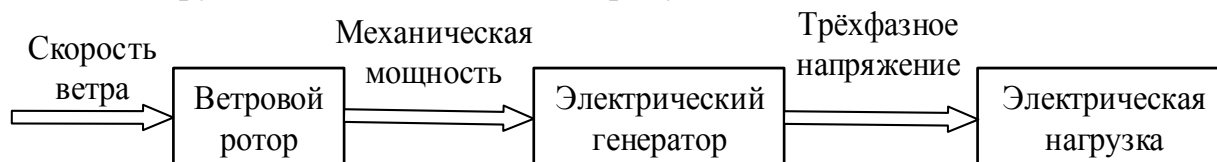


Рисунок 1 – Структура модели ветроэнергетической установки

Основной задачей системы автоматического управления ветроустановкой является поддержание частоты и величины генерируемого линейного напряжения близким к номинальному и защита от аварийных режимов. Поэтому создаваемая модель должна обеспечивать возможность имитации всех режимов работы ветроустановки.

В качестве ветрового ротора рассмотрим вертикально осевой геликоидный ротор, внешний вид которого показан на рисунке 2.

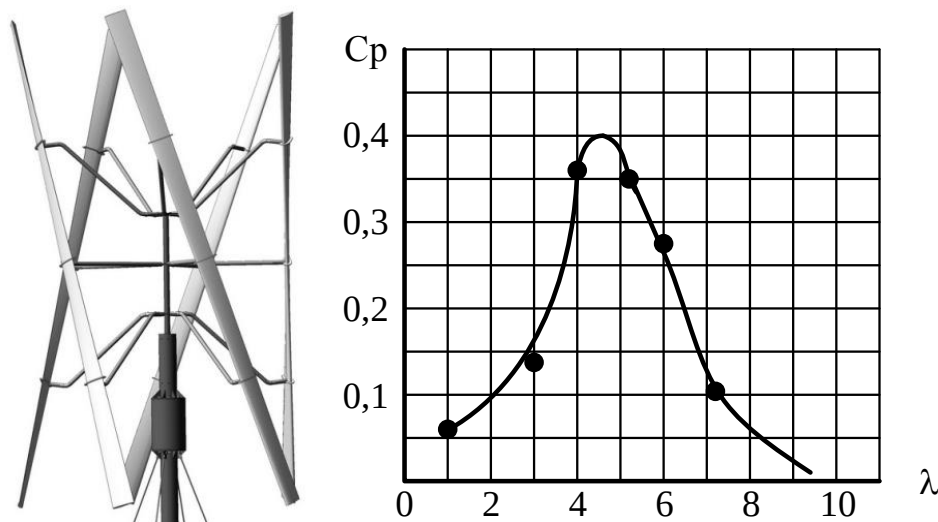


Рисунок 2 – Внешний вид и энергетическая характеристика геликоидного ротора

Механическая мощность, создаваемая на валу данного ротора, может быть определена согласно [4]

$$P_p = C_p(\lambda) \cdot \rho \cdot r \cdot h \cdot V^3, \quad (1)$$

где $C_p(\lambda)$ – коэффициент использования энергии ветра, зависящий от быстроты ветрового ротора $\lambda = \frac{\omega \cdot r}{V}$; ρ – плотность воздуха; r, h – соответственно радиус и высота ветрового ротора; V – скорость ветра; ω – угловая частота вращения ветрового ротора.

Для построения энергетической характеристики $C_p(\lambda)$ ветрового ротора использовались экспериментальные исследования макетного образца диаметром 3 м и высотой 6 м. Кривая экспериментальной энергетической характеристики приведена на рисунке 2.

На рисунке 3 представлена модель ветроэнергетической установки в SIMULINK.

Модель ветрового ротора реализована в виде блока «Ротор» в виде программы MATLAB. Энергетическая характеристика аппроксимирована кубическими сплайнами. В качестве электрического генератора используется асинхронный двигатель мощности 2,2 кВт со встроенным механическим редуктором. Накопительный аккумулятор с зарядным устройством представлен в виде постоянной активной нагрузки. Переключатель S1 предназначен для включения нагрузки, а переключатель S2 используется для подключения дополнительных конденсаторов в зависимости от вида нагрузки.

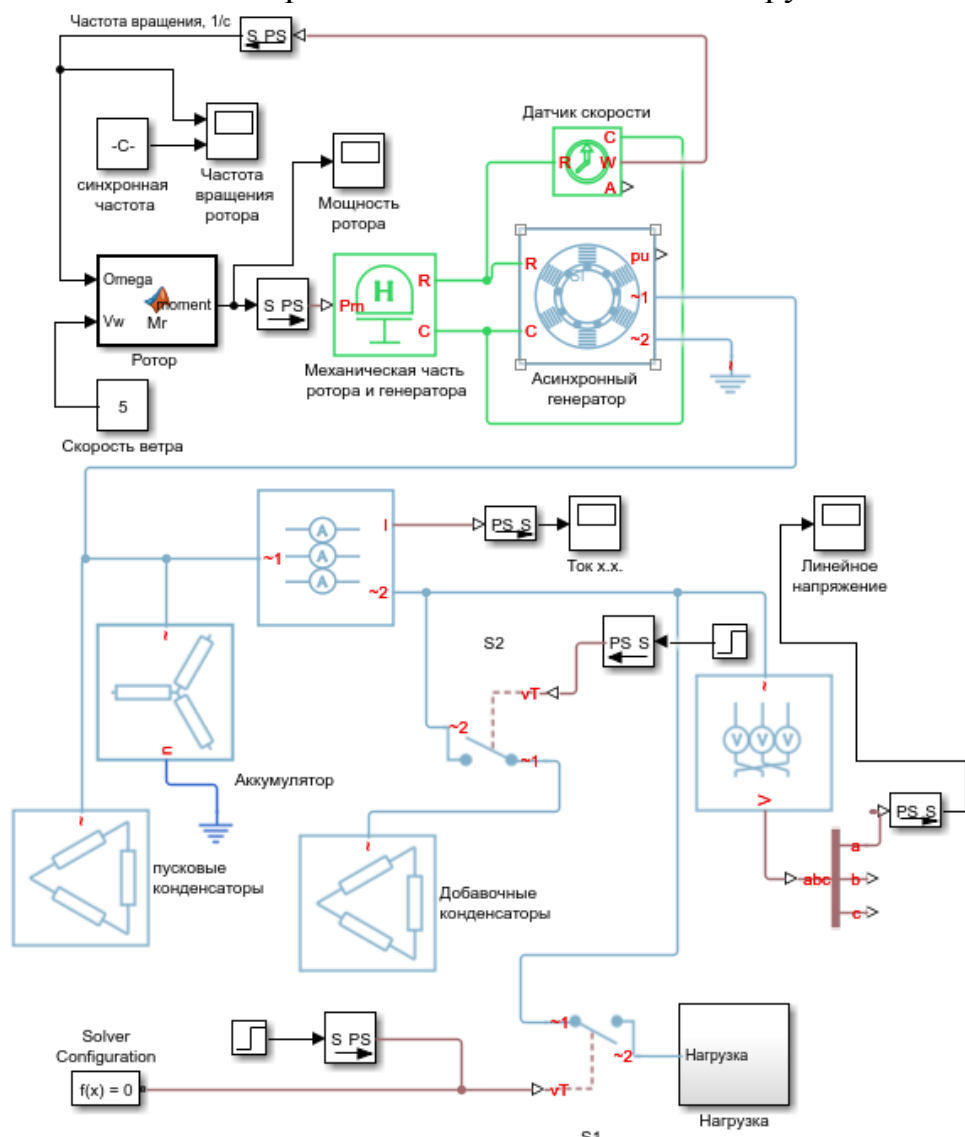


Рисунок 3 – Модель ветроэнергетической в SIMULINK

Блок нагрузки (рисунок 4) позволяет имитировать различные виды: несимметричную однофазную и симметричную активно-индуктивную трехфазную.

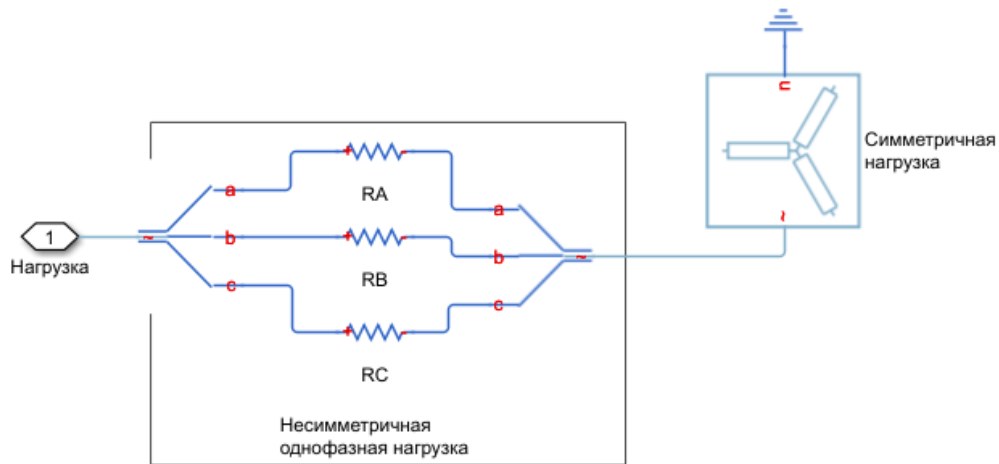


Рисунок 4 – Блок нагрузки в модели ветроэнергетической установки

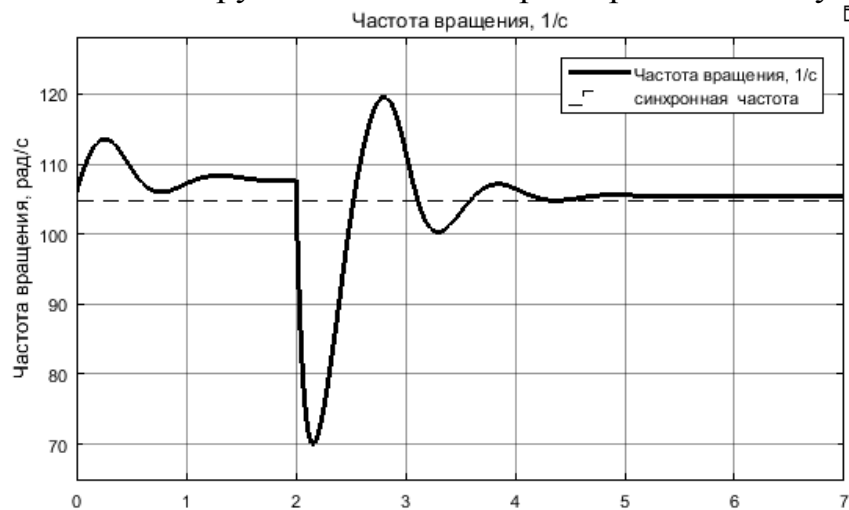


Рисунок 5 – Диаграмма частоты вращения ротора генератора

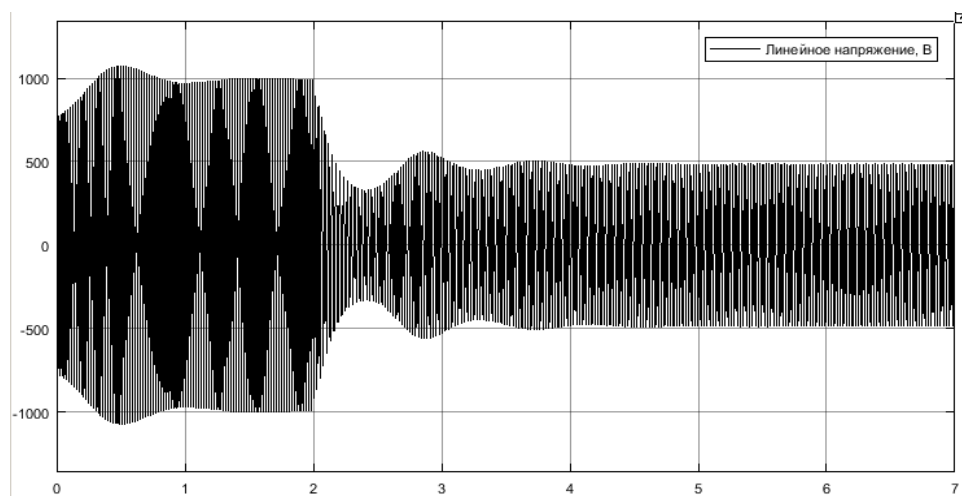


Рисунок 6 – Диаграмма изменения линейного напряжения

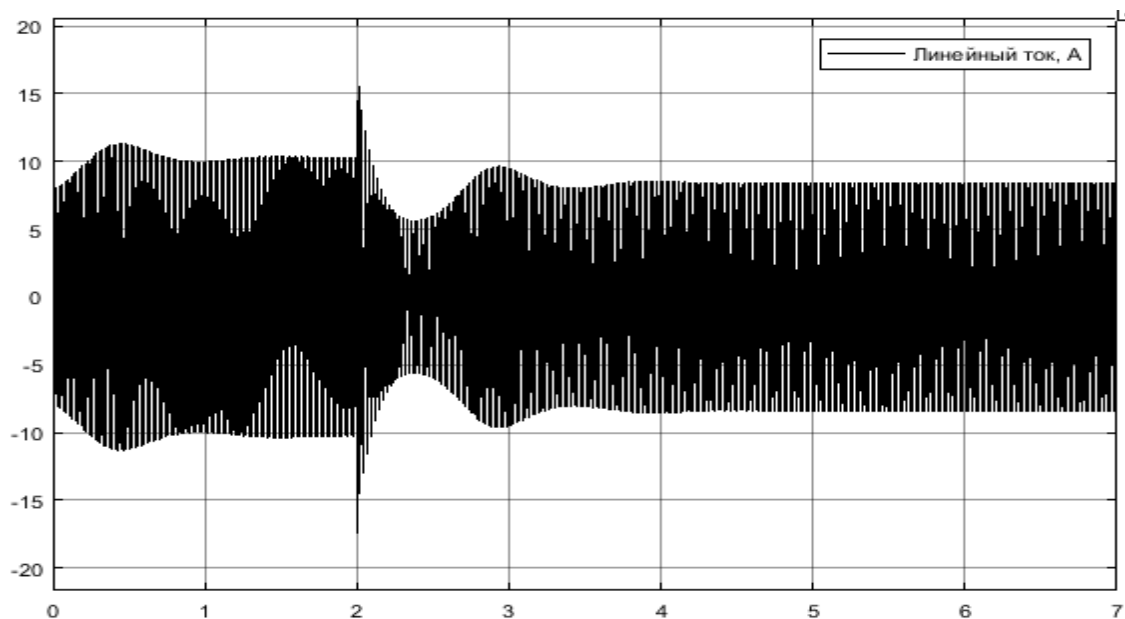


Рисунок 7 – Диаграмма изменения линейного тока

На рисунках 5–7 показаны временные диаграммы некоторых параметров установки при включении нагрузки через 2 с после пуска. Характер изменения этих параметров достаточно хорошо соответствует результатам экспериментальных исследований [10, 11].

Таким образом, предложенная модель ветроэнергетической установки может успешно использоваться при разработке систем автоматического управления ветроэнергетическими установками данного типа.

Список литературы

1. Афони́чев Д.Н. Система управления комбинированной энергетической установкой для автономного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / Д.Н. Афони́чев, Р.М. Панов, С.Н. Пиляев // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: матер. междунар. научно-прак. конф., посвящ. 80-летию А.П. Тарасенко, г. Воронеж, 10 января 2017 г. В 2-х ч. Ч. 1. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. – С. 112–117.
2. Афони́чев Д.Н. Совершенствование системы управления комбинированной энергетической установкой на основе возобновляемых источников энергии / Д.Н. Афони́чев, Р.М. Панов, С.Н. Пиляев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. научн. тр. по матер. междунар. зочн. научно-практ. конф. – 2017. – № 4(30). Междунар. научно-техн. конф. «Современные технологии и автоматизация производства», г. Воронеж, 21–22 сентября 2017 г. / Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова. – Воронеж, 2017. – С. 11–16.
3. Афони́чев Д.Н. Малые электростанции в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / Д.Н. Афони́чев, И.А. Кекух // Современные научно-практические решения XXI века: матер. междунар. научно-практ. конф.; г. Воронеж, 21–22 декабря 2016 г. В 3-х ч. Ч. 1. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – С. 116–121.

4. Shepherd, William. Electricity generation using wind power. Second Edition / William Shepherd, Li Zhang – Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2017. – 279 p.

5. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования / И.П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.

6. SIMULINK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.ru/products/simulink>.

7. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве [Электронный ресурс] / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, И.И. Аксенов. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2015. – 140 с. – <URL: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b107291.pdf>>.

8. Афоничев Д.Н. Информационные системы в электроэнергетике / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2017. – 234 с.

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

10. Беляков П.Ю. Анализ эффективности современных цепей преобразования энергии в ветроэлектрических установках большой мощности/ П.Ю. Беляков, Р.М. Панов // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2011. – № 4. – С. 27–34.

11. Беляков П.Ю. Электрическая часть и система управления вертикально-осевой ветроэнергетической установки/ П.Ю. Беляков, Р.М. Панов, А.С. Павлов, А.В. Тикунов // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2012. – № 1. – С. 69–76.

12. Мясоедова М.А., Волкова С.Н. Инновации и качество – путь к высоким стандартам жизни // Сб. : Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. – 2010. – С. 181-184.

13. Шатунова Ю.В., Мясоедова М.А. Повышение конкурентоспособности АПК через экоиновации // Сб. : Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. – 2008. – С. 71-73

УДК 636.658.382 (075.8)

Дикарев Роман Алексеевич, Суханова Мария Юрьевна магистранты
Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

Научный руководитель: **Андрианов А.А.**, доцент
АЭРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. На основе математического анализа процесса организованного воздухообмена в зданиях под действием тепловых избытков определены расстояния от центра аэрационных проемов до нейтральной зоны и сделаны проверочные расчеты.

Ключевые слова: аэрация, вентиляция, организованный воздухообмен.

Summary: Based on the mathematical analysis of air exchange in buildings under the influence of thermal outbursts, distances from the center of the aeration openings to the neutral zone are determined and verification calculations are made.

Key words: aeration, ventilation, organized air exchange.

Аэрацией называется организованный естественный воздухообмен, происходящий в холодных цехах под действием ветра, а в горячих цехах – под совместным действием ветра и разности давлений наружного и внутреннего воздуха (гравитационного давления). Аэрация получила широкое распространение особенно в последнее время в цехах-гигантах с огромными теплоизбытками [4].

Разница между механической и естественной вентиляцией (аэрацией) состоит в следующем. При механической вентиляции удаляются сравнительно малые объемы воздуха непосредственно от места его загрязнения и подается воздух в заданные места при довольно значительных давлениях вентилятора порядка 40—80 кг/м². При естественной вентиляции (аэрации) подаются большие организованные объемы свежего воздуха по всему цеху при незначительных давлениях порядка нескольких долей единицы. Преимуществом аэрации является то, что большие объемы свежего воздуха подаются и удаляются без применения вентиляторов и воздуховодов. Аэрация является могучим средством для борьбы с избытками тепла в цехе, другими словами, для уменьшения температуры воздуха в рабочей зоне [3,5].

Одновременно с аэрацией может применяться и механическая вентиляция для борьбы с газовыми и другими вредностями. Аэрация не исключает также необходимости механической организованной подачи свежего воздуха к месту работы. Механическая и естественная вентиляция взаимно дополняют друг друга, так как они при совместном действии обычно увеличивают общий воздухообмен и, следовательно, уменьшают концентрацию вредностей в цехе. Аэрация и механическая вентиляция, совместно действуя, улучшают условия работы и способствуют повышению производительности труда [1,2].

Понятие о внутреннем избыточном давлении. Прежде, как правило, для определения обмена воздуха, происходящего под действием разности давлений наружного и внутреннего воздуха, пользовались формулами, основанными на понятии о нейтральной зоне. Решим ту же задачу, но с помощью понятия о внутреннем избыточном давлении [5].

Естественный воздухообмен в зданиях под действием тепловых избытков (простейший случай расчета) [5]. Для расчета естественного воздухообмена в цехе под действием гравитационных сил следует пользоваться таким правилом: внутреннее избыточное давление по направлению вверх от любой горизонтальной плоскости увеличивается, а по направлению вниз – уменьшается на величину

$$H(\gamma_n - \gamma_{ср.п}) = H\Delta\gamma \quad (1)$$

Допустим, в здании имеются два отверстия f_1 и f_2 , находящиеся на различных высотах от пола (рис.1). В помещении имеются теплоизбытки, а ветер отсутствует.

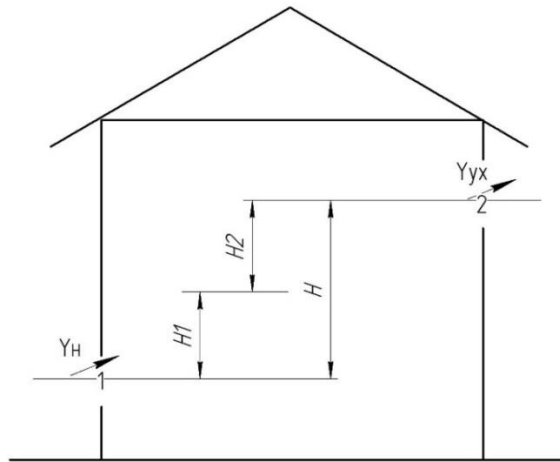


Рисунок 1 - Естественный воздухообмен в помещении, имеющем два отверстия

Допустим, что на высоте m от центра первого отверстия внутреннее избыточное давление равно нулю; тогда в плоскости центра этого отверстия внутреннее избыточное давление будет равно

$$p_{\text{изб}} = 0 - H_1 \cdot \Delta\gamma \quad (2)$$

Следовательно, в плоскости первого отверстия давление снаружи будет больше давления внутри помещения на величину и равно динамическому давлению воздуха в первом отверстии

$$H_1 \Delta\gamma = \frac{v_1^2}{2g} \gamma_n \quad (3)$$

В плоскости центра второго отверстия внутреннее избыточное давление

$$p_{\text{изб}} = 0 + H_2 \Delta\gamma \quad (4)$$

Разделив уравнения (3) на (4), получим

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 \frac{\gamma_n}{\gamma_{yx}} \quad (5)$$

Но

$$v_1 = \frac{G}{\gamma_n} \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{G}{\gamma_{yx}} \frac{1}{f^2}$$

где G — расход воздуха, поступающего снаружи в нижнее отверстие или уходящего через верхнее отверстие (в кг/сек).

Подставляя значения скоростей v_1 и v_2 в последнее уравнение, получим

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{f_2}{f_1} \right)^2 \frac{\gamma_{yx}}{\gamma_n} \quad (6)$$

С небольшой погрешностью можно частное от деления $\frac{\gamma_{yx}}{\gamma_n}$ принять равным единице, тогда

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \quad (7)$$

Итак, если в здании имеются два отверстия, расположенные на различных высотах, то под действием теплоизбытков внутреннее избыточное давление, равное нулю, находится на расстояниях от этих отверстий, обратно пропорциональных квадратам их площадей.

Если $f_1=f_2$, то $H_1=H_2$, в этом случае нулевое внутреннее избыточное давление находится посередине высоты между отверстиями.

Из уравнения (6) можно получить

$$\frac{H_1+H_2}{H_2} = \frac{H}{H_2} = \left(\frac{f_2^2 \gamma_{yx} + f_1^2 \gamma_n}{f_1^2 \gamma_n}\right)^2 \quad (7)$$

и тогда расстояние оси верхних фрамуг до нейтральной зоны, т. е. до плоскости нулевого внутреннего избыточного давления

$$H_2 = \frac{H}{\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \frac{\gamma_{yx}}{\gamma_n} + 1} \quad (8)$$

Рассмотрим пример. Имеются следующие данные (табл. 1).

Таблица 1 – Исходные данные

Параметры	Единица измерения	Числовое значение
Площадь 1-го отверстия, f_1	м ²	10
Площадь 2-го отверстия, f_2	м ²	20
Температура входящего воздуха, $t_{p.з.}$	° С	+25
Температура уходящего воздуха, t_{yx}	° С	+33
Барометрическое давление, $P_{бар}$	мм рт. ст	745
высота между центрами отверстий, H	м	10
$\gamma_{p.з.}$	кг/м ³	1.162
γ_n	кг/м ³	1,181
γ_{yx}	кг/м ³	1.13
$\gamma_{ср.п}$	кг/м ³	1,146

Требуется найти естественный воздухообмен в здании под действием тепловых избытков.

Результаты расчетов приведены в табл. 2

Таблица 2 - Результаты расчетов

Параметры	Единица измерения	Числовое значение
1	2	3
$\Delta\gamma$	кг/м ³	0,035
H_2	м	2,07
H_1	м	7,93
Внутреннее избыточное давление в центре 1-го отверстия, $p_{изб}$	кг/м ²	-0,277
Скорость входа воздуха в нижнее отверстие, v_1	м/с	2,145

Продолжение табл. 2

1	2	3
расход воздуха, входящего в нижнее отверстие, G_1	кг/с	16,46
Внутреннее избыточное давление в центре 2-го отверстия, $p_{изб}$	кг/м ²	0,0724
Скорость входа воздуха в верхнее отверстие v_2	м/с	1,122
Расход воздуха, уходящего из верхнего отверстия, G_2	кг/с	16,46

Как видим, расходы воздуха в обоих отверстиях получились одинаковыми, и потому расчет произведен правильно.

Вывод. Следовательно, при действии одних тепловых избытков и наличии только двух проемов искомый воздухообмен в здании можно найти в один прием, без дальнейших уточняющих расчетов.

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. Андрианов, Е.А. Организация вентиляции животноводческих помещений с использованием ресурсосберегающих технологий/Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. -2014. -№ 4(44) -С. 91-98.
3. Ануфриев Л. Н. Теплофизические расчеты сельскохозяйственных производственных зданий. – М.: Стройиздат, 1974.
4. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие/А. В. Полуэктов, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов, Е. А. Галкин. -Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2005. -274с.
5. Каменев П. Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Стройиздат, 1964.

**Дикорев Дмитрий Владимирович,
Пономарев Владимир Александрович** магистранты
Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия
Научный руководитель: **Андрианов А.А.**, доцент
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ
ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Аннотация. В связи с ростом количества трудоустроенных людей на местах повышенной опасности представлена статистика несчастных случаев на производстве. Сделан обзор изменений, внесенных в трудовое законодательство РФ.

Ключевые слова: условия труда, безопасность производственной деятельности, производственный травматизм, несчастный случай

Annotation. In connection with the increase in the number of employed people in places of increased danger, the statistics of occupational accidents are presented. A review of the changes made to the labor legislation of the Russian Federation was presented.

Key words: working conditions, safety of production activity, industrial injuries, accident

Для раскрытия данного вопроса необходимо обратиться к терминологии связанной с безопасностью труда на производстве. *Безопасность производственной деятельности* – это такое состояние производственных процессов, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с возможностью нанесения ущерба технологическому процессу, имуществу, здоровью работников и третьих лиц, окружающей среде. Безопасные условия труда, безопасность труда - условия труда, при которых воздействия на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключены либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Как мы видим из первого определения, что безопасность – это прежде всего отсутствие риска, связанного с нанесением ущерба работнику, но так ли бывает на самом деле? Если обратиться, к мировой практике то ответ будет очевидным. Безопасность условий труда в промышленном и сельскохозяйственном производстве в России нельзя назвать удовлетворительными. Но стоит отметить, что количество ЧП на производстве за последние несколько лет снизились [1, 2, 4].

На протяжении последних более чем 10 лет (2007 – 2017 годы) сохраняется положительная тенденция снижения уровня производственного травматизма, в том числе снижения количества погибших в результате несчастных случаев на производстве. Так, количество несчастных случаев с тяжелы-

ми последствиями (групповых несчастных случаев, несчастных случаев с тяжелым и смертельным исходом) снизилось в 2,7 раза (с 17 229 случаев в 2007 году до 6 316 в 2017 году). В 2017 году на производстве погибло 1 707 работников, что в 2,7 раза ниже показателя 2007 года (4 604 человека). В соответствии с практикой МОТ ведется учет смертельного травматизма по показателю числа погибших на 100 тыс. занятых в экономике. В 2017 году в РФ данный расчетный показатель составил 2,4 погибших на производстве на 100 тыс. занятых в экономике, что в целом соответствует среднему уровню смертельного травматизма в странах Европейского Союза, Японии и США и существенно ниже уровню смертельного травматизма в странах БРИКС. Количество погибших работников в результате несчастных случаев на производстве традиционно остается на высоком уровне в таких видах экономической деятельности, как строительство, обрабатывающие производства, добыча полезных ископаемых.

Основными видами несчастных случаев являются:

- падение с высоты (каждый третий несчастный случай);
- воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и механизмов (каждый пятый несчастный случай);
- ДТП (каждый седьмой случай);
- падение, обрушение, обвалы предметов, материалов (каждый восьмой случай).

Традиционно более 75 % несчастных случаев вызваны причинами организационного характера и так называемым «человеческим фактором» (неудовлетворительной организацией производства работ, нарушениями требований охраны труда, недостатками в обучении, нарушениями трудовой дисциплины).

Необходимо отметить, что большинство несчастных случаев происходит из-за несоблюдения трудового законодательства, и в ответ на это министерство труда Российской Федерации внесло свои поправки в систему государственного надзора за соблюдением трудового законодательства. Соответствующее Постановление Правительства РФ от 8 сентября 2017 года № 1080 «О внесении изменений в Положение о федеральном государственном надзоре за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права» подготовлено Минтрудом России. Согласно постановлению при федеральном государственном надзоре за соблюдением трудового законодательства и других нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, в ходе плановых проверок в обязательном порядке должны использоваться проверочные листы (списки контрольных вопросов).

Фактически предмет плановой проверки будет ограничиваться вопросами, включенными в проверочные листы. Проверочные листы будут содержать вопросы обязательных требований трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, включая

обязательные требования охраны труда. Постановлением предусмотрено, что проверочные листы будут применяться государственными инспекторами труда при проведении плановых проверок у всех работодателей независимо от установленной категории риска с 1 января 2018 года. Срок вступления в силу изменений для юридических лиц, зарегистрированных в качестве индивидуальных предпринимателей и осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, относящихся к категории умеренного риска, – с 1 июля 2018 года. Такой подход не только снизит административные и финансовые издержки граждан и организаций, но и повысит прозрачность деятельности контрольно-надзорных органов при проведении плановых проверок в сфере соблюдения трудового законодательства, сократит время проведения самих плановых проверок.

Кроме этого Минтруда России разработало и утвердило 24 правила по охране труда. С целью усиления профилактических мер и уменьшения числа производственных травм и профессиональных заболеваний работников Минтруд России проводит активную работу по актуализации действующих правил по охране труда, а также по разработке и изданию новых правил. При разработке правил по охране труда учитывается так называемый «рейтинг травматизма», то есть в первую очередь правила разрабатываются для тех видов экономической деятельности, в которых фиксируется наибольший уровень травматизма. Вступили в силу отраслевые правила по охране труда при производстве дорожных строительных и ремонтно-строительных работ. Они установили требования охраны труда в организациях при проведении строительства, реконструкции, ремонта и содержания дорог в исправном состоянии, эксплуатации дорожной и строительной техники и технологического оборудования. Также вступили в силу правила по охране труда при использовании отдельных видов химических веществ и материалов. В ближайшее время вступят в силу правила по охране труда при проведении работ в легкой промышленности. Утвержденные правила по охране труда обязательны для всех работодателей независимо от их организационно-правовой формы. Разработка правил по охране труда ведется с учетом конвенций Международной организации труда, ратифицированных Российской Федерацией, а также лучших мировых практик.[5]

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие/А. В. Полуэктов, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов, Е. А. Галкин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2005. – 274с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 110800 "Агроинженерия" / [Е.А. Андрианов [и др.] ; ВГАУ. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2013. – 365 с.

3. ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию»
4. Полуэктов А.В. Безопасность жизнедеятельности: учеб, пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 110300 "Агроинженерия"/А. В. Полуэктов, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов; Воронеж, гос. аграр. ун-т. – Воронеж: ВГАУ, 2006. – 325 с.
5. Электронный ресурс <http://rosmintrud.ru/labour/safety/253>

УДК 631.3:636(0758)

**Молоков Дмитрий Александрович,
Половьянов Алексей Вячеславович** магистранты
Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия
Научный руководитель: **Андрианов А.А.**, доцент
ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Аннотация. Рассмотрены основные параметры микроклимата производственной среды, от которых напрямую зависит уровень работоспособности работников, а также пути улучшения этих факторов.

Ключевые слова: условия труда, терморегуляция, работоспособность, теплообмен, интенсивность работы

Summary: The main parameters of the microclimate of the production environment are considered, which directly determine the level of efficiency of workers, as well as ways to improve these factors **Key words:** working conditions, thermoregulation, working capacity, heat exchange, intensity of work

Потеря тепла происходит путем лучеиспускания, конвекции, испарения с поверхности кожи, а также во время нагревания вдыхаемого воздуха. Количество тепла, выделяемого человеком в сутки, зависит от интенсивности производимой им работы. Обычно эта величина колеблется в пределах от 1800 до 6000 ккал в сутки [5].

Когда выработанное человеком тепло отдается полностью в окружающую среду, протекает нормальный теплообмен в организме. Перегрев организма начинается если тепло полностью не удаляется, в связи с чем ухудшается самочувствие человека, прием в особо тяжелых случаях может наступить тепловой удар.

Количество тепла, теряемого человеком, зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения окружающего воздуха. Эти факторы, характеризующие воздух называются метеорологическими. Совокупность трех факторов обуславливает потери тепла человеческим организмом. Организм человека обладает некоторой способностью к терморегуляции; при

высоких температурах человеческого тела кожа становится более влажной, вследствие чего увеличиваются теплопотери путем испарения влаги; наоборот, при понижении температуры тела выделение влаги с кожи прекращается. При влажной коже человека одновременно происходит теплообмен и влагообмен.

Однако одной терморегуляции человеческого организма недостаточно и если тепло, выделяемое человеком, полностью не удаляется, то происходит перегрев тела и ухудшение самочувствия человека. При температуре среды более низкой, чем температура кожи, с увеличением скорости движения воздуха увеличиваются теплопотери организма.

На величину теплопотерь организма влияет также и относительная влажность воздуха. С увеличением относительной влажности увеличивается парциальное давление водяных паров в воздухе, благодаря чему уменьшается испарение влаги с кожи [4].

В результате оказывается, что при сравнительно высоких температурах воздуха с увеличением относительной влажности человеку становится теплее.

При низких температурах влагосодержание влажного воздуха незначительно; однако с увеличением относительной влажности увеличивается коэффициент теплопроводности воздуха, благодаря чему увеличивается его охлаждающее действие и человеку становится холоднее.

Следует отметить, что при температуре воздуха, равной температуре человеческого тела ($36,5^{\circ}\text{C}$), воздух любой относительной влажности и любой скорости не оказывает охлаждающего действия на организм человека.

При температурах воздуха выше $36,5^{\circ}\text{C}$ происходит нагревание организма и тем больше, чем больше скорость движения окружающего его воздуха [5].

В условиях производства температура и относительная влажность воздуха в рабочей зоне часто не отвечают условиям нормального теплообмена между человеческим телом и окружающей средой. Это несоответствие в теплообмене может быть компенсировано, например, увеличением скорости движения воздуха.

Учеными на основе физиологических наблюдений установлены разные комбинации значений температуры, относительной влажности и скорости воздуха, наиболее благоприятные при выполнении легкой и тяжелой работы. Для создания условий комфорта при температуре выше $+20^{\circ}\text{C}$ и состоянии покоя или при температуре выше $+14^{\circ}\text{C}$ и усиленной мышечной работе необходимо в местах пребывания людей увеличивать скорость движения воздуха.

Изменение температуры окружающей среды происходит в более широких пределах, чем тела человека, причем аккумулирующая способность организма сравнительно невелика. При этом повышение или понижение температуры человеческого тела всего на 1° в течение длительного времени вызы-

вает заметное ухудшение самочувствия. Так, достаточно изменения теплосодержания человека всего на 70 ккал для того, чтобы температура тела изменилась на 1°. Однако, организм человека обладает способностью к терморегуляции. Например, при высоких температурах окружающей среды кожа человека становится влажной, вследствие чего увеличивается теплотеря путем испарения влаги.

Правильно организованная вентиляция может создать необходимые метеорологические условия воздушной среды во всем производственном помещении или только на отдельных рабочих местах.

Например, на рабочее место можно подать струю воздуха, имеющую определенные температуру, относительную влажность и скорость.

Если при этом имеет место сравнительно высокая эффективно-эквивалентная температура в зоне рабочего места, то может быть произведено увлажнение воздуха; при этом значительно понизится температура воздуха, и на рабочем месте будут созданы необходимые метеорологические условия.

Чем интенсивнее работа, производимая человеком, тем больше тепла он выделяет, поэтому воздух должен подводится к рабочему месту с более низкой эквивалентно-эффективной температурой.

Необходимая температура подаваемого воздуха, его относительная влажность и скорость в зоне рабочего места зависят также от характера производимой работы и длительности непрерывного облучения.

Таким образом, метеорологические условия кроме оказывают большое влияния на теплоотдачу организма, поэтому при выборе метеорологических факторов воздушной среды необходимо пользоваться проверенными экспериментальными данными, полученными в производственных условиях.

Пусть по всей площади помещения равномерно выделяются теплоизбытки, показанные на рис. 1 точками (рис. 1). В помещение будем подавать наружный воздух с параметрами, необходимыми для поддержания комфортных условий во время работы или отдыха. Подачу свежего воздуха и удаление нагретого воздуха будем производить по направлению, указанному стрелками.

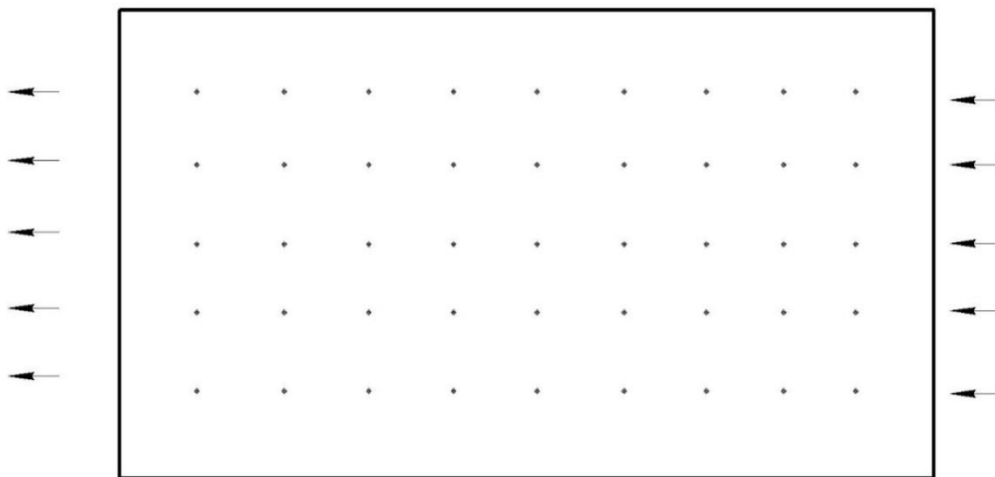


Рис. 1 - Общеобменная система вентиляции

В начальный момент все вредные выделения будут перемещаться к месту их удаления и скопятся там в большом количестве. По прошествии определенного промежутка времени при достаточном количестве подаваемого воздуха можно получить такое разбавление вредных выделений, что концентрация их окажется допустимой с гигиенической точки зрения. Такой способ вентиляции называется общеобменным и не может считаться вполне удовлетворительным, поскольку люди, находящиеся вдали от места подачи свежего воздуха, будут находиться в зоне повышенной концентрации вредных веществ.

Рассмотрим случай, когда вредные выделения скапливаются в фиксированных местах (рис. 2).

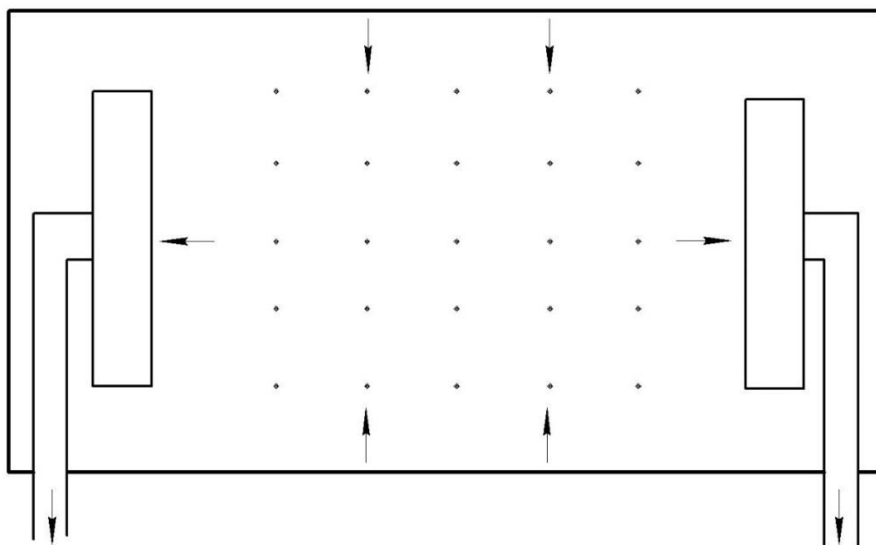


Рис. 2 - Локализирующая (местная) система вентиляции

В этом случае наилучший эффект получим при удалении вредных веществ в местах наибольшего их выделения. Иначе говоря, наилучший результат получим при применении так называемой локализирующей вентиляции (рис. 2), когда удаление вредных выделений происходит непосредственно у мест их образования. Для этого над местами вредных выделений делаются специальные укрытия, из-под которых отсасывается воздух вентилятором или дефлектором. Для поступления чистого воздуха под укрытием имеются специальные отверстия. Устройство такой радикальной локализирующей вентиляции не всегда бывает возможно по условиям технологического процесса.

В тех случаях, когда места нахождения рабочих фиксированы, то, исходя из экономических соображений, зону чистого воздуха создают только на определенных местах. Такая вентиляция называется местной. При этом значительно сокращается количество свежего подаваемого воздуха, а также уменьшаются затраты на его подогрев при низких температурах наружного воздуха.

Таким образом, по условиям технологического процесса часто прибегают к устройству смешанных систем вентиляции, когда при общеобменной вентиляции в отдельных местах производственного помещения еще устраи-

вается локализирующая или местная вентиляция. В настоящее время наиболее эффективным для обеспечения вентиляции помещений является внедрение ресурсосберегающих технологий, например, с использованием энергии ветра [1,2].

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. Андрианов, Е.А. Организация вентиляции животноводческих помещений с использованием ресурсосберегающих технологий/Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. -2014. -№ 4(44) -С. 91-98.
3. Ануфриев Л. Н. Теплофизические расчеты сельскохозяйственных производственных зданий. – М.: Стройиздат, 1974.
4. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие/А. В. Полужков, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов, Е. А. Галкин. -Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2005. -274с.
5. Дмитриев М.С. Повышение безопасности и улучшение условий труда оператора в транспортно-технологическом процессе сельскохозяйственного производства: автореферат диссертации. доктора технических наук : 05.26.01 / М.С. Дмитриев ; Челябин. гос. агроинженер. акад. ; науч. конс. Ю.Г. Горшков.– Санкт-Петербург-Пушкин, 2012.– 44 с.
6. Каменев П. Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Стройиздат, 1964.

УДК 631.361.022.003.13

Бахарев Дмитрий Николаевич, к.т.н., доцент,

Вольвак Сергей Федорович, к.т.н., профессор,

Щербатюк Марина Владимировна, старший преподаватель,

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЯТНА КОНТАКТА ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И ШИПА ДЕКИ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Аннотация: в результате исследования конструктивных особенностей жвал амбарных вредителей разработана методика моделирования эффективных шипов молотильно-сепарирующих устройств для початков кукурузы.

Ключевые слова: зерно кукурузы, жвала, полином, моделирование, шип, молотильно-сепарирующее устройство для початков кукурузы.

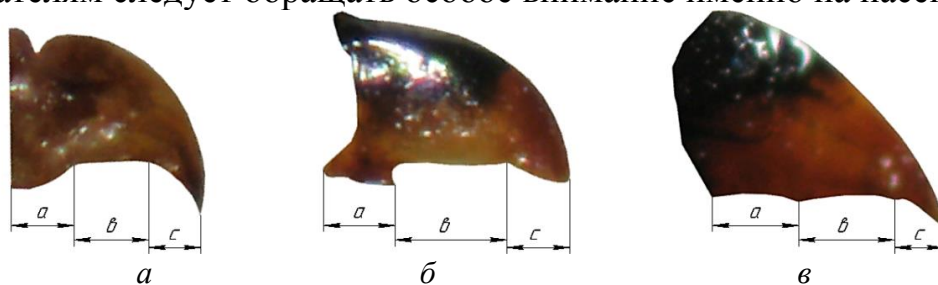
Summary: a result of the study of the structural features of the barnyard pests a technique was developed for modeling the effective thorns of threshing-separating devices for cobs of corn.

Keywords: grain corn, worm, polynomial, modeling, thorn, threshing-separating device for cobs of corn.

Цель исследований – обоснование направлений поиска биологических прототипов и разработка новой методики моделирования эффективных шипов молотильно-сепарирующих устройств для початков кукурузы.

В работах [1-3] доказано, что оптимальное распределение усилий, создаваемое конечностями живых организмов, обеспечивает трехзвенность их конструкции (три подвижные звена, соединенные шарнирами). Причем принцип трехзвенности конечностей един для большинства живых организмов. Однако в гениальной живой природе эффективно используются рабочие органы, состоящие не только из трех подвижных звеньев, но и из одного, форма рабочей поверхности которого включает в себя три участка различной кривизны и размера. Это позволяет, подобно человеческой руке, живому организму подбирать требуемое усилие (дифференцировать механические воздействия). К таким рабочим органам можно отнести жвалы насекомых, амбарных вредителей, органы ротового аппарата (рисунок 1).

Размеры и форма жвал амбарных вредителей совершенствовались в результате эволюции значительно дольше, чем любые другие рабочие органы животных и птиц. Поэтому при поиске биологических прототипов для механизмов дифференцированного действия на зерновые материалы ученым и исследователям следует обращать особое внимание именно на насекомых.



a – четырехпятнистый грибоед; *б*– березковый зерноед; *в*– гороховая зерновка

Рисунок 1 – Жвалы амбарных вредителей

Поскольку форма рабочей поверхности жвалы амбарного вредителя включает в себя три участка различной кривизны и размера (см. рисунок 1), то для их анализа целесообразно применить так называемое двойное отношение линейных размеров, подробно описанное в [3, с. 33]:

$$W = \frac{(a + в) \cdot (в + с)}{в \cdot (a + в + с)}. \quad (1)$$

В качестве отрезков *a*, *в*, *с* приняты длины участков рабочей поверхности жвалы (см. рисунок. 1). По двойному отношению линейных размеров

анализировались жвалы следующих амбарных вредителей: четырехпятнистый грибояд, березковый зернояд, гороховая зерновка, жук Кузья, зерновой точильщик, претворяшка злодей, суринамский мукояд, хрущак большой мучной, хрущак большой темный, хрущак малый булавоусый, трогодерма черная. Результаты анализа биометрических характеристик жвал амбарных вредителей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа биометрических характеристик жвал амбарных вредителей

Среднее значение двойного отношения длин участков рабочей поверхности анализируемых жвал		Повторяемость уравнения аппроксимирующей кривой для каждого участка жвалы	
		Функция	Повторность
W_{CP}	1,29	Полиномиальная	29
Коэффициент вариации, %	1,49	Степенная	2
Абсолютная ошибка	0,01	Логарифмическая	1
Относительная ошибка, %	0,45	Экспоненциальная	1

Как видно из таблицы 1 среднее значение двойного отношения длин участков рабочей поверхности анализируемых жвал составляет 1,29. Данный показатель симметрии, реализованный природой при формировании жвал амбарных вредителей, целесообразно применить при проектировании новых шипов молотильно-сепарирующих устройств для початков кукурузы.

Кроме того, в большинстве случаев кривые описывающие участки поверхности жвал аппроксимируются полиномиальной функцией (29 из 33-х случаев), причем максимальная степень полинома 3.

Из этого следует, что в данном конкретном случае при моделировании шипов молотильно-сепарирующего устройства для кукурузы на основании данных о кривых, описывающих участки поверхности рабочих органов биологических прототипов, целесообразно применять квадратичные и кубические кривые Безье, задаваемые полиномом Бернштейна. Квадратичная кривая Безье (2) задаётся 3-мя опорными точками D , E и F [4]:

$$\begin{cases} BX(t) = (1-t)^2 \cdot X_D + 2 \cdot t \cdot (1-t) \cdot X_E + t^2 \cdot X_F; \\ BY(t) = (1-t)^2 \cdot Y_D + 2 \cdot t \cdot (1-t) \cdot Y_E + t^2 \cdot Y_F. \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{при} \\ t \in [0,1] \end{matrix} \quad (2)$$

Кубические кривые Безье ($n = 3$) в параметрической форме описываются аналогично, но требуют четыре опорные точки.

Построение квадратичной кривой Безье ($n = 2$) целесообразно проводить в компьютерных программах, позволяющих строить данные кривые на основании полинома Бернштейна. Этот способ моделирования на основании данных, приведенных в таблице 1, позволяет получить требуемые кривые и объединить их в единый контур, участки которого обеспечивают среднее значение двойного соотношения линейных размеров $W = 1,29$. Вращение контуров создает 3D-модели шипов молотильно-сепарирующего устройства (рисунок 2).

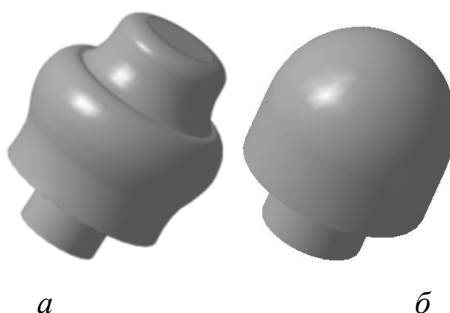
Для эффективного использования размерных характеристик биологических прототипов при разработке новых шипов необходимы масштабные преобразования. Для этого целесообразно применение методов геометрического подобия. Геометрическое подобие систем (машин, рабочих органов) соблюдается, если отношение размеров сравниваемых систем, есть величина постоянная [5, 6]:

$$\frac{l_1'}{l_1''} = \frac{l_2'}{l_2''} = \frac{l_3'}{l_3''} = k_l, \quad (3)$$

где l_1', l_2', l_3' – размеры, характеризующие первую систему;

l_1'', l_2'', l_3'' – размеры, характеризующие вторую систему;

k_l – масштабный множитель линейного преобразования, сохраняющий постоянное значение для двух подобных систем.



а – модель нового шипа, построенная на основании данных о биологических прототипах;
б – модель круглого шипа, наиболее часто применяемого в существующих молотильных устройствах для кукурузы

Рисунок 2 – 3D-модели шипов молотильно-сепарирующего устройства для початков кукурузы

Общая математическая зависимость между факторами записывается как неопределенная целевая функция [5, 6]:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_k), \quad (4)$$

где y – величина, с помощью которой оценивается объект исследования;

$x_1, x_2, \dots, x_k$ – независимые факторы;

k – число факторов, $k = 1, 2, \dots, n$.

Согласно π -теореме, общая математическая зависимость (4) может быть представлена в виде зависимости между составленными из них критериями подобия [5, 6]:

$$\pi_1 = F(\pi_2, \pi_3, \dots, \pi_{n-m}), \quad (5)$$

где $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{n-m}$ – критерии подобия;

m – число физических величин, имеющих основные размерности.

Критерии подобия одинаковы для всех подобных между собой явлений и в общем виде определяются выражениями [5, 6]:

$$\pi_1 = \frac{y}{x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_m^{a_m}}; \dots; \pi_{n-m} = \frac{x_n}{x_1^{b_1} x_2^{b_2} \dots x_m^{b_m}}, \quad (6)$$

где $a_1, a_2, \dots, a_m$; $b_1, b_2, \dots, b_m$ – некоторые постоянные числа, определяемые при решении уравнений, составленных с помощью приравнивания друг к другу размерностей числителей и знаменателей каждого критерия.

Радиус кривизны вершины жвалы амбарного вредителя r характеризуется площадью рабочей поверхности S , радиусом кривизны основания R и развиваемым усилием для захвата зерна P (количество факторов $n=4$). Из этого следует:

$$r = \varphi(S, R, P). \quad (7)$$

В качестве основных выбраны две величины P и R , т.е. их количество $m=2$.

Следовательно, число возможных критериев подобия $n-m=2$.

$$\pi_1 = \frac{r}{P^{a_1} R^{a_2}}; \pi_2 = \frac{S}{P^{b_1} R^{b_2}}. \quad (8)$$

Уравнение размерности для π_1 примет вид:

$$L = [MLT^{-2}]^{a_1} [L]^{a_2}, \quad (9)$$

где L – обозначение длины в системе СИ;

M – обозначение массы в системе СИ;

T – обозначение времени в системе СИ.

Уравнение размерности для π_2 примет вид:

$$L^2 = [MLT^{-2}]^{b_1} [L]^{b_2}. \quad (10)$$

Приравняем показатели степени размерностей основных размерных величин:

- для длины $1^2 = b_1 + b_2$;
- для массы $0 = b_1$;
- для времени $0 = b_1$.

Следовательно, $b_1 = 0$; $b_2 = 1$. Тогда,

$$\pi_1 = \frac{r}{R}; \pi_2 = \frac{S}{R}. \quad (11)$$

Приведем соотношение (11) к виду (5):

$$\frac{r}{R} = F\left(\frac{S}{R}\right). \quad (12)$$

Отсюда:

$$r = F(S). \quad (13)$$

Зная площадь рабочей поверхности исполнительного органа биологического прототипа S_1 площадь поверхности зерна в початке, подлежащей захвату S_1 , масштабный множитель линейного преобразования k_l определится из выражения:

$$k_{l(s)} = \frac{S_1}{S}. \quad (14)$$

Для определения масштабного множителя линейного преобразования были проведены измерения площадей рабочих поверхностей исполнитель-

ных органов биологических прототипов S_1 площадей поверхности зерна в початке, подлежащей захвату S_1 . В качестве допущения принято, что S_1 составляет $\frac{1}{4}$ часть площади верхней поверхности зерна среднего размера, свободно выступающей с участка смежных зерен в необмолоченном початке. Кроме того, площадь S рассчитана на основании средней толщины жвалы каждого амбарного вредителя.

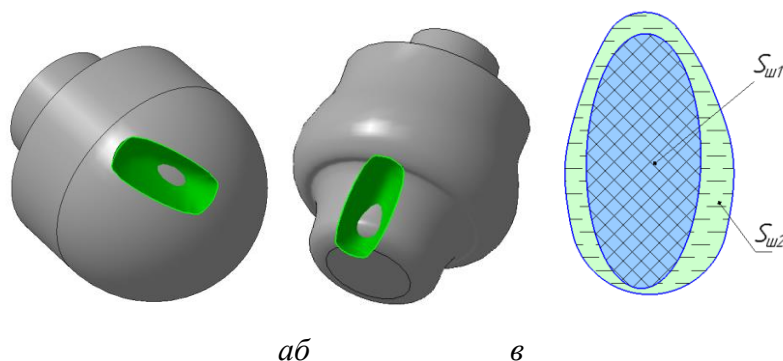
Следовательно, правильно выбрав биологический прототип и опираясь на принцип двойного соотношения линейных размеров, можно создать несколько вариантов 3D-моделей шипов молотильно-сепарирующего устройства.

Таблица 2 – Площадь рабочей поверхности жвалы S и площадь поверхности зерна в початке, подлежащей захвату S_1

Амбарный вредитель	Площадь рабочей поверхности жвалы S , мм ²	Подвид кукурузы	Площадь поверхности зерна в початке, подлежащей захвату S_1 , мм ²
Четырехпятнистый грибояд	0,0157	Сахарная	11,4
Березковый зернояд	0,0168	Восковидная	13,1
Гороховая зерновка	0,0298	Зубовидная	9,6
Жук Кузька	0,0420	Кремнистая	15,7
Зерновой точильщик	0,0250	Лопастная	6,12
Претворяшка злодей	0,0237	Пленчатая	7,5
Суринамский мукоид	0,0026	Масштабный множитель линейного преобразования $k_{l(s)} = \frac{10,57}{0,0495} = 213,54$	
Хрущак большой мучной	0,1716		
Хрущак большой темный	0,1975		
Хрущак малый булавосый	0,0105		
Трогодерма черная	0,0098		
Среднее значение	0,0495		

Проведя масштабирование данных моделей можно переходить к анализу их эффективности. Критерием эффективности шипов, является величина площади контакта единичного зерна и шипа при обмолоте. Чем больше площадь контакта, тем эффективнее шип, поскольку в данном случае давление распределяется по максимальной площади. Замер площади контакта зерна и шипа целесообразно производить методом 3D-моделирования.

Известно, что если посредством удара погрузить шип в тело зерна кукурузы на глубину 0,3 мм зерно будет находиться на грани прочностных свойств [7, 8]. Следовательно, при моделировании площади контакта целесообразно погружать шип в зерно на данную величину. В результате образуется фигура, площадь которой необходимо измерить (рисунок 3).



а – пятно контакта существующего шипа и зерна кукурузы; *б* – пятно контакта нового шипа и зерна кукурузы; *в* – наложение полученных пятен контакта
 Рисунок 3 – 3D-моделирование погружения шипа в тело зерна кукурузы при их контакте в процессе обмолота

Отношение площадей пятен контакта:

$$N_{пк} = \frac{S_{ш2}}{S_{ш1}} \approx 1,6, \quad (15)$$

где $S_{ш1}$ – площадь пятна контакта существующего шипа и зерна кукурузы;
 $S_{ш2}$ – площадь пятна контакта нового шипа и зерна кукурузы.

Размер поверхности контакта и распределение давления по данной поверхности является предметом наших дальнейших исследований.

Предложенная методика моделирования показала, что шип построенный по тем же принципам симметрии, что и жвалы амбарных вредителей с кривизной поверхности описываемой полиномом Бернштейна может обеспечить условие обмолота, при которых пятно контакта единичного зерна и шипа в 1,6 раза больше, чем при использовании обычного круглого шипа. В данном случае давление распределится по большей площади, и как следствие будет снижен показатель макро- и микроповреждений зерна [9].

Следовательно, в качестве биологического прототипа шипов молотильно-сепарирующего устройства для початков кукурузы целесообразно принять жвалы амбарных вредителей, среднее двойное отношение линейных размеров рабочих поверхностей которых составляет 1,29. Для моделирования пятна контакта реального размера, снятые с биологических прототипов размерные характеристики необходимо отмасштабировать в соответствии с масштабным множителем линейного преобразования 213,54.

Таким образом, применение предложенной нами методики моделирования позволит создать эффективные шипы для молотильно-сепарирующих устройств, способные обмолачивать початки кукурузы с минимальным количеством макро- и микроповреждений зерна.

Список литературы

1. Симаков, Ю.Г. Живые приборы [Текст] / Ю.Г. Симаков. – М.: Знание, 1986. – 176 с.

2. Сочивко, В.П. Очерки бионики моря [Текст] / В.П. Сочивко. – Л. Судостроение, 1968. – 276 с.
3. Петухов, С.В. Биомеханика, бионика и симметрия [Текст] / С.В. Петухов. – М.: Наука, 1981. – 240 с.
4. Кривые Безье. Материал из Википедии - свободной энциклопедии. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
5. Седов, Л.И. Методы подобия размерности в механике [Текст] / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1977. – 440 с.
6. Алешкин, В.Р. Механизация животноводства [Текст] / В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
7. Рожківський, М.Ф. До визначення механізму деформації і руйнування зернових матеріалів [Текст] / М.Ф. Рожківський // Вісник аграрної науки. – 2000. – № 7. – С. 50–53.
8. Саенко, Ю.В. Физико-механические свойства пророщенного зерна [Текст] / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко, А.Ю. Носуленко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 4. – С. 32-33.
9. Патент на полезную модель № 171115 Российская Федерация, МПК A01F11/06(2006.01). Молотильно-сепарирующее устройство с системой ориентированной подачи початков кукурузы на обмолот [Текст] / Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – № 2016147797; заявл. 06.12.2016; опубл. 22.05.2017, Бюл. № 15. – 4 с.: ил.

УДК 631.333.53

Шварц Анатолий Адольфович, д.с-х.н., профессор
Беседин Борис Павлович, аспирант
ФГБОУ ВО Курская ГСХА, Россия
ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ВНЕСЕНИЮ
ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ КУЗОВНЫМ
РАЗБРАСЫВАТЕЛЕМ

Аннотация. В статье представлена методика планирования и результаты многофакторного эксперимента, по внесению гранулированных удобрений кузовным разбрасывателем с роторным рабочим органом расположенным на горизонтальной оси вращения.

Ключевые слова. Низкорамный разбрасыватель, роторный рабочий орган, дальность вылета частиц, производительность, поверхность отклика.

Summary. This article presents the methodology of experimental designing and results of study on the fertilization by the fertilizer distributor with an operating body which has a horizontal axis of rotation.

Keywords. Lowboy spreader, rotary operating body, range of particle emission, performance, response surface.

Важнейшим средством для повышения плодородия почв и увеличения производства сельскохозяйственной продукции наряду с другими агротехническими мероприятиями является внесение удобрений. В настоящее время одним из простейших в техническом исполнении и эффективным способом внесения твердых органических и минеральных удобрений является – поверхностный, с применением кузовных разбрасывателей [1,2]. Экспериментальный разбрасыватель гранулированных удобрений, являющийся объектом исследования, представляет собой низкорамную конструкцию кузовного типа, с роторным рабочим органом. Вращательное движение рабочих органов в кожухе ротора обеспечивает вылет частиц удобрения. Дальность полета частиц, а соответственно и производительность, зависят от конструктивных особенностей рабочего органа. Целью исследования является определение оптимального сочетания конструктивно-режимных параметров влияющих на максимальную дальность и производительность рабочего органа.

С целью построения математической модели объекта исследования, оценки влияния отдельных факторов на качество поверхностного внесения удобрений, требовалось провести многофакторный эксперимент. Сократить временные затраты на проведение большого количества предварительных экспериментов удалось с помощью методики сверхнасыщенных факторных планов [3], которая позволила выделить три наиболее существенных фактора из семи. В итоге наиболее существенными факторами оказались частота вращения ротора, радиус ротора и масса выбрасываемого груза (таблица 1).

Таблица 1 – Интервалы и уровни варьирования факторов

Показатели	Кодовые значения	Реальные значения факторов		
	x_1, x_2, x_3	$N \text{ мин}^{-1} (x_1)$	$R, \text{ м} (x_2)$	$m, \text{ кг/с} (x_3)$
Верхний уровень	+1	950	0,56	6
Средний уровень	0	850	0,46	5
Нижний уровень	-1	750	0,36	4
Интервалы варьирования	-	100	0,1	1

Для получения математической модели объекта исследования использовали ротатабельный композиционный план второго порядка [4]. На основании предварительных экспериментов на стационаре, была составлена матрица планирования. В качестве параметра оптимизации, приняли показатель дальности вылета частиц удобрения.

Таблица 2 - Матрица планирования и результаты эксперимента

№ п/п	x_1	x_2	x_3	Дальность D, м				
				y_1	y_2	y_3	$Y \text{ средн}$	$Y \text{ расч}$
1	-1	-1	-1	16,1	16,4	17,9	16,8	16,83
2	1	-1	-1	19,1	20,6	19,7	19,8	19,23

3	-1	1	-1	17,1	16,8	17,7	17,2	17,61
4	1	1	-1	20,5	21,1	21,3	21	20,57
5	-1	-1	1	15,5	15,9	16	15,8	16,55
6	1	-1	1	17,2	17,4	17,9	17,5	17,39
7	-1	1	1	16,7	16,5	17,2	16,8	17,33
8	1	1	1	18,3	19,1	19	18,8	18,73
9	-1,682	0	0	19	18,8	19,2	19	18,03
10	1,682	0	0	20,1	19,7	21,7	20,5	21,22
11	0	-1,682	0	17,7	18,3	18,3	18,1	18,08
12	0	1,682	0	19,5	20,5	20,3	20,1	19,87
13	0	0	-1,682	16,3	15,6	16,1	16	16,36
14	0	0	1,682	14,9	15,4	15,3	15,2	14,58
15	0	0	0	17,7	18,2	17,8	17,9	17,96
16	0	0	0	18,3	18,5	17,5	18,1	17,96
17	0	0	0	17,3	18,2	17,9	17,8	17,96
18	0	0	0	18,1	18,2	18,6	18,3	17,96
19	0	0	0	18	17,6	17,5	17,7	17,96
20	0	0	0	17,8	18,3	17,9	18	17,96

После обработки результатов предварительных экспериментов было получено адекватное уравнение регрессии

$$y=17,95+0,95x_1+0,53x_2-0,53x_3+0,59x_1^2+0,36x_2^2-0,88x_3^2+0,14x_1x_2-0,39x_1x_3 \quad (1)$$

Для интерпретации результатов исследований произвели его преобразование к реальным величинам. Методом классического анализа установлено, что данная модель выражает оптимальное соотношение факторов влияющих на минимальную дальность вылета частиц удобрения 17,14 м. Она достигается при следующих реальных значениях факторов: частоте вращения – 772,18 мин⁻¹, радиусе ротора 400 мм и массе выбрасываемого груза – 4,87 кг/с.

Проведя дополнительный анализ влияния сочетания факторов на результат построили три поверхности отклика. Для каждой поверхности значение одного из факторов фиксировали на среднем (нулевом) значении. Фиксация показателя массы выбрасываемого груза позволила получить уравнение

$$y= 17,95+0,95x_1+0,53x_2+0,59x_1^2+0,36x_2^2+0,14x_1x_2 \quad (2)$$

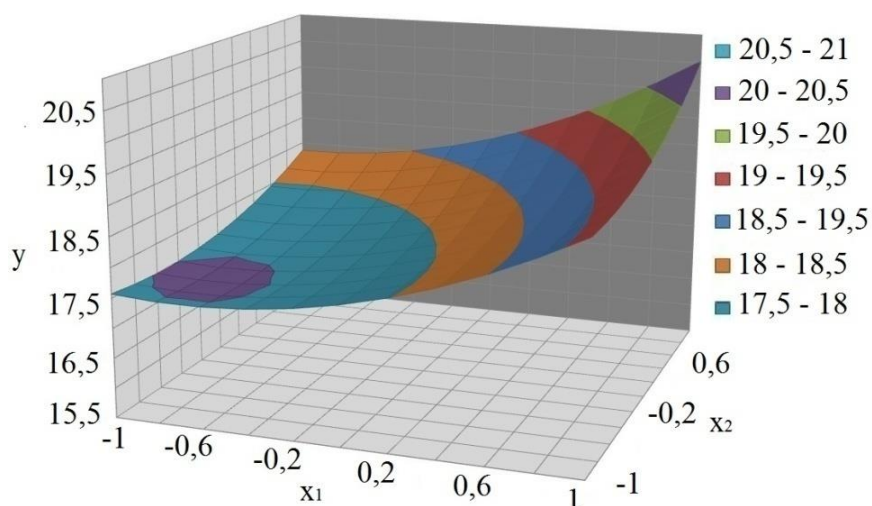


Рисунок 1 – Поверхность при $x_3=0$

На рисунке 1 видно, что максимальное значение дальности полета частицы изменяется от 20,5 до 21 м, при частоте вращения от 0,8 до 1 (от 930 до 950 мин^{-1} , в реальных величинах) и при радиусе ротора от 0,8 до 1 (от 0,54 до 0,56 м, в реальных величинах).

При $x_2=0$, получили

$$y = 17,95 + 0,95x_1 - 0,53x_3 + 0,59x_1^2 - 0,88x_3^2 - 0,39x_1x_3 \quad (3)$$

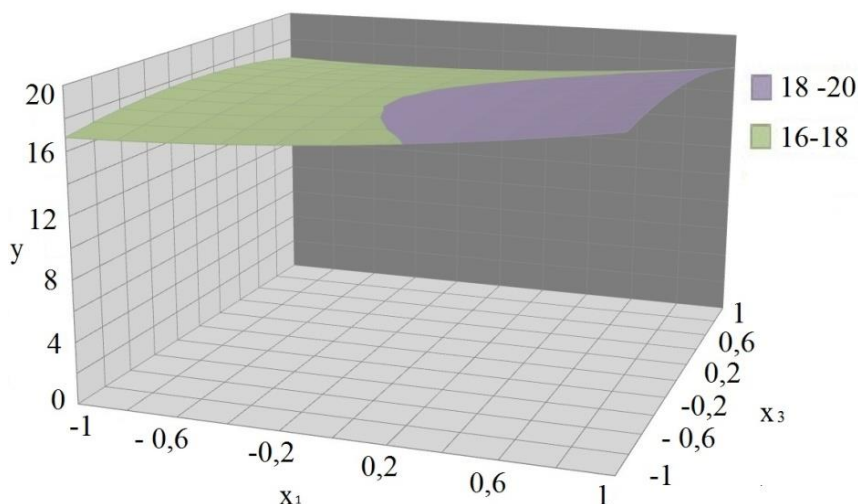


Рисунок 2 – Поверхность при $x_2=0$

Рисунок 2 показывает, что максимальное значение дальности полета частицы удобрения изменяется в интервале от 18 до 20 м. При этом значение частоты вращения ротора находится в пределах от 0 до 1 (от 850 до 950 мин^{-1} , в реальных величинах), а значение массы выбрасываемого груза от -0,2 до 0,2 (от 48 до 52 кг/мин).

В третьем варианте было получено выражение

$$y = 17,95 + 0,53x_2 - 0,53x_3 + 0,36x_2^2 - 0,88x_3^2 \quad (4)$$

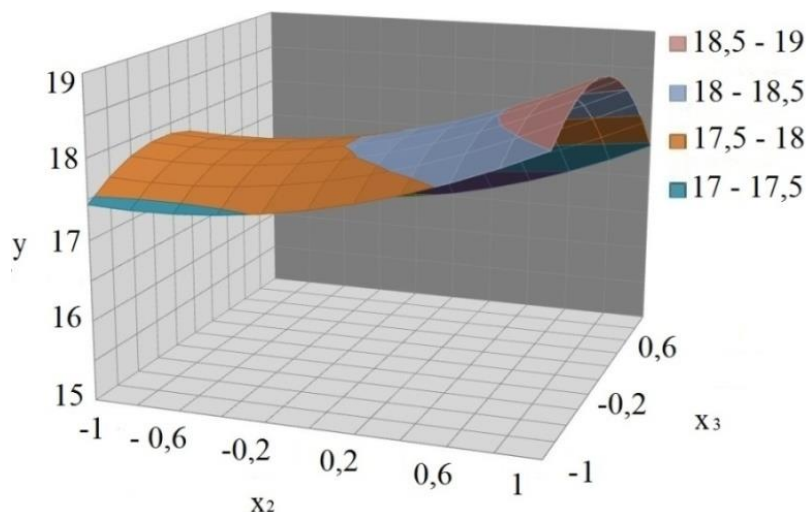


Рисунок 3 – Поверхность при $x_1=0$

Максимальное значение дальности полета частицы удобрения при $x_1=0$ изменяется в пределах от 18,5 до 19 м, при радиусе ротора от 0,6 до 1 (от 0,52 до 0,56 м, в реальных величинах) и массе выбрасываемого груза от -0,2 до 0,2 (от 48 до 52 кг/мин, в реальных величинах).

Проанализировав графики поверхностей, установили, что наибольшее влияние на дальность вылета частицы удобрений оказывает радиус и частота вращения ротора. Максимальной дальности вылета частиц удобрений можно добиться с частотой вращения – 950 мин^{-1} , с радиусом ротора – 0,56 м, и массе выбрасываемого груза зафиксированном на среднем показателе – 5 кг/с. Однако при таких показателях может возрасти процент раздробленных частиц что повлечет за собой нарушение биологических свойств удобрений.

Список литературы

1. Репетов А.Н., Лепшеев О.М. Машины для внесения минеральных удобрений // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1997, №8. - С. 10-11.
2. Шварц А.А., Беседин Б.П., Колесников Е.Ю. Конструктивные особенности и результаты работы разбрасывателя органо-минеральных удобрений // Вестник Курской ГСХА. - 2015. №7. - С. 186-188.
3. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова. М.: Наука, -1976. -276 с.
4. Митков А. Л. Статистические методы в сельхозмашиностроении. -М. Машиностроение, - 1978. - 360 с.

Козлов Вячеслав Геннадиевич, к.т.н., доцент

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия

Скрыпников Алексей Васильевич, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО Воронежский ГУИТ, Россия

Микова Елена Юрьевна, преподаватель

Сыктывкарский Лесной Институт (филиал) ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова", Россия

Ломакин Дмитрий Валерьевич, преподаватель

ФГКОУ ВО Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, Россия

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАНА И ПРОФИЛЯ ДОРОГИ НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. Для определения оптимальной скорости движения, при проектировании трассы лесных автомобильных дорог необходимо учитывать влияние постоянных параметров плана и профиля дорог с учетом различного состояния ее поверхности. При наличии на покрытии снега, возникает необходимость учета характеристик изменения коэффициента сцепления и сопротивления качению в зависимости от высоты снежного покрова и его плотности. В статье представлен анализ расчетов, который показал, что действующие нормы проектирования дорог обеспечивают расчетную скорость движения на кривых только при мокром и чистом покрытии. На мокром загрязненном покрытии, при наличии гололеда, рыхлого снега или снежного наката расчетные скорости обеспечены не будут. Эти обстоятельства необходимо прогнозировать и учитывать при проектировании трассы в районах с длительными переходными и зимними периодами, где для обеспечения расчетной скорости движения необходимо предусматривать увеличение радиусов кривых, а также меры по защите покрытия от попадания грязи, снега и гололеда, а также меры по немедленному их удалению с покрытия.

Ключевые слова: дорога, трасса, методы, оптимизация, профиль, скорость движения.

Summary. To determine the optimal speed, when designing the route of forest roads is necessary to consider the influence of constant parameters of the plan and profile of roads taking into account the different state of its surface. With snow cover, there is a need to take into account the characteristics of changes of the coefficient of friction and rolling resistance, depending on snow depth and its density. The article presents the analysis of the calculations which showed that the current design codes roads provide the estimated speed for curves only when wet and clean the coating. On a wet contaminated surface, in the presence of ice, loose snow or snow setup design speed will not be secured. These circumstances must be predicted and considered when designing slopes in areas with long winter and tran-

sitional periods, where to provide the estimated speed of movement necessary to provide the increase of the radii of curves, as well as measures to protect the cover from dirt, snow and ice, as well as measures for their immediate removal from the coating.

Keywords: road, route, methods, optimization, profile, speed.

При проектировании дорог, максимальные продольные уклоны назначаются из условия обеспечения расчетной скорости движения лесовозного автопоезда на подъеме, при полном использовании мощности двигателя [0, 0]. При этом не учитывается состояние лесовозных автомобильных дорог в период метели, снегопада и гололеда, когда происходит увеличение сопротивления движению и снижение сцепных качеств покрытия [0, 0].

Для определения возможной скорости движения при наличии снега на покрытии необходимо иметь характеристики изменения коэффициента сцепления и сопротивления качению в зависимости от высоты снежного покрова и его плотности.

Одним из первых в нашей стране исследованиями изменения сцепных качеств покрытий в зимнее время занимался проф. Замахаев М.С. [0, 0]. Им в последующем был выполнен целый ряд работ по изучению сцепных качеств и сопротивления качению в заснеженном состоянии [0]. На основании обобщения выполненных исследований на рисунке 1 приведены зоны изменений коэффициентов сцепления φ и коэффициентов сопротивления качению f от толщины слоя уплотненного снега на покрытии.

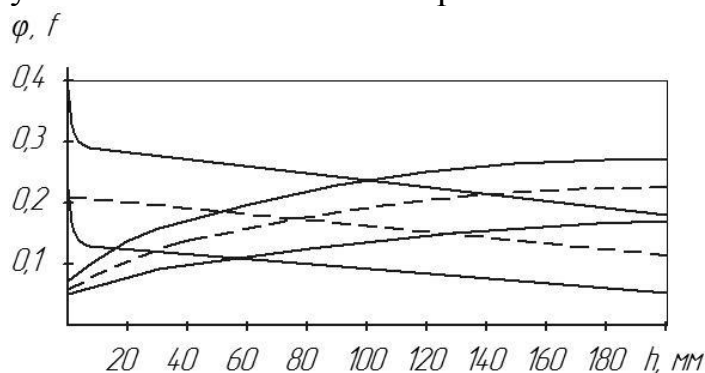


Рисунок 1 - Зависимость коэффициента сцепления φ и коэффициента сопротивления качению f от толщины слоя уплотненного снега на покрытии.

Анализ кривых показывает, что величина коэффициента сцепления φ на заснеженном покрытии колеблется от 0,06 до 0,3, а величина коэффициента сопротивления качению f колеблется от 0,02 до 0,3 в пределах изменения толщины рыхлого слоя снега на покрытии от 0 до 200 мм.

Из теории автомобиля [0, 0] известно, что предельно возможным случаем движения автомобиля является неравенство.

$$T_{\text{сц}} \geq \Sigma P \Psi \quad (1)$$

Т.е. сцепная сила должна быть больше суммы дорожных сопротивлений.

$$T_{сц} = mQ\phi \quad (2)$$

где m – коэффициент сцепного веса (для легковых автомобилей 0,5-0,05, для грузовых с полной нагрузкой 0,65- 0,75); Q – общая масса автомобиля, кг; ϕ – коэффициент сцепления.

Для случая равномерного движения без учета сопротивления воздуха, на малых скоростях сумма дорожных сопротивлений равна

$$\Sigma R\Psi = Q(f \pm i) \quad (3)$$

где $\Psi = f \pm i$, тогда граничным условием движения будет

$$Q(f \pm i) \leq mQ\phi \quad \text{или} \quad \Psi = m\phi, \phi = \frac{1}{m} \phi \quad (4)$$

Подставляя значения m для легкового автомобиля на горизонтальном участке дороги $i=0$, получим $\Psi = f = (0,6 + 0,55)\phi$

Это означает, что в зависимости от типа автомобиля, и характеристики снега существует такая толщина снежного слоя, при которой вся сцепная сила расходуется на преодоление сопротивления снега качению и движение автомобиля становится невозможным, какими бы динамическими качествами автомобиль не обладал. Еще раньше эти условия наступают на подъемах и кривых в плане, где возникает дополнительное сопротивление движению. Для определения возможных скоростей движения рассмотрим уравнение мощности баланса автомобиля $[0, 0]$ и решим его относительно скорости.

$$N_e = \Psi \frac{QV}{270\eta_m} + \frac{kFV^3}{3500\eta_m} \pm \frac{\delta \frac{Q}{g} jv}{270\eta_m} \quad (5)$$

где N_e – мощность двигателя, л.с.; Ψ – коэффициент суммарного сопротивления дороги; Q – вес автомобиля с нагрузкой, кгс; V – скорость движения, км/час; η_t – механический к.п.д. трансмиссии ($\eta_t=0,85 - 0,9$); k – коэффициент обтекаемости; F – площадь лобовой поверхности автомобиля, m^2 ; – коэффициент инерции вращающихся масс; j – ускорение автомобиля, $m/сек^2$.

Для практических расчетов преобразуем управление мощностного баланса в следующий вид

$$\Psi \frac{QV}{270\eta_t} = N_e - \frac{kFV^3}{3500\eta_t} \quad (6)$$

В этом случае в правой части уравнения остается избыточная мощность двигателя, которая может расходоваться на преодоление дорожного сопротивления и разгон автомобиля. Тогда скорость движения может быть определена из следующего уравнения

$$V = \frac{N_e - \frac{kFV^3}{3500\eta_t}}{\Psi \frac{Q}{210\eta_t}} \quad (7)$$

а коэффициент обеспеченности расчетной скорости

$$K_{pc} = \frac{\Psi_{\Sigma} (N_e - \frac{kFv_{\phi max}^3}{3500\eta_T})}{\Psi_{\phi} (N_e - \frac{kFv_{\phi max}^3}{3500\eta_T})} \quad (8)$$

Подставив характеристики эталонных условий и параметры расчетного легкового автомобиля ВАЗ-2110, получим

$$K_{pc} = \frac{\Psi_{\Sigma} (N_e - \frac{0,072v_{max}^3}{3150})}{\Psi_{\phi} (N_e - 40)}$$

В расчетах необходимо учесть также снижение коэффициента сцепления и повышения коэффициента сопротивления качению при увеличении скорости движения [1]. Величина коэффициента сопротивления качению должна определяться из следующего уравнения:

$$f = f_{20} + \frac{\tau}{2} \Delta v \quad (9)$$

где f_{20} – сопротивление качению при скоростях до 20 км/час; τ – коэффициент нарастания сопротивления качению; Δv – прирост скорости движения сверх 20 км/час.

По данным [0, 0] величина коэффициента τ определена в среднем для ведущих и ведомых полос. Тогда $f_l = f_{20} + 0,00025 \cdot \Delta v$ – для легковых автомобилей, $f_l = f_{20} + 0,00020 \cdot \Delta v$ – для грузовых автомобилей.

Зависимость величины коэффициента сцепления от скорости на заснеженном покрытии и при гололеде получена в процессе натурных измерений [0] и может быть в общем виде аппроксимирована уравнением:

$$\varphi_y = \varphi_0 - xv \quad (10)$$

где φ_0 – условный коэффициент сцепления при $V=0$.

Средние величины φ_0 и x могут быть приняты равными для снежного покрова: $\varphi_0=0,38$; $x=0,0033$; для гололеда: $\varphi_0=0,20$; $x_1=0,0323$.

Для легкового автомобиля движение возможно при $\Psi=0,5\varphi$.

Из этого условия можно определить максимально возможную скорость

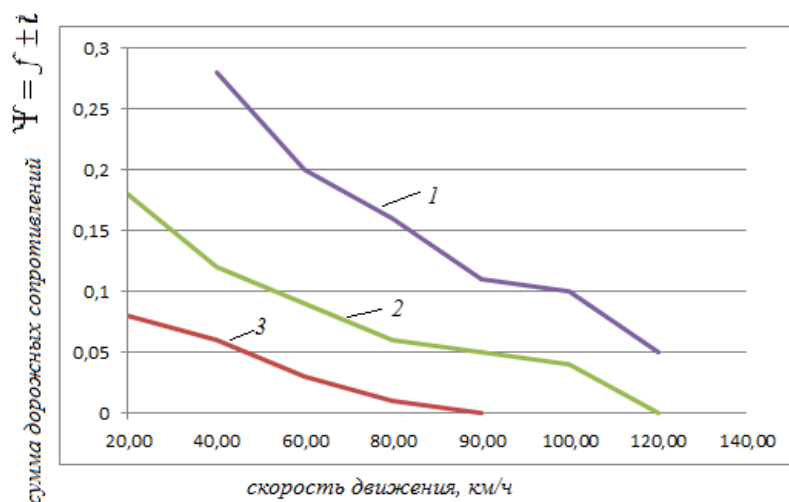
по величине сцепления: $v = \frac{\varphi_0 - 2\Psi}{x}$ км/час – для снежного наката; $v = \frac{\varphi'_0 - 2\Psi}{x}$ км/час – для гололеда.

Для грузового автомобиля УРАЛ-4320, у которого распределение веса

по осям характеризуется коэффициентом $m=0,73$, получим: $v = \frac{\varphi_0 - 1,37\Psi}{x}$ –

для снежного наката; $v = \frac{\varphi'_0 - 1,37\Psi}{x}$ – для гололеда.

Результаты расчетов представлены на рисунках 2-5.



1 – по динамическим характеристикам автомобиля

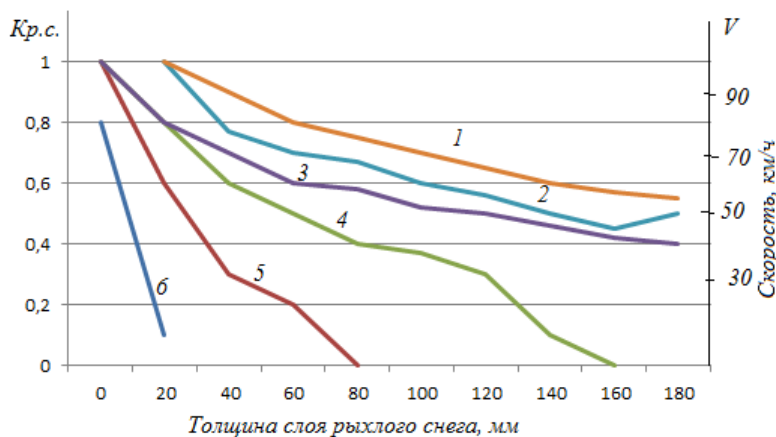
$$V_a = \frac{N_e - \frac{m^5 v^2}{3500 \eta_m}}{\psi \frac{Q_a}{210 \eta_m}} ; 2 – \text{то же по сцепным ка-}$$

 чествам и сопротивлению наличию снега на покрытии

$$V_a = \frac{0,38 - 2\Psi}{0,0033} ; 3 – \text{то же при гололеде}$$

$$V_a = \frac{0,20 - 2\Psi}{0,0023} .$$

Рисунок 2 - Зависимость скорости автомобиля ВАЗ-2110 от суммы дорожных сопротивлений



1, 2, 3 – скорости, возможные по динамическим качествам автомобиля при $f_{\min}$, $f_{\text{ср}}$, $f_{\max}$;
 4, 5, 6 – скорости, возможные по соотношению $\phi_{\min}$ и $f_{\max}$, $\phi_{\text{ср}}$ и $f_{\text{ср}}$, $\phi_{\max}$ и $f_{\min}$

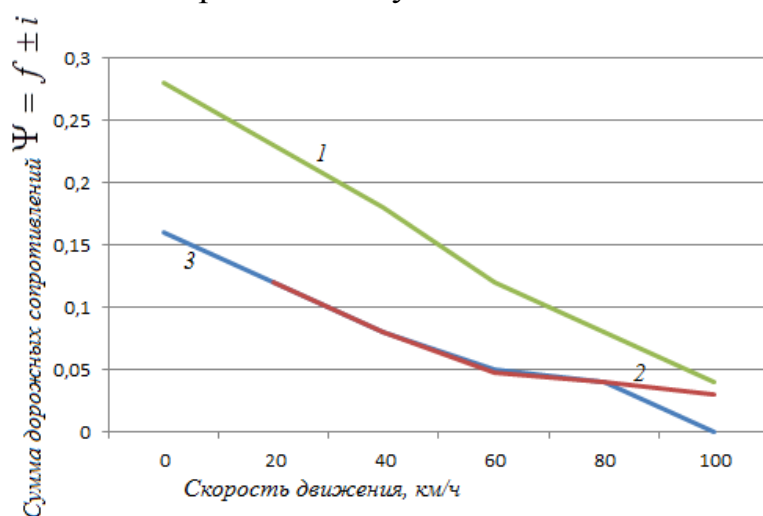
Рисунок 3 - Зависимость скорости V движения легкового автомобиля от толщины слоя рыхлого снега на покрытии

Анализ расчетов дает основание сделать вывод, что при толщине слоя снега на покрытии от 2 до 20мм в зависимости от температуры и влажности, которые определяют ϕ и f , условия движения на дороге становятся трудными, а коэффициент обеспеченности расчетной скорости снижается до 0,75. Более того, уже при толщине слоя снега более 30 мм могут наблюдаться остановки легковых автомобилей на горизонтальных участках дорог из-за буксования, а при толщине более 80 мм такие остановки приобретут массо-

вый характер. Современные лесовозные автопоезда могут двигаться при толщине слоя рыхлого снега от 80 до 120 мм, но скорости движения при этом будут очень низкими. Если исходить из допустимой скорости грузовых автомобилей 60 км/час толщина слоя рыхлого снега на покрытии не должна превышать 8-20 мм.

Следовательно, при проектировании элементов плана, поперечного и продольного профиля дорог, а также снегозащитных сооружений необходимо исходить из условия допустимого слоя рыхлого снега на горизонтальных участках дорог не более 20 мм.

На рисунке 4 приведена зависимость скорости расчетного грузового автомобиля от величины продольного уклона и состояния покрытия.



1 – по динамическим характеристикам автомобиля

$$V_a = \frac{N_e - \frac{m^5 v^2}{3500 \eta_m}}{\Psi \frac{Q_a}{210 \eta_m}} ; 2 – \text{то же по сцепным ка-}$$

 чествам и сопротивлению наличия снега на покрытии

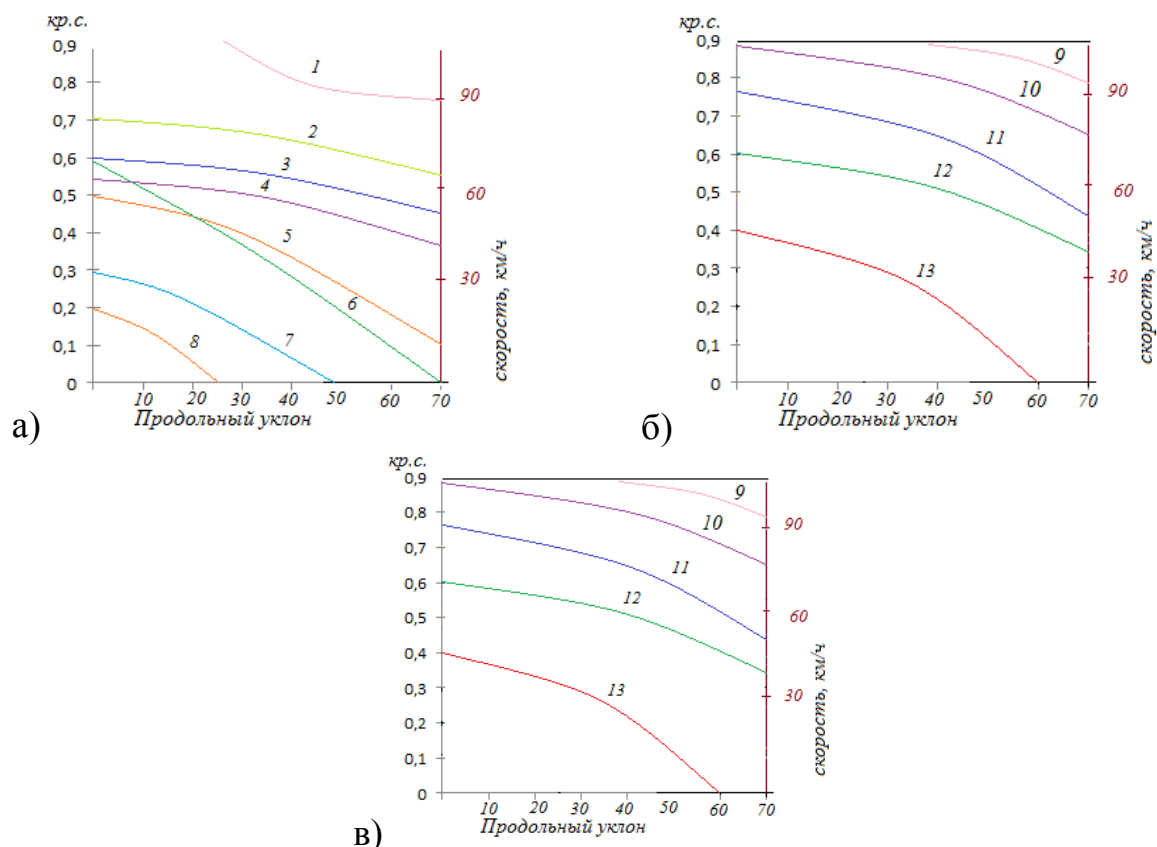
$$V_a = \frac{0,38 - 1,37 \Psi}{0,0033} ; 3 – \text{то же при голо-}$$

 леде

$$V_a = \frac{0,20 - 1,37 \Psi}{0,0023}$$

Рисунок 4 - Зависимость скорости грузового автомобиля от суммы дорожных сопротивлений

Анализ графиков показывает, что при толщине слоя рыхлого снега 2-5 мм или при наличии уплотненного слоя снега на покрытии, нормальные условия движения обеспечиваются только на подъемах с уклоном 1-3⁰. На всех остальных участках расчетная скорость движения не обеспечивается. Это значит, что максимальные продольные уклоны, предусмотренные СНиП [0] не рассчитаны на условия движения в зимнее время. При минимальных значениях ϕ или максимальных значениях f , остановки движения легковых автомобилей на подъемах с уклонами в 3 % будут наблюдаться при толщине слоя снега 40 - 50 мм, а с уклонами 5 % - при толщине слоя снега 20 - 30 мм.



а) легковой автомобиль ВАЗ-2110 на подъеме; б) лесовозный автопоезд УРАЛ -4320; в) легковой автомобиль ВАЗ-2110 на спуске: 1 – сухое чистое покрытие $f=0,03$; 2 – слой рыхлого снега $h=2-5$ мм, $f=0,02$; 3 – уплотненный слой снега $f=0,04$; 4 – слой рыхлого снега $h=20$ мм, $f=0,05$; 5 – тоже, $h=40$ мм, $f=0,12$; 6 – $h=30$ мм, $f=0,15$; 7 – $h=100$ мм, $f=0,17$; 8 – гололед на покрытии $f=0,09$; 9 – сухое, $\phi=0,5$; 10 – сухое, $\phi=0,4$; 11 – мокрое, $\phi=0,3$; 12 – снежный накат, $\phi=0,2$; 13 – гололед, $\phi=0,1$.

Рисунок 5 - Влияние продольного уклона и состояния покрытия на расчетную скорость движения

Анализ полученных результатов (рис. 5) показывает, что расчетная скорость движения даже в эталонных условиях погоды обеспечивает только на спусках не круче 30%. При всех других состояниях покрытия и погоды расчетная скорость движения на спусках без специальных мероприятий по повышению сцепных качеств или увеличения расчетной видимости обеспечена быть не может.

На участках кривых в плане расчетная скорость движения при проектировании дорог обеспечивается выбором величины радиуса закругления и поперечного уклона виража с учетом коэффициента поперечного сцепления покрытия, а при выборе радиусов кривых расчет ведется на устойчивость автомобиля против заносов.

Существенным недостатком расчетов является то, что в них учитывается только снижение коэффициента сцепления при увлажнении покрытия, но не учитывается изменение сцепных качеств, при загрязненном покрытии, снежном накате и гололеде. Влияние этих факторов представлено на рисунке

6, при этом, величины поперечных уклонов виража приняты в соответствии со СНиП [0].

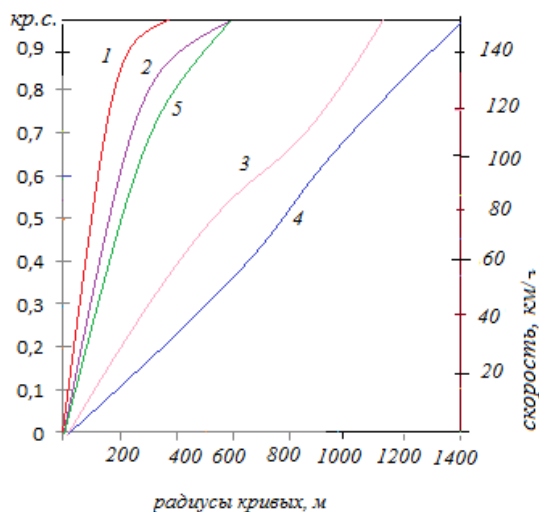


Рисунок 6 - Снижение расчетных скоростей на кривых в зависимости от состояния проезжей части

Анализ выполненных расчетов показывает, что действующие нормы проектирования дорог обеспечивают расчетную скорость движения на кривых только при мокром, чистом покрытии. На мокром загрязненном покрытии, при наличии гололеда, рыхлого снега или снежного наката расчетные скорости обеспечены не будут. Эти обстоятельства необходимо учитывать при проектировании дорог в районах с длительными переходными и зимними периодами, где для обеспечения расчетной скорости движения необходимо предусматривать увеличение радиусов кривых, а также меры по защите покрытия от попадания грязи, снега и гололеда, меры по немедленному удалению их с покрытия.

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. Афоничев Д.Н. Анализ прочностных характеристик дорожных конструкций в лесозаготовительных предприятиях / Д.Н. Афоничев, С.И. Сушков, Д.В. Бурмистров // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Том 1. – № 1. – С. 77–81. – <URL: http://modernsciencejournal.org/release/2017/USNO_2017_1_tom.pdf>.
3. Афоничев Д.Н. Допустимые скорости движения лесовозных автопоездов на кривых в плане / Д.Н. Афоничев, Д.С. Любавский // Ресурсосберегающие и экологически перспективные технологии и машины лесного комплекса будущего: Матер. междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 55-лет. лесоинженерного факультета ВГЛТА / ВГЛТА. – Воронеж, 2009. – С. 237–241.

4. Афоничев Д.Н. Математическая модель торможения автопоезда, учитывающая влияние воздушной среды / Д.Н. Афоничев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2012. – № 2. – С. 113–115.

5. Афоничев Д.Н. Моделирование движения автопоезда с управляемой пневматической подвеской / Д.Н. Афоничев, Д.С. Любавский // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 4. – С. 23–25.

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

7. Козлов В.Г. Методологическое обоснование особенностей проектирования трассы по методу опорных элементов / В.Г. Козлов [и др.] // Фундаментальные исследования. 2016. № 12-1. С. 62-68.

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

9. Козлов В.Г. Модернизация имитационной системы процесса функционирования автомобильных дорог с использованием информационных технологий / В.Г. Козлов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 433.

10. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, -1982. -88 с.

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

УДК 621.3.061

Мазуха Наталья Анатольевна, к. т. н., доцент

Мазуха Анатолий Павлович, к. т. н., доцент

Афоничев Дмитрий Николаевич, д. т. н., профессор

Воронежский государственный аграрный университет имени императора
Петра I, Россия

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ПОГРУЖНОГО ВОДЯНОГО НАСОСА С УЛУЧШЕННОЙ ЗАЩИТОЙ

Аннотация. Предложена схема защиты двигателя погружного водяного насоса с использованием реле контроля напряжения, реле контроля изоляции и указателя тока, напряжения и мощности.

Ключевые слова: двигатель погружного насоса; реле времени; реле контроля изоляции; указатель тока, напряжения и мощности; реле контроля напряжения; электроконтактный манометр.

Summary. The scheme of protection of the engine of the submersible water pump with use of the relay of strain monitoring, the relay of control of isolation and the index of current, tension and power is offered.

Keywords: engine of the submersible pump; timer; isolation control relay; index of current, tension and power; strain monitoring relay; electrocontact manometer.

Надежность водоснабжения из водозаборных скважин на птицеводческих и животноводческих фермах и комплексах во многом зависит от надежной работы погружной пары «водяной насос - электродвигатель». Большая глубина скважин, работа погруженного в воду электродвигателя создают и особые условия эксплуатации трехфазного электродвигателя, и большие технологические простои из-за большой трудоемкости работ при монтаже и демонтаже названной пары в случае выхода из строя, например, самого электродвигателя.

На практике всегда важно заранее знать изменение и ухудшение рабочих показателей пары «водяной насос - электродвигатель», чтобы по возможности предвидеть приближающийся сбой в работе пары, а значит своевременно подготовиться к демонтажу работающей пары и последующему монтажу резервной пары.

Современная база выпускаемых промышленностью электрических аппаратов позволяет дополнить существующие электрические схемы управления электродвигателей погружных водяных насосов другими нужными реле.

Это позволит с одной стороны своевременно защитить двигатель в отдельных аварийных ситуациях, сохранив двигатель, а с другой стороны - по возможности предвидеть надвигающийся отказ, а значит уменьшить потери от возможного простоя технологического процесса.

На рис. представлена предлагаемая электрическая схема с использованием новых промышленных реле.

В схеме приняты такие буквенные обозначения: М - двигатель погружного насоса; КМ - магнитный пускатель; SA1 - переключатель с позициями Р, О и А; SA2 - выключатель; FU - предохранитель; KV1 и KV2 - промежуточные реле; VD1 - VD4 - диоды; R - резистор; SL - датчик сухого хода; КТ - реле времени; А1- реле контроля изоляции; А2 - указатель тока, напряжения и мощности; А3 - реле контроля напряжения; А4 - электроконтактный манометр.

Электроконтактный манометр А4 с двумя контактами 1-3 и 2-3 позволяет освободиться от обмерзающих зимой электродных датчиков уровня в башне Рожновского и не монтировать порой довольно длинную проводку от щита станции управления насосным агрегатом до клемм электродных датчиков в верхней части башни. Манометр необходимо подключать к водопроводной сети до башни Рожновского в специальном месте, где подключен обычный манометр, поставляемый в комплекте с насосным агрегатом. При регулировке манометра необходимо, чтобы его контакт 1-3 был замкнут при уровне ниже заданного нижнего уровня воды, а контакт 2-3 замкнут при уровне выше заданного верхнего уровня воды в башне Рожновского.

Выключатель SA2 в режиме Р должен быть отключен, чтобы не создавалась ненужная электрическая цепь через катушку КТ. Датчик сухого хода SL контролирует минимальный уровень воды в самой скважине и при необходимости может быть установлен в засушливые месяцы.

Работа части схемы с использованием манометра А4 описана подробнее в литературе [1, стр.126,130; 2, стр. 171].

В предлагаемую схему дополнительно введены аппараты А1, А2, А3 и КТ.

Реле А1 (например, типа RKI) позволяет вести контроль сопротивления изоляции обмоток статора двигателя М, работающего в воде, с диапазоном контролируемого сопротивления (500 - 1000) кОм.

Однофазный указатель мощности А2 (например, типа WM1) позволяет отображать на его лицевой панели величины потребляемой мощности, тока и напряжения в сети питания. Отображаемый параметр можно выбирать кнопками на лицевой панели указателя. Диапазоны измеряемых величин: мощности (0,5 - 10) кВт, напряжения (100 - 300) В, тока (1 - 65) А.

Регулируемый контроль потребляемого двигателем тока при соответствующих измерениях напряжения может говорить об износе подшипников и трущихся частей в механической части пары «двигатель - насос», может свидетельствовать об отклонениях от нормы питающего напряжения или о возникшей неисправности самого электродвигателя.

Фиксация оператором (или в отдельных случаях обходчиком станции управления скважинами при большом числе скважин, например, в птицефабриках) показаний указателя А2 и последующий анализ показаний всегда могут оказаться своевременными для предвидения ухудшающейся ситуации в работе соответствующего насосного агрегата.

Реле А3 (например, типа RM17TOO) следует поставить в схему защиты двигателя погружного насоса для контроля правильного порядка следования фаз, обрыва фазы, асимметрии фазных напряжений с регулировкой уставки в диапазоне (5 - 15)% от напряжения U_n , повышения или понижения напряжения с регулировкой уставки в диапазоне (2 - 20)% от напряжения U_n . При этом в реле можно задать уставку выдержки времени (0,1 - 10) с при возникновении асимметрии фазных напряжений или уменьшения (увеличения) напряжения. Схема с использованием подобного реле контроля напряжения приведена в литературе [3-5].

Реле времени КТ позволяет защитить схему от ложных отключений пускателя из-за возможных гидроударов, при которых контакт 1-3 может временно размыкаться, когда уровень воды в башне еще не достиг нижнего заданного. Выдержка времени реле КТ выбирается несколько больше длительности гидроудара.

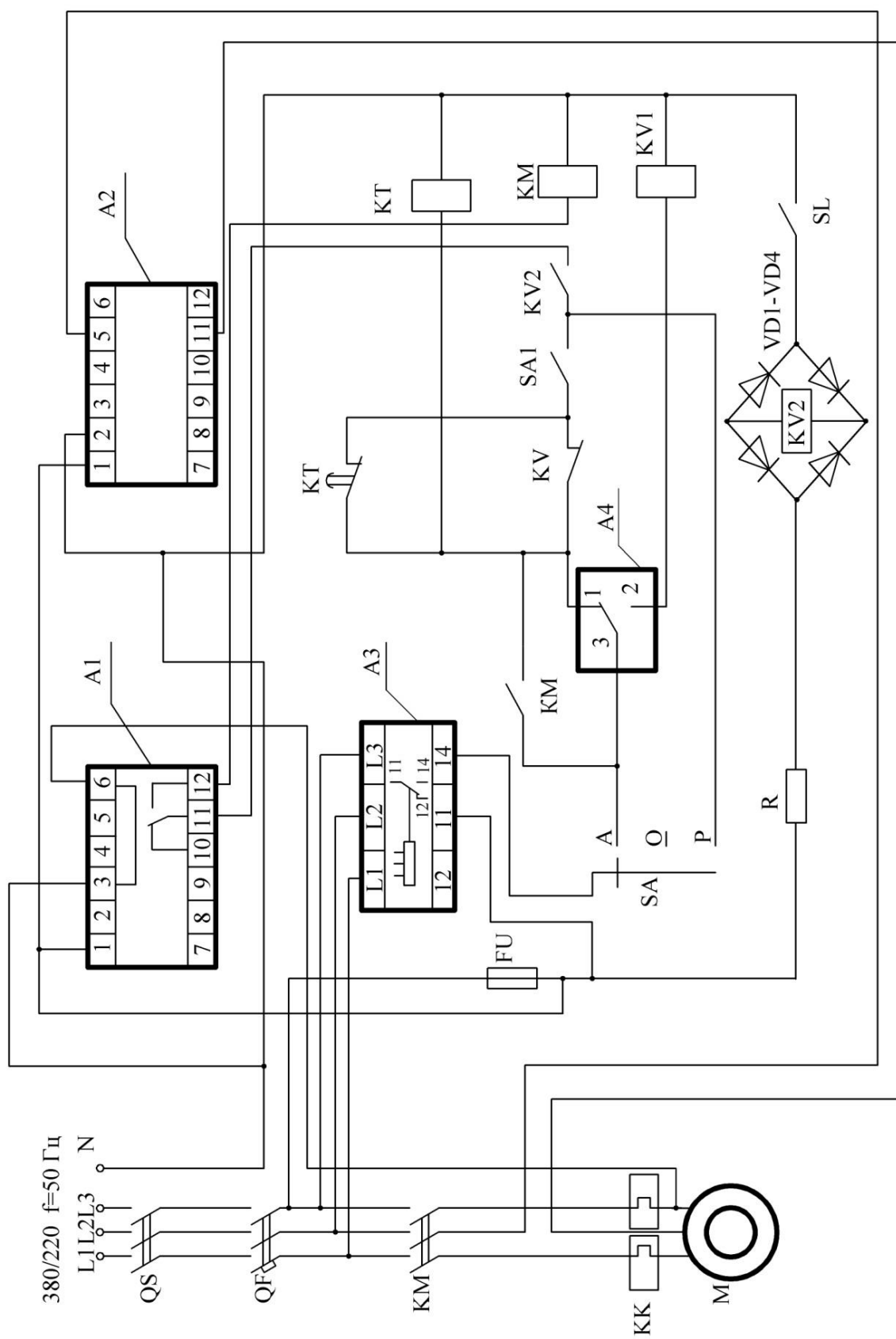


Рис. 1 Схема управления двигателем насоса

Рассмотрим роль реле А1 - А3 в схеме управления электродвигателем насоса подробнее.

Пусть на входе схемы имеем полнофазное питание с нужным порядком следования фаз, включены аппараты QS и QF, переключатель SA стоит в позиции А, контакт датчика уровня воды в скважине SL замкнут, реле KV2 включено, выключатель SA1 включён, уровень воды в резервуаре ниже нижнего заданного и контакт 1-3 манометра А4 замкнут.

Тогда при сопротивлении изоляции обмоток двигателя в допустимых пределах контакт 11-12 реле А1 замкнут, контакт 11-14 реле А3 замкнут, поэтому пускатель КМ включает двигатель М. Одновременно блок-контакт КМ шунтирует контакт 1-3 манометра А4, реле КТ начинает отсчёт заданного времени. При возможном в отдельных случаях гидроударе и возможном временном размыкании контакта 1-3 и даже замыкании контакта 2-3 пускатель КМ не отключается. После исчезновения гидроудара контакт 1-3 опять замыкается, затем с некоторым запасом по времени размыкается контакт КТ. Питание катушки КМ при этом не прерывается. Реле А2 после включения пускателя показывает величину заданного в нём параметра.

Если в ходе работы двигателя изоляция обмоток статора двигателя станет ниже предусмотренной нормы в реле А1, то на лицевой панели реле загорается красный светодиод, а контакт 11-12 отключает пускатель. Или, если при работе двигателя М, в питающей сети возникнет один из неблагоприятных режимов, названных выше, то реле А3 своим контактом 11-14 также снимает питание с катушки КМ, что приведёт к отключению двигателя.

Таким образом, реле А3 может защитить электродвигатель в названных выше ситуациях, а реле А1 - своевременно отключить двигатель при снижении его сопротивления изоляции.

Следует отметить, что реле А1 - А3 достаточно малогабаритны, просты в подключении и на практике могут быть смонтированы и включены в существующие станции управления насосами электриками-эксплуатационниками без привлечения специалистов посторонних специальных фирм.

Список литературы

1. Оськин С.В. Автоматизированный электропривод [Текст] / С.В. Оськин. - Краснодар: Изд-во ООО «КРОН», 2014.- 510 с.,
2. Шичков Л.П. Электрический привод [Текст] / Л.П. Шичков. – М.: Колос, 2006. – 279 с.,
3. Мазуха Н.А. Новые схемные решения для схем управления, защиты и диагностики электропотребителей [Текст]: монография/ Н.А. Мазуха – Воронеж: ОАО Центрально-Черноземное книжное изд-во, 2004. – 218 с.
4. Мазуха, Н.А. Поддержание работы двигателя при обрыве фазы питающей сети [Текст] / Н.А. Мазуха, А.П. Мазуха// Сельский механизатор, - 2017, №8, С. 32- 33.
5. Мазуха, Н.А. Схема для сохранения работоспособности двигателя при обрыве фазы питающей сети [Текст] / Н.А. Мазуха, А.П. Мазуха// Ремонт, восстановление, модернизация, - 2017, №7, С. 39- 42.

Гудков Виктор Владимирович, к.т.н., доцент, ВУНЦ ВВС «ВВА», Россия
Сокол Павел Александрович, преподаватель, ВУНЦ ВВС «ВВА», Россия
Ляпич Евгений Николаевич, преподаватель, ВУНЦ ВВС «ВВА», Россия

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЛНОПРИВОДНОГО АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. В статье проведен анализ факторов, влияющих на потери мощности и тяговую динамику полноприводного автомобиля.

Ключевые слова: мощность, трансмиссия, полноприводный автомобиль, циркуляция, момент.

Summary. The article analyzes the factor affecting power waste and thrust dynamics of a four-wheel drive vehicle.

Keywords: power, transmission, four-wheel drive vehicle, circulation, moment.

В настоящее время трансмиссии полноприводных автомобилей конструктивно выполняются с заблокированным и дифференциальным приводом. Однако наличие межосевого дифференциала повышает склонность автомобиля к буксованию и поэтому ведущие мосты постоянно включены, а межосевые дифференциалы снабжаются механизмом блокировки. При движении полноприводного автомобиля сила сцепления колес с опорной поверхностью (ОП), вес, приходящийся на них, а при некоторых условиях движения и плотность грунта, постоянно меняются. Следовательно, меняются коэффициенты сцепления ведущих колес с ОП и величины их силовых радиусов качения, что вызывает перераспределение величин окружных сил, приложенных к пятну контакта ведущих колес с ОП, а также изменение величин крутящих моментов, подведенных к ним. Впервые кинематику качения двух спаренных на одном валу жестких колес разного диаметра рассмотрел в 1905 г. профессор Н. Е Жуковский, сформулировав в работе [1, с.103] принцип: «Если два спаренных на одном валу наглухо колеса имеют различные диаметры, то при движении экипажа внешней силой колесо большего диаметра скользит от внутренних сил, вращающих вал спаренных колес, то, наоборот, колесо меньшего диаметра катится без скольжения, а колесо большего диаметра скользит по его пути». Т.е. выравнивание поступательных скоростей движения сблокированных колес, имеющих разный силовой радиус, происходит за счет пробуксовки забегающих колес, имеющих больший силовой радиус. При равномерном прямолинейном режиме движения по твердой ОП поступательные скорости передних и задних колес неодинаковы, однако их оси, жестко связанные при заблокированном приводе, имеют одинаковые окружные скорости. Неравенство линейных скоростей в области контакта с ОП передних и задних колес вызывает появление кинематического рассогласова-

ния между ними, т.е. колеса, у которых величина скорости больше – являются забегающими, а колеса с меньшей скоростью – тормозящими. Для полноприводного двухосного автомобиля забегающими в основном являются задние колеса, а тормозящими передние. Известно, что общим признаком для возникновения циркуляции мощности в системе является наличие в замкнутом контуре ведущего и тормозящего колес [2, с.154]. В свою очередь, колесный движитель, вследствие дополнительной механической связи через ОП образует замкнутую механическую систему, в результате чего создаются условия для появления в системе привод-двигатель-опорная поверхность циркулирующей мощности (рис.1).

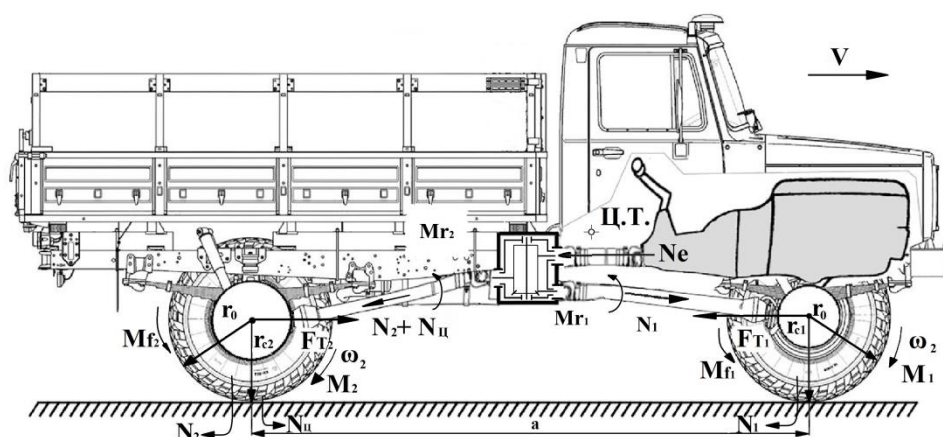


Рисунок 1 – Распределение мощности и моментов в трансмиссии

M_{f1} , M_{f2} – реакция на крутящий момент; r_0 – статический радиус колес; r_{e1} , r_{e2} – силовые радиусы колес; $N_{\text{ц}}$ – циркулирующая мощность; $N_{\text{ц}}$ – циркулирующая мощность; F_{T1} , F_{T2} – сила тяги ведущих колес; M_1 , M_2 – подведенный крутящий момент; M_{r1} , M_{r2} – реактивные моменты от главных передач; ω_1 , ω_2 – окружная скорость колес; N_e – мощность, подведенная от двигателя; N_1 , N_2 – подведенная к мостам мощность.

Разность величин пробега передних и задних ведущих колес компенсируется их буксованием или юзом при дополнительном нагружении элементов раздаточной коробки, при этом циркулирующая мощность может реализоваться увеличением разности величин моментов в раздаточной коробке между приводными валами переднего и заднего мостов (т.н. момент скручивания).

При движении по твердой ОП не представляется возможным получить приемлемую разницу между буксованием передних и задних ведущих колес для компенсации кинематического рассогласования между ними. У полноприводных автомобилей с заблокированным приводом при наличии кинематического рассогласования потери мощности возрастают, когда ведущие колеса имеют хорошее сцепление с ОП и пробуксовка или проскальзывание забегающих колес относительно тормозящих требует повышенного расхода тяговой мощности. Качение ведущих колес автомобиля вызывается силой тяги,

возникающей в точках их соприкосновения с ОП, что вызывает появление толкающей силы (рис 2), действующей на картер ведущего моста, а при вращении карданного вала в соответствии с законом равенства действия и противодействия возникает реактивный момент, действующий на шестерни главной передачи. В тоже время, ведущие валы главных передач переднего и заднего мостов соединены между собой жесткой кинематической связью и вращаются с одинаковой угловой скоростью.

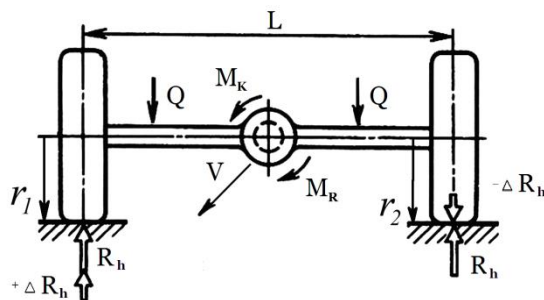


Рисунок 2 - Действие подведенного крутящего момента на ведущие колеса

$\pm \Delta R_h$ -изменение вертикальной реакции от действия момента M_k ;
 R_h -вертикальные реакции опорной поверхности от нагрузки Q .

При конструктивном расположении редуктора главной передачи в балке моста, тяговый момент от двигателя M_k воспринимается в точках контакта колес с ОП, где происходит изменение величин вертикальных сил [3, с.72]. В данном случае левое заднее колесо дополнительно нагружается, а правое разгружается, что приводит к изменению величин их силовых радиусов.

При схеме с мостовым приводом и балансирной подвеской, колеса левого и правого бортов автомобиля соединены между собой с помощью качающихся балансиров, роль которых выполняют рессоры или жесткие балки, т.е, соединенные между собой средний и задний мосты образуют балансирную тележку.

Нагрузка распределяется между средним и задним мостами в определенном соотношении, а угловые поперечные перекосы мостов обеспечивается скольжением концов рессор в опорных кронштейнах. Реактивные моменты от ведущих мостов к раме передаются с помощью системы реактивных штанг (тяг). Рессоры балансирной тележки представляют собой равноплечие рычаги, и, согласно закону о равноплечих рычагах, качающихся на одной опоре, при наезде колеса на препятствие, нагрузка равномерно распределяется между обоими ведущими мостами балансирной тележки. При заблокированном дифференциале в результате перераспределения вертикальной нагрузки, силовые радиусы ведущих колес изменяются, что является причиной кинематического рассогласования их окружных скоростей и приводит к перераспределению коэффициентов буксования [4, с.54]. При этом буксование колес большего радиуса увеличивается, а меньшего уменьшается. Выравнивание поступательных скоростей полуосей среднего и заднего мостов, т.е. обеспечение равенства действительных скоростей ведущих колес, обес-

печивается только при условии определенного буксования или юза колес, но в тоже время, юз ее увеличивает.

Подводимый момент согласно классическим представлениям может быть представлен парой сил, которые прикладываются в данном случае к осям колес балансира и взаимодействуют с ОП. От ОП на балансир действуют равные по величине, но противоположные по направлению силы реакции. Поскольку балансирная тележка способна поворачиваться вокруг точки качания, то для переднего колеса величина нагрузки изменяется и колесо поднимается. Для заднего колеса нагрузка и реакция складывается и колесо нагружается, уменьшая свой радиус. Сила тяги создается колесами при движении автомобиля, так же она создает поворачивающий момент балансирной тележки.

Моменты, действующие на ведущие колеса, также поворачивают и саму балансирную тележку. При движении автомобиля сумма сил на передних, тянущих колесах балансирной тележки будет пытаться тянуть его вперед и вверх. А сумма сил задних, толкающих колес, двигает балансирную тележку вперед, но вниз. И часть полезной мощности двигателя расходуется на поворот балансирной тележки вокруг точки подвеса (рисунок 3).

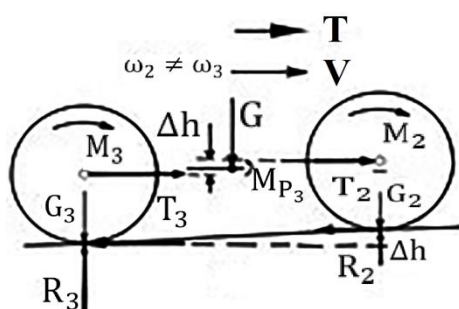


Рисунок 3 – Влияние сил и моментов на балансирную тележку

G - нагрузка на балансир; ω_2, ω_3 – угловые скорости колес; M_2, M_3 – подведенный крутящий момент; T_2, T_3 – сила тяги; R_2, R_3 - реакция опорной поверхности; Δh – высота подъема среднего моста; M_{p3} – реакция от крутящего момента.

В движении ведущие колеса переднего моста балансирной тележки будут поднимать его и тянуть вперед, а ответная реакция на это поднимающую составляющую будет пытаться прижать ведущие колеса заднего моста балансирной тележки к ОП, увеличивая нагрузку на пневматические шины. В это же время колеса балансирной тележки начнут буксовать, что приведет к перераспределению опорных реакций между ведущими колесами левого и правого бортов, изменению моментов по ведущим осям и вызовет появление циркулирующей мощности. В свою очередь, величина циркулирующей мощности будет возрастать с увеличением силы сопротивления качению автомобиля, вертикальных реакций ОП на ведущих колесах, разности в их радиусах

и суммарной силы тяги, и может достигать порядка 30% от номинальной мощности двигателя.

Таким образом, при наличии суммарного кинематического рассогласования по осям, подведенного к ним крутящего момента, различных по величине реакции ОП, внешних сопротивлений движению многоосного полноприводного автомобиля способствует возникновению в его трансмиссии циркулирующей мощности. Также в трансмиссии происходит неодинаковое распределение моментов по ведущим колесам, в результате чего одни колеса перегружены, а другие недогружены. Все это отрицательно сказывается на тяговой динамике, снижает проходимость, топливную экономичность, надежность и долговечность работы узлов и агрегатов трансмиссии.

Но если применение межосевого дифференциала на автомобилях с приводом только на два моста задней тележки достаточно эффективно из-за загруженности ведущих осей, то использование его в конструкции полноприводных автомобилей вызывает эффект продольных колебаний вперед-назад. Для анализа причин колебаний автомобиля рассмотрим модель, представленную на рисунке 4. Возмущающая сила может возникать в замкнутой системе колесный движитель - ОП из-за циркуляции мощности в трансмиссии и разности нагрузок на ведущих мостах. Передача и распределение мощности N_e двигателя к ведущим мостам осуществляется через дифференциальную раздаточную коробку (РК). При этом ее конструкция позволяет разделить крутящий момент на передний мост в количестве $1/3$ от входного и $2/3$ на заднюю тележку. А пневматические шины ведущих колес в общем виде представляют собой вязко-упругую систему и одинаковы на всех ведущих осях. Поскольку величина давления в шинах подбирается таким образом, чтобы обеспечить одинаковую линейную и угловую скорость, то в реальности получается колебательная система из двух параллельно расположенных колес задней тележки и переднего колеса (рисунок 4). Возмущающая сила в этой колебательной системе возникает из-за циркуляции мощности трансмиссии автомобиля и разности нагрузок на ведущих осях. В результате возникающий крутильный резонанс вызывает еще большее перераспределение нагрузок по ведущим осям автомобиля и в целом ведет к увеличению продольных колебаний. При увеличении скорости движения автомобиля выше некоторого предела частота возмущающей силы становится выше частоты собственного резонанса и колебания прекращаются. Возникающий крутильный резонанс вызывает еще большее перераспределение нагрузок и в общем случае ведет к увеличению колебаний машины в продольном направлении и увеличению по величине циркуляции мощности.

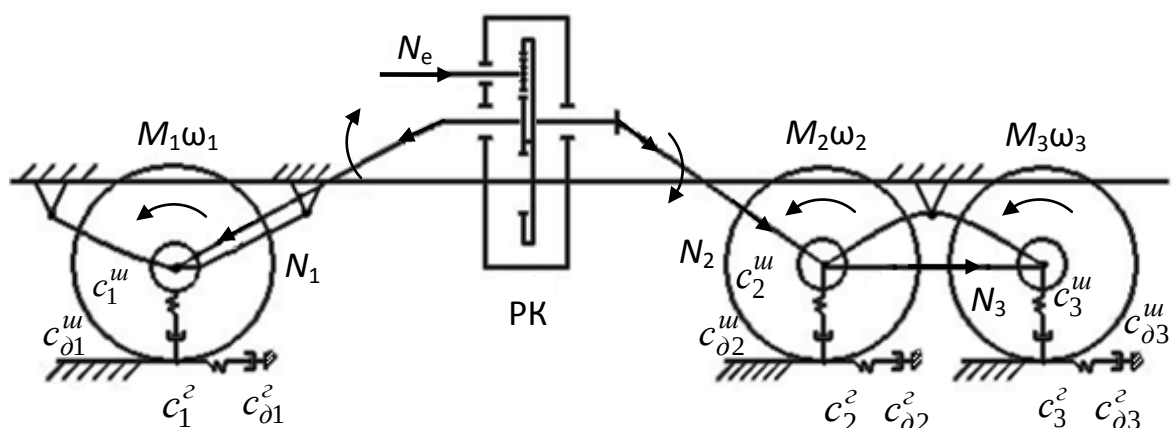


Рисунок 4 - Модель продольных колебаний автомобиля

N_e – мощность подведения от двигателя; N_1, N_2, N_3 – мощность на ведущих осях; M_1, M_2, M_3 – моменты на ведущих осях; $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ – угловые скорости вращения ведущих осей; c_1^u, c_2^u, c_3^u – статическая жесткость шин; $c_{\partial 1}^u, c_{\partial 2}^u, c_{\partial 3}^u$ – динамическая жесткость шин; c_1^s, c_2^s, c_3^s – статическая жесткость грунта; $c_{\partial 1}^s, c_{\partial 2}^s, c_{\partial 3}^s$ – динамическая жесткость грунта

При эксплуатации автомобиля в сложных дорожных условиях максимальные моменты, передаваемые трансмиссией к ведущим колесам в 2-3 раза больше максимального крутящего момента двигателя. Динамические нагрузки при этом оказываются во столько же раз больше, чем статические нагрузки. Данная проблема является актуальной и требует дальнейшего изучения.

Список литературы

1. Жуковский Н. Е. Теория прибора инженера Ромейко-Гурко. М.: ОНТИНКТП СССР, 1937 г. -102-106 с.
2. Антонов А.С. Армейские автомобили. Теория. М.: ВИ МО СССР, 1970 г. 523 с.
3. Раймпель Й. Шасси автомобиля. /Сокр. пер. 1 тома 4 нем. изд. В.П. Агапова; Под ред. И.Н. Зверева. М.: Машиностроение. 1983 г. 356 с.
4. Поливаев О.И. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учебник/ О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин; под общ. ред. О.И. Поливаева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – 319 с.

Килин Станислав Витальевич, старший преподаватель
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, Россия

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4–20 КВ

Аннотация. В статье рассматривается теоретический анализ причин ухудшения качества электрической энергии и влияния качества электроэнергии на работу электроприемников и технологических установок.

Ключевые слова: качество электрической энергии, несимметрия, не-синусоидальность, высшие гармоники, электроприемники.

Summary. The article deals with theoretical analysis of the reasons for the deterioration of power quality and the impact of power quality on the operation of electric devices and technological installations.

Keywords: power quality, unbalance, non-sinusoidal, higher harmonics, power-consuming equipment.

Качество электроснабжения – это способность энергосистемы обеспечивать надёжное электроснабжение при заданных показателях напряжения и частоты, которые в РФ нормируются ГОСТ Р 32144–2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Качество электроэнергии (КЭ) обуславливается изменением этих показателей (ПКЭ) от установленных норм. Соответствие по [1] допустимых отклонения ПКЭ ведет к увеличению потерь электроэнергии и снижению производительности работы, уменьшению времени работы оборудования, снижению эффективности работы и сокращению срока службы электрооборудования, уменьшению надёжности отдельных электроприёмников и энергосистемы в целом, а также средств автоматики и связи. Поэтому выполнение требований стандарта в РФ носит обязательный характер.

Проблема качества электроэнергии в распределительных сетях 0,4–20 кв очень индивидуальна в России. Во всех промышленно развитых странах, присоединение крупных нелинейных нагрузок, изменяющих форму кривых тока и напряжения электрической сети, разрешается если они отвечают требованиям по обеспечению качества питания и наличия соответствующих калибровочных устройств. Суммарная мощность вновь установленной нелинейной нагрузки может быть не больше 3-5% от полной мощности нагрузки предприятия [2]. Другой рисунок получается если подключение производится хаотично. Выдача технических условий на присоединение в значительной степени формальна и фиксирует лишь основные параметры, в связи с тем, что отсутствует четкая методология и широкий спектр сертифицированных устройств, то точно определить потребителя из-за которого происходит снижение КЭ. В этой отрасли, фактически не производились нужные фильтро-

компенсирующие, симметрирующие, multifunctional оптимизирующие устройства и др. Исходя из выше изложенного электрические сети РФ получились переполненными установками искажения. оборудование. В некоторых участках сети, образовались неповторимые по своей мощности и искаженности кривые тока и напряжения в электроэнергетических комплексах и распределительных сетях 0,4 и 20 кВ, что приводит к росту проблемы в части качества электроснабжения потребителей электроэнергии [2,3].

Проблемам качества электрической энергии в настоящее время уделяется достаточно много внимания. Отечественными основоположниками научного направления, посвященного КЭ, являются широко известные специалисты: И. В. Жежеленко, Ю. С. Железко, В. Г. Курбацкий, А. К. Шидловский, В. Г. Кузнецов, А. Н. Висящев, И. И. Карташов и многие другие. Из зарубежных авторов стоит отметить работы авторов: Хабигер Э., Арриллага Д., Бредли Д., Боджер Г.

Источниками гармонических искажений являются, в большей мере, источники с нелинейными характеристиками: дуговые сталеплавильные печи (ДСП); вентильные преобразователи; трансформаторы с нелинейными вольт-амперными характеристиками; преобразователи частоты; индукционные печи; вращающиеся электрические машины, получающие питание через вентильные преобразователи; телевизионные приемники; бытовое электронное оборудование; люминесцентные лампы; ртутные лампы. Бытовое оборудование и лампы при работе производят маленький уровень гармонических искажений на выходе, но в связи с тем что в сетях имеет место их большое количество, то в сумме это даст большое значение. Все эти источники накладываются и дают эффект наложения, в следствии этого растет их уровень. Таким образом, значение несимметрии напряжения в сетях 230 кВ, из-за работы бытовых потребителей может достигать 1%.

В городских распределительных сетях напряжением до 1 кВ несинусоидальность напряжения обуславливается применением люминесцентных и газоразрядных ламп и многочисленных бытовых электроприборов, содержащих полупроводниковые элементы. Во внутридомовых электросетях 0,4 кВ несинусоидальность фазных токов доходит до 40% [4].

В сетях 6-20кВ, от которых получают питание промышленные потребители, величина коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения K_U и коэффициента n -й гармонической составляющей напряжения как правило превышают значения [1]. Распространение гармоник тока по сети также обуславливается оборудованием и схемой сети. В сетях большего напряжения возникает уменьшение амплитуды гармонических составляющих так как в таких сетях имеет место большая величина мощности системы. Если распространение идет в сторону сетей 0,4кВ, затухание гармоник менее заметно [2].

Большое воздействие на работу электрооборудования, такого как двигатели и трансформаторы оказывает коэффициенте обратной последователь-

ности напряжений, при значении 4%, уменьшается срок службы в два раза [2].

Главной причиной несимметрии в низковольтных сетях является несимметричная нагрузка (разное значение нагрузки по фазам). Если рассматривать сети более высокого напряжения несимметрию вызывают тяговые нагрузки.

Другой основной несимметричной нагрузкой в распределительных сетях 6–20 кВ являются различные электропечные установки (ДСП, ИП и т.д.), при этом дуговые сталеплавильные печи, как уже отмечено выше, являются также мощными источниками высших гармоник.

Несинусоидальность и несимметрия напряжений отрицательно влияют на эффективность функционирования электроэнергетических систем, в частности, наблюдается рост потерь электроэнергии, сокращение срока службы электрооборудования, уменьшение надёжности отдельных электроприёмников и энергосистемы в целом, а также снижение функциональной надёжности средств автоматики и связи.

При несимметрии напряжений в трехфазных сетях появляются дополнительные потери в элементах сетей, сокращается срок службы ламп и оборудования, и снижаются экономические показатели работы оборудования [5].

Из-за несимметрии, при работе машин переменного тока возникают магнитные поля, которые вращаются не только с синхронной скоростью как в направлении так и в противоположном вращения ротора. В следствии этого возникает дополнительный нагрев вращающихся частей машины (ротора), по которым течет ток двойной частоты [5], таким образом уменьшается время работы изоляции двигателя. В синхронных машинах это приводит к необходимости снижения тока возбуждения, чтобы снизить местный нагрев обмотки, при этом снижается генерируемая мощность [5].

Несимметрия напряжений не оказывает заметного влияния на работу ВЛ и КЛ, но оказывает существенное влияние на нагрев силовых трансформаторов, что сокращает срок их службы. Так, например, при номинальной нагрузке силового трансформатора и коэффициенте несимметрии равном 0,1 срок службы изоляции сокращается на 16% [5, с. 34].

Если в СЭС присутствуют высшие гармоники (ВГ), то образуются дополнительные потери в трансформаторах, электрических машинах и сетях; затрудняется компенсация реактивной мощности; уменьшается длительность службы изоляции, ухудшается работа устройств средств автоматики и телемеханики.

Большое влияние ВГ оказывают на изоляцию конденсаторов, электрических машин и на работу измерительных приборов и средств автоматики. Искажение формы кривой напряжения способствует возникновению и протеканию ионизационных процессов в изоляции

электрооборудования [6]. Это способствует росту дефектов внутренней изоляции и приводит к возрастанию диэлектрических потерь.

Учет электроэнергии при несинусоидальных режимах может быть произведен некорректно в связи с рядом погрешностей, таких как места установки счетчика (линейная или нелинейная нагрузка), типа измерительной системы счетчика и других факторов [5].

При линейных нагрузках имеет место недоучет электроэнергии. При нелинейных нагрузках происходит переучет электроэнергии, т.е. оборудование выдающее в сеть такую нагрузку можно сказать наказывается за генерирование ВГ, что ведет к росту потерь.

Баланса полученного путем измерения эти величин счетчиками, нет, что приводит к спорам потребителя и организацией поставляющей электроэнергия в вопросах оплаты. Например счетчики поставленные на шинах подстанции ВН или НН, отличаются небольшой частотной погрешностью из-за небольших искажений тока и напряжения. Расход активной энергии, учтенный ими, будет меньше суммарного, определенного по показаниям счетчиков нелинейных нагрузок. Линейная нагрузка дает недоучет электроэнергии, нелинейная переучет т.е. Когда линия веса происходит в хранения электроэнергии, т. е. нелинейными потребителями как будто наказал поколение УГ сети и обусловленных ими потерь. Балансировочные ценности, полученных путем измерения индукционных счетчиков не, что в некоторых случаях приводит к путанице между энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в расчетах. Таким образом, счетчики, установленные или ПС ЛВ ВН небольшая ошибка частоты низкого искажения напряжения и тока, особенно в случае устройств фильтр подстанции (ФКУ). Потребление активной энергии, измеренное счетчиками, окажется ниже общего значения определяемого по значению у потребителя.

Наличие ВГ затрудняет работу устройств телемеханики, что приводит к сложностям в телеуправлении по линиям распределительных сетей. ВГ в сетях ЭЭС, затрудняют работу высокочастотной связи и приводят к неправильной работе средств релейной защиты и автоматики.

КЭ оказывает большое воздействие на надежность электроснабжения: увеличивается число отказов, количество ошибочных срабатываний РЗА. Происходят сбои в каналах передачи информации при ВГ что ведет к подаче неправильных командна управление коммутационной аппаратурой [6].

Список литературы

1. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 июля 2013 г. N 400-ст.

2. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для студентов высших учебных заведений [Текст]/ Б. И. Кудрин. – 2-е изд. –

М.: Интермент Инжиниринг, 2006. – 276 с.: ил.

3. Нестеров, А.М. Обзор возможности строительства ВЛ 35 кВ в габаритах ВЛ 10 кВ в Белгородской области [Текст]/ А.М. Нестеров, С.В. Вендин.- Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова.- 2013.-№6.-С.200-203.

4. Герасимов, В.Г. Электротехнический справочник: В 3-х т. Т.3. Кн. 1. Производство, передача и распределение электрической энергии [Текст]/ Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – М.: Энергоатомиздат, 1982.

5. Жежеленко, И.В., Саенко Ю.Л.. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях [Текст]/ И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 252 с., 74 ил.

6. Суднова, В. В. Качество электрической энергии [Текст]/ В.В. Суднова. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2000. – 80 с.

УДК 631.3-7

Мерзликин Егор Александрович, магистр

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия

Научный руководитель: доцент **Попов Н.А.**

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ЗОН ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы загрязнения ГСМ территорий используемых для обслуживания техники, приводятся методы борьбы с загрязнениями, обеспечивающие эффективность процессов очистки, нацеленные на снижения загрязнения, уменьшения уровня травматизма у работников промышленными объектами, позволяющая снизить риск производственных заболеваний, и уменьшение числа штрафов за нарушения в сфере экологического законодательства.

Ключевые слова: горюче-смазочные материалы, окружающая среда, эффективность процессов, системы очистки, регенерированные масла.

Abstract. The article deals with the problems of fouling with fuels and lubricants of territories used for maintenance of machinery, methods of pollution control are provided that ensure the efficiency of purification processes aimed at reducing pollution, reducing the level of injuries among workers in industrial facilities, reducing the risk of occupational diseases, and reducing the number of fines For violations in the field of environmental legislation.

Keywords: combustive-lubricating materials, environment, process efficiency, cleaning systems, regenerating oils.

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 среду, а значит, формируется ряд факторов связанных с рациональным использованием природных ресурсов и охраной окружающей природной среды в целом.

Неоднократно доказан тот факт, что поддержание на исходном уровне эксплуатационных параметров транспортных средств, 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. Поэтому уменьшение 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. Ведь на станциях технического обслуживания выполняется значительное количество операций связанных с обслуживанием и ремонтом подвижного состава: уборочно-моечные, слесарно-механические, контрольно-регулирующие, промывочные, кузнечные, разборочно-сборочные, жестяницкие, сварочные, аккумуляторные, сварочные и иные виды работ, каждый из которых сопряжен 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.

В целом горюче-смазочные материалы относятся к третьему классу опасности, сюда относятся, прежде всего, масла: машинные, гидравлические и трансмиссионные. А так же твердые отходы, это отработанные топливные и масляные фильтры, и различный обтирочный материал, который в процессе производства загрязняется горюче-смазочными веществами [6, с. 52]. Период восстановления природной среды, после снижения воздействия вредного фактора, то есть отходов третьего класса опасности составляет не менее 10 лет. 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, применяю 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 себя показывают 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. Но существует минус таких систем, образуется значительный объем отработанных фильтрующих материалов. Однако и это конструктивный недостаток исправлен, 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 складировуют 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 дан-

ный 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. Кроме того изменяются и физические свойства почвы, ухудшается воздухообмен, почвенные поры заполняются нефтепродуктами, естественно, что воздух из них вытесняется. Изменяются физико-химические и химические свойства почвы, в т.ч. состав гумуса и доступность питательных веществ. Все это естественно 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 сопряжен со значительными финансовыми затратами. Поэтому не прекращается поиск более дешевых и эффективных технологий, одной из которых является биоремедиация 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. Кроме того 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 в нашей стране, развит пока достаточно слабо, и ежегодно потери только отработанных горюче-смазочных 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 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 развивать и прививать культуру обращения с горюче-смазочными материалами, и вести работу по внедрению эффективных технологий по применению, утилизации и ресайклинга на предприятиях.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности на производстве и в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие/А. В. Полуэктов, Е. А. Андрианов, А.А. Андрианов, Е. А. Галкин. -Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2005. -274с.
2. 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.
3. Джерихов, В. Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. Ч. V. Экономия топливно-энергетических ресурсов / В. Б. Джерихов; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 39 с.
4. Попов, Н.А. Практикум по безопасности жизнедеятельности/Н.А. Попов, Е.А. Высоцкая, В.И. Писарев -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015.-211 с
5. Одарюк В.А., Нигметов Г.М. Очистка и утилизация отходов хранилищ горюче-смазочных материалов// Технологии гражданской безопасности.- 2011.- № 3.- Т. 8.- С. 76-83.
6. Петренко Н.В. Загрязнение окружающей среды при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственных машин// 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/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 631.171: 621.31: 633/635

Вендин Сергей Владимирович, д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия
СВЧ ОБРАБОТКА СЕМЯН ЛЮПИНА

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию режимов СВЧ обработки на способность прорастания семян люпина. Приведены регрессионные уравнения по влиянию удельной СВЧ мощности воздействия и экспозиции, а также регрессионные уравнения влияния скорости и конечной температуры СВЧ нагрева.

Ключевые слова: электромагнитное поле, сверхвысокая частота, се-

мена, люпин, СВЧ нагрев, удельная мощность воздействия, скорость нагрева, температура нагрева, экспозиция.

Summary. The article presents the results of experimental studies on the effect of microwave treatment regimes on the ability of germination of lupine seeds. Regression equations are presented for the effect of specific microwave power of exposure and exposure, as well as regression equations for the effect of speed and the final temperature of microwave heating.

Keywords: electromagnetic field, superhigh frequency, seeds, lupine, microwave heating, specific effect power, heating rate, heating temperature, exposure.

Использование электромагнитных полей сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) в процессах подготовки к посеву и для борьбы с болезнями и вредителями семян широко известно в научной литературе. Представленные ниже результаты являются продолжением исследований по предпосевной СВЧ обработке различных культур и изложенных в работах [1-6].

Важной особенностью эффективности применения СВЧ технологий для обработки семян является то, что для достижения эффекта обработки необходимо строгое соблюдение величины воздействующих факторов. Оптимальные значения параметров СВЧ воздействия могут быть определены на основе эксперимента с последующим регрессионным анализом результатов.

Кроме того, упрощение практической реализации СВЧ технологий требует разработки системы автоматического управления процессом на основе контроля значимых и легко управляемых факторов СВЧ воздействия. Фактически эффективность результата при СВЧ обработке определяется интенсивностью воздействия и временем облучения. Если время обработки относительно легко контролировать включением и отключением СВЧ источника, или регулированием скорости движения потока с учетом зоны облучения, то интенсивность воздействия зависит от многих составляющих. Это в первую очередь соотношение между мощностью источника в рабочей камере и объемом (масса) продукта, которые определяют удельную СВЧ мощность воздействия. Большое значение имеют также электрофизические свойства продукта. Нельзя не учитывать равномерность обработки, которая определяется режимом согласования СВЧ источника с нагрузкой, объемом материала, толщиной слоя, конструкцией рабочей камеры и т.д. Эти технические задачи решаются различными приемами [6-8]. С этих позиций управление СВЧ мощностью воздействия представляется проблематичным.

В тоже время в процессе СВЧ обработки семян происходит диэлектрический нагрев продукта, характер которого определяется параметрами электромагнитного поля (напряженность, частота), а также электрофизическими свойствами материала (диэлектрическая проницаемость, проводимость, фактор потерь). В совокупности эти факторы определяют скорость и конечную температуру СВЧ нагрева. Следует учитывать также и условия теплообмена

на поверхности продукта. Если установить влияние скорости и конечной температуры СВЧ нагрева на конечный результат, то, в принципе, можно «забыть» о физической природе самого нагрева и учитывать лишь результат – скорость изменения температуры продукта и конечную температуру его нагрева. В таком случае управление технологическим процессом предпосевной СВЧ обработки семян можно осуществлять, контролируя кинетику нагрева и управляя временем и удельной мощностью СВЧ воздействия.

Ниже представлены результаты, проведенных в Белгородском ГАУ, экспериментальных исследований по предпосевной СВЧ обработки семян люпина.

Обработка семян проводилась в соответствии с планом Коно для 2-х факторного эксперимента на установке непрерывного излучения с СВЧ мощностью 0,5 кВт и частотой излучения 2450 ± 50 МГц. Интервал варьирования воздействующих факторов составлял: по удельной мощности СВЧ воздействия составлял от 0,83 до 1,17 кВт/кг, а по времени воздействия – от 40 до 60 с. После обработки исследовалась всхожесть семян (%).

Исследования проводились в два этапа. В начале изучалось влияние удельной мощности СВЧ воздействия и экспозиции СВЧ облучения. Далее исследовалось влияние скорости и конечной температуры СВЧ нагрева. Функцией отклика служила всхожесть семян.

Регрессионное уравнение влияния удельной мощности СВЧ воздействия (X_1) и времени воздействия (X_2) на всхожесть семян люпина (Y) в кодированных переменных имеет вид

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2, \quad (1)$$

где $B_0 = 86,56$; $B_1 = 0,50$; $B_2 = 0,58$; $B_{12} = 0,50$; $B_{11} = 0,33$; $B_{22} = 0,42$.

На основе анализа уравнения регрессии установлено, что наибольший отклик у семян люпина на СВЧ воздействие был получен при удельной мощности СВЧ воздействия от 1,0 до 1,17 кВт/кг и времени воздействия от 60 до 50 с. Всхожесть семян люпина при этом составляла от 87,5 до 88 % при 86% на контроле (семена без обработки).

Для оценки влияния скорости и конечной температуры СВЧ нагрева была проведена дополнительная обработка экспериментальных данных. Интервал варьирования воздействующих факторов по конечной температуре СВЧ нагрева составлял от 34°C до 54°C , а по скорости СВЧ нагрева – от $0,34^\circ\text{C/с}$ до $0,59^\circ\text{C/с}$. Контролируемым параметром эффективности обработки также служила всхожесть семян (%).

Регрессионное уравнение влияния конечной температуры СВЧ нагрева (X_3) и скорости СВЧ нагрева (X_4) на всхожесть семян люпина (Y) в натуральных переменных имеет вид

$$Y = C_0 + C_1 X_3 + C_2 X_4 + C_{12} X_3 X_4, \quad (2)$$

где $C_0 = 77,22$; $C_1 = 0,18$; $C_2 = 12,49$; $C_{12} = -0,22$.

Анализ результатов показал, что между скоростью и конечной температурой СВЧ нагрева имеется определенная связь. Согласно полученным ре-

зультатам с увеличением скорости СВЧ нагрева от 0,34°C/с до 0,59°C/с конечную температуру нагрева следует снижать с 52,5 °С до 48 °С. При этом всхожесть семян люпина составляет 87,5 - 88 % при 86% на контроле (семена без обработки).

Список литературы

1. Вендин, С.В. СВЧ дезинсекция семян бобовых: автореф. дис... канд. техн. наук [Текст]/ С.В. Вендин:МИИСП им. В.П. Горячкина. - М., 1990.
2. Бородин, И.Ф. Изменение всхожести семян зерновых культур под влиянием СВЧ обработки [Текст]/ И.Ф. Бородин, С.В. Вендин, А.Д. Горин// Российская сельскохозяйственная наука.- № 2, 1993. - С. 92.
3. Вендин, С.В. Обработка семян электромагнитным полем: автореф. дис... док. техн. наук [Текст]/ С.В. Вендин: МГАУ. – М., 1994.
4. Вендин, С.В. Интегральная оценка температурного действия на семена [Текст]/ С.В. Вендин //Техника в сельском хозяйстве. --№ 3, 1995. - С. 31.
5. Вендин, С.В. Электромагнитная обработка семян [Текст]/ С.В. Вендин //Сельский механизатор.- № 12, 2014.- С. 32-33.
6. Вендин, С.В. Исследование напряженности электрического поля в семени при СВЧ дезинсекции зерна [Текст]/ С.В. Вендин //Электричество. --№ 3, 1994. - С. 54-59.
7. Вендин, С.В. К расчету напряженностей электромагнитного поля при СВЧ обработке диэлектрических плоскостойких объектов [Текст]/ С.В. Вендин, П.А. Трубаев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.- № 6, 2013.- С. 215-218.
8. Вендин, С.В. К расчету распространения электромагнитного импульса при СВЧ обработке диэлектрических сред [Текст]/ С.В. Вендин, И.А. Щербинин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.- № 2, 2015.- С. 204-206.

УДК 631.171: 621.31: 633/635

Вендин Сергей Владимирович, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

Саенко Юрий Васильевич, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

Саенко Сергей Васильевич, инженер

Районные электросети, Россия

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СВЧ ЭНЕРГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

Аннотация. В статье рассмотрены особенности технологии и возможности использования СВЧ энергии при производстве кормовых добавок на основе пророщенного зерна. Рассмотрены различные варианты применения СВЧ энергии для повышения эффективности производства кормовых добавок на основе пророщенного зерна.

Ключевые слова: витаминный корм, кормовая добавка, пророщенное зерно электромагнитное поле, сверхвысокая частота, семена, СВЧ энергия.

Summary. In the article features of technology and the possibility of using microwave energy in the production of feed additives based on sprouted grain are considered. Various applications of microwave energy for improving the efficiency of production of feed additives based on germinated grains.

Keywords: vitamin feed, fodder additive, germinated grain electromagnetic field, superhigh frequency, seeds, microwave energy.

Для получения свинины круглый год широко применяется промышленный способ производства, когда свиней содержат безвыгульно и скармливают им только комбикорма. При таком способе содержания животные практически не получают зеленую массу, поэтому встает проблема в получении макро и микроэлементов и также витаминов.

Повысить витаминную ценность кормов можно путём добавления витаминной травяной муки. Но на настоящее время производством витаминную муку не производят из-за высокой стоимости энергоресурсов. Поэтому простым и доступным способом повышения содержания в кормах витаминов является выдача кормовых смесей с добавлением пророщенного зерна ячменя. Однако надо отметить, что пророщенное зерно имеет высокую влажность. Следовательно для сохранения питательных свойств пророщенного зерна на длительный промежуток времени, необходимо провести его сушку, измельчение и добавление в комбикорм.

Наиболее полная технология получения и использования пророщенного зерна предусматривает цепочку операций, включая проращивание зерна на ленте конвейера, сушку и измельчение пророщенного высушенного зерна, смешивание продукта с комбикормом, а также витаминной добавки и комбикорма с водой [1, 2, 3, 4].

Согласно предложенной технологической линии перед проращиванием зерно выдерживают в растворе перманганата калия, проращивают на ленточном конвейере [2]. В процессе проращивания зерно увлажняют водой и облучают при помощи ламп. После прорастания (через 4...5 дней) пророщенное зерно подают в конвейерную сушилку [2]. Высушенное пророщенное зерно подвергается двухступенчатому измельчению [4] и поступает на смешивание с комбикормом. Затем кормовая смесь автомобилем транспортируется к свиноводникам.

В данном варианте технологической линии обеспечивается непрерывность получения, приготовления, смешивания пророщенного зерна с комбикормом, а также и хранения полученной кормовой смеси.

С нашей точки зрения эффективность производства витаминных кормовых добавок можно повысить, если использовать положительные эффекты СВЧ воздействия на различных стадиях производства.

Согласно общей технологии, перед проращиванием зерно пшеницы или ячменя проходит предварительную подготовку. В этом случае можно провести операцию предпосевной СВЧ обработки семян с целью стимулирования роста и обеззараживания. Положительные результаты предпосевной обработки зерновых культур подтверждаются рядом научных исследований, например [5-8].

Далее пророщенное зерно необходимо высушить. Традиционно рекомендуется использовать конвективную сушку на установке конвейерного типа [3]. Сушка представляет собой инерционный и энергоемкий процесс. Поэтому возможно использование СВЧ энергии для интенсификации процесса сушки, т.е. использование комбинированного способа сушки [9]. В этом случае полезно исследовать различные варианты технической реализации комбинированной СВЧ сушилки, в том числе возможности импульсной СВЧ обработки продукта [10].

На завершающих этапах производства пророщенное высушенное зерно подвергается измельчению [4]. Вполне возможно, что предварительная СВЧ обработка (нагрев) высушенного пророщенного зерна позволит повысить эффективность измельчения, т.к. диэлектрический (внутренний) нагрев должен способствовать разрушению механических связей внутри продукта.

В заключение отметим, что приведенный в данной работе анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. Производство витаминных кормовых добавок на основе пророщенного зерна является актуальной задачей для современного животноводства.
2. Эффективность производства можно повысить совершенствуя отдельные стадии технологического процесса.
3. В общей технологии производства витаминных кормовых добавок на основе пророщенного зерна возможно использовать применение СВЧ энергии на различных этапах: для предпосевной подготовки, в процессе сушки, при подготовке к измельчению продукта, а также для СВЧ обеззараживания готового продукта перед фасованием при необходимости длительного хранения.

Список литературы

1. Саенко, Ю.В. Разработка технологии и технических средств для приготовления кормовых смесей свиньям с использованием пророщенного зерна [Текст]: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук: 05.20.01/ Саенко Юрий Васильевич. – Мичуринск-научоград РФ, 2016. – 40 с.
2. Пат. 2558219 Российская Федерация С1 А01К5/00 (2006.01) Технологическая линия для проращивания и введения в комбикорм пророщенного зерна [Текст] / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Макаренко А.Н., Ивченко А.Н., Юдин А.И., Федорчук Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА имени В.Я. Горина. - № 2014103764/13; заявл. 02.04.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. - 11 с.
3. Вендин, С.В. Определение параметров конвейерной сушилки проро-

щенного зерна [Текст]/ С.В. Вендин, С.А. Булавин, Ю.В. Саенко //Механизация и электрификация сельского хозяйства. -№ 1, 2015. - С. 8-10.

4. Вендин, С.В. Обоснование частоты вращения ножей дробилки пророщенного зерна [Текст]/ С.В. Вендин, С.А. Булавин, Ю.В. Саенко //Механизация и электрификация сельского хозяйства. -№ 4, 2015. - С. 9-12.

5. Бородин, И.Ф. Изменение всхожести семян зерновых культур под влиянием СВЧ обработки [Текст]/ И.Ф. Бородин, С.В. Вендин, А.Д. Горин// Российская сельскохозяйственная наука.- № 2, 1993. - С. 92.

6. Вендин, С.В. Обработка семян электромагнитным полем: автореф. дис... док. техн. наук [Текст]/ С.В. Вендин: МГАУ. – М., 1994.

7. Вендин, С.В. Интегральная оценка температурного действия на семена [Текст]/ С.В. Вендин //Техника в сельском хозяйстве. --№ 3, 1995. - С. 31.

8. Вендин, С.В. Электромагнитная обработка семян [Текст]/ С.В. Вендин //Сельский механизатор.- № 12, 2014.- С. 32-33.

9. Бородин, И.Ф. Применение СВЧ энергии в сельском хозяйстве[Текст]/И.Ф. Бородин, Г.А. Шарков, А.Д. Горин.- М.: ВНИИТЭИагропром, 1987.- 55 с.

10. Вендин, С.В. К расчету распространения электромагнитного импульса при СВЧ обработке диэлектрических сред [Текст]/ С.В. Вендин, И.А. Щербинин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.- № 2, 2015.- С. 204-206.

УДК 631.171: 621.31: 633/635

Капинус Иван Валентинович, аспирант,
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

Научный руководитель: **Вендин С.В.**

ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ СВЧ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье представлен краткий обзор устройств для обработки семян зерновых культур электромагнитным полем сверхвысокой частоты применительно к вопросам предпосевной СВЧ обработки семян и для их длительного хранения.

Ключевые слова. СВЧ обработка, магнитное поле, пробуждение семян, улучшение всхожести, обеззараживание семян, хранение длительное.

Summary. The article presents a brief overview of devices for treating seeds of grain crops with an electromagnetic field of ultrahigh frequency applied to the issues of presowing microwave treatment of seeds and for their long-term storage.

Keywords: Microwave treatment, magnetic field, awakening of the seed, improvement of germination, seed disinfection, long-term storage.

Эффективности растениеводства зависит от многих факторов. В первую очередь это климатические условия, плодородие почвы и качество

посевного материала. Кроме того важное место занимают агротехнические мероприятия по обработке почвы к посеву, почвообрабатывающая, посевная и уборочная техника. Не стоит забывать и о хранении семян и зерна, так как от условий их временного или длительного хранения напрямую зависит их качество перед посевом. Актуальной является борьба с болезнями и вредителями растений.

Поэтому любое улучшение ситуации хотя бы в одном из изложенных направления производства несомненно будет улучшать ситуацию в целом.

Одной из важных операций в технологической цепочке производства растениеводческой продукции является подготовка семян к посеву с целью их обеззараживания, стимуляции роста. При этом наука и производство используют различные подходы и воздействуют методами.

Одним из методов подготовки посевного материала является обработка энергией электромагнитных полей [1-12].

Ниже приведен краткий анализ устройств для предпосевной и послеуборочной обработки семян зерновых культур энергией СВЧ. Необходимо отметить, что энергетическая обработка продукта может осуществляться, как непрерывным, так и импульсным электромагнитным полем.

Несомненный интерес представляют результаты исследований поэлектромагнитной обработке зерна, изложенные в работе [1]. Способ предусматривает энергетическое импульсное электромагнитное излучение на культуру при основной частоте 2745 МГц при длительности импульса 2-25 микросекунд, частоте следования импульсов 400 Гц, с экспозицией 24-26 с.

Способ реализован установкой состоящем из металлической емкости в форме трубы с заслонками, так же выполненными из металла и отводы обработанного материала, данная конструкция закреплена на металлических опорах в форме треугольника, подача зерна и его дозирование осуществляется транспортирующего механизма в емкость, которая посредством металлического волновода соединяется с генератором (магнетроном) СВЧ-энергии, где в свою очередь металлический волновод соединен с емкостью через днище, днище снабжено диэлектрической проставкой овальной формы с конавками.

Известны способы обработки семян импульсным магнитным полем, заключающиеся в воздействии на семена подачей однократного импульса магнитного поля при, этом длительность импульса выбирают в диапазоне 5-90 мс, а амплитуду индукции магнитного поля в диапазоне 1,0-9,0 ТЛ [10].

Недостатком известных способов уничтожения или угнетения микроорганизмов являются значительные затраты электроэнергии и недостаточная производительность.

Известен также способ для обеззараживания семян зерновых культур от болезней с помощью ВЧ установки, производительность которой 2 тонны в час, мощность 60кВт, с частотой 13,5 МГц. Нагрев происходит от двух до пяти минут, при температуре от сорока до пятидесяти градусов Цельсия. Устройство для СВЧ обработки семян содержит дозирующий механизм, генератор электромаг-

нитной энергии, резонирующий механизм, диэлектрическую проставку, имеющую дорожки скатные, волноводы, которые запредельные [11].

С целью повышения эффективности электромагнитной обработки зерновых сельскохозяйственных культур, сокращение времени обработки и для длительного хранения, и применение зернофуража может быть использованы способ и устройство [12], сущность которых заключен в следующем.

Зерно из хранилища с помощью транспортирующего дозатора проходит обрабатываемый материал в емкость, закрепленную на опорах. Тем временем, энергия электромагнитная от магнетрона передается, через днище в емкость по волноводу, где материал движется навстречу, потоку восходящему лучей СВЧ-энергии, тем самым зерно обрабатывается. Проставка выполненная из диэлектрического материала, которой снабжено днище, повышает равномерность электромагнитного поля внутри металлической емкости. Через двадцать пять секунд происходит отключение магнетрона и открывается заслонка, после чего обработанный материал проходит по трубкам, которые располагаются по линии с уровнем днища поступающего в приёмник. Форма овала применима не проста, что способствует полной высухании обработки зерна. После чего цикл повторяется.

Основные преимущества установки состоят в следующем:

- обработка позволяет проводить обеззараживание зерна от паразитических грибов таких, как *Alternaria*, *Drechslera* при выставлении 20-25 секунд, от плесневелых грибов родов *Cladosporium* sp. *Penicillium*, *Aspergillus*, при выставлении 15-20-25 секунд [5];

- обработка зерна может применима для долгосрочного сохранения зерна, так как защищает от болезнетворного гриба, предотвращая самосогревание зерна и его порчу. Снижается опасность попадания в продукты питания токсинов, образующихся при развитии вредной микрофлоры;

- конструктивная простота и энергопотребление (220V-4кВт/ч)

- семя обработка за один час от десяти до пятнадцати тонн при экспозиции двадцать пять секунд,

- магнетрон присоединен к емкости у днища, что даёт полнейшую обработку зерна восходящим потоком лучей СВЧ-энергии, по пути которым зерно транспортируется;

- проставка вытянутой овальной формы выполненной диэлектрического материала, где она встроена у самой плоскости емкости, дает возможность повысить равномерность распределения электромагнитного поля.

Список литературы

1. Вендин, С.В. Обработка семян электромагнитным полем: автореф. дис... док.техн. наук [Текст]/ С.В. Вендин: МГАУ. – М., 1994.

2. Бородин, И.Ф. Изменение всхожести семян зерновых культур под влиянием СВЧ обработки [Текст]/ И.Ф. Бородин, С.В. Вендин, А.Д. Горин// Российская сельскохозяйственная наука.- № 2, 1993. - С. 92.

3. Вендин, С.В. Высокочастотный нагрев в технологии обработки семян зерновых [Текст] / С.В. Вендин // Техника в сельском хозяйстве. -1994.-№ 3.-С.18-19.
4. Вендин, С.В. Интегральная оценка температурного действия на семена [Текст] / С.В. Вендин // Техника в сельском хозяйстве. --№ 3, 1995. - С. 31.
5. Вендин, С.В. Экспериментальные исследования предпосевной обработки семян пшеницы электромагнитным полем [Текст] / С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. Белгород, Изд-во Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2014, № 1.- С4-10.
6. Вендин, С.В. К расчету распространения электромагнитного импульса при СВЧ обработке диэлектрических сред [Текст] / С.В. Вендин, И.А. Щербинин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.- № 2, 2015.- С. 204-206.
7. Вендин, С.В. Теория и математические методы анализа электродинамики процессов СВЧ обработки семян. Монография [Текст] / С.В. Вендин.- М.: ЦКБ «Бибком», 2015. – 137 с. ISBN-online 978-5-905563-38-6.
8. Вендин, С.В. Регрессионный анализ влияния удельной СВЧ мощности и экспозиции, скорости и конечной температуры нагрева на предпосевную обработку семян пшеницы [Текст] / С.В. Вендин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. Белгород, Изд-во Белгородского университета кооперации, экономики и права. - № 2 (6), 2015.-С. 9-13.
9. Вендин, С.В. Результаты экспериментальных исследований по предпосевной обработке семян пшеницы электромагнитным полем СВЧ [Текст] / С.В. Вендин // Инновации в сельском хозяйстве. -№ 1(16), 2016.- С.73-77.
10. Леонов, В.С. Технологическая линия для предпосевной обработки семян овощных культур [Текст] / В.С. Леонов, Б.М. Алиев, С.А. Павлов.- М.: ВИМ, 2008.
11. Цугленок, Н.В. Обеззараживание и подготовка семян к посеву [Текст] / Н.В. Цугленок // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- №4, 1984.- С.44.
12. Капинус И.В. Устройство для предпосевной СВЧ-обработки дражированных семян [Текст] / И.В. Капинус, С.В. Вендин // Научные труды БелГСХА им. В.Я. Горина.- 2013.-168 с.

УДК 621.791.752,
УДК 631.312.012.4

Пономарев Алексей Иванович, к.т.н.

Голубина Светлана Александровна

Калужский филиал ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет), Россия

ИЗНАШИВАНИЕ УПРОЧНЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПЛУГОВ KVERNERLAND

Аннотация. В статье рассматривается результат изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин. Картина изнашивания зависит от направления их движения в пласте почвы, типа почвы и давления почвы на изнашиваемые детали.

Ключевые слова: упрочнение плугов; картина изнашивания; износостойкость деталей плуга.

Summary. The article considers the result of wear of the working organs of tillage machines. The wear pattern depends on the direction of their movement in the soil layer, the soil type and the soil pressure on the wear parts.

Ключевые слова: hardening of the plows; wear pattern; wear resistance of plow parts.

Картина изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин зависит от направления их движения в пласте почвы, типа почвы и давления почвы на изнашиваемые детали. Широко известны методы упрочнения рабочих органов плугов, в том числе, иностранного производства, отдельными валиками наплавленного металла [1]. Картина изнашивания деталей корпусов плуга меняется после их упрочнения сварочными методами и существенно зависит от выбранных схем наплавки, то есть схем наложения отдельных валиков и точек наплавленного металла на рабочую поверхность деталей.

Натурные испытания работоспособности деталей плугов, произведенные на сельскохозяйственной технике Калужской машинно-тракторной станции, показали, что, во-первых, картина изнашивания изменяется в зависимости от того, как расположены валики или точки наплавленного металла по отношению к направлению движения частиц почвы по рабочей поверхности. Во-вторых, характер изнашивания обусловлен наличием зон разупрочнения при наплавке на закаленный основной металл деталей плуга зарубежного производства. Например, было замечено, что если валики наплавленного металла располагаются приблизительно перпендикулярно к направлению движения пласта почвы, как можно увидеть по следам износа долота на рис. 1, то ненаплавленные участки основного металла между валиками изнашиваются меньше, чем те же участки при расположении валиков параллельно движению частиц почвы (рис. 2). В последнем случае между малоизношенными валиками наплавленного металла образуются глубокие рытвины, свидетельствующие об уменьшении толщины детали, и приводящие к уменьшению ресурса детали до её выбраковки по толщине.

Таким образом, при упрочнении деталей плуга рекомендуется применять схемы, где валики наплавленного металла накладываются приблизительно перпендикулярно направлению движения частиц почвы. В случае использования точечной техники упрочнения точки наплавленного металла следует располагать по изнашиваемой поверхности в шахматном порядке, без образования рядов точек, параллельных направлению движения почвы.

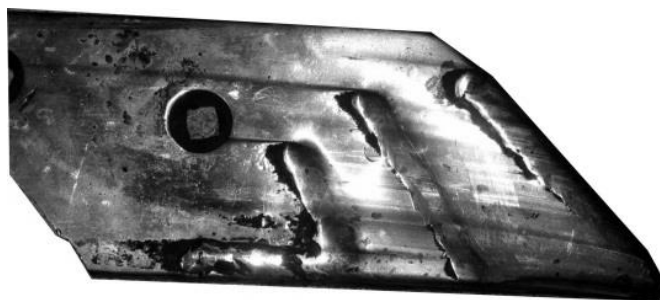


Рис. 1. Вид изношенного долота плуга Kvernerland при расположении валиков перпендикулярно направлению движения пласта почвы

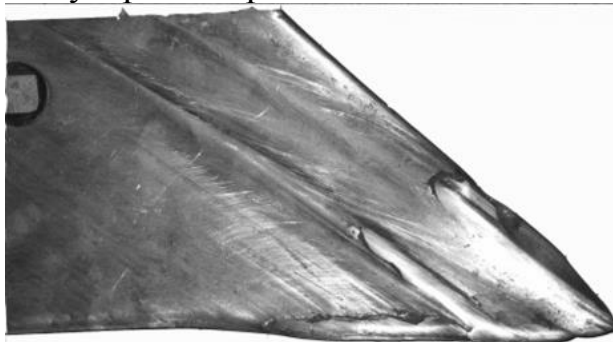


Рис. 2. Вид изношенного лемеха плуга при расположении валиков параллельно направлению движения пласта почвы

Картина изнашивания упрочненных сварочными методами деталей плуга зарубежного производства отличается от картины изнашивания новых деталей, изготовленных с применением поверхностной закалки, по причине появления разупрочненных зон или зон отпуска. Зоны отпуска основного металла расположены возле валиков или точек наплавленного металла. Достаточно четко изменение картины изнашивания наблюдается при наложении точек наплавленного металла в ряд, вдоль лезвия лемеха на определенном расстоянии друг от друга. После ручной дуговой наплавки электродом Т-590 единичных точек диаметром 10-15 мм с шагом 30-40 мм на удалении 5-7 мм от кромки лезвия лемеха фирмы Kvernerland и натурных испытаний в условиях Калужской машинно-тракторной станции металл рабочей поверхности лемеха возле точек изнашивался быстрее, чем металл, удаленный от точек, и профиль лезвия принял вид волнистой линии (рис. 3).

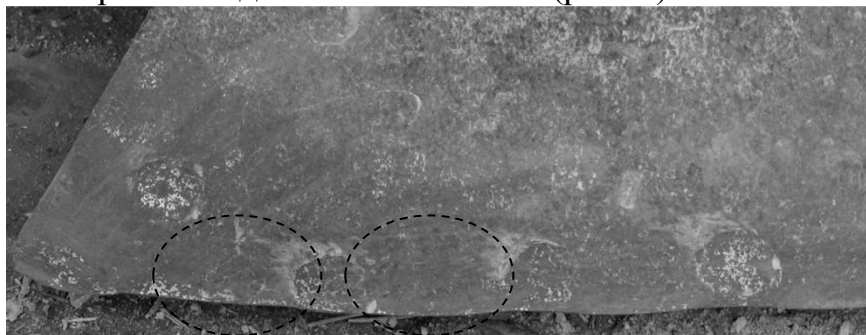


Рис. 3. Картина изнашивания лемеха плуга Kvernerland при наличии разупрочненных зон вокруг точек наплавленного металла (выделено пунктиром)

Кроме того, было замечено, что поверхность болтов крепления деталей плуга к корпусу изнашивается быстрее, чем рабочая поверхность деталей рядом с потаенными головками болтов (рис. 4). Это создает возможность концентрации напряжений на границе головок болтов и увеличивает вероятность возникновения трещин в этих зонах при эксплуатации деталей.

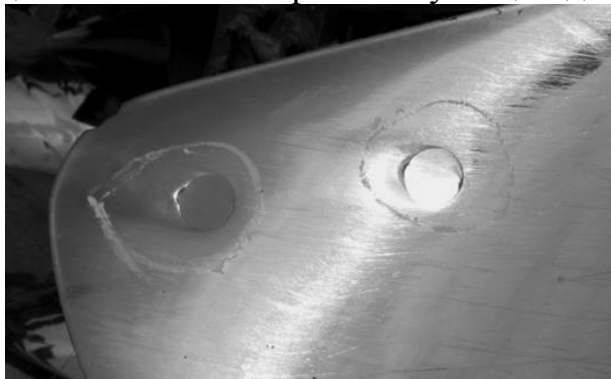


Рис. 4. Картина местного изнашивания потаенных головок болтов в зоне крепления отвала плуга Kvernerland к корпусу

Уменьшение поверхности прилегания головки болта к детали вследствие её большего износа приводит к ослаблению крепления деталей к корпусу, к потере жесткости конструкции и, следовательно, к увеличению местных нагрузок в процессе эксплуатации плугов. При этом возрастает вероятность появления местных трещин в зонах наибольшего давления почвы на рабочую поверхность.

Анализ дефектов и картины изнашивания упрочненных деталей после натурных испытаний позволили выделить следующие факторы, лимитирующие износостойкость деталей плуга:

- 1) геометрическая форма детали;
- 2) толщина детали.

Другими словами, у одних деталей выбраковка в большинстве случаев производится вследствие нарушения геометрической формы (поломка носка, затупление и т.д.), у других – выбраковка производится по толщине, при этом, как правило, геометрическая форма детали в процессе изнашивания существенно не изменяется.

К первой группе деталей плуга, у которых износостойкость в первую очередь определяет геометрическая форма, относятся лемеха, отвалы предплужника и полевые доски. У таких деталей целесообразно наносить наплавленный металл в зонах наибольшей вероятности изменения геометрической формы: носок отвала предплужника, кромка и торец лезвия лемеха, кромка и торец рабочей поверхности полевой доски. Кроме того, в процессе эксплуатации плугов с упрочненными дуговой наплавкой деталями рекомендуется следить за состоянием наплавленного металла и в случае его истирания проводить дополнительное упрочнение в тех же зонах.

Ко второй группе деталей плуга, у которых выбраковочным параметром в первую очередь является толщина детали, относятся отвалы плуга,

груди отвалов, кромки грудей отвалов, долота лемехов. Такие детали целесообразно упрочнять по рабочим поверхностям в зонах наибольшего изнашивания, а валики или ряды точек наплавленного металла рекомендуется располагать перпендикулярно направлению частиц почвы.

Кроме того, рекомендуется располагать валики наплавленного металла перед головками болтов для защиты их от более интенсивного изнашивания по сравнению с рабочей поверхностью деталей и, как следствие, от образования трещин в этих зонах.

Список литературы

1. Лялякин, В.П. Состояние и перспектива упрочнения и восстановления деталей почвообрабатывающих машин сварочно-наплавочными методами / В.П. Лялякин, С.А. Соловьев, В.Ф. Аулов // Труды ГОСНИТИ. – 2014. – Т. 115. – С. 96-104.
2. Булычев В.В., Пономарев А.И., Голубина С.А. Совершенствование технологий упрочняющей наплавки деталей плугов на основе применения вибродуговых процессов // Тракторы и сельхозмашины, 2010. – № 4. – С. 54 – 56.

УДК 631.331:635.21

Плахов Сергей Александрович, к.т.н., доцент

Алакин Виктор Михайлович, к.т.н., доцент

Калужский филиал ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет), Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ВИБРОРОТАЦИОННОГО СЕПАРАТОРА ПОЧВЕННЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Аннотация. Рассмотрен рабочий процесс сепарации примесей в технологическом процессе послеуборочной доработки картофеля. Обоснованы рабочие параметры вибрации пальцевых роторов, повышающие качественные показатели сепарации примесей. Отмечены особенности конструкции рабочей поверхности. Приведены основные показатели сепаратора и результаты его испытаний.

Ключевые слова. Ворох картофеля, виброротационный сепаратор, пальцевые роторы, сепарация примесей, амплитуда и частота вибрации, минимизация повреждений клубней, самоочистка роторов.

Summary. The working process of impurities separation in post-harvest potato finalization technological process is considered. There is substantiation of finger rotors working options that enhance quality of impurities separation. Special features of working surface construction are pointed. There are basic separator indicators and its testing results.

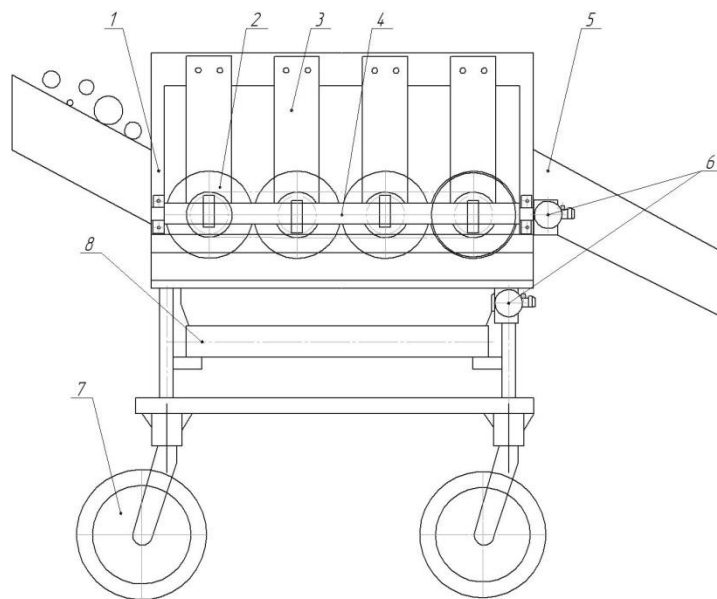
Keywords: heap of potatoes, vibro rotary separator, finger rotors, impurities separation, amplitude and frequency of vibration, tuber damage minimization, rotor selfcleaning.

Обеспечение лучшей сохранности, товарности и дальнейших технологических процессов доработки убранного картофеля напрямую зависят от соотношения в общей массе клубней и почвенно-растительных примесей. Удаление примесей способствует обеспечению лучших условий при хранении и снижению уровня общих потерь, связанных с недостаточной скважностью насыпи, а также обеспечению лучших показателей последующих технологических процессов [1, с. 11-13].

Совершенствование средств, реализующих послеуборочную доработку картофеля и сепараторов примесей в частности, предусматривает повышение качества эффективности их функционирования с обеспечением снижения уровня повреждения продукции. Эффективность работы сепараторов во многом зависит от количественного состава примесей и их влажности. Основными примесями, поступающими с ворохом картофеля машинной уборки, являются почва и растительные остатки, включая элементы ботвы. Влажность почвенных примесей оказывает определяющее влияние на качество функционирования сепараторов. Согласно [3, с.2 - 4] сепараторы должны функционировать с обеспечением самоочистки от налипшей почвы и исключения изменения геометрической формы рабочих органов вследствие наличия в ворохе большого количества растительных остатков.

В России и за рубежом получили широкое практическое применение механические сепараторы почвенно-растительных примесей различных конструкций. Многие ведущие производители аналогичного оборудования, например, MiedemaBV, Grimme, APHGroup и др. постоянно разрабатывают новые и модернизируют существующие механические сепараторы. Это связано с тем, что подобные сепараторы способны обеспечивать высокие показатели производительности за счет исключения необходимости предварительной подработки получаемого вороха комбайновой уборки и реализовывать высокопроизводительное оборудование в отличие от электронных устройств. Среди механических сепараторов наиболее перспективными с позиции высокой производительности, минимизации уровня механических повреждений клубней, способности обрабатывать клубни с примесями (до 40 %) при высокой влажности примесей до 30 % можно выделить ротационные, состоящие из вращающихся элементов различной конструкции (диски, пружины, подобные элементы и их комбинации). Вращательное движение подобных элементов сепараторов (ротационные) способствует более интенсивному рассредоточению вороха и более высокой эффективности просеивания содержащихся примесей [3, с. 5-20].

Результаты теоретических и экспериментальных исследований, проводимые в Калужском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана с 2006 года позволили создать высокоэффективный виброротационный сепаратор (Рис. 1).



- 1 – рама; 2 – пальцевые роторы; 3 – упругие металлические пластины;
 4 – вал вибропривода; 5 – скатной лоток для клубней; 6 – приводные устройства вала вибропривода и пальцевых роторов; 7 – опорные колеса;
 8 – конвейер для отвода примесей.

Рис. 1. Виброротационный сепаратор

Сепаратор состоит из набора параллельных валов, вращающихся в одном направлении на которых установлены рабочие органы - пальцевые роторы и совершающих колебания. Валы подвешены на упругих металлических пластинах, которые изготовлены из термически-упрочненной конструкционной стали с повышенной усталостной прочностью. Конструкция упругих подвесов выполнена таким образом, что валы с пальцевыми роторами совершают колебания только в одном направлении. В данном случае в поперечном направлении относительно продольного перемещения вороха картофеля. Для уравнивания системы соседние валы колеблются в противофазе при условии их четного количества. Сепаратор может использоваться как самостоятельный модуль, так и встраиваться в технологическую схему линий и оборудования для послеуборочной доработки картофеля. Пальцевая конструкция рабочих органов и сочетание вращательного и вибрационного действия обеспечивает высокую сепарирующую способность, отсутствие залипания рабочих просветов с возможностью самоочистки. Дополнительно между пальцевыми роторами установлены специальные чистики, исключающие возможность наматывания растительных остатков.

Сочетание вращательного и вибрационного действия пальцевых роторов способствует лучшему рассредоточению и повышению качественных показателей сепарации примесей. Для подтверждения полученных теоретических значений угловой скорости вращения, частоты и амплитуды вибрации [2, с. 9-11] были проведены опыты и получены результаты (Рис. 2) по выявлению влияния параметров вибрации на качество сепарации примесей.

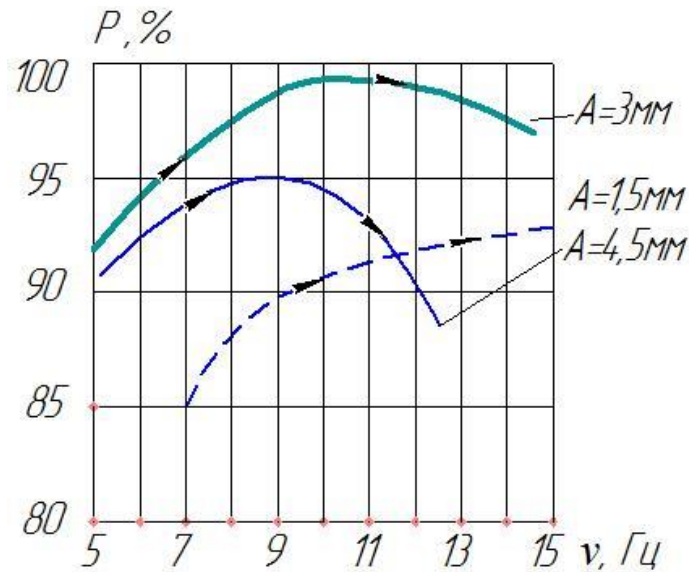


Рис. 2. Зависимость полноты выделения примесей от параметров вибрации

Количественный состав вороха соответствовал получаемому в неблагоприятных погодных условиях: 65 % – клубней, 35 % – примесей в т.ч. 30 % – просеивающейся почвы, 5% растительных примесей. Влажность примесей составляла 27 – 30%.

Качество сепарации примесей оценивали по формуле:

$$P = \frac{P_u - P_o}{P_u},$$

где, P_u – масса выделяемых примесей в убранном ворохе, кг;

P_o – масса невыделенных примесей в обработанном ворохе, кг.

Дополнительно были реализованы опыты с изменением значений теоретических параметров в сторону увеличения и уменьшения, соответствующие следующим параметрам - 5...15 Гц; 1,5...4,5 мм соответственно.

Анализ графиков показывает на явно выраженные максимумы выделения примесей в области значений амплитуды $A=3\text{ мм}$ и частоты $\nu=9,5...11\text{ Гц}$, что в основном согласуется с теоретическими параметрами [2, с 9-11].

Сочетание амплитуды $A=1,5\text{ мм}$ и частоты вибрации $\nu=7...15\text{ Гц}$ выявило незначительное увеличение интенсивности действия пальцевых роторов на картофельный ворох, поэтому полнота сепарации примесей изменялась незначительно и составила 93,4 %.

Сочетание амплитуды $A=3\text{ мм}$ и частоты вибрации $\nu=5...15\text{ Гц}$ выявило максимальную для данных условий эффективность выделения примесей 98 % при частоте вибрации соответствующей $\nu=9,5...11\text{ Гц}$, при дальнейшем увеличении частоты вибрации наблюдалась тенденция к снижению.

При амплитуде $A=4,5\text{ мм}$ и изменении частоты вибрации $\nu=5\ldots 13\text{ Гц}$ наблюдалось незначительное увеличение полноты сепарации примесей до 95,3 % при частоте вибрации $\nu=8,5\ldots 9\text{ Гц}$. В дальнейшем наблюдалось снижение полноты сепарации примесей, что можно связать с началом перемещения части примесей в полувзвешенном состоянии.

В результате проведенных опытов установлены рациональные параметры и режимы работы сепаратора, обеспечивающие устойчивое перемещение клубней и сепарацию примесей $P=98\%$: количество рядов пальцевых роторов для сепарации – 4, при угловой скорости вращения пальцевых роторов $\omega_p=6,5\text{ с}^{-1}$ в сочетании подачи вороха до $q=6\text{ кг/с}$, амплитуда и частота вибрации $A=3\text{ мм}$ и $\nu=10\text{ Гц}$ соответственно, ширина рабочей поверхности 0,7 м, повреждения клубней – 1,5 %.

Полученные положительные результаты совместного вращательного и вибрационного действия пальцевых роторов качественные показатели сепарации примесей из картофельного вороха позволяют сделать предположение о целесообразности применения подобного технического решения в существующих серийных конструкциях сепараторов.

Список литературы

1. Алакин В.М. Комплект для доработки картофеля и овощей. / В.М. Алакин, С.А. Плахов, В. И. Еремеев // Картофель и овощи. – 2012. – № 8. – С. 11 – 13.
2. Колчин Н.Н. Универсальный виброротационный сепаратор для послеуборочной доработки картофеля / Н.Н. Колчин, В.М. Алакин, С.А. Плахов // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 9 – 11.
3. Шабуров Н.В. Результаты теоретических и экспериментальных исследований по созданию роторного сепаратора для обработки картофеля / Н.В. Шабуров, С.С. Остроумов. – СПб – Пушкин.: – 1991. – С. 4 – 29.

УДК 631.363.21

Дружинин Роман Александрович, к.т.н., доцент

Труфанов Виктор Васильевич, д.т.н., профессор

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия

Золотарев Алексей Михайлович, Россия

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА
УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ**

Аннотация. В данной статье представлены экспериментальные исследования измельчителя по влиянию размера модуля размола на величину энергоемкости и затрат удельной энергии процесса измельчения зерновых кормов, по которым построены графические зависимости.

Ключевые слова: ударно-центробежный измельчитель, модуль размола, энергоемкость, удельная энергия.

Summary. This article presents experimental studies of the grinder on the effect of the size of the grinding module on the energy intensity and specific energy costs of the grinding process of grain feeds, on which graphical dependencies are constructed.

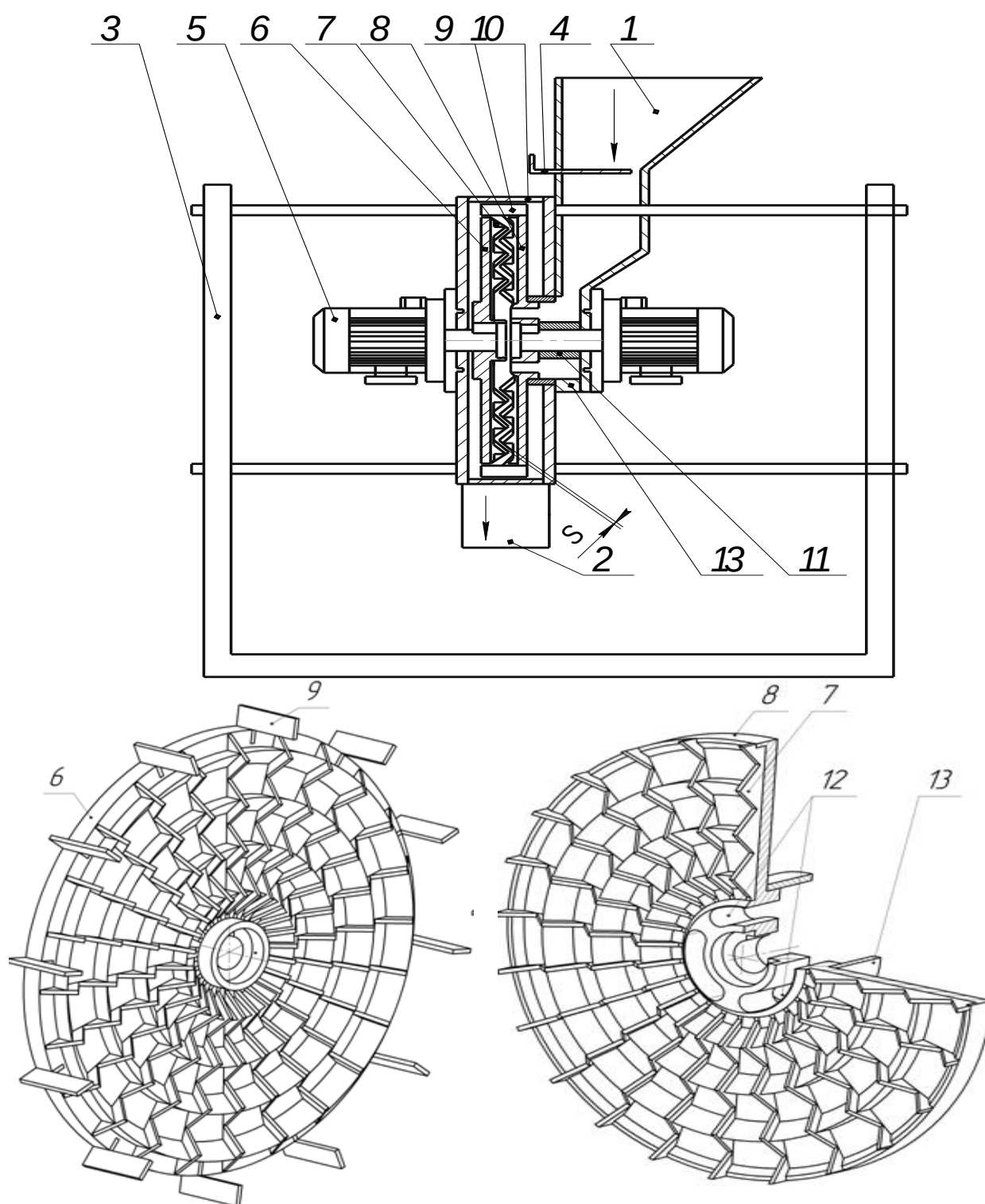
Keywords: impact-centrifugal shredder, grinding module, energy intensity, specific energy.

Как известно фуражное зерно это важнейший элемент кормовой базы животных. Качественное измельчение зерна с минимальными затратами электроэнергии является актуальной проблемой агропромышленного комплекса. Развитие научных аспектов в области дробления ведутся уже много лет.

На кафедре БЖ,МЖиПс/хП ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ смонтирована экспериментальная установка ударно-центробежного измельчителя которая уже много лет способствует развитию научного потенциала сотрудников и обучающихся.

Экспериментальные исследования проводили на установке, показанной на рисунке 1, рабочий процесс которой осуществляется следующим образом. Зерновые корма поступают в корпус 10 измельчителя через патрубок 1, далее материал попадает в центральную часть междискового пространства (изменяя зазор, которой можно добиться различной степени измельчения продукта) через загрузочные окна 12 и трубчатый направлятель 13 диска 6, где подвергается ударному воздействию ножей 7 отбойного диска 6. При сходе с последней ступени измельчения измельченный продукт поступает на дополнительные отбойными лопатки, которыми дополнительно дробится. Конечный продукт через выгрузной патрубок, который смонтирован таким образом, что позволяет брать пробы продукта во время работы данной машины.

На данную конструкцию получен патент на полезную модель №171419 - «ударно-центробежный измельчитель» и патент на изобретение №2632925 - «Устройство для измельчения сыпучих материалов» [1, 2].



1-патрубок, 2-выгрузной патрубок, 3 рама, 4-заслонка, 5-электродвигатель, 6-отбойный диск, 7-ножи, 8-загрузочный диск, 9-отбойная лопатка, 10-корпус, 11-втулка, 12-загрузочные окна, 13-трубчатый направля-
тель

Рисунок 1 - Ударно-центробежный измельчитель

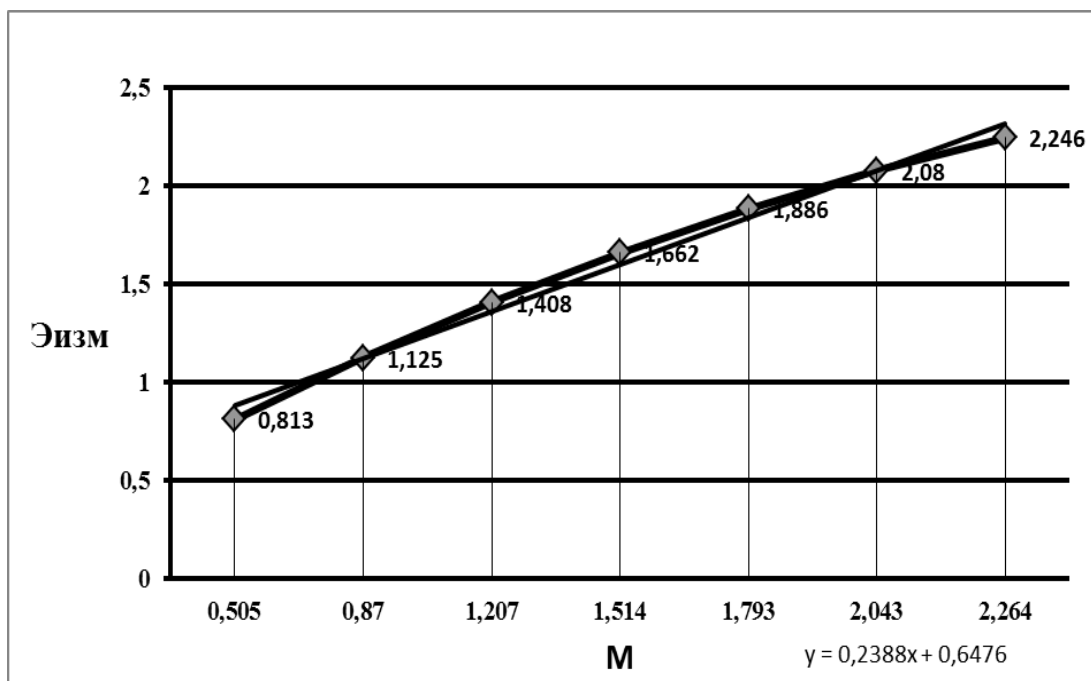


Рисунок 2 - Зависимость энергоемкости (кВт·ч/т·ед.ст.из.) процесса измельчения зерновых кормов от модуля размола (мм)

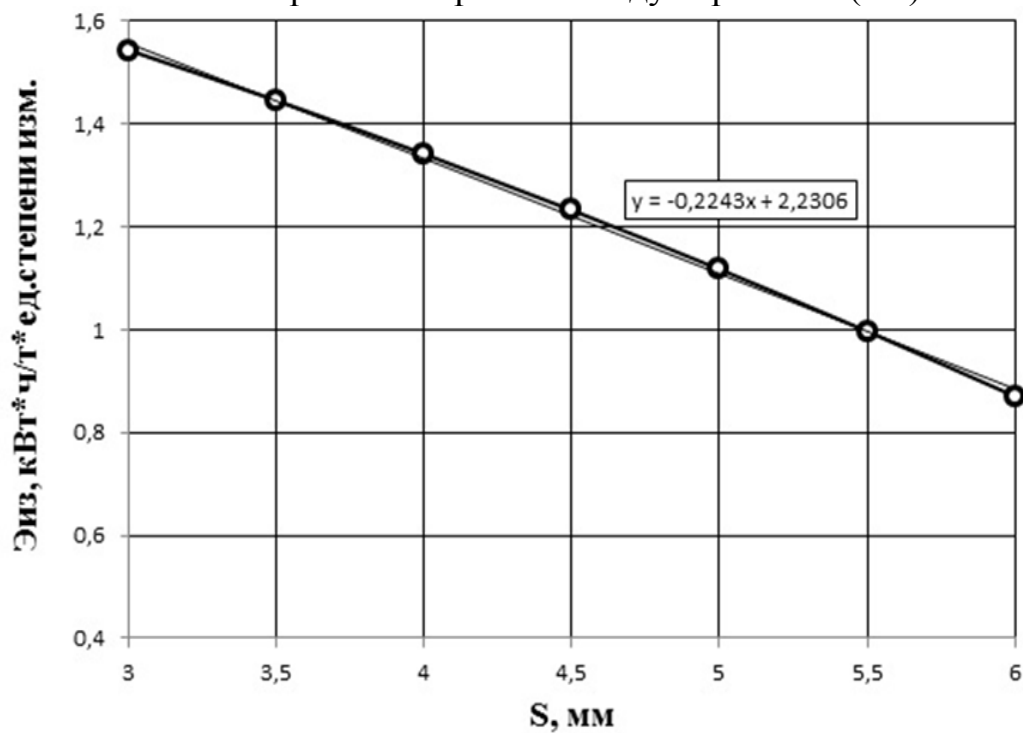


Рисунок 3 - Зависимость энергоемкости (кВт·ч/т·ед.ст.из.) процесса измельчения зерновых кормов от от зазора (мм) междискового пространства[1]

Из анализа рисунков 2-3 видно, что при получении конечного продукта с более крупным гранулометрическим составом происходит возрастание и энергоемкости процесса дробления зерновых кормов, а при увеличении зазора наоборот ее уменьшение [3].

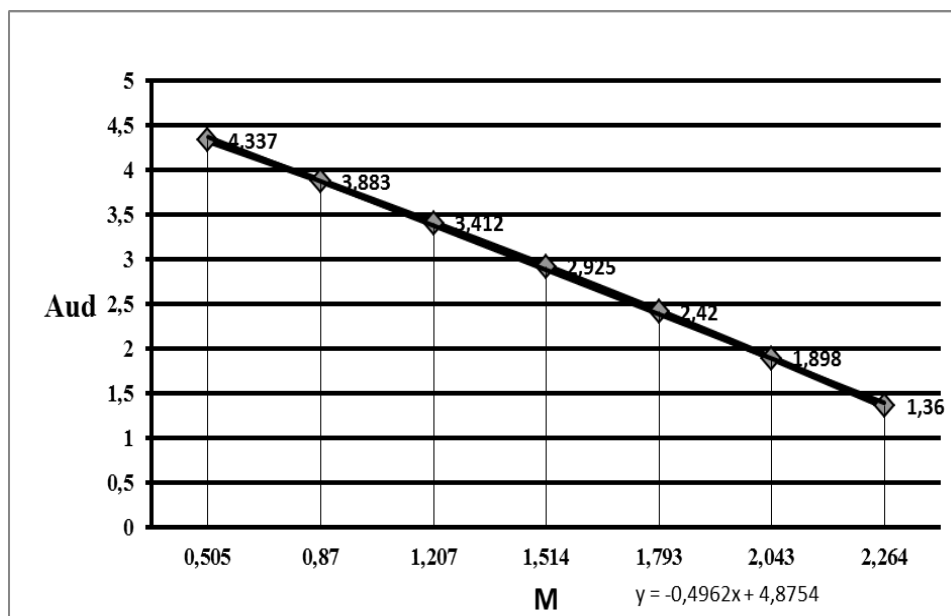


Рисунок 3 – Зависимость удельной энергии (кВт·ч/т) от модуля размола (мм)

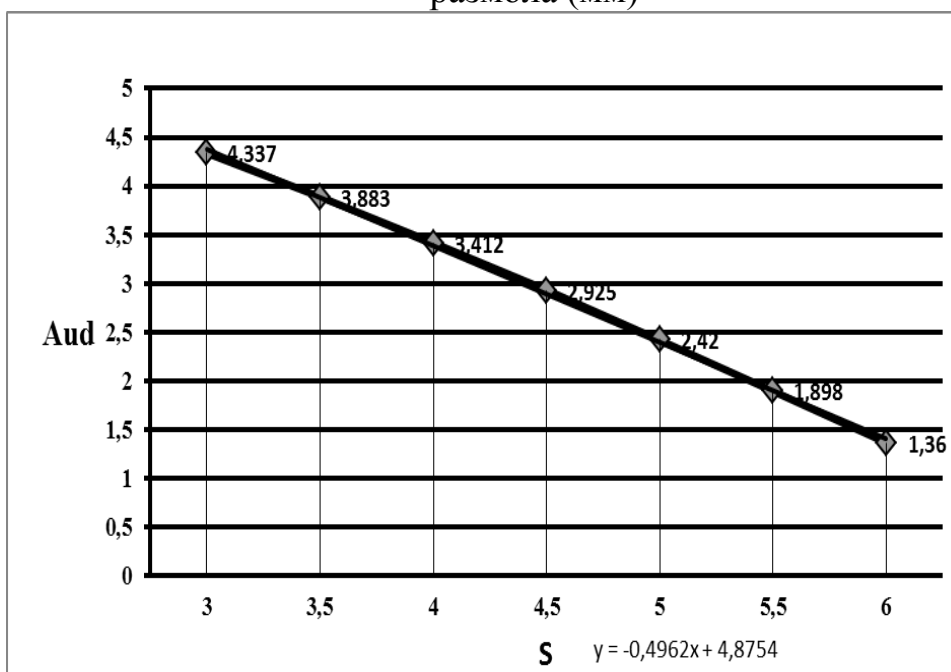


Рисунок 4 – Зависимость удельной энергии (кВт·ч/т) от зазора (мм) междискового пространства

Из рисунков 3-4 можно сделать заключение, что с увеличением зазора междискового пространства и получение продукта с большим модулем размола наблюдается падение удельной работы по прямой зависимости [3, 4].

Список литературы

1. Дружинин Р.А. Совершенствование рабочего процесса ударно-центробежного измельчителя//диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Воронеж, 2014 – 133 с.

2. Патент на полезную модель 171419 Российская Федерация, МПК В02С7/00. Ударно-центробежный измельчитель [Текст] / Труфанов В.В., Яровой М.Н., Дружинин Р.А., Золотарев А.М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ имени императора Петра I» (RU). – № 2016115464; заявл. 20.04.2016, опубл. 30.05.2017. Бюл. № 16. – 7 с.

3. Труфанов В.В. Совершенствование конструкции ударно-центробежного измельчителя / В.В. Труфанов, Р.А. Дружинин, А.М. Золотарев // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 67-й студенческой научной конференции. – Ч. II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 174-178.

4. Труфанов В.В. Устройство для измельчения сыпучих материалов / В.В. Труфанов, В.М. Опышко, Р.А. Дружинин и др. // Вестник Мичуринского филиала Российского университета кооперации: научно-производственный журнал. – Мичуринск: 2011. – №2– С.75–78.

УДК 631.363:636.086.5

Вендин Сергей Владимирович, д.т.н., профессор

Саенко Юрий Васильевич, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

**К РАСЧЁТУ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕЙ
ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА
К ОБОСНОВАНИЮ РАСЧЕТА АППАРАТА ВТОРИЧНОГО
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРОБИЛКИ**

Аннотация. Получены соотношения, связывающие угол заточки ножа с толщиной лезвия ножа и начальной высотой слоя. Толщина лезвия ножа и толщина слоя сжатия увязаны с прочностными свойствами материала, что позволяет оптимизировать параметры и размеры рабочих органов аппарата вторичного измельчения дробилки.

Ключевые слова: резание, режущая кромка ножа, пророщенное зерно.

Annotation. Relations are obtained that connect the angle of sharpening of the knife with the thickness of the knife blade and the initial height of the layer. The thickness of the knife blade and the thickness of the compression layer are correlated with the strength properties of the material, which makes it possible to optimize the parameters and sizes of the working organs of the secondary crusher.

Key words: cutting, cutting edge of a knife, sprouted grain.

Свиноводство – динамично развивающееся направление животноводства и один из главных источников мяса. При промышленном выращивании свиней ощущается большая необходимость в макро, микроэлементах и витаминах.

На свиноводческих комплексах круглый год животных содержат безвыгульно и выдают им только комбикорма. В этом случае у животных возникает недостаток в белке, питательных, минеральных веществах и витаминах [1].

Устранить указанный недостаток можно, если добавлять в комбикорм животным пророщенное зерно ячменя.

Согласно существующей технологии раздачи корма комбикорма на свиноводческий комплекс доставляют непосредственно с заводов, затем выгружают их в бункер для сухих кормов. Из бункера сухой комбикорм спиральным транспортером подают в бункер-накопитель, расположенный в помещении. Затем комбикорм с помощью тросово-шайбового транспортера, поступает в дозаторы и в кормушки.

Для наилучшего использования питательных веществ и витаминов рекомендуется проращивать зерно до величины ростков 1,5...2 см [1], затем высушить до влажности 12...14% и измельчить в дробилке [2] до размеров частиц 1...1,4 мм [3]. После чего пророщенное, высушенное и измельченное зерно поступает в спиральный транспортер, в котором происходит его перемешивание с комбикормом [4].

Пророщенное высушенное зерно является неоднородной массой (плотность и размеры неодинаковы). Поэтому для его измельчения необходимо использовать рабочие органы различных видов (молотки и ножи).

Для полного измельчения продукта, имеющего различные физико-механические параметры и геометрическую форму до установленных размеров, необходимо выполнять различными способами, предлагаем сначала осуществлять дробление, а затем резание [5, 6].

Поэтому измельчение пророщенного зерна нужно выполнять последовательно различными видами измельчающих устройств.

Нами предложена конструкция дробилки, которая осуществляет высокую степень измельчения пророщенного зерна. В дробилке применены два измельчающих аппарата. Аппарат первичного измельчения оснащён молотками, а вторичного измельчения – ножами.

Общее устройство и принцип работы предложенной дробилки подробно представлен в литературе [2].

Если процесс дробления зерна представлен в научной литературе подробно, то в вопросах измельчения ростков имеются пробелы.

Нами представлены результаты теоретических исследований по вопросу измельчения ростков пророщенного зерна.

Известно, что измельчение стебельной массы в большинстве случаев осуществляется резанием [6].

Учитывая теорию Василия Прохоровича Горячкина, полная работа, затрачиваемая на резание это сумма энергии затраченной на сжатие материала режущей кромкой ножа и на полезную работу – резание материала [6, 7]:

$$A_{\text{полн}} = A_{\text{сж}} + A_{\text{л}} \quad (1)$$

где $A_{\text{СЖ}}$ - энергия затраченная на сжатие продукта лезвием ножа, Дж;
 $A_{\text{П}}$ - энергия затраченная на полезную работу, Дж.

Зададим форму лезвия ножа в форме прямоугольника, тогда по рисунку 1, слагаемые уравнения (1), при резании слоя материала, запишем в виде уравнений [8].

Работа на сжатие определяется по формуле:

$$A_{\text{СЖ}} = l\delta\sigma h_{\text{СЖ}}, \quad (2)$$

где l - длина слоя материала вдоль лезвия ножа, м;

δ - заданная толщина режущей кромки ножа, м;

σ - допустимое напряжение на сжатие, Па;

$h_{\text{СЖ}}$ - высота слоя сжатия, м.

Полезная работа на резание может быть определена:

$$A_{\text{П}} = l(h - h_{\text{СЖ}})\tau(h - h_{\text{СЖ}}), \quad (3)$$

где τ - допустимое напряжение на срез, Па;

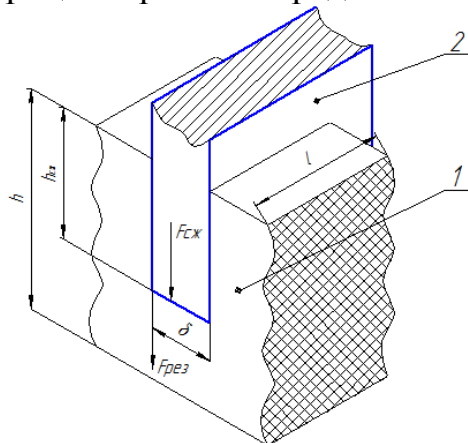
h - первоначальная высота слоя, м.

С учетом (1), (2), (3) получаем:

$$A_{\text{ПОЛН}} = l\delta\sigma h_{\text{СЖ}} + l(h - h_{\text{СЖ}})^2\tau, \quad (4)$$

Оптимальные условия резания будут формироваться при $A_{\text{ПОЛН}} \rightarrow \min$.

Расчетная схема процесса резания представлена на рисунке 1.



1 - материал; 2 – нож; h - первоначальная высота слоя, м; $h_{\text{СЖ}}$ - высота слоя сжатия, м;

δ - толщина лезвия ножа, м; l - длина слоя материала вдоль лезвия ножа, м; $F_{\text{рез}}$ - нормально направленная сила резания, Н;

Рисунок 1 - Расчетная схема процесса резания

Учитывая, что при резании количество затраченной энергии будет определяться величиной сжатия материала (высотой сжимаемого слоя $h_{\text{СЖ}}$), тогда теоретический минимум для $A_{\text{ПОЛН}}$ определим из выражения:

$$A'_{\min}(h_{\text{СЖ}}) = 0, \quad (5)$$

или

$$l\delta\sigma - 2l(h - h_{\text{СЖ}})\tau = 0. \quad (6)$$

Тогда оптимальная толщину режущей кромки ножа определим по выражению:

$$\delta = 2(h - h_{\text{сж}}) \frac{\tau}{\sigma}, \quad (7)$$

или

$$\delta = 2h \left(1 - \frac{h_{\text{сж}}}{h} \right) \frac{\tau}{\sigma}. \quad (8)$$

Результаты исследований и их обсуждение. С учётом полученного соотношения(8) были проведены численные расчеты влияния толщины слоя сжатия на толщину лезвия ножа.

На рисунке 2 изображена качественная зависимость толщины лезвия ножа от высоты сжимаемого слоя при значениях: $\tau = 0,8$ МПа; $\sigma = 30$ МПа; $h = 2 \times 10^{-3}$ м.

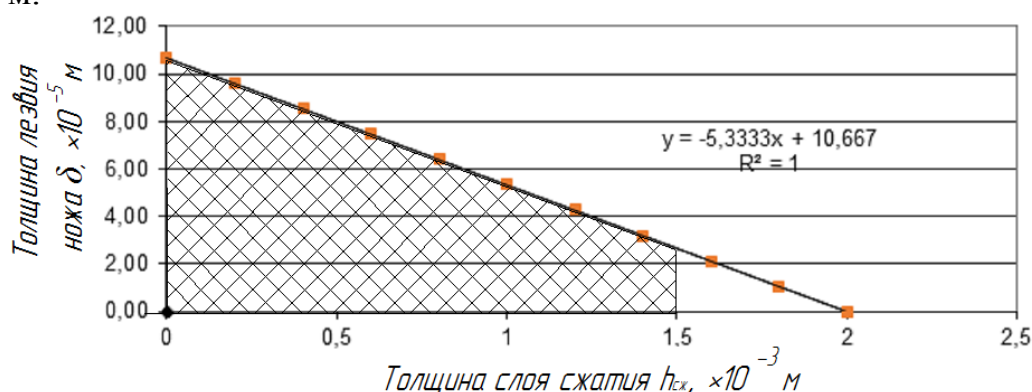


Рисунок 2 - Качественная зависимость толщины лезвия ножа от высоты сжимаемого слоя

Анализ показывает, что при увеличении толщины слоя сжатия $h_{\text{сж}}$ от 0 до 1,5 мм толщина лезвия ножа δ уменьшается с 0,00011 м до 0,000027 м.

Для получения указанной толщины режущей кромки лезвия на практике, выполняют затачивание лезвия ножа. В нашем случае значение толщины кромки лезвия ножа должно составлять менее 100 мкм для несжимаемого материала.

Угол заточки является важной характеристикой ножа. Схема для расчёта угла заточки представлена на рисунке 3.

Тангенс угла заточки γ определим по формуле:

$$\text{tg } \gamma = \frac{y_3}{z_3}, \quad (9)$$

где y_3 - толщина стачиваемого слоя у кромки лезвия ножа, м;

z_3 - длина участка заточки лезвия ножа, м.

Если принять длину заточки лезвия z_3 равной двойной толщине срезаемого слоя ($z_3 = 2h_{\text{сд}}$) получится:

$$\text{tg } \gamma = \frac{\Delta - \delta}{2h}, \quad (10)$$

где Δ - толщина лезвия ножа, м;

δ - заданная толщина режущей кромки ножа, м;

h - первоначальная высота слоя, м.

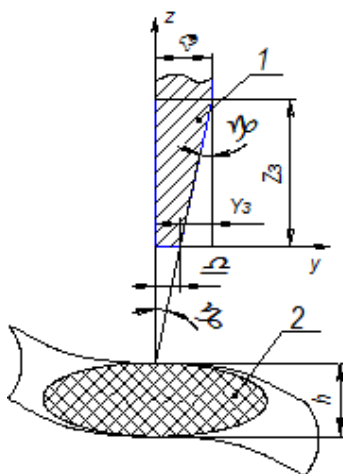
Угол заточки ножа рассчитаем из уравнения:

$$\gamma = \arctg \frac{\Delta - \delta}{2h}, \quad (11)$$

В результате проведенных расчетов определено, что при $\Delta = 0,002$ м; $\delta = 20 \times 10^{-6}$ м; $h = 0,004$ м; угол γ заточки ножа составит $14-17^\circ$.

При таком способе отсутствуют неизмельченные частицы ростков и корешков. Измельченная масса имеет средний размер частиц 0,9-1,1 мм, равномерность измельчения составляет около 98,82%.

С учётом полученных аналитических выражений были изготовлены ножи для аппарата вторичного измельчения, с помощью которых измельчали высушенное пророщенное зерно.



1 - нож; 2 - росток зерна; z_3 - длина заточки лезвия ножа, м; y_3 - толщина стачиваемого слоя у кромки лезвия ножа, м; h - первоначальная высота слоя; Δ - толщина лезвия ножа, м;

δ - заданная толщина режущей кромки ножа, м; γ - угол заточки ножа, град;

Рисунок 3 - Схема для определения угла заточки ножа

Выводы

Предложена методика расчета конструктивных параметров ножей для измельчения пророщенного зерна. Получены соотношения, связывающие угол заточки ножа с толщиной лезвия ножа и высотой первоначальной высоты слоя, толщину лезвия ножа с толщиной слоя сжатия, а также толщину лезвия ножа с прочностными свойствами материала. С увеличением толщины слоя сжатия от 0 до 1,5 мм толщина лезвия ножа δ уменьшается с 110 мкм до 27 мкм.

Полученные соотношения позволяют оптимизировать параметры и размеры рабочих органов аппарата вторичного измельчения дробилки.

Проведены экспериментальные исследования подтверждающие эффективность измельчения пророщенного высушенного измельченного зерна с помощью предлагаемой конструкции ножей аппарата вторичного измельчения.

Список литературы

1. Походня, Г.С. Свиноводство и технология производства свинины: Сборник научных трудов научной школы профессора Г.С. Походни (Специальный выпуск №2: Использование проращенного зерна в рационах свиней) [Текст]/ Г.С. Походня. – Белгород. – 2009. – 68 с.
2. RU 2493918 C1 B02C13/02 (2006.01) Дробилка пророщенного высушенного зерна / Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю., Немыкин В.А., Федорчук Е.Г. Заявка № 2012111904, заявлено от 29.03.2012; опубликовано от 27.09.2013. бюл. №27.
3. Шейко И.П. Свиноводство/ И.П. Шейко, В.С. Смирнов. – Мн. Новое знание, 2005. - С. 384.
4. RU 2493697 C1 A01K 5/02 (2006.01) Технологическая линия для подготовки к скармливанию пророщенного зерна/ Булавин С.А., Саенко Ю.В., Носуленко А.Ю., Немыкин В.А. – 2012102292; заявлено 23.01.2012; опубликовано 27.09.2013 бюл. №27.
5. Саенко, Ю.В. Обоснование частоты вращения ножей дробилки пророщенного зерна / С.В. Вендин, С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015. - №4. - С. 9-12.
6. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм/ С.В. Мельников. – Ленинград, Колос, 1978. – 560 с.
7. Вольвак С.Ф. Теоретическое обоснование затрат мощности на измельчение стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Вертий, Е.Е. Корчагина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - Майский: Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина. №1 (13) 2017. - с. 23-33.
8. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Вертий А.А., Корчагина Е.Е. Теоретическое обоснование затрат мощности на измельчение стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород: ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2017. – № 1 (13). – С. 23-32.

УДК 614.84

Бородина Елена Юрьевна, магистр

Высоцкая Елена Анатольевна, доктор биологических наук, профессор
Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ПОЖАРНОГО РИСКА

Аннотация: Для осуществления безаварийной работы и управления предприятием необходима не только реализация нормативных требований безопасности, но и проведение комплексного подхода к оценке факторов риска, одним из которых является риск возникновения пожара. В статье рассмотрены основные причины его происхождения и на примере технологиче-

ского оборудования конкретного предприятия ООО «Землянскомлоко» проведен их комплексный анализ, что позволяет снизить пожароопасный фактор к минимуму.

Ключевые слова: метод, опасность, пожарный риск, производственные факторы, система предотвращения пожаров, технологическое оборудование.

Summary. To carry out trouble-free operation and enterprise management, it is necessary not only to implement regulatory safety requirements, but also to carry out an integrated approach to the assessment of risk factors, one of which is the risk of a fire. In the article the main reasons of its origin are considered and on the example of the technological equipment of the concrete enterprise of LLC "Zemlyanskmoloko" their complex analysis is carried out, which allows to reduce the fire hazard factor to a minimum.

Keywords: danger, fire risk, production factors, fire prevention system, process equipment.

Для выработки досрочной стратегии управления пожарными рисками, а значит пожарной опасностью, необходимо выяснить, где и по каким причинам возникают пожары и где при пожарах гибнут люди. Основой управления пожарным риском является управление системой предотвращения пожара (СПП) и системой противопожарной защиты (СППЗ).

К факторам, влияющим на показатели риска, относятся факторы, изменяющие вероятность возникновения и масштаб последствий аварий [7].

При этом влияние ряда факторов носит объективный характер и слабо зависит от предупредительных действий людей.

К природно-климатическим факторам, например, относится длительное функционирование оборудования и трубопроводов при низких температурах окружающей среды в зимний период [1, 8].

К производственным факторам относятся:

- наличие значительного количества воспламеняющихся газов и горючих жидкостей на объекте;
- работа технологического оборудования под высоким давлением.

К факторам, зависящим от принимаемых решений и действий людей и способствующим снижению риска аварий относятся:

- полнота и уровень выполнения проектных решений по предупреждению, локализации и ликвидации последствий возможных аварий;
- повышение надежности оборудования (с учетом особенностей производственного процесса и внешних факторов), автоматизация технологических систем, оснащение оборудования средствами противоаварийной защиты;
- соблюдение требований промышленной безопасности при эксплуатации и ремонте ОПО;
- профессиональная и противоаварийная подготовка персонала и оперативность их действий при возникновении аварийной ситуации (наличие

дублированных систем раннего обнаружения возможных аварийных ситуаций, а также систем оповещения персонала);

- наличие системы аварийного реагирования, включающей наличие и отработку планов действий при возможных авариях,
- наличие аварийно- спасательных формирований в непосредственной близости от декларируемого объекта [4].

На рисунке 1 указаны основные причины возникновения пожаров [3].



Рисунок 1 – Основные причины возникновения пожаров

Эффективность вышеуказанных решений, в части влияния их на количественные показатели риска, оценивается экспертным методом. Риск травмирования и гибели персонала существенно зависит от времени нахождения людей на производственных участках.

На ООО «Землянскмолоко» содержится углекислота, жидкий и газообразный аммиак, имеются паровые котлы и баки под давлением. Потенциально опасных участков достаточно много и нельзя хоть к одному относиться небрежно.

Один из опасных факторов – содержание аммиака. На заводе аммиак используется в больших количествах в качестве хладагента. Несмотря на то, что аммиак относится к IV классу опасности (малоопасные вещества), при определенных условиях ущерб может оказаться существенным. Возникнуть ЧС с участием аммиака может в том случае, если будет нарушена герметичность баллонов, ресиверов, компрессоров, будет источник зажигания и окислитель. Учитывая, что предприятие достаточно старое, есть смысл не исключать тот факт, что оборудование может быть морально устаревшим, а это повышает вероятность возникновения ситуации, способной нанести ущерб персоналу и зданию в целом. Управление риском в данной ситуации подразумевает, что необходимо соблюдать ГОСТы и СанПиНы, которые регламентируют правильность эксплуатации технологического оборудования, соблю-

дать правила техники безопасности на рабочем месте, проводить проверку оборудования в срок. Все эти действия способны снизить риск возникновения ЧС в холодильно-компрессорном цехе с участием аммиака [9].

Так же должного внимания к себе требует котельная. В котельной находятся 3 одинаковых паровых котла с автоматическим датчиком давления.

Опасен этот участок тем, что, если произойдет взрыв хотя бы одного котла, ущерб будет достаточно существенным. Из-за возраста завода и отсутствия должного финансирования, здание котельной не перестраивалось согласно обновляемым требованиям стандартов. Учитывая, что это одноэтажное кирпичное здание, взрыв котла можно разрушить помещение полностью и привести к гибели людей.

Основными причинами взрывов котлов являются:

- 1) нарушение правил технической эксплуатации;
- 2) нарушение режима работы паровых котлов;
- 3) нарушение должностных инструкций;
- 4) нарушение требований безопасности из-за несоблюдения трудовой и производственной дисциплины обслуживающим персоналом;
- 5) дефекты и неисправности конструкторских узлов котлов и т.д. [6].

Нарушение вышеуказанных инструкций и правил приводит к следующим основным техническим причинам взрывов котлов:

- резкое падение уровня воды;
- превышение рабочего давления;
- неудовлетворительный водный режим котла;
- формирование накипи;
- наличие взрывоопасных дымовых газов.

В большинстве случаев количество аварий при работе паровых котлов происходит из-за резкого падения уровня воды в котле. Из-за снижения уровня воды ниже линии соприкосновения поверхности котла с горячими газами в его топочной печи стенки котла нагреваются выше критической температуры. В то же время механические свойства металла меняются, его прочность уменьшается, и под давлением пара стенок выдувается, что может привести к взрыву [10].

Чтобы предотвратить возможность понижения уровня воды ниже допустимого уровня, котлы должны быть оснащены автоматическими устройствами управления для верхнего и нижнего предельных уровней воды, автоматического отключения подачи топлива к горелкам, двух индикаторов прямого действия, двух независимых насосов с мощностью не менее 110% и мощностью котла.

Все котлы с давлением пара выше 0,07 МПа и мощностью более 0,7 т / ч должны быть оснащены автоматическими сигнализациями зуммера для более низкого уровня воды поплавкового типа. Котлы с камерным сжиганием топлива мощностью 0,7 т / ч и выше должны быть оснащены устройствами,

которые автоматически останавливают подачу топлива к горелкам, когда уровень воды опускается ниже допустимого уровня и при производительности 2 т / ч или более - автоматические регуляторами питания [5].

Таким образом, в результате проведенного анализа факторов, влияющих на величину пожарного риска, было установлено, что не соблюдение правил эксплуатации технологического оборудования, котлов и электроустановок ведет к риску возникновения пожара и человеческим жертвам на предприятии. Соблюдение на предприятии необходимых требований, проведение своевременных организационных и инженерно - технических мероприятий позволит снизить не только материальные потери, но и возможно исключить человеческие жертвы.

Список литературы

1. Андрианов Е.А. Практикум по безопасности жизнедеятельности / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Е.А. Высоцкая, А.С. Корнев – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2016. – 213 с.
2. Богданчиков И.Ю. Применение устройства для утилизации незерновой части урожая в условиях рязанской области [Текст] / И.Ю. Богданчиков // Материалы IV Междунар. научн. практ. конф. «Молодежь и наука XXI века» 16-20 сентября 2014 года : Сб. научн. тр. Том II. – Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. – С. 107-110.
3. Брушлинского Н.Н. Пожарные риски: основные понятия/ Н. Н. Брушлинского - М.: Национальная академия наук пожарной безопасности, 2008. – 46 с.
4. Высоцкая, Е.А. Проблемы обеспечения безопасности в отраслях агропромышленного сектора экономики [Текст] / Е.А. Высоцкая, Е.Ю. Бородин // Наука вчера, сегодня, завтра: материалы науч.-практ. конф. (Воронеж, [5-9 сентября 2016 г.]). – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016. – С. 201-204.
5. Высоцкая Е.А., Бородин Е.Ю. Анализ систем оповещения и обеспечения пожарной безопасности предприятия [Текст] / Е.А. Высоцкая, Е.Ю. Бородин // Современные научно-практические решения XXI века Материалы международной науч.-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016. – С. 2016. С. 19-24.
6. Иванов Ю.И. Оценка пожарного риска на производственных объектах / Ю.И. Иванов, В.А. Зубарева, Д.А. Беспёрстов, Н.А. Пашкевич // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2013. – 228 с.
7. Лысенко А.В. Проблемы совершенствования систем микроклимата рабочей зоны в перерабатывающих отраслях АПК / А.В. Лысенко, Е.А. Высоцкая // В сборнике: 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. Министерство сельского хозяйства РФ;

Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2015. – С. 103-105.

8. Майгуров А.С. Анализ вредных производственных факторов, воздействующих на работника, обслуживающего зерноочистительную технику и методы защиты от их воздействия/ А.С. Майгуров, Е.А. Высоцкая, А.С. Корнев // В сборнике: Молодежный вектор развития аграрной науки Материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. – С. 87-94.

9. Попов Н.А. Практикум по безопасности жизнедеятельности / Н.А. Попов, Е.А. Высоцкая, В.И. Писарев. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2015. – 200 с.

10. Федорова В.А. Статистический анализ производственного травматизма на предприятиях АПК (на примере ОАО «ЕКСЗ») / В.А. Федорова, В.В. Дубова, М.Э. Мерчалова // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы междунар. Науч.-практ. Конф., посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, д.т.н., заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I (Россия, Воронеж, 10 января 2017г.) – Ч. II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 215-219.

УДК 636.084.742:631.22.014.62-7

Путиенко Константин Николаевич, ст. преподаватель
Гетманов Андрей Андреевич аспирант
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ КОРМУШЕК

Аннотация. В статье обоснована необходимость применения очистителей кормушек на свиноводческих комплексах. Предложено устройство для очистки кормушек, позволяющее увеличить производительность процесса очистки, улучшить гигиену содержания и кормления животных.

Ключевые слова: процесс кормления, механизированная очистка кормушек, гигиена содержания животных, кормовые потери.

Annotation. The article substantiates the necessity of using feeder cleaners in pig-breeding complexes. A device for cleaning feeders is proposed, which allows increasing the productivity of the cleaning process, improving the hygiene of keeping and feeding animals.

Key words: process of feeding, mechanized cleaning of feeders, hygiene of animals, forage losses.

Получение продукции свиноводства на 60% зависит от корма, на 20% обусловлено параметрами микроклимата помещения и на 20% зависит от породы и генетического потенциала особей. Выдача кормов влажностью 70...75% позволяет повысить выход продукции до двенадцати процентов в

сравнении с кормлением сухими кормами. После поедания корма животными, в кормушках остаётся недоеденная масса, в которой могут развиваться микроорганизмы, вызывающие прокисание следующих порций корма [1].

Современные свиноводческие комплексы представляют собой здания, в которых применен безвыгульный способ содержания животных. Наиболее опасными являются инфекционные болезни. Для предотвращения инфекционных заболеваний животных, необходимо соблюдать меры по созданию необходимых условий содержания, ухода за поголовьем, кормления. Поэтому, наряду с традиционной дезинфекцией, дезинсекцией и дератизацией помещений, необходимо обратить внимание на снижение содержания патогенной микрофлоры возникающей в кормушках животных.

Вовремя выданный животным качественный корм является одной из основополагающих высокого иммунитета и хорошей продуктивности свиней. Для кормления свиней необходимо выдавать корма высокого качества.

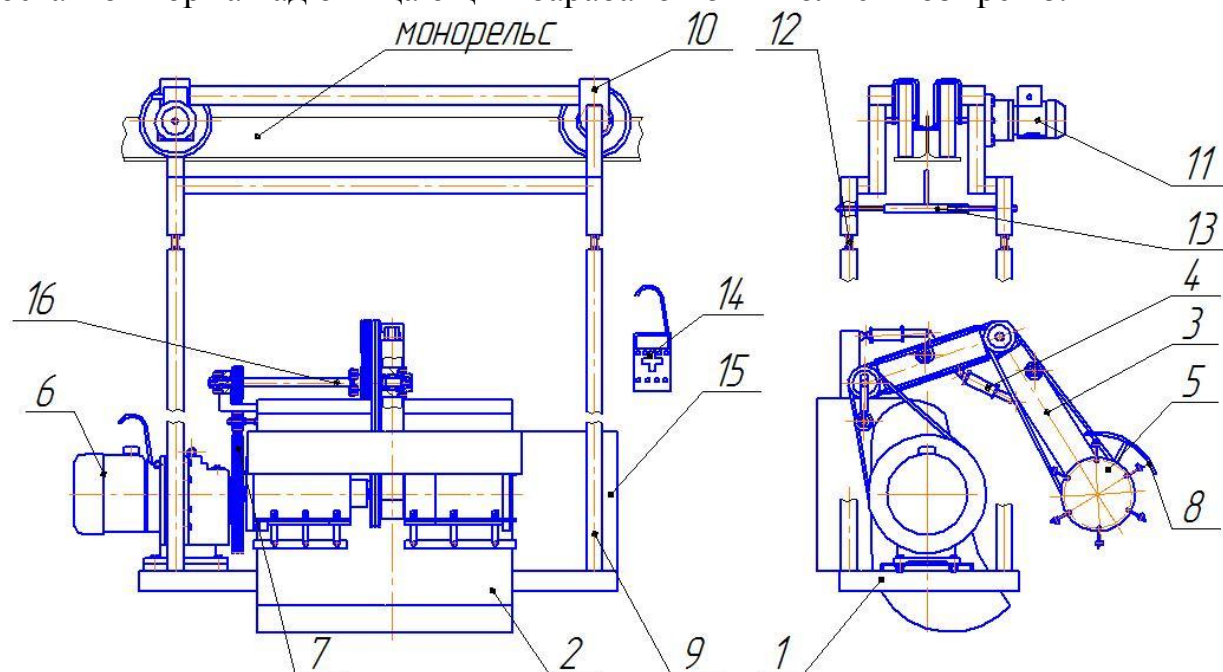
Кормление свиней можно представить в виде отдельных технологических операций: непосредственно раздача корма в кормушки и поедание корма животными. По завершению поедания корма в кормушках остаются: недоеденный корм, слюна и шерсть животных. Чтобы поддерживать санитарное состояние кормушек на высоком уровне, кормушки необходимо своевременно очищать. Чтобы кормушки легко поддавались очистке они должны быть выполнены из гладкого прочного материала. Материал кормушек должен быть устойчивым к воздействию корма и средств химической очистки и не выделять в корма химические элементы [2].

При загрязнении кормов остатками недоеденного корма, шерстью самих животных, слюной, фекалиями, землей, песком, илом и т. д. качество кормов сильно ухудшается, а в отдельных случаях корма становятся непригодными для скармливания. Такие корма загрязняют желудочно-кишечный тракт и приводят к серьезным желудочно-кишечным расстройствам. Это способствует запорам, коликам, некрозу слизистой оболочки и в отдельных случаях животное может погибнуть.

На современных свиноводческих комплексах кормушки практически не чистят, или производят очистку, либо вручную скребками, или под давлением водой, для этого нужны дополнительные затраты труда. В настоящее время ведение животноводства, и в частности свиноводства, направлено на получение экологически чистой продукции. Поэтому исследования, направленные на разработку механизированных очистителей кормушек, являются весьма важными и актуальными.

Предлагаемое устройство для очистки кормушек (рисунок 1) [3, 4] состоит из рамы 1 на которой выполнен бункер 2 для сбора остатков корма. Посередине бункера выполнена стрела 3. Для осуществления подъема и опускания стрелы выполнены шарнирные соединения. Стрела 3 выполнена с возможностью поднятия и опускания с помощью силовых гидроцилиндров 4. Одной стороной стрела закреплена на раме 1, на противоположном конце

стрелы 3 выполнен очищающий барабан 5. Для осуществления вращения очищающего барабана 5 на раме 1 установлен мотор-редуктор 6. Крутящий момент от мотора-редуктора 6 к очищающему барабану 5 передается при помощи ременной передачи 7. Для предотвращения возможного разбрасывания остатков корма над очищающим барабаном 5 выполнен козырек 8.



1-Рама; 2-бункер для остатков корма; 3-стрела; 4- гидравлические цилиндры; 5-барабан очищающий; 6-мотор-редуктор; 7-передача ременная; 8 - козырек; 9 - стойка; 10 - тележка; 11 - мотор-редуктор; 12-проставка демпфирующая; 13-стяжка; 14 - пульт управления; 15 - элементы управления; 16 - вал;

Рис. 1. Устройство для очистки кормушек

Устройство для очистки кормушек опирается тележкой на монорельс, который установлен в помещении. По краям рамы 1 установлены четыре стойки 9, которые закреплены за тележку 10.

Для осуществления передвижения агрегата от одной кормушки до другой на тележку 10 установлен мотор-редуктор 11. Для осуществления демпфирования очищающего барабана 5 при взаимодействии с кормушкой стойки 9 выполнены разрезными и соединены между собой через проставки из пружин 12.

Принцип работы устройства для очистки кормушек заключается в следующем. Устройство движется по монорельсу, поравнявшись с кормушкой мотор-редуктор 11 отключается. Далее включается мотор-редуктор 6 и очищающий барабан 5 вращается. Затем при помощи силовых гидроцилиндров 4 стрела 3 с закрепленным очищающим барабаном 5 опускается, и козырек 8 отклоняет подвижную часть бокса находящаяся над кормушкой (на рисунке не показана) в сторону бокса до соприкосновения щеток с кормушкой. Жесткий удара очищающего барабана 5 о кормушку предотвращается демпфирующей проставкой. В процессе вращения очищающего барабана остатки кор-

ма щетками удаляются с поверхности кормушки и попадают в бункер 2.

Предложенная конструкция очистителя кормушек увеличивает производительность и повышает качество очистки кормушек, более тщательное удаление остатков недоеденного корма и предотвращение его закисания и засыхания на стенках кормушки. Расположение стрелы посередине очищающего барабана позволит тщательно убирать остатки корма по краям кормушки.

Выводы

Получение продукции свиноводства на 60% зависит от корма, на 20% обусловлена параметрами микроклимата помещения и на 20% зависит от породы и генетического потенциала особей. Выдача кормов влажностью 70...75% позволяет повысить выход продукции до двенадцати процентов в сравнении с кормлением сухих кормов. После поедания корма животными в кормушках находятся кормовые остатки, в которых могут развиваться микроорганизмы, вызывающие прокисание корма.

Ручная уборка остатков корма сопряжена с большими затратами труда и не позволяет своевременно убирать остатки корма. Несвоевременная и некачественная уборка остатков корма также создает благоприятные условия для развития микробов и болезнетворных бактерий в кормушках. Таким образом получаем дальнейшее поедание свиньями некачественного корма. Все это может привести к заболеваниям животных, к увеличению их падежа.

Наибольшее распространение получили полукруглые кормушки, которые легко приспособить к механизированной очистке. Наиболее перспективным для поддержания гигиены кормушек служит «Устройство для очистки кормушек».

Список литературы

1. А.Ф. Пономарев Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства / Белгород, БелГСХА, под общей редакцией д. с-х н. профессора Г.С. Походни, 2003, С. 616.
2. Коновалов В.В. Повышение эффективности средств механизации приготовления и выдачи кормосмесей в свиноводстве// автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Коновалов В.В.; – Пенза 2005. – 39 с.
3. RU 2436294 С2 Устройство для очистки кормушек/ Булавин С.А., Саенко Ю.В., Сахнов А.В., Саенко С.В. Заявка 2010102747/13, 27.01.2010 Оpubл. 20.12.2011.
4. RU 2446680 С1 Устройство для очистки групповых кормушек/ Булавин С.А., Саенко Ю.В., Головин А.В., Саенко Т.В. Заявка 2010142516/21, 18.10.2010 Оpubл 10.04.2012.

Терехов Дмитрий Юрьевич, студент

Королев Александр Иванович, к.т.н.

Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГЕРМАНИИ

Аннотация. В статье рассматривается принцип работы и технологии строительства дорог в Германии. Рассказываются все тонкости, описываются процессы и технология укладки и ремонта дорог. Так же рассмотрена экономическая составляющая производства дорог в Германии и перенос стоимости на дороги России. В статье сравнивается дорожное полотно уложенное в Германии и в России.

Ключевые слова: дорога, Германия, цементобетон, асфальт, строительство.

Summary. The article deals with the principle of operation and technology of road construction in Germany. All subtleties are described, processes and technology of stacking and repair of roads are described. The economic component of road production in Germany and the transfer of value to the roads of Russia are also considered. The article compares the roadbed laid in Germany and in Russia.

Key words: road, Germany, cement-concrete, asphalt, construction.

Как известно, проблемы качества автомобильных дорог всегда вызывало недовольство со стороны автомобилистов. Большое количество не качественно положенного полотна, массовый ямочный ремонт по всей территории Российской Федерации и только крупные города могут частично похвастаться состоянием своих дорог. Из года в год, отправляя автомобиль на диагностику подвески и последующий ремонт, мы ругаем наши дороги и наше государство, вспоминаем про дороги за рубежом и мечтаем, что когда ни будь и мы сможем ездить по автобанам немецкого качества с высокой скоростью и не переживать за подвеску автомобиля. Чем же так отличается немецкие автобаны от «наших» дорог? Как их делают и действительно ли они такие крепкие, как мы привыкли считать. В Данной работе мы попробуем разобраться в чем принципиальная разница укладки дорог и почему наше государство не может обеспечить нам дороги такого же высокого уровня, что и за рубежом, а в частности в сравнении с немецкими автобанами.

В переводе с немецкого «автобан» - это «дорога для автомобилей». Однако эта дорога опутывает всю страну и является целой системой шоссе. То что эти дороги являются скоростными и безопасными нельзя не подтвердить, но что касается технологии, в Германии подход к строительству дорог сильно отличается от нашего. На западе все чаще и чаще начинают строить дороги не из асфальта, а из цементобетона. Рассмотрим процесс строительства

знаменитых автобанов на примере участка трассы A5.



Рисунок 1 – изношенное полотно на участке трассы A5 в Германии

На рисунке 1 представлена дорога, построенная еще в 90-е года. Нельзя сказать, что эта дорога выглядит ужасно и даже при желании ее не возможно оценить на почти 30 летний срок службы. Однако данное фото сделано на участке именно 30 летней давности, на котором в течении этого времени ни проводилось ремонта. Можно удивиться и сказать что подобное просто невозможно. Но это факт, дороги в германии служат десятилетиями без вмешательства дорожно-ремонтных служб. А около Берлина сохранились участки, построенные еще в тридцатые годы, и служащие по сей день [2].

Но любая дорога рано или поздно требует ремонта. На участке трассы A5 к ремонту дорожного полотна подошли основательно. Трассу не стали ремонтировать используя технологии ямочного ремонта. Участок, требуемый ремонта, полностью перекрыли, организовали безопасные съезды с данного участка дороги и максимально обезопасили водителей от ошибки (рисунок 2).



Рисунок 2 – Организация сведения потоков при ремонте одного из направлений на участке A5

Капитальный ремонт дороги в Германии по сути представляет собой постройку абсолютно нового участка. Бригады трудятся на объекте по 12 часов в день, и за день укладывают от 700 до 1000 метров новой дороги. Рассмотрим технологию укладки такой дороги.

Автобан представляет собой поверхность, сложенную из нескольких слоев материала. Первый слой является морозоустойчивым основанием, его толщина составляет 25 см и он состоит из щебня и песка, сверху основания укладывается цементобетон толщиной 27 см, а финальная обработка может быть любой. Ее заказчик выбирает по своему усмотрению. На данном участке финишным слоем является слой бетона с обнаженным наполнителем.

Теперь более детально рассмотрим процесс строительства дороги. На подготовленную и укатанную поверхность укладывают слой текстильного полотна – геотекстиль. Это полотно служит для разделения слоев и так же выполняет дренажную функцию. Перед началом укладки первого слоя, полотно поливают водой, тем самым не давая ему сместиться при укладывании первых и последующих слоев. Перед укладкой привозятся материалы, которые будут использоваться. Это два вида бетона, для верхнего и нижнего слоя покрытия. Материал подвозят со специального мобильного завода, который располагают вблизи строящегося участка. Привезенные материалы сгружают на ремонтируемый участок, и специальная техника начинает разравнивать и укладывать все содержимое по ширине дороги.



Рисунок 3 – процесс укладки верхнего слоя автобана

Весь процесс выглядит очень занятно и экономично. Самыми первыми идут грузовики, сгружающие цементобетон на заранее укрепленный и смоченный текстиль, следом за ними идет первая укладочная машина, которая укладывает нижний слой покрытия, следом за ней движется техника, для укладки верхнего слоя и заключает строй машина, наносящая защитное пленкообразующее средство и придает полотну готовую форму и текстуру

(Рисунок 4). Продольные швы также укрепляются анкерами. Дюбелями фиксируют положение плит в вертикальной плоскости и распределяют нагрузку между соседними плитами. Анкеры используют, чтобы не дать разойтись или сдвинуться плитам вдоль продольных швов. На участке работает минимум людей. Их работа заключается в контроле техники. Физический труд выполняют только машины, человек отвечает только за ее функционал. Обычно на объекте не работает больше 15 человек. Помимо контроля работы техники, человек так же контролирует качество положенного полотна. Немцы делают это с особой скрупулезностью и не закрывают глаза на допущенные ошибки.



Рисунок 4 – Процесс укладки верхнего слоя полотна

Следующий этап – нарезка деформационных швов. Это делается сразу после финишной обработки уложенного покрытия. Швы делаются для того, чтобы избежать растрескивания полотна из-за нагрузки, в результате чего это может вызвать разрушение дороги. После всех манипуляций, на дорогу нанесут разметку, установят специальные шумовые полосы и светоотражатели на границе с обочиной. И после всех манипуляций дорогу откроют для общего пользования [1].

Что касается экономической части, то тут все не так просто. Проект по ремонту участка длиной в 10 километров (3 полосы и обочина) стоит порядка 20 миллионов евро. Таким образом, 1 километр дороги стоит 2 миллиона евро. В России 1 км ремонта федеральной трассы стоит 850 тысяч евро, при том, что дороги в нашей стране уже. На первый взгляд, кажется, что укладывать бетонное покрытие совершенно не выгодно. Но нормативный срок службы бетонного шоссе составляет 30 лет, а нормативный срок службы асфальтового покрытия 13-15 лет. Но современные технологии не стоят на месте. В Европе цена бетонного покрытия практически сровнялась с ценой покрытия из асфальта, что делает бетонное покрытие предпочтительнее асфальтового. Но помимо цены есть еще несколько минусов бетонного полотна. Асфальтовое полотно готово к эксплуатации уже через 8 часов после

укладки, в то время как бетонное покрытие станет пригодным для эксплуатации только через несколько дней, после полного застывания бетона. Так же если основное полотно приходит в негодность, то ямочным ремонтом тут не обойтись. Придется менять целую плиту. Однако дорога спроектирована так, что покрытие распределяет нагрузку на большую площадь и автобан не деформируется под воздействием грузовиков.

Как удалось выяснить, бетонная дорога хоть и имеет некоторые недостатки, но за счет своей долговечности компенсируют все свои минусы. В России имеются все те же технологии и мы полностью готовы делать подобные дороги, но затраты на данные работы отпугивают государственных деятелей, особенно учитывая протяженность дорог в России по сравнению все с той же Германией [3].

Список литературы

1. Как строят дороги в Германии: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pikabu.ru/story/kak_stroyat_dorogi_v_germanii_5366844 (дата обращения: 15.10.17)
2. Беленький А. Как строят дороги в Германии и почему так не делают у нас: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://macos.livejournal.com/1609118.html> (дата обращения 12.10.17)
Как строят дороги в германии. Пример для подражания: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://interesno.cc/article/3603/kak-strojat-dorogi-v-germanii-primer-dlja> (дата обращения: 10.10.17)

УДК 629.039.58; 614.8

Высоцкая Елена Анатольевна, д. биол. н., профессор
Кондаурова Мария Николаевна, магистрант
Немцова Лилия Юрьевна, магистрант
Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Современное сельское хозяйство не обходится без инноваций в техническом и технологическом обеспечении различных процессов производства продукции растениеводства и животноводства. Однако, чем эффективнее работает агроинженерная система, тем тщательнее необходимо подходить к вопросам обеспечения безопасности. В статье приводится анализ опасностей, возникающих в процессе трудовой деятельности работников АПК, причин их появления, средств и методов защиты.

Ключевые слова: агроинженерная система, безопасность, механиз-

ция, пожарная безопасность, сельскохозяйственная техника, средства защиты.

Abstract. Modern agriculture is not without innovations in technical and technological support of various processes of crop production and livestock. However, the efficient agricultural system, the more carefully you need to approach the security issues. The article provides an analysis of the hazards arising in the course of employment of agribusiness employees, the reasons for their appearance, means and methods of protection.

Key words: agricultural system, security, mechanization, fire safety, agricultural machinery, means of protection.

Современное производство сельского хозяйства имеет неразрывную связь с интенсивной эксплуатацией и использованием сельскохозяйственной техники, являющейся в развитии сельхоз производства одним из самых совершенствуемых направлений. В этой области ведутся внедрение и исследования новейших образцов аграрных машин, идет разработка систем автоматического управления сельхоз агрегатами, уникальные приводы уборочных машин, усовершенствуются уже существующие разновидности техники, вводятся ресурсосберегающие технологические процессы. В настоящий период, создание многофункциональных и экономичных единиц техники, которые позволяют механизировать буквально каждый аграрный процесс, осуществилось благодаря стремлению к росту производительности сельхоз машин.

Агроинженерной системой является комплекс технических объектов, механизаторов, средств технического обслуживания, инженерно-технических рабочих, имеющих общие цели – обеспечение животноводческого и растениеводческого производства, или надежности машин. Это определение свидетельствует, что в соответствии с ГОСТ 27.004-85 [9] агроинженерная система - это разновидность технологической системы. Такие службы фермерских хозяйств, сельских предприятий, РТП и агрохолдингов, как инженерно-технические, будут примерами агроинженерных систем.

Техническое преобразование предприятий АПК, их механизация, компьютеризация, автоматизация, возникновение новых разновидностей энергии (плазменной, атомной), широкое использование электроэнергии и химизация производства сельского хозяйства сыграют главную роль в облегчении труда. Благодаря применяемой технике идет существенное расширение возможностей человека и в то же время безопасности труда возрастают требования [1, 2].

Для создания безопасных и здоровых условий труда требуется проведение широкого комплекса мероприятий, имеющих различный характер [6].

Анализ показал, что главной причиной производственных травм, аварий, профессиональных заболеваний, несчастных случаев является пренебрежение требованиями безопасности, незнание человека техногенных опасностей и способов защититься от них. При этом во многих случаях человеческий фактор будет является основной причиной, по которой возникли ава-

рии. Исследование опасностей деятельности труда, причин их появления, средств и методов защиты должно быть одним из главных элементов по профессиональной подготовке рабочих разного уровня [10,11].

Основываясь на рекомендациях по управлению безопасностью труда и указаниях вышестоящих ведомств, учитывая специфику аграрного производства в хозяйствах, организациях и на предприятиях, разрабатывается документация, служащая организационно-нормативной базой с целью функционирования и построения системы по управлению охраной труда.

Так как оснащение предприятий АПК представляет собой сложные орудия, машины и агрегаты, для безопасной работы на них потребуются соответствующие знания.

При организации, выполнении и проектировании технологических процессов ГОСТ 12.3.002-75 [8] и ОСТ 46.0.141-83 [12] обязательно предусматривать:

- предотвращение прямого контакта рабочих с исходными материалами, отходами и заготовками производства, оказывающими вредные или опасные действия;
- комплексную механизацию и автоматизацию при наличии вредных или опасных производственных факторов;
- систему управления и контроля технологическим процессом, которая обеспечивает защиту рабочих, и аварийное выключение производственного оборудования;
- своевременное обезвреживание и удаление производственных отходов, которые являются источниками и вредных опасных производственных факторов.

Без широкого использования современных средств предотвращения несчастных случаев проблему по борьбе с производственным травматизмом решить невозможно [3].

Технические средства по обеспечению безопасности являются одним из результативных средств защиты рабочих, они выполняют: автоматический контроль целостности границ зон охраны объекта, блокирование угроз, обеспечение возможности визуального дистанционного контроля, оперативное изменение степени защищенности охраняемого объекта (например, блокировка при пожаре), автоматическое протоколирование несанкционированных модификаций в зонах охраны объекта, информирование о попытках несанкционированного доступа физической охраны. Необходимый объем физической охраны стремительно возрастет при отсутствии обеспечения технической безопасности.

Безопасную работу на современной сельхоз технике можно обеспечить благодаря оградительным, предохранительным и блокировочным устройствам, системой дистанционного управления, сигнализацией, периодическим контролем исправности предохранительных средств и использованием средств персональной защиты [13].

Благодаря надежности и простоте оградительные устройства находят достаточно широкое использование в сельскохозяйственном оборудовании для изоляции зон, представляющих опасность, и машинах. Оградительное устройство может создать преграду между работником и опасными факторами, а также надежно защищает рабочего вне зависимости от его правильности или неправильности действий. Также ограждения могут послужить защитой при облетании искр, стружки, частей инструмента и деталей. При необходимости оградительное устройство можно использовать для предотвращения запыленности и загазованности рабочего места.

В соответствии с существующими требованиями безопасности, ни одно оборудование, машина или станок не могут быть пригодными для работы, если на случай аварийных режимов они не имеют предохранительные защитные устройства. За основу предохранительных устройств взят принцип при выходе за допустимые пределы контролируемого параметра (давление, усилие, перемещение, температура и т. д.) отключать оборудование. Конструктивное оформление и принципиальные решения предохранительных устройств различны и зависят от специфик технологического процесса и данного оборудования.

Сигнализация является одним из эффективных средств по обеспечению безопасности. Она имеет широкое применение в современной аграрной технике. Сигнализация по функциональному назначению подразделяется на: аварийную (оповещение о возникновении угрожающего режима работы), предупредительную (извещение о необходимости соблюдать требования безопасности труда, регулирование движения транспорта), переговорную (оперативная связь среди группы людей, которые обслуживают один агрегат или механизм, условными сочетаниями зрительных и звуковых сигналов) и контрольную (контроль процессов на производстве по заданным параметрам давления, температуры, уровня жидкости и т. п.).

Сигнализацию по способу действия используют следующих видов: цветную, световую, знаковую и звуковую.

Средства безопасности, как и каждое техническое устройство, требуют периодического контроля за надежностью и прочностью конструкции. Надежность и прочность являются неперенными условиями безопасности. Прежде всего это касается источников повышенной опасности, таких, как грузоподъемные механизмы, транспортные средства (автомобили, тракторы), сосуды и котлы, которые работают под давлением, электрический ток и т. п. [3].

Неожиданное разрушение деталей или частей в механизмах, связанных с перегрузкой или нарушением регулировок, приводит к серьезным авариям. Для предотвращения аналогичных ситуаций при эксплуатации оборудования предусматривается периодический контроль средств защиты и рабочих органов на выполнение требований безопасности [4].

Операции по контролю выполнения требований безопасности осуществляются, как на стадии технического обслуживания, так и при проведении специальных испытаний по профилактике. В системе технического сервиса машинно-тракторного парка необходимо предусматривать определенный ряд операций, предупреждающих появление опасных или аварийных ситуаций при работе. К подобным операциям относятся: проверка и проведение регулировок определенных механизмов (рулевого управления, тормозов, муфты сцепления, механизма поворота гусеничного трактора, давления в шинах и т.д.), контроль крепления механизмов ходовой части, проверка работы контрольно-измерительных приборов и средств сигнализации.

Профилактические проверки, как правило, выполняются после ремонта оборудования или монтажа, а также через установленный период времени. Целью испытания является выявить, соответствует ли установка полностью или определенные ее части требованиям герметичности, прочности, есть ли возможность ее безопасной эксплуатации [5].

При обеспечении безопасности агроинженерных систем необходимо уделять особое внимание пожарной защите. При пожаре вредными и опасными факторами, воздействующими на животных и людей, являются: повышенная температура окружающих предметов и среды, открытый огонь, дым, токсические продукты горения, обрушение строительных конструкций, пониженная концентрация кислорода, при взрыве – ударная волна, вредные вещества и разлетающиеся части.

По ГОСТ 12.1.004-91 [7] и ФЗ № 123 [14] пожарная безопасность объекта обеспечивается системой противопожарной защиты, системой предупреждения пожара и организационно-техническими мероприятиями.

Система противопожарной защиты включает: использование соответствующих видов пожарной техники и средств пожаротушения; применение индивидуальных и коллективных средств защиты от опасных факторов пожара, использование автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации, применение пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесение на их поверхности огнезащитных красок, использование конструкции объектов с регламентированными пределами горючести и огнестойкости, эвакуацию животных и людей, систему противодымной защиты.

Ограничения по распространению пожара за пределы очага обеспечиваются благодаря:

- устройствам противопожарных отсеков, преград;
- устройством аварийного переключения и отключения установки коммуникаций;
- применением средств, которые предотвращают растекание и разлив жидкостей при пожаре;
- применением огнепреграждающих устройств в оборудовании.

В каждом объекте должно иметься расчетное число эвакуационных выходов и путей со звуковым оповещением, световыми указателями, и сигнали-

зацией о начале пожара.

К организационно-техническим мероприятиям, которые обеспечивают пожарную безопасность стоит отнести: организацию службы пожарной охраны, порядка ее работы по оперативному и профилактическому обслуживанию пожароопасных объектов (складов хранения кормов, животноводческих комплексов) и ее технической оснащенности; паспортизацию веществ, изделий, материалов, технологических объектов и процессов в части обеспечения пожарной безопасности, подготовку и обучение кадров пожарной охраны; обучение и проведение инструктажей ответственных лиц, рабочих массовых профессий, населения и разнорабочих правилам пожарной безопасности; разработку противопожарных инструкций; массовую противопожарную пропаганду среди населения.

С целью обеспечения взрывной и пожарной безопасности сельскохозяйственных сооружений, складов, предприятий, зданий при проектировании, эксплуатации и строительстве их размещают, исходя из пожарной опасности, используемых в них, технологических процессов и материалов. Производства в зависимости от склонности к возгоранию хранимых или применяемых в них веществ и материалов по взрывопожарной, взрывной опасности в соответствии СП 12.13130.2009 [13] делят на пять категорий: А, Б, В, Г и Д.

При выборе пожаро- и взрывоопасного электрооборудования по ПУЭ следует учитывать температуру вспышки веществ, категорию производств, взрывоопасные и пожароопасные зоны, пределы взрываемости смеси.

Проектирование и строительство производственных комплексов должно осуществляться с соблюдением санитарных норм, с использованием типовых проектов и пожарных зооветеринарных и других требований.

В агроинженерных системах эффективными способами защиты при пожаре являются: огнетушители, вода, механические средства войлок, брезент, песок, земля, установки пожарной сигнализации и др.

Таким образом, применяя различные средства и способы защиты и обеспечения безопасности агроинженерных систем, возможно не только предупредить, но и снизить к минимуму негативные последствия негативных факторов, в т.ч. пожароопасных.

Список литературы

1. Андрианов А.А. Безопасность жизнедеятельности в выпускных квалификационных работах студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 (190600) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль подготовки бакалавров «автомобили и автомобильное хозяйство» Андрианов А.А., Андрианов Е.А., Высоцкая Е.А., Мерчалова М.Э., Писарев В.И., Попов Н.А. Воронеж, 2014.
2. Андрианов Е.А. Практикум по безопасности жизнедеятельности Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Высоцкая Е.А., Корнев А.С. уч.пос. для студ. высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 38.03.07 (100800.62) -

"Товароведение" и 35.03.07 (110900.62) - "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" / Под общей редакцией Е.А. Андрианова. Воронеж, 2016.

3. Высоцкая Е.А. Проблемы обеспечения безопасности в отраслях агропромышленного сектора экономики Высоцкая Е.А., Бородин Е.Ю. В сборнике: Наука вчера, сегодня, завтра Матер. науч.-практ. конф. Воронеж, ВГАУ-2016. С. 201-204.

4. Высоцкая Е.А. Негативное воздействие систем кондиционирования воздуха на организм человека Высоцкая Е.А., Корнев А.С., Полковников Е.В. В сборнике: Наука вчера, сегодня, завтра Материалы научно-практической конференции. 2016. С. 212-217.

5. Высоцкая Е.А. Инновационные разработки оптимизации и нормирования освещения рабочих мест в отраслях АПК Высоцкая Е.А., Полковников Е.В., Корнев А.С. В сб.: Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве. Матер. междуна. науч.-практ. конф., ВГАУ: Воронеж.- 2017. С. 118-124.

6. Вяльцева К.Ю. Способы и средства нормализации параметров микроклимата помещений Вяльцева К.Ю., Высоцкая Е.А. В сб.: Молодежный вектор развития аграрной науки. Воронеж, ВГАУ, 2015. С. 105-109.

7. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1) URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt> - [Электронный ресурс] (Дата обращения 20.10.2017).

8. ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2) URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007336> - [Электронный ресурс] (Дата обращения 20.10.2017).

9. ГОСТ 27.004-85 Надежность в технике (ССНТ). Системы технологические. Термины и определения URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200009412> - [Электронный ресурс] (Дата обращения 20.10.2017).

10. Майгуров А.С. Анализ вредных производственных факторов, воздействующих на работника, обслуживающего зерноочистительную технику и методы защиты от их воздействия Майгуров А.С., Высоцкая Е.А., Корнев А.С. В сборнике: Молодежный вектор развития аграрной науки Материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. С. 87-94.

11. ОСТ 46.0.141-83 "ССБТ. Процессы производственные в сельском хозяйстве. Общие требования безопасности" URL: https://dnaop.com/html/32136_2.html - [Электронный ресурс] (Дата обращения 20.10.2017).

12. Полковников Е.В. Проблема выбора осветительных ламп для производственных помещений Полковников Е.В., Высоцкая Е.А., Корнев А.С. В сборнике: Молодежный вектор развития аграрной науки Материалы 67-й студенческой научной конференции. 2016. С. 374-376.

13. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N

1) URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> - [Электронный ресурс] (Дата обращения 20.10.2017).

ФЗ № 123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 29 июля 2017 года) URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> - [Электронный ресурс] (Дата обращения 20.10.2017)

УДК 631.3:636(0758)

Рудавин Иван Михайлович, магистрант

Галкин Егор Алексеевич, доцент, к.т.н

Андрианов Евгений Александрович, д. с.-х. н., профессор

Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

ОЦЕНКА ГЕРМЕТИЧНОСТИ КАБИНЫ МОБИЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы оценки герметичности кабины мобильных энергетических средств, методика исследования герметичности кабины, дается определение герметичности кабины по избыточному давлению воздуха в ней, создаваемого вентилятором системы нормализации микроклимата, и «эквивалентному отверстию».

Ключевые слова: система вентиляции, запыленность, загазованность, герметичность кабины, микроклимат.

Annotation. The article considers evaluation of the tightness of the cabin of agricultural tractors, the methodology of the study the tightness of the cabin, the definition of the tightness of the cabin at the pressure of air generated by the fan system of normalization of the microclimate, and the "equivalent aperture".

Key words: ventilation, dust, fumes, cabin pressure, climate.

Кабина мобильного энергетического средства является пассивным средством, выполняющим функцию изоляции рабочей зоны оператора мобильного энергетического средства от внешней среды.

Оборудование кабины системами вентиляции позволяет создавать на рабочем месте тракториста допустимые параметры микроклимата по ГОСТ 12.2.019-86 [2]. Чем лучше уплотнена кабина, тем легче обеспечить допустимые параметры микроклимата.

Массообмен между воздушной средой внутри кабины и наружным воздухом складывается из диффузии и инфильтрации воздуха в кабину. Инфильтрация является следствием низкой герметичности кабины мобильного энергетического средства, которая ведет к проникновению пыли, ядохимикатов и других нежелательных компонентов окружающей среды на рабочее место оператора.

Запыленность и токсическая загрязненность на рабочем месте операторо-

ра сочетании с другими вредными факторами приводит к отрицательным сдвигам функционального состояния организма оператора, а это, в свою очередь, - к снижению технико-экономических показателей мобильного энергетического средства [8, 9]. Наиболее отрицательный эффект дает разгерметизация кабины при выполнении работ с повышенной пыленностью, токсической загрязненностью, высокой температурой и влажностью воздуха [7].

Вопросы оценки герметичности кабины мобильного энергетического средства нашли свое отражение в руководящем техническом материале, разработанном НАТИ. Предлагаемая методика исследования герметичности кабины включает:

- определение избыточного давления, создаваемого системой нормализации микроклимата в кабине, P_u ;
- определение путей повышения герметичности кабины мобильного энергетического средства путем дифференцированного определения герметичности отдельных элементов кабины.

В работе дается определение герметичности кабины по избыточному давлению воздуха в ней, создаваемого вентилятором системы нормализации микроклимата, и «эквивалентному отверстию». «Эквивалентным отверстием» называется такое условное отверстие круглой формы, расход воздуха через которое равен расходу воздуха через все неплотности кабины при одинаковых перепадах давления между кабиной и окружающей средой. Соответственно введено и условное понятие «диаметра эквивалентного отверстия» $D_{э.о.}$. При оценке герметичности замеряются избыточное давление, скорость потока на выходе из вентилятора системы нормализации микроклимата и вычисляются производительность вентилятора и $D_{э.о.}$.

Для определения составляющих $D_{э.о.}$ следует провести дополнительные измерения подпора и расхода подаваемого в кабину воздуха, последовательно исключая (заклеивая, замазывая или другим способом) неплотности левой и правой дверей, опускающихся стекол, неплотности пола, стен и т.д. По результатам замеров вычисляются диаметры эквивалентных отверстий левой и правой двери, стекол и т.д., а затем намечаются пути повышения герметичности кабины.

Нами предлагается оценивать герметичность кабины по избыточному давлению, создаваемому системой вентиляции определенной производительности, используя график зависимости P_u от $D_{э.о.}$ при определенной производительности системы вентиляции.

Для получения характеристики указанной выше зависимости на кафедре безопасности жизнедеятельности ВГАУ изготовлен стенд, состоящий из макета кабины и измерительной аппаратуры.

Выпускаемые промышленностью мобильные энергетические средства сельскохозяйственные тракторы класса 0.6-2 имеют объем кабины 2 м³. Макет кабины был выполнен в соответствии с чертежами и объемом унифицированной кабины.

Для получения характеристики $P_u = f(D_{э.о})$ в лабораторных условиях замеряется производительность вентиляционной установки, избыточное давление в макете кабины, создаваемое вентиляционной установкой при различных $D_{э.о}$. Характеристика $P_u = f(D_{э.о})$ (рис. 1) получена для кабины мобильного энергетического средства класса 0.6-2, оборудованной охладителем-отопителем ВТ-400.

Вопросы выбора производительности воздухоохладителей испарительного типа и оценки возможности обеспечения с их помощью нормируемых параметров микроклимата на рабочем месте оператора рассмотрены в работах [3,4,5,6]. Анализ работ позволяет выделить нижний и верхний предел производительности охладителя-отопителя ВТ-400 по воздуху G , в котором будут обеспечены допустимые параметры микроклимата. На рис. 1 характеристики $P_u = f(D_{э.о})$ пунктирными линиями показаны $G_{min} = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $G_{max} = 560 \text{ м}^3/\text{ч}$, а также $P_{u min}$ согласно ГОСТ 12.2.019-86.

На основании полученной характеристики (рис. 1) можно определить:

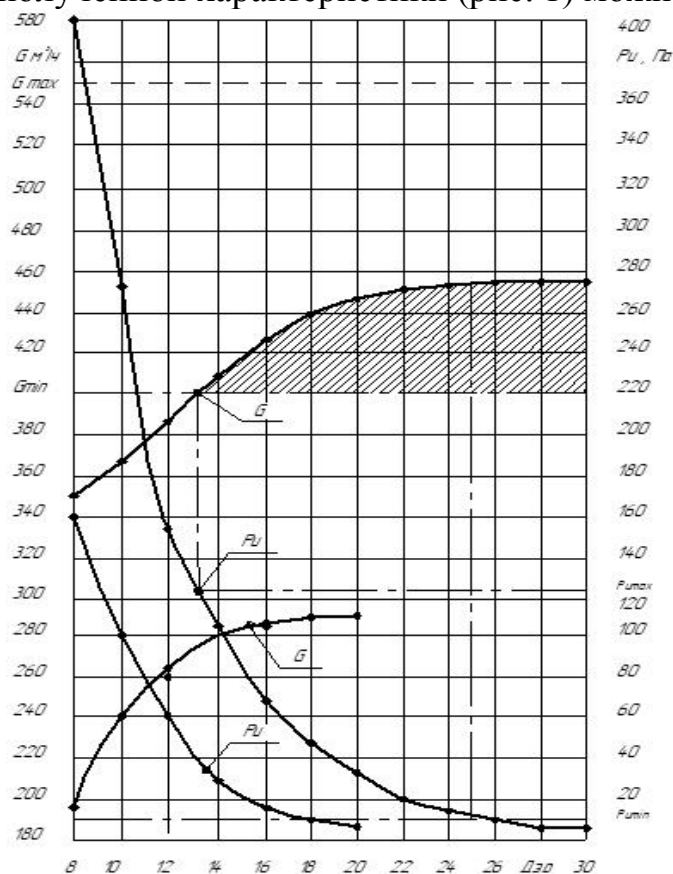


Рис. 1. График зависимости P_u от $D_{э.о}$

- $D_{э.о}$ по P_u , создаваемому системой вентиляции;
- реальную производительность вентиляционной установки при существующем P_u в кабине;
- зону достаточной производительности по обеспечению нормируемых параметров микроклимата;
- верхний предел избыточного давления, которое может создать система вентиляции, не выходя из допустимых пределов производительности по

воздуху.

Из графика установлено:

- охладитель-отопитель ВТ-400 не укладывается в пределы по производительности, обеспечивающей допустимые параметры микроклимата в соответствии с ГОСТ;

- может обеспечить P_u в соответствии с ГОСТ 12.2.019-86 при $D_{э.о} \leq 175$ мм.

С целью выявления неплотностей кабины применялась следующая методика. В полностью закрытой кабине создавалась задымленность, а затем включалась система вентиляции. Выходящие струйки дыма четко обозначили все неплотности кабины.

Для достижения избыточного давления выше нижнего предела и производительности охладителя-отопителя ВТ-400 в нормируемом пределе, обеспечивающем нормируемые параметры микроклимата на рабочем месте оператора, необходимо увеличить производительность вентиляционной установки.

Замена электродвигателей мощностью 40 Вт на электродвигатели 90 Вт позволила получить производительность по воздуху 350-450 м³/ч при интервале $D_{э.о} = 80 - 200$ мм. Анализ полученной характеристики позволяет сделать следующие выводы:

Модернизированный охладитель-отопитель ВТ-400 может обеспечить избыточное давление не ниже требуемого ГОСТом 12.2.019-86 при $D_{э.о} \leq 200$ мм;

Обеспечение допустимых параметров микроклимата может быть выполнено при $P_u = 10 - 130$ Па и производительности вентиляционной установки соответственно 400-450 м³/ч.

Выводы

1. Использование методики оценки герметичности кабины мобильного энергетического средства позволяет в эксплуатационных условиях с достаточной для практики точностью прогнозировать суммарную неплотность кабины и производительность системы кондиционирования воздуха по данным характеристики избыточного давления в функции от диаметра эквивалентного отверстия, полученной в лабораторных условиях.

2. Допустимые параметры: избыточное давление в кабине и необходимая производительность по воздуху системы кондиционирования позволяют выявить рабочую зону системы кондиционирования воздуха по тепло-воздушному режиму.

Список литературы

1. Руководящий технический материал. Исследование и оценка параметров микроклимата и запыленности воздуха в кабинах тракторов и сельскохозяйственных машин. РТМ 23.1.462-78.-М, 1979 .— 26 с.

2. ГОСТ 12.2.019-86 ССБТ. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности, 1987.

3. Михайлов В.А. Пути улучшения показателей испарительных воздухоохладителей для кабин универсально-пропашных тракторов // Тракторы и сельхозмашины. – 1978. – М.7. – с. 7-9.

4. Михайлов В.А. Выбор производительности и оценка эффективности работы испарительных воздухоохладителей кабины тракторов и комбайнов // Тракторы и сельхозмашины. – 1981. - № 12. – с. 8-10.

5. Михайлов В.А. Испарительные насадки воздухоохладителей кабин тракторов // Тракторы и сельхозмашины. – 1984. – № 2. – с. 12-15.

6. Михайлов В.А. Особенности работы испарительных воздухоохладителей кабин тракторов // Тракторы и сельхозмашины. – 1964. - № 3. – с. 15-17.

7. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Е.А. Андрианов, А.В. Полуэктов, А.А. Андрианов, Е.А. Галкин; под общ. ред. проф. Е.А. Андрианова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 365 с.

8. Конструкция тракторов и автомобилей: учебник/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский; под общ. ред. О.И. Поливаева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – 258 с.

9. Гребнев В.П. Мобильные энергетические средства. Эксплуатационные свойства: учебное пособие/ В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 305 с.

УДК 631.372.06:62-94

Василенко Владимир Васильевич, д. т. н., профессор
Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

Ахмадов Бахромджон Раджабович, к. т. н., доцент
Таджикский ГАУ, Таджикистан
**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ
КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА**

Аннотация. Скорость движения агрегата для простой полевой операции выбирается по нормам агротехники в зависимости от качества работы. Для комбинированного агрегата, выполняющего несколько операций одновременно, рекомендуется выбирать скорость движения с учётом коэффициента значимости каждой операции, то есть степени её влияния на качество работы всего агрегата.

Ключевые слова: комбинированная полевая операция, скорость движения, качество работы, балльная оценка, коэффициент значимости.

Annotation. The rate of movement of aggregate for the simple field operation gets out on the norms of agrotechnics depending on quality of work. For the combined aggregate executing a few operations simultaneously, it is recommended to choose the rate of movement taking into account the coefficient of meaningful-

ness of every operation, id est degrees of her influence on quality of work of all aggregate.

Keywords: the combined field operation, rate of movement, quality of work, numerical score, coefficient of meaningfulness.

Комбинирование полевых операций является эффективным агротехническим приёмом по уменьшению энергетических затрат, переуплотнения почвы тракторами, сокращению сроков и затрат труда на возделывание культуры. Каждая операция в отдельности имеет свою рекомендованную агротехникой скорость, обусловленную качеством выполнения работы. Как правило, комбинируются операции, имеющие одинаковые или близкие рабочие скорости. Тогда, если нет взаимного влияния на функционирование рабочих органов, рабочая скорость не изменяется. Но есть операции, скорость которых ограничивается мощностью тягового средства. К ним относится, например, отвальная вспашка. Она проводится со скоростью 6-9 км/ч [1, 5], и её нецелесообразно комбинировать с такими операциями как посев, внесение минеральных удобрений и другими, которые могут быть выполнены с гораздо более высокой производительностью. И даже намечаемая модернизация плугов [2, 3, 4, 7] не предусматривает усложнения очень энергозатратного процесса вспашки другими более лёгкими операциями.

Если комбинируемые операции проводятся с близкими скоростями, то рабочая скорость агрегата может быть рассчитана двумя способами. Более простой из них – это определение средней скорости по выражению

$$V_p = \frac{V_{cp1} + V_{cp2} + \dots + V_{cp-n}}{n}, \quad (1)$$

где V_p – рабочая скорость комбинированного агрегата;

V_{cp-n} – средние по агротребованиям рабочие скорости отдельных операций;

n – число операций в рабочем проходе.

Поскольку агротребования предусматривают всегда нижний $V_p^{\min}$ и верхний $V_p^{\max}$ пределы допустимых скоростей, то в выражение (1) следует подставлять среднее арифметическое значение этих пределов.

Однако, если у комбинированного агрегата все рабочие органы размещены на одной раме в близком соседстве, то вполне вероятно взаимное влияние рабочих органов на выполнение своей операции, и это придаёт другие условия для выбора общей скорости движения. В Таджикском государственном аграрном университете Созданы комбинированные агрегаты КМ-1,8 и КМ-2,4 для одновременной предпосевной обработки почвы и посева зерновых и технических культур. Это компактные агрегаты, все рабочие органы у них размещены на одной раме. Они предназначены для работы на повторных посевах в условиях орошаемого земледелия, поэтому сокращение сроков проведения полевых работ очень важно для того, чтобы культуры успели созреть при повторном посеве после уборки урожая предыдущей культуры. Тем более, если первый агрегат выполняет шесть операций одновременно, а

второй – семь. У каждой из них есть рекомендованные агротехникой [6] скорости движения агрегата (км/ч):

- безотвальная обработка – 6-12;
- внесение минеральных удобрений – 6-12;
- поверхностное рыхление – 6-12;
- выравнивание (приглаживание) поверхности поля – 6-15;
- посев семян зерновых культур – 7-14;
- нарезка поливных борозд – 6-9.

У этих агрегатов проявляется взаимозависимость показателей качества работы отдельных рабочих органов, особенно почвообрабатывающих и посевных. В этом случае для определения рациональной скорости вводится коэффициент значимости каждой операции:

$$V_p = \frac{\sum_{n=1}^n V_{p-n} \cdot K_n}{n}, \quad (2)$$

где V_{p-n} – верхний предел допустимой скорости для каждой операции;

K_n – коэффициент значимости каждой операции.

Коэффициент значимости каждой операции определяется по её влиянию на пять качественных показателей работы всего агрегата в целом :

- степень рыхления почвы на глубину посева семян (B_1);
- выравненность поверхности поля (B_2);
- равномерность распределения семян (B_3);
- прямолинейность и глубина поливных борозд (B_4);
- глубина заделки семян (B_5);

$$K_n = \frac{B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5}{5}, \quad (3)$$

B_n – количество оценочных баллов для каждой операции.

В соответствии с «Правилами производства механизированных работ» [6], оценка качества проведения каждой операции проводится по трёхбалльной системе:

- хорошее качество – 3 балла;
- удовлетворительное качество – 2 балла;
- неудовлетворительное качество – 1 балл.

По выражению (3), для каждой операции максимальное значение коэффициента значимости

$$K_n^{\max} = \frac{3+3+3+3+3}{5} = 3,$$

а минимальное –

$$K_n^{\min} = \frac{3+3+3+3+3}{5} = 1.$$

Количество оценочных баллов по влиянию каждой операции на показатели качества работы всего агрегата определяется по визуальным наблюдениям комбинированной операции, и хотя оценка не лишена субъективизма, она даёт возможность определить по выражениям (2) и (3) рациональную рабочую

скорость комбинированного агрегата КМ-1,8. Все его операции, за исключением двух, имеют коэффициент значимости своего влияния на общее качество работ, равный трём. У безотвальной обработки этот коэффициент равен двум и у внесения минеральных удобрений – единица. В таком случае рациональная рабочая скорость комбинированного агрегата равна 5,9 км/ч.

Список литературы

1. Василенко В.В. Свекловичные плуги из Воронежа [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2002. – № 7. – С. 27-28.
2. Василенко В.В. Увеличение угла переворота пласта при вспашке / В.В. Василенко, С.В. Василенко, М.В. Зыбин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2013. – № 1 (36). – С. 98-100.
3. Василенко В.В. Способы повышения качества отвальной вспашки / В.В. Василенко, С.И. Коржов, С.И. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2014. – № 3 (42). – С. 118-122.
4. Василенко В.В. Минимальная дистанция между корпусами плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 4. – С. 23-25.
5. Пат. 2478270 Р.Ф. МПК А01В 11/00, А01В 3/36 Навесной вибрирующий плуг / Василенко В.В., Василенко С.В., Мухин А.А.; заявитель и патентообладатель Воронеж, ВГАУ. – № 2011141674/13; заявл. 13.10.2011; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 10. – 4 с.
6. Правила производства механизированных работ в полеводстве. – Сост. Орманджи К.С. – 2-е изд., переработанное и дополненное. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 285 с.
7. Хахулин А.Н. Способ расширения борозды для полного переворота пласта / А.Н. Хахулин, В.В. Василенко. – Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов, ч. 3. – Воронеж: ВГАУ, 2014. – С. 130-134.

УДК 631.171

Терентьев Вячеслав Викторович, к.т.н., доцент

Шемякин Александр Владимирович, д.т.н., доцент

ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности защиты сельскохозяйственной техники от коррозионного разрушения в процессе хранения машин на открытых площадках. Предлагаемые мероприятия позволят в значительной степени снизить потери металла от атмосферной коррозии.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, хранение, коррозия.

Summary. In the article the questions of increase of efficiency of protection of agricultural machinery from corrosion damage during storage of cars in open areas. The proposed activities will allow to significantly reduce the loss of metal from atmosphere corrosion.

Keywords: agricultural machinery, storage, corrosion.

Обеспечение сохранности сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии в нерабочий осенне-зимний период является актуальной задачей, решение которой требует от инженерной службы предприятий АПК значительных материальных затрат. Вопросам повышения качества подготовки машин к хранению посвящены работы многих авторов: Ю.В. Десятова [1], М.Б. Латышенка [2], В.В. Терентьева [3], А.В. Шемякина [4-9] и других ученых.

Исследования эффективности применения различных защитных консервационных материалов, которые проводились в Рязанском ГАТУ с 1997 по 2016 годы, показали, что для снижения коррозионных потерь металла в результате агрессивного воздействия атмосферных условий при хранении техники на открытых площадках необходима разработка целого комплекса мероприятий по предупреждению развития коррозионного процесса [10].

Исследования показали, что одним из путей снижения потерь металла в конструктивных элементах комбайнов и других машин нанесение на их соединения многокомпонентного консервационного состава, состоящего из отработанного моторного масла, фосфатидного концентрата и порошка цинка [11]. Положительный эффект применения данного состава достигается за счет того, что в соединениях образуется гальванопара, в которой основной металл соединения выступает катодом, а цинк – анодом [12]. При этом разность электрических потенциалов между металлом и порошком цинка приводит к возникновению в цепи электрического тока, который, притекая на защищаемый объект, создает на нем потенциал, более отрицательный, чем до подключения протекторной установки. При этом на защищаемом объекте прекращается процесс коррозионного разрушения [13].

С целью повышения сохранности машин сельскохозяйственного назначения путём предотвращения коррозии металла сотрудниками Рязанского ГАТУ предложен способ хранения машин и агрегатов в герметичном укрытии [14], в котором поддерживаются определенные температурные и влажностные показатели воздушной среды и проводится постоянный контроль их значений. Снижения коррозионных потерь металла, находящейся в укрытии техники, достигается путем ограничения теплообмена между машиной и окружающей средой. Защитному чехлу данного укрытия можно придавать необходимые защитные свойства (отражающую способность, теплопроводность, уменьшение конвективного теплообмена) за счет чего ограничивается скорость теплообменных процессов на поверхности машин и появляется возможность избежать предельных температур, при которых происходит

конденсация влаги и активизируются процессы коррозионного разрушения. Материалом для изготовления защитного чехла могут служить различные современные теплоизолирующие материалы, имеющие трехслойную структуру (алюминиевая фольга, вспененный полиэтилен, алюминиевая фольга) [15]. Дополнительно в воздушной прослойке между объектом техники и чехлом устанавливаются инфракрасные излучатели, позволяющие генерировать инфракрасное излучение для нагрева твердых тел и исключать образование конденсата на технике и чехле.

Разрушительное действие атмосферные условия оказывают также на резинотехнические изделия машин. Процесс "старения" резины на открытых площадках в значительной степени происходит из-за пагубного воздействия световой радиации и озона воздуха. По этой и другим причинам у резины наблюдаются изменения физико-механических свойств, в частности, снижаются жесткостные показатели и прочностные свойства [16].

Для уменьшения разрушения изделий из резины предлагается экспериментальная защитно-восстанавливающая смесь, содержащая растопленный воск, жидкую резину и нано-порошок. Данная композиция отличается от существующих защитных покрытий тем, что в ней в качестве регенератора применяется жидкая резина, а в качестве наполнителя – нано-порошок [16].

Проведенные исследования защитных свойств данной смеси дают основания считать, что добавление жидкой резины и нано-порошка к парафину позволяет повысить степень защиты резинотехнических изделий и она может быть использована для предупреждения старения резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин в межсезонный период при различных условиях хранения.

Применение вышеперечисленных разработок при подготовке техники к длительному хранению на открытых площадках позволит избежать разрушения металлических поверхностей и резинотехнических изделий, что, в свою очередь, положительно скажется на эксплуатационных характеристиках сельскохозяйственных машин.

Список литературы

1. Десятов, Ю.В. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении/ Ю.В. Десятов, В.В. Терентьев, М.Б. Латышёнок // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 184-185.
2. Латышёнок, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин/ М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, С.Г. Малюгин // Сб. науч. тр. Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – Рязань, 1999. – С. 98-101.
3. Терентьев, В.В. Разработка установки для двухслойной консервации сельскохозяйственной техники и обоснование режимов ее работы: дис. ... канд. техн. наук / В.В. Терентьев. – Рязань, 1999. – 173 с.
4. Шемякин, А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными

материалами /А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, М.Б. Латышёнок, К.В. Гайдуков, И.В. Зарубин, А.В. Подъяблонский, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Известия Юго-Западного государственного университета – Курск, 2016. – № 2. – С. 87-91.

5. Шемякин, А.В. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники /А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – Рязань, 2016. – № 4 – С. 93-97.

6. Шемякин, А.В. Устройство для очистки сельскохозяйственных машин с использованием энергии вращающейся жидкостной струи /А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – Рязань, 2016. – № 3 – С. 77-80.

7. Шемякин, А.В. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом (экспериментальные исследования) / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Е.Г. Кузин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 171-175.

8. Анурьев, С.Г. Устройство для подготовки наружных поверхностей сельскохозяйственной техники к покраске / С.Г. Анурьев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 85-89.

9. Шемякин, А.В. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Е.Г. Кузин // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.

10. Борычев, С.Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии / С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 90-94.

11. Патент РФ на изобретение № 2534985, МПК C10M 173/00. Защитная смазка для стыковых и сварных соединений деталей сельскохозяйственных машин/ Латышёнок М.Б., Шемякин А.В., Терентьев В.В., Подъяблонский А.В. Опубл. 10.12.2014, бюл. № 34.

12. Будылкин, А.А. Роль наполнителя в составе жидкого консерванта для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / А.А. Будылкин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб. : Вавиловские чтения: материалы Международной научно-практической конференции.– Саратов, 2010.– Т.3 – С. 281-282.

13. Зарубин, И.В. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / И.В.Зарубин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб. : Вавиловские чтения: материалы Международной научно-практической конференции.– Саратов, 2010.– Т.3 – С. 299-300.

14. Патент РФ на изобретение № 2601349 МПК: E04H6/08; E04H5/08. Способ хранения сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, Н.А. Костенко, Г.Н. Винник, А.А. Голиков. Дата регистрации: 20.07.2015.

15. Шемякин, А.В. Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств : дисс. ... д-ра техн. наук // А.В. Шемякин. – Мичуринск, 2014. – 324 с.

16. Мелькумова, Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Международный научный журнал – 2017. – № 3. – С. 62-65.

УДК 663.639.639.64

Вендин Сергей Владимирович, д.т.н., профессор

Саенко Юрий Васильевич, д.т.н., профессор

Широков Михаил Сергеевич, студент

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Аннотация. Обоснована необходимость добавки микроводорослей в корма животным. Представлен обзор установок для культивирования микроводорослей. Указаны факторы, влияющие на выход микроводорослей.

Ключевые слова: микроводоросль, культивирование, кормовые добавки.

Annotation. The necessity of microalgae supplementation in animal feed is substantiated. An overview of plants for the cultivation of microalgae is presented. The factors affecting the yield of microalgae are indicated.

Key words: microalga, cultivation, fodder additives.

В современном животноводстве и птицеводстве на промышленной основе используют в основном концентратный тип кормления. В процессе эволюции животные и птицы приспособились к поеданию зелёной массы [1]. Отсутствие в комбикормах зелёной массы может привести к недостатку витаминов и как следствие снижению иммунитета животных, повышению падежа молодняка.

Применение микроводоросли «хлорелла» в рационе кормления животных и птицы позволяет вводить недостающие витамины и минеральные вещества самой микроводоросли, а затем микроводоросль, обогащённую микроэлементами и витаминами, добавляют в корм животным.

Микроводоросли содержат большое количество белков, минералов, витаминов, аминокислот, антиоксидантов и онкопротекторов, обладают сахаропонижающим эффектом. Микроводоросли широко используются во многих отраслях: растениеводстве, медицине, косметике, спорте, животноводстве, пчеловодстве, рыбоводстве, птицеводстве, ветеринарии.

Наличие микроводорослей (*Chlorellavulgaris*, *Spirulinaplatis*) в пище человека позволяет естественным способом с добавлением натуральных компонентов нормализовать обмен веществ в организме и улучшить общее состояние человека. Одним из основных химических элементов в организме человека является йод. Наиболее эффективно йод добавлять в микроводо-

росль, которая его преобразует в формы доступные для усвоения организмами животных и человека [2]. Затем микроводоросль, обогащённую йодом, добавляют в пищу.

Для культивирования микроводорослей применяют реакторы различных конструкций.

Реактор для культивирования микроводорослей должен отвечать требованиям.

1. Мешалка, или насос для перемешивания культуры должны обеспечивать щадящие режимы работы, перекачивающего или перемешивающего культуру.
2. Интенсивность перемешивания микроводоросли в реакторе должна предотвратить возможность оседания.
3. При культивировании микроводоросль должна быть закрыта от посторонних загрязнений.
4. Осуществление регулировки подачи питательной среды, углекислоты и слива суспензии.
5. Необходимо обеспечить максимально эффективное попадание света в суспензию клеток.

Для обеспечения поточности процесса культивирования микроводорослей реактор необходимо оснастить дозатором и устройством для сбора микроводорослей. Реакторы установок освещают солнцем, а также солнечный свет дополняют искусственным освещением.

Нужно отметить, что на интенсивность роста микроводоросли оказывают влияние многочисленные факторы, которые можно представить тремя группами: освещенность, питание культуры, перемешивание культуры [1, 3].

Одним из основных факторов, влияющих на рост биомассы является освещенность. С повышением величины освещенности, при условии достаточного количества минерального и газового состава, повышается интенсивность роста микроводоросли.

Освещенность микроводорослей зависит от площади освещаемой поверхности реактора, толщины освещаемой среды, интенсивности освещения, способа перемешивания культуры. Чтобы получить максимальное увеличение биомассы микроводоросли необходимо осуществлять интенсивное перемешивание массы, обеспечить максимальное освещение, минимальную толщину освещаемой суспензии.

Увеличение продуктивности микроводорослей зависит от распределения света внутри густых суспензий. В суспензиях с зеленой массой, которая интенсивно поглощает свет, происходит снижение общей интенсивности проникающего светового потока и его спектра. Процесс фотосинтеза в микроводоросли снижается на глубине, на которой интенсивность физиологически активной радиации становится ниже интенсивности насыщения фотосинтеза. Изменение спектрального состава излучения в плотных культурах также влияет на фотосинтез водоросли, однако характер этого влияния мало

изучен. По данным учёных, спектры поглощения света суспензией водоросли хлореллы имеют ясно выраженные полосы поглощения в синей и красной областях спектра. Ввиду этого при освещении культуры белым светом интенсивность синих и красных лучей с возрастанием оптической глубины падает в несколько раз быстрее, чем общая интенсивность физиологически активной радиации.

Свет падает на поверхность микроводорослей и способствует осуществлению процесса фотосинтеза. Свет практически весь поглощается верхними слоями клеток. К расположенным ниже слоям микроводорослей свет поступает с меньшей интенсивностью поэтому процесс фотосинтеза замедляется. Учёными установлено, что повышение интенсивности освещения верхних слоёв выше оптимального значения (с. 13) сначала способствует снижению коэффициента использования света, а затем и угнетается фотосинтез в этих клетках. Поэтому для высокого выхода микроводорослей необходимо обеспечить тонкие слои суспензии и малые плотности культуры в реакторе. По данным учёных величина освещённости слоёв, расположенных наверху и нижних слоёв может отличаться менее чем на 25%.

Растения, в том числе и микроводоросли, в результате длительной эволюции приспособились к естественному солнечному свету. Наряду с происходящими первичными реакциями фотосинтеза, происходят другие реакции, которые зависят от интенсивности и спектра света. Параметры светового излучения оказывают влияние на метаболизм клеток, накопление пигментов и основных компонентов биомассы.

Для искусственного освещения микроводорослей используют лампы освещения имеющие наибольший коэффициент полезного действия. В отдельных установках применяют осветительные лампы в закрытых колбах, которые помещают в саму суспензию и освещают биомассу «изнутри».

Установленную температуру внутри реактора поддерживают путем электрического или газового обогрева.

Установки для культивирования микроводоросли бывают нескольких типов.

Циркуляционные установки представляют собой реактор, выполненный из стеклянных, или пластиковых прозрачных трубок, замкнутых в кольцо.

Недостатком закрытых циркуляционных установок является то, что микроводоросли налипают на внутреннюю поверхность трубок реактора, тем самым сужают пропускную способность трубок, задерживают свет на поверхности трубок. Поэтому необходимо выполнять очистку внутренней поверхности реактора. Прилипание микроводоросли к стенкам реактора во многом определяется скоростью движения суспензии.

Установки закрытого глубинного типа выполнены в виде ёмкости с толщиной слоя суспензии до полутора метров. Массу освещают как снаружи,

так и изнутри, повышая таким образом интенсивность культивирования массы [1, 4].

Микроводоросли выращивают в установках, в которых реакторы имеют форму прямоугольного параллелепипеда. Суспензию в них перемешивают механическим, гидравлическим, или пневматическим способами. Перед поступлением в реактор воздух дополнительно обогащают углекислотой и очищают от механических примесей. Время культивирования микроводорослей хлореллы составляет четверо суток.

Установки глубинного типа представляют собой ванну, в которую заливают воду с культивируемой микроводорослью. Для обеспечения возможности освещения всего объема воды толщину слоя суспензии поддерживают в пределах 0,3-0,5 м. Освещают массу микроводорослей лампами ДРЛ и светодиодными лампами. Перемешивают культуру механическими, гидравлическими мешалками, или подачей воздуха через перфорированные трубки, которые прокладывают на дне ванны.

Очистку установок можно выполнять пропусканием в циркуляционном режиме внутри системы очищаемой жидкости. В отдельных конструкциях для дезинфекции применяют пар.

Анализируя установки для культивирования микроводорослей можем сделать выводы. При выращивании биомассы она прилипает на внутренние стенки прозрачных реакторов и ухудшает их световую пропускную способность. Есть пробелы в вопросах очистки реакторов и насосов. Вопросы освещенности микроводорослей и перемешивания суспензии полностью не изучены.

Список литературы

1. Лукьянов В.А. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе [Текст] / В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2014.-181с.
2. Гайсина Л.А. Современные методы выделения и культивирования водорослей [Текст]/ Л.А. Гайсина, А.И. Фазлутдинова, Р.Р. Кабиров. - Уфа: БГПУ, 2008. - 152с.
3. Ефимова М.В. Введение в прикладную биотехнологию [Текст] / М.В. Ефимова. - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004. - 95 с.
4. Лисовский Г.М. Управляемое культивирование микроводорослей [Текст] / Г.М. Лисовский. – М.: Наука, 1964. – 154 с.

Василенко Владимир Васильевич, д. т. н., профессор

Василенко Сергей Владимирович, к. т. н., доцент

Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

Ахмадов Бахромджон Раджабович, к. т. н., доцент

Таджикский ГАУ, Таджикистан

ВЛИЯНИЕ РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ НА СМЕННУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АГРЕГАТА

Аннотация. Анализ формулы для определения сменной производительности агрегата показывает, что она нелинейно зависит от его рабочей скорости. С увеличением рабочей скорости затраты времени на каждый поворот остаются постоянными, количество поворотов увеличивается. Уменьшается коэффициент использования рабочего времени, и это отражается на сменной производительности.

Ключевые слова: рабочая скорость агрегата, рабочее время, время поворотов, сменная производительность, продолжительность цикла.

Annotation. Analysis of the formula for determining the daily capacity of the unit shows that it is nonlinearly dependent on its operating speed. With increasing operating speed, the time required for each turn remains constant, the number of turns increases. The utilization factor of working time decreases, and this affects the change in productivity.

Key words: working speed of the machine, working time, turnaround time, daily productivity, cycle time.

По мере развития средств механизации земледелия [1] машинно-тракторные агрегаты становятся всё более сложными. Совершенствуются способы обработки почвы [4, 10], внедряется вибрация рабочих органов [7, 9], меняется их конфигурация и режимы воздействия на обрабатываемый материал [2, 5, 6], всё большее распространение получают комбинированные орудия [3, 8] и агрегаты. Однако, чем более сложная комбинированная операция выполняется при одном рабочем проходе агрегата, тем меньше её технологическая надёжность, а также увеличивается вероятность потери рабочего времени.

Расчёт сменной производительности машинно-тракторных агрегатов обычно проводится по известному выражению

$$W = 0,1BV\tau, \quad (1)$$

где W – производительность агрегата за час сменного времени, га/ч;

B – ширина захвата агрегата, м;

V – рабочая скорость движения, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

Этой формулы достаточно для ориентировочных расчётов, если принимать усреднённые значения входящих в неё параметров. Но при глубоком рассмотрении возможностей увеличения производительности оказывается, что она не находится в линейной зависимости от скорости движения, так как коэффициент τ уменьшается с ростом рабочей скорости агрегата. Раскроем эту зависимость.

Для математического анализа выражения (1) будем использовать единицу измерения расстояний, скорости и площадей на базе метра, тогда это выражение примет вид

$$W = BV\tau, \quad (2)$$

где W – производительность агрегата за час сменного времени, м²/ч;
 V – рабочая скорость движения, м/ч.

Разграничим затраты сменного времени на время непосредственной работы (T_p), время одного поворота (t_1), время одного технологического обслуживания, расходуемое для заправки технологических ёмкостей, очистки и регулировки рабочих органов (t_2) и время утреннего техобслуживания и обеденного перерыва (t_3). Работа агрегата, допустим, посевного, проходит циклично. За цикл принимается продолжительность работы между заправками агрегата семенами, удобрениями и другими технологическими материалами.

Коэффициент использования сменного времени выражается соотношением

$$\tau = \frac{T_p}{T}, \quad (3)$$

где T_p – время непосредственной работы агрегата в борозде;
 T – продолжительность рабочей смены.

$$T_p = t_{pu} \cdot n_u, \quad (4)$$

где t_{pu} – время работы в борозде в течение одного цикла;
 n_u – число циклов за рабочую смену.

$$t_{pu} = \frac{L}{V} \cdot n, \quad (5)$$

где L – длина рабочего прохода между поворотами агрегата;
 V – рабочая скорость агрегата;
 n – число рабочих проходов в одном цикле.

$$n = \frac{L_1}{L}, \quad (6)$$

где L_1 – суммарная длина рабочих проходов за один цикл, или расстояние опорожнения заправочных ёмкостей.

$$n_u = \frac{T - t_3}{t_u}, \quad (7)$$

где t_3 – время утреннего техобслуживания и обеденного перерыва;

t_u – время одного цикла.

$$t_u = t_{пу} + t_{нов.ц} + t_2, \quad (8)$$

где $t_{нов.ц}$ – суммарное время поворотов за один цикл;

t_2 – время одного технологического обслуживания.

$$t_{нов.ц} = t_1 \cdot n, \quad (9)$$

где t_1 – время одного поворота.

В результате всех подстановок выражение (3) приобретает вид конечной формулы:

$$\tau = \frac{\frac{L_1}{V} \cdot \frac{T - t_3}{\frac{L_1}{V} + \frac{L_1}{L} \cdot t_1 + t_2}}{T}, \quad (10)$$

где τ – коэффициент использования времени смены;

L – длина рабочего прохода в границах поля, м;

L_1 – путь опорожнения технологических ёмкостей, м;

V – рабочая скорость движения агрегата, м/ч;

T – продолжительность рабочей смены, ч;

t_1 – среднее время одного поворота, ч;

t_2 – среднее время одного технологического обслуживания, ч;

t_3 – время утреннего техобслуживания и обеденного перерыва, ч.

График зависимости (10) коэффициента τ от скорости движения представлен на рисунке 1. График построен по численным значениям входных параметров, характерных для условий работы комбинированного агрегата КМ-1,8 «Кишоварз» в УОУП «Хисор» Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур: длина рабочего хода $L = 700$ м, путь

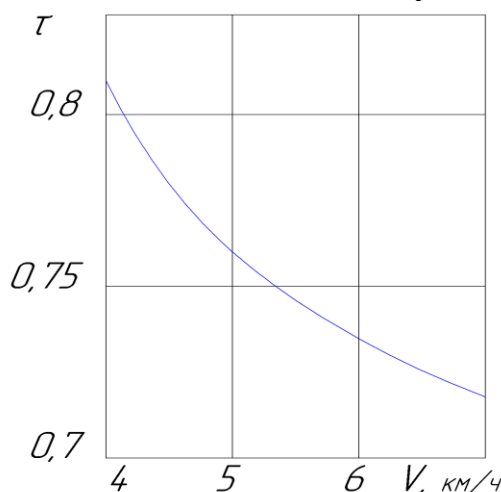


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента использования времени смены от рабочей скорости движения

опорожнения технологических емкостей $L_1 = 2700$ м, продолжительность рабочей смены $T = 8$ часов, среднее время одного поворота $t_1 = 1$ минута, среднее время одного технологического обслуживания $t_2 = 5$ минут, время утреннего техобслуживания $t_3 = 10$ минут. Зависимость (10) вносит коррек-

тировку в расчёт сменной выработки. Оставим те же единицы измерения расстояний, скоростей и площадей, тогда сменная выработка может быть определена произведением

$$W_{см} = BVT_p, \quad (11)$$

где $W_{см}$ – сменная выработка, м²;

V – рабочая скорость агрегата, м/ч;

T_p – время непосредственной работы агрегата в борозде, ч.

$$T_p = \frac{L_1}{V} \cdot \frac{T - t_3}{\frac{L_1}{V} + \frac{L_1}{L} \cdot t_1 + t_2}. \quad (12)$$

Конечная формула для определения сменной выработки, выраженной в м², имеет вид

$$W_{см} = \frac{BVL_1(T - t_3)}{L_1 + \frac{VL_1t_1}{L} + t_2V}, \quad (13)$$

если подставлять расстояния в метрах, скорость в метрах в час и время в часах. График этой зависимости (рисунок 2) показывает, что сменная выработка нарушает линейную зависимость от рабочей скорости из-за увеличения доли непроизводительных затрат времени.

Классическое выражение (1) сменной производительности может быть представлено через функцию $\tau(V)$:

$$W = 10^{-4} \cdot B \cdot V \cdot \tau(V), \quad (14)$$

где W – производительность агрегата за час сменного времени, га/ч;

B – ширина захвата агрегата, м;

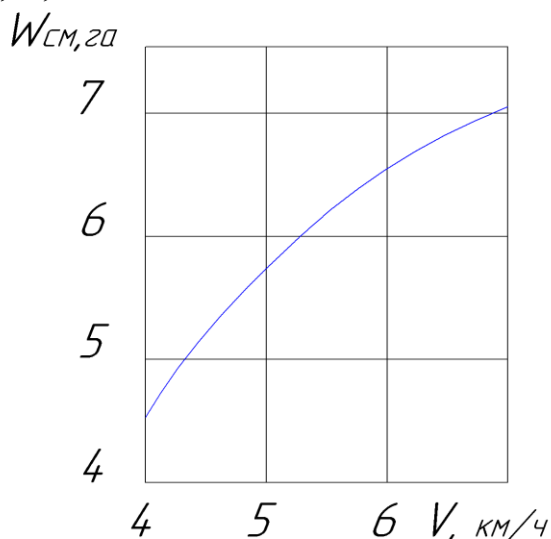


Рисунок 2 – Влияние рабочей скорости на сменную выработку агрегата

V – рабочая скорость агрегата, м/ч;

$\tau(V)$ – функциональная зависимость коэффициента использования сменного времени от рабочей скорости агрегата.

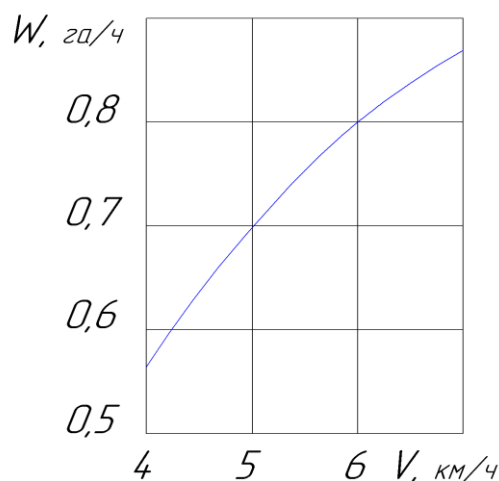


Рисунок 3 – Влияние рабочей скорости агрегата на производительность за час сменного времени

График зависимости (14) приведен на рисунке 3. Он показывает, что при точных расчётах сменной производительности нельзя пользоваться постоянной величиной коэффициента τ , так как он зависит от скорости движения агрегата.

Список литературы

1. Василенко В.В. История механизации земледелия: учебное пособие / В.В. Василенко. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ. – 2010. – 160 с.
2. Василенко В.В. Свекловичные плуги из Воронежа / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2002. – № 7. – С. 27-28.
3. Василенко В.В. Увеличение угла переворота пласта при вспашке / В.В. Василенко, С.В. Василенко, М.В. Зыбин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2013. – № 1 (36). – С. 98-100.
4. Василенко В.В. Способы повышения качества отвальной вспашки / В.В. Василенко, С.И. Коржов, С.И. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т. – 2014. – № 3 (42). – С. 118-122.
5. Василенко В.В. Минимальная дистанция между корпусами плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 4. – С. 23-25.
6. Пат. 2549776 РФ МПК А01В 15/00, А01В 15/10 Плуг с полным переворотом пласта / Василенко В.В., Василенко С.В., Хахулин А.Н.; заявитель и патентообладатель Воронеж, ВГАУ. – № 2013148232/13; заявлено 29.10.2013; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 12. – 4 с.
7. Пат. 2426290 РФ МКИ А01В 15/08 Полосовой отвал плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров, Г.А. Халфин, А.И. Сергиенко (РФ). – № 2010112577/21; заявлено 31.03.2010; опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23. – 4 с.
8. Пат. 2479180 Р.Ф. МПК А01В 17/00, А01В 3/00 Плуг для отвальной вспашки / Василенко В.В., Василенко С.В., Зыбин М.В.; заявитель и патентообла-

датель Воронеж, ВГАУ. – № 2011146778/13; заявл. 17.11.2011; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11. – 4 с.

9. Пат. 2478270 Р.Ф. МПК А01В 11/00, А01В 3/36 Навесной вибрирующий плуг / Василенко В.В., Василенко С.В., Мухин А.А.; заявитель и патентообладатель Воронеж, ВГАУ. – № 2011141674/13; заявл. 13.10.2011; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 10. – 4 с.

10. Хахулин А.Н. Способ расширения борозды для полного переворота пласта / А.Н. Хахулин, В.В. Василенко. – Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов, ч. 3. – Воронеж: ВГАУ, 2014. – С. 130-134.

УДК 631.311.86

Цыбулин Иван Андреевич, аспирант

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия

Научный руководитель: **Афоничев Д.Н.** д. т. н., профессор

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРА

Аннотация: В данной статье представлены способы восстановления стрелчатой лапы культиватора, в которых отрезают изношенную часть и прикрепляют на это место пластину, повторяющую геометрию новой детали

Ключевые слова: стрелчатая лапа, пластина, культиватор, восстановление, долговечность.

Abstract: This article presents ways to restore the cultivator's pointed paw in which the worn part is cut off and a plate is fixed on this place that repeats the geometry of the new part.

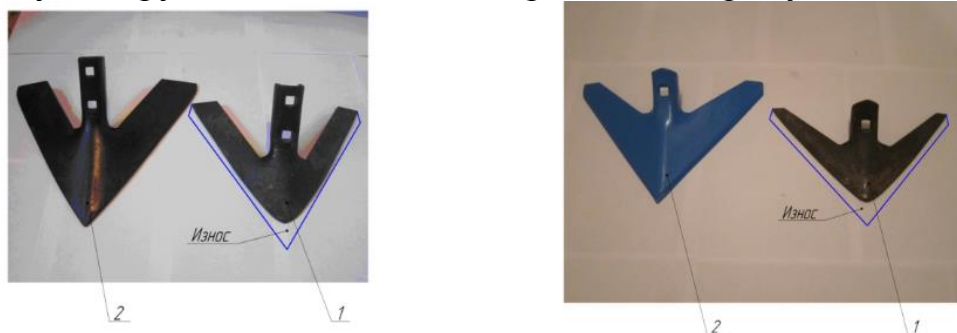
Keywords: lancet, plate, paw, cultivator, restoration, prehistoric.

В настоящее время распространены почвообрабатывающие орудия, у которых рабочим органом является стрелчатая лапа. В процессе эксплуатации данные рабочие органы подвергаются прямому воздействию со стороны абразивных частиц. Под их воздействием происходит интенсивный износ, затупляется режущая кромка, существенное изменение формы, профиля. Это влечет за собой снижение качества выполняемых работ, нарушаются агротехнические стоки проведения полевых работ, увеличиваются простои техники, повышается расход горюче-смазочных материалов [6]. При низком качестве культивации всхожесть высеваемых семян может снизиться в два раза, а возшедшие созревают не равномерно [5].

Существует способ восстановления стрелчатой лапы культиватора, который заключается в замене изношенной части на новую [1]. Она повторяет геометрию новой стрелчатой лапы. С последующим его упрочнением для повышения долговечности.

Одни из авторов склонные к этому способу восстановления, предлага-

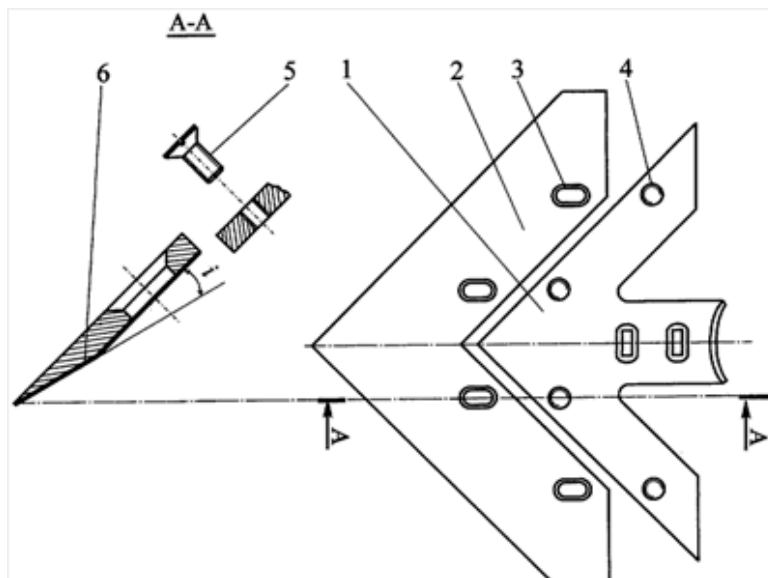
ют удалять изношенную часть стрелчатой лапы культиватора шлифовальным отрезным кругом [2]. Изготавливают новую часть из среднеуглеродистой стали в виде угловой пластины с образованием лезвия далее выполняют отверстия для крепления к восстанавливаемой детали, а в детали выполняют отверстия с резьбой для крепления пластины по средствам винтов (рисунок 1). После выполнения крепежных отверстий пластину укрепляют с тыльной стороны электролизным борированием, с целью создать самозатачивающееся лезвие. Недостатком этого способа является то, что в процессе эксплуатации винты могут выкручиваться, это может привести к отрыву пластины.



1 – изношенная; 2 – новая

Рисунок 1 – Стрелчатые лапы культиваторов «Horsch – Агро-Союз» (а) и Lemken Kompaktor (б)

Существует так же способ восстановления во многом схожий с предыдущим. Отличием является то что пластину изготавливают из низкоуглеродистой стали и крепится пластина при помощи ручной электродуговой сварки (рисунок 2).



1 – восстанавливаемая лапа; 2 – угловая пластина; 3 – сквозные продолговатые отверстия; 4 – резьбовое отверстие; 5 – винт; 6 – упрочненный слой

Рисунок 2 – Восстановление стрелчатой лапы культиватора

Недостатком этого способа является невозможность автоматизации

процесса. Так же недостатком является то что деталь упрочняют полностью и по этой причине не может наблюдаться эффект самозатачивания.

Еще одним способом восстановления заключается в отрезании газопламенным резаком изношенной части [3]. Вместо отрезанной части изготавливают пластину, которую крепят в трех точках ручной электродуговой сваркой. После чего приваривают пластину сплошным швом под слоем флюса на автоматической электродуговой сварке. Далее стрелчатые лапы подвергают, с нижней стороны, газопламенному напылению износостойкими металлическими порошками, что дает эффект самозатачивания [7].

Явным недостатком этого способа является применение газопламенного резака, под воздействием которого происходит выгорание легирующих веществ и углерода, что приводит к изменению структуры стали. А также происходит деформации металла, которая изменяет форму детали, что требует дополнительной механической и термической обработки [8].

Рассматривая данные способы восстановления стрелчатой лапы культиватора предлагаю использовать для прикрепления пластины точечную сварку [4]. Также есть смысл исследовать зависимость прочности данного соединения от типа присоединения к восстанавливаемой детали.

Список литературы

1. Козарез И.В. К анализу технологий устранения лучевидных износов деталей почвообрабатывающих орудий / И.В. Козарез, А.А. Тюрёва, М.В. Смирнов / Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск, 2017. – С. 137–144.
2. Титов Н.В. Повышение ресурса лап культиваторов вибродуговой наплавкой с применением металлокерамики / Н.В. Титов, В.В. Виноградов, И.А. Петриков // Агротехника и энергообеспечение. – Орел, 2014. – С. 322–327.
3. Виноградов В.В. Восстановление и упрочнение стрелчатых лап почвообрабатывающих машин металлокерамическими материалами / В.В. Виноградов // Молодежь и XXI век. – Орел, 2016. – С. 89–94.
4. Цыбулин И.А. Анализ способов повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих орудий и обоснование актуальности дальнейшего изучения процесса упрочнения импульсным электроконтактным нагревом // И.А. Цыбулин / Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства. – Воронеж, 2015 – С. 333–339.
5. Новиков В.С. Повышение ресурса стрелчатых лап культиваторов / В.С. Новиков, Д.И. Петровский // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве. – Воронеж, 2017. – С. 54–62.
6. Афоничев Д.Н. Совершенствование организации технического сервиса в сельском хозяйстве / Д.Н. Афоничев, Е.В. Кондрашова, И.И. Аксенов // Лесотехнический журнал. – Воронеж, 2014. – С. 230–236.
7. Люляков И.В. Электролизное борирование деталей при их восстановлении наплавкой / В.Н. Буйлов, И.В. Люляков // Совершенствование технологии и организации обеспечения работоспособности машин с использованием восстановительно-упрочняющих процессов. – Саратов, 2003. – С. 241–242.

8. Цыбулин И.А Обзор способов и средств повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих орудий // И.А. Цыбулин / Наука и образование в современных условиях. – Воронеж, 2016. – С. 110–117.

УДК 613.6.027; 342.7

Немцова Лилия Юрьевна, магистрант
Кондаурова Мария Николаевна, магистрант
Исаенко Андрей Юрьевич, магистрант
Высоцкая Елена Анатольевна, д. биол. н., профессор
Воронежский государственный аграрный университет имени импера-
тора Петра I, Россия
НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ
БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

Аннотация. Обеспечение безопасных условий труда является актуальным фактором существования и развития любой отрасли экономики. В данной статье рассмотрены основные требования охраны труда, которые обязаны выполнять в рамках действующего законодательства работники на предприятиях всех отраслей агропромышленного комплекса (АПК). Приводится классификация опасных и вредных факторов, влияющих на состояние охраны труда и правовые меры по их регулированию.

Ключевые слова: охрана труда, безопасность труда, условия труда, сельское хозяйство.

Summary. Providing a safe work environment is a relevant factor for the existence and development of any branch of economy. This article describes the basic requirements of labor protection that are to be implemented under the current legislation workers of the enterprises of all industries of agroindustrial complex (AIC). Classification of dangerous and harmful factors affecting the condition of labor protection and legal measures for their regulation.

Keywords: labor protection, labor safety, labor conditions, agriculture.

Сельское хозяйство – это одна из главнейших отраслей, определяющая уровень жизни населения, благополучное состояние и продовольственный запас страны. На данный момент в России около 27,5 тысяч с/х предприятий. Общее количество людей, работающих в этой отрасли, превышает миллион. АПК России включает в себя около 260 тысяч крестьянских и фермерских хозяйств. Только благодаря им более половины продукции с/х поступает на рынки.

Охрана труда и здоровья сотрудников сельского хозяйства это не только комплекс законных общепризнанных мерок, который обеспечивает безопасность жизни и здоровья сотрудников в ходе рабочей деятельности, но и вдобавок осуществляет оздоровление и усовершенствование условий труда.

У охраны труда есть так же и социальное значение это гарантии права на жизнь, так как приоритетом должно стать снижение травматизма и профзаболеваний работающих. Для этого государство принимает меры правового регулирования в частности установку единых нормативов по охране труда, которые не зависят от организационно-правовой формы деятельности предприятия. Охрана труда регулируется различными документами: законами РФ, подзаконными актами, законодательством субъектов РФ, коллективными и трудовыми договорами и т. д.

В основе нормативно-правового регулирования в области об охраны труда в Российской Федерации является федеральный закон, принятый 6 августа 1993 г., упрочивший экономическое и правовое устройство обеспечения охраны труда. Он распространяется на всех работодателей; студентов; работников, состоящих с работодателем в трудовых отношениях; военно-служащих; работников кооперативов [4]. Стоит отметить, что данный закон актуален и для предприятий аграрного сектора экономики. В частности, статья 40 п. 4 ФЗ "О сельскохозяйственной кооперации" не допускает установления условий (в первую очередь связанных с охраной здоровья работника), ухудшающих положение члена производственного кооператива по сравнению с нормами трудового законодательства. Согласно п. 3 ст. 22 Закона "О крестьянском (фермерском) хозяйстве" его глава обязан обеспечивать безопасные условия труда членам хозяйства и гражданам, заключившим договор на использование их труда [3].

В РФ существует целостная система подзаконных актов, которая действует на основе нормативно-правовых аспектов в т.ч. охраны труда, которые обязаны быть соблюдены всеми предприятиями. В системе безопасности труда, актуальными документами являются государственные стандарты. Они включают в себя: распоряжения и нормы по типу опасных, вредных факторов на производстве; правила к производственному оборудованию, процессам, средствам защиты сотрудников, сооружениям [4]. Наравне с этим существуют и межотраслевые правила (к примеру, требования техники безопасности при работах с электросваркой, применяемых в разных отраслях сельского хозяйства).

В отрасли агропромышленной сферы производства есть требования, которые относятся к взаимобезопасным отношениям рабочих с техникой, природой, отсюда и "Положение об организации работы по охране труда на предприятиях и в организациях АПК РФ", которое реализуется и на коммерческих предприятиях сельского хозяйства [6].

Основной целью мероприятий в сельском хозяйстве по охране труда является создание безопасных, здоровых условий, а также предотвращение и профилактика появления профессиональных заболеваний, аварийных ситуаций, случающихся на производстве, другими словами – защита сотрудников от опасных и вредных производственных факторов.

На наш взгляд, с/х производство обладает целым рядом особенностей,

которые достаточно сильно влияют на степень производственных рисков, что делает эту отрасль одной из наиболее травмоопасных (после угольной промышленности).

Опасные и вредные производственные факторы, подразделяющиеся по ГОСТ 12.0.003- 2015 на следующие классы (рис. 1).

В отраслях агропромышленного производства есть немало негативных факторов, но они уже являются традиционными: это постоянный рост количества физически устаревших, изношенных механизмов, машин, оборудования; регулярно растущее число рабочих мест, не соответствующих требованиям нормативно-правовых действий по охране труда, необеспеченность сотрудников средствами индивидуальной защиты; существенное снижение рабочей и производственной дисциплины [1, 5].

Основными проблемами, приводящим к случаям травмирования персонала в организациях отраслей с/х производства является:

в конкретные сезоны работа почти не предоставляется возможность соблюдения установленного графика рабочего дня, из-за чего риск травматизма достигает пика в определенные месяцы.

неравномерная загруженность рабочих в течение всего года;

привлечение на работу в тяжелые периоды подростков и лиц пенсионного возраста.



Рис. 1 Классификация опасных и вредных производственных факторов

Рядом авторов приводится следующая классификация источников опасностей АПК (рис. 2).



Рис. 2 Источники опасностей в АПК

В связи со значительным количеством имеющихся на предприятиях АПК опасностей и разноплановостью источников, их создающих, руководство предприятий должно реализовывать право на охрану труда каждому работнику.

В первую очередь, сами производственные сооружения, спецоборудование, технологические процессы обязаны иметь сертификат безопасности – по этой причине введение их недопускается в отсутствие разрешения организаций санитарно-эпидемиологического и технического государственного надзора. Руководство должно проводить инструктаж по ТБ для всех прибывающих сотрудников, и показать какие меры надо принимать для безопасной работы на предприятии.

Руководство также должно обеспечить соответствующее требованиям безопасности техническое спецоборудование абсолютно всех рабочих мест, сформировать условия труда; предоставить спецодежду, обувь и прочие ресурсы персональной защиты, обезвреживающие и смывающие средства для сотрудников, занимающихся во вредоносных условиях труда; сформировать лечебно-профилактическое и санитарно-бытовое обслуживание работников; определить порядок работы и отдыха, чтобы они соответствовали законодательству; защищать сотрудников от несчастных случаев и временной нетрудоспособности; расследовать несчастные случаи на производстве.

За некомпетентное выполнение своих обязательств по охране труда служебные лица, в частности руководитель предприятия несут дисциплинарную, материальную, административную или уголовную ответственность. Однако не только лишь от них зависит положение охраны труда на предпри-

ятии, сотрудники так же обязаны соблюдать правила по технике безопасности. Руководство, в первую очередь отделы охраны труда и техники безопасности, а кроме того непосредственные руководители, бригадиры реализовывают надзор за соблюдением правил по охране труда, не разрешают выполнение работ на поврежденном оборудовании и с использованием низкокачественных инструментов. Если всё же на производстве произошел несчастный, то комиссия, с участием представителей избирательного профсоюзного органа предприятия, проводит расследование, составляет акт о несчастном случае и копию выдает пострадавшему.

Таким образом, существенное значение в аграрном производстве имеет формирование оптимальных условий работы и наблюдение за их выполнением [2,6]. Это даёт возможность предельно долгое время удерживать высокую функциональность рабочих, основанную на заботе о психофизиологическом здоровье человека. Кроме того, это содействует значительному увеличению роста производительности труда на с/х предприятии, что так же влияет на экономическую результативность всего сельскохозяйственного производства.

Охрана труда обладает важными значениями для сотрудников: правовое, экономическое и общественное.

Общественная значимость охраны труда выражается правами человека на независимость, жизнь, беспрепятственное применение личностных возможностей и собственности с целью коммерческой деятельности (которая не запрещена законодательством), возможность обладать частной собственностью, а также свободно управлять своими способностями в работе.

Финансовая значимость охраны труда состоит в учете итогов работы сотрудника и его достойной оплате, в уменьшении травматизма персонала и профессиональных заболеваний.

Правовое значение охраны труда - это в первую очередь следование законам и иным нормативным действиям охраны труда, как нанимателем (работодателем), так и сотрудником.

Порядок работы и отдыха, утвержденный на с/х предприятии, обязан соответствовать абсолютно всем нормам трудового законодательства. В прямые обязанности нанимателя (работодателя), кроме того входит оказание помощи в проведении инспектирования по надзору за безопасностью условий работы, а кроме того по необходимости осуществлять беспристрастные расследование всех произошедших несчастных случаев на производстве.

И наниматель (работодатель), и весь персонал предприятия несут не только материальную, административную, дисциплинарную, но и уголовную ответственность за нарушение указанных норм и условий безопасности труда согласно положениям действующего законодательства.

В АПК кроме того зачастую совершаются вредные и небезопасные производственные процессы (при проведении мероприятий по защите растений, в подсобных производствах, в кузнечном цеху). Все эти без исключения

особенности производства накладывают свой след на правовую базу, регламентирующую мероприятия согласно защите прав работников сельского хозяйства.

Безусловно, работодателем должны быть обеспечены требования безопасности к рабочим местам в соответствии с установленными нормативами и положениями действующего законодательства, в т.ч. обеспечена надёжная работа сельскохозяйственной техники, оборудования и т.д.

Список литературы

1. Высоцкая Е.А. Проблемы обеспечения безопасности в отраслях агропромышленного сектора экономики. Высоцкая Е.А., Бородина Е.Ю. В сб.: наука вчера, сегодня, завтра матер. науч.-практ. конф. 2016. С. 201-204.
2. Высоцкая Е.А. Инновационные разработки оптимизации и нормирования освещения рабочих мест в отраслях АПК. Высоцкая Е.А., Корнев А.С., Полковников Е.В. В сб.: Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве. Матер. междуна. науч.-практ. конф., ВГАУ: Воронеж.- 2017. С. 118-124.
3. Вяльцева К.Ю. Способы и средства нормализации параметров микроклимата помещений. Вяльцева К.Ю., Высоцкая Е.А. В сборнике: Молодежный вектор развития аграрной науки Матер. 66-й науч. студ. конф. 2015. С. 105-109.
4. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Эл. ресурс]. Режим доступа: URL <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/62075> (дата обращения 20.10. 2017).
5. Зязина Т.В. Безопасный отдых и туризм Зязина Т.В., Высоцкая Е.А., Лобачев В.В. учебное пособие для студентов V курса факультета физической культуры и безопасности жизнедеятельности / Т. В. Зязина, Е. А. Высоцкая, В. В. Лобачев; Федеральное агентство по образованию, гос. обр. учр.е высш. проф. обр. "Воронежский гос. пед. ун-т". Воронеж, 2008. (Изд. 2-е, испр. и доп.)
Майгуров А.С. Анализ вредных производственных факторов, воздействующих на работника, обслуживающего зерноочистительную технику и методы защиты от их воздействия. Майгуров А.С., Высоцкая Е.А., Корнев А.С. В сб.: Молодежный вектор развития аграрной науки Матер. 67-й студ. науч. конф. 2016. С. 87-94.

Высоцкая Елена Анатольевна, д.б.н., профессор

Прохорова Анна Владимировна, аспирант

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ
БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА И УСТОЙЧИВОСТИ
ПОДСОЛНЕЧНИКА К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ВЫБРОСАМИ
АВТОТРАНСПОРТА**

Аннотация. В статье представлены данные опытно- исследовательской работы с подсолнечником в агроценозах Верхнехавского района Воронежской области. Выявлены особенности роста и урожайности культуры в придорожной полосе, а также приводятся данные о токсическом воздействии выбросов автотранспорта на агрофит.

Ключевые слова: автотранспорт, Воронежская область, загрязнение, подсолнечник, тяжелые металлы.

Summary. The article presents data of experimental - research work with sunflower agrocenoses Verkhnekhavsky district of Voronezh region. Peculiarities of growth and productivity of crops in a roadside strip, and also provides data about the toxic effects of vehicular emission on agrofit.

Key words: transport, Voronezh oblast, pollution, sunflower, heavy metals.

В настоящее время, в связи с интенсивным развитием транспортной инфраструктуры, сельскохозяйственные угодья, вовлекаются в техногенное загрязнение, в т.ч. загрязнение автомобильным транспортом. Центральная Россия и в частности Воронежская область, относится к регионам, где значительные площади сельскохозяйственных культур, произрастают вдоль придорожных территорий и подвергаются негативному воздействию выбросов автотранспорта. Выбросы автомобильного транспорта содержат такие высокотоксичные вещества для растений вещества, как оксид углерода, оксиды азота, сажу, тяжелые металлы. Эти вещества накапливаются в почвах и могут негативно влиять на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур.

«Придорожные агроценозы – это сложные природно-техногенные комплексы, которые подвергаются комплексному негативному воздействию, таких факторов, как продукты сгорания топлива, продукты истирания шин, а так же продукты износа автотранспортного покрытия химические, физические и механические»[1]. Вещества автотранспортного происхождения особенно интенсивно воздействуют на растительность придорожных полос, которая является важнейшим звеном трофической цепи в системе агроценоза.

В составе токсичных выбросов автотранспорта содержатся отработан-

ные газы, картерные газы и топливные испарения [1].

Токсичные вещества выбросов автомобилей оказывают на растения различное негативное влияние и механизмы такого воздействия в настоящее время достаточно изучены.

В связи с тем, что придорожные агроценозы, испытывают влияние выбросов автомобильного транспорта, значительные площади сельхозугодий, характеризуются снижением показателей биологического ресурса (урожайности), вследствие загрязнения почвенных горизонтов токсическими выбросами. Культуры, произрастающие в пределах придорожных агроценозов, интенсивно поглощают токсические выбросы, которые в системе почва – растение переходят в подвижные формы.

Подсолнечник, за период вегетации, выносит из почвы большое количество элементов питания, к которым относятся азот, оксиды свинца, оксид калия, магний, фосфор, кадмий, цинк и пр. Анализ исследований, показал, что эти элементы и соединения расходуются на рост и развитие подсолнечника, и накапливаются только в вегетативных органах растения, которые не относятся к полезной массе и идут в отходы. Однако отдельные микроэлементы, способствуют выносу кадмия, который может накапливаться в семенах подсолнечника.

Вегетативные органы подсолнечника, в которых накапливаются загрязняющие вещества, а так же сухая часть семян, которая остается после отжима, идут в отходы, таким образом, эти факторы, способствуют тому, что данная культура, может выращиваться на территориях, где агроценозы подвержены техногенному загрязнению, в том числе в условиях загрязнения автотранспортом.

Исследования проводились в землепользованиях фермерского хозяйства Веневцева Александра Валентиновича в 2013 – 2017 годах. Хозяйство находится на севере Воронежской области в Верхнехавском районе.

Согласно поставленной цели и задачам исследования, объектомизучения были выбраны придорожные агроэкосистемы с посевами подсолнечника.

Целью опытов было выявление сортов подсолнечника обладающих толерантностью к загрязнению почв выбросами автотранспорта и реализующих высокий биологический ресурс в условиях произрастания в придорожной полосе.

Предметом исследования при проведении опытной части, было определено влияние различных абиотических факторов на толерантность, и продуктивность (урожайность) посевов подсолнечника, к автотранспортным загрязнениям и оценка возможности использования посевов данных сельскохозяйственных культур в севообороте на придорожных территориях автодорог 4 категории Верхнехавского района, в качестве экологических адсорбентов, способствующих оптимизации экологического состояния почв придорожных агроэкосистем.

По территории исследуемого участка, в землепользовании которого закладывались опыты, вне населенных пунктов проходят следующие основные автодороги:

1. Участок автодороги «Большая Приваловка – Никольские выселки» (IV категория) с шириной придорожной полосы в 50 м;
2. Участок автодороги «Большая Приваловка – Малая Приваловка» (IV категория) с шириной придорожной полосы в 50 м.
3. Участок автодороги «Парижская Коммуна - Малая Приваловка» - (IV категория) с шириной придорожной полосы в 50 м.
4. Участок автодороги Верхняя Хава – пересечение с грунтовой дорогой» (IV категория) с шириной придорожной полосы в 50 м.
5. Участок автодороги «Пересечение с грунтовой дорогой – Малая Приваловка» » (IV категория) с шириной придорожной полосы в 50 м.

В опытах использованы следующие сорта подсолнечника:

ЕНИСЕЙ «Сорт относится к группе ультраскороспелых, вегетационный период от всходов до уборочной спелости 75-80 дней. Сорт заразиоустойчив, отличается стабильной урожайностью и повышенной технологичностью, крупноплодный, корзинки быстро подсыхают на корню. Высота растений 140 -170 см. Масса 1000 семян 95-120 г. Урожайность от 1,8-2,4 т/га. Масличность 44-46%» [1,2,3].

БУЗУЛУК «Раннеспелый сорт подсолнечника. Период вегетации 80 - 85 дней. Способен обеспечивать урожайность семян до 33 ц/га. Масличность до 54%. Высота растения 168 см. Засухоустойчив, отличается высокой стабильностью при различных почвенно-климатических условиях. Устойчив к заразио, ложной мучнистой росе, обладает высокой полевой устойчивостью к фомопсису и гнилям» [3,4].

АЛЬТАИР «Трехлинейный гибрид. Лист среднего размера, зелёный, пузырчатость слабая, пильчатость края листа мелкая, форма поперечного сечения плоская, угол между боковыми жилками прямой или почти прямой. Язычковый цветок желтый, овальной формы. Трубочатый цветок желтый, антоциановая окраска рыльца отсутствует или очень слабая. Корзинка средняя, положение при созревании от наполовину повернутого вниз до повернутого вниз, форма семенной стороны выпуклая. Растение высокое, ветвление отсутствует. Семянка от малой до средней, овально-удлиненная, основная окраска чёрная, пятнистость отсутствует, полосы краевые имеются. Средняя урожайность семян в регионе составила 24,9 ц/га. Высокомасличный. Среднее содержание жира в семенах в регионе 54,1%. Раннеспелый» [3,5].

АЙТАНА «Простой гибрид. Лист средний, сердцевидный, зеленый, антоциановая окраска и глянецвитость отсутствуют, пузырчатость слабая, пильчатость края листа средняя, неправильная, форма поперечного сечения листа вогнутая. Опушение стебля в верхней части среднее. Время цветения среднее. Язычковый цветок овальный, желтый; трубчатый цветок желтый, антоциановая окраска рыльца отсутствует или очень слабая. Положение кор-

зинки при созревании - повернутое вниз, размер средний, форма семенной стороны S-образная. Ветвление растения отсутствует. Семянка средняя, овально-удлиненная, средней толщины, основная окраска черная, полосы серые, положение краевое. Средняя урожайность семян в регионах - 25,5 и 25,8 ц/га, на 2,8 и 4,4 ц/га выше (11,0 и 15,5%) средних стандартов. Максимальная урожайность семян 42,6 ц/га получена в Воронежской области на Богучарском и 38,2 ц/га - на Борисоглебском ГСУ. Высокомасличный. Среднее содержание жира в семенах - 49,4%, выше на 2,0%; сбор масла - 10,9 ц/га, на 1,1 ц/га больше. Среднеранний. Толерантен к фомопсису, устойчив к зарази-хе, умеренно восприимчив к белой гнили» [3,6].

АЛИСОН РМ «Простой гибрид. Лист средний, сердцевидный, зеле-ный, антоциановая окраска отсутствует, глянецвитость имеется, пузырча-тость отсутствует или очень слабая, пильчатость края листа средняя, непра-вильная, форма поперечного сечения плоская. Опушение стебля в верхней части слабое. Время цветения среднее. Язычковый цветок желтый, овальный, количество среднее. Трубчатый цветок желтый, антоциановая окраска рыль-ца отсутствует или очень слабая. Корзинка от средней до большой, при со-зревании положение повернутое вниз, форма семенной стороны плоская. Растение среднее, ветвление отсутствует. Семянка средняя, овально-удлиненная, толщина средняя, основная окраска черная, пятнистость отсут-ствует, полосы серые, положение краевое. Средняя урожайность семян в ре-гионах соответственно 25,9; 24,9; 15,6 и 16,6 ц/га. Максимальная урожай-ность достигала 38,8 ц/га. Высокомасличный. Среднее содержание жира в семенах от 49,4 до 52,5%, максимальное - 55,1%. Среднеранний. За годы ис-пытания на госсортоучастках слабо поражался заразихой. По данным ВНИИМК, при искусственном заражении устойчив к фомопсису, слабовос-приимчив к заразихе»[3,7,8].

В процессе опытно-экспериментальной работы, мы анализировали ди-намику роста и развития подсолнечника в период вегетации и созревания корзинок, при различных концентрациях выбросов автотранспорта в почве.

Мы определяли количество всходов, определяли массу листьев и плодов, а так же выявляли наличие загрязняющих веществ в семенах подсолнечника.

По результатам опытно - экспериментальной работы:

1. Выявлено, что почвы придорожных агроценозов наиболее интенсив-но загрязнены выбросами автотранспорта в период сразу после схода снега. В ходе проведенных анализов, выявлены такие токсичные вещества, как бен-запирен, свинец, кадмий, цинк, медь. Причиной такого загрязнения является загрязнение почвенных горизонтов талыми водами, образующимися в ре-зультате таяния снежного покрова, в котором в холодный период аккумуля-ровались выбросы. В этот период выявлены превышения по валовым формам бензапирена на уровне 48, 5 – 50, 0 ПДК. Так же выявлены превышения ва-ловых форм тяжелых металлов, разброс превышений составил от 1, 5 дл 2, 2 ПДК.

Выявлена прямая корреляция между превышениями относительно ПДК подвижных форм тяжелых металлов и внесением в почвенные горизонты внесенных удобрений. На делянках с внесенными удобрениями констатируется повышение концентраций подвижных форм тяжелых металлов, по свинцу (дл 2,12 ПДК), по кадмию (до 2, 14 ПДК) и меди (до 1,57 ПДК). Так же был выявлен дефицит подвижных форм цинка, их концентрации не превышали 0,98 ПДК.

Анализы, проведенные в период вегетации и перед уборкой урожая, показали незначительное увеличение содержания в почве валовых форм бензапирена и тяжелых металлов в полосе посевов подсолнечника на расстоянии 0 – 20 от автодороги. На расстоянии дальше от автодороги концентрации валовых форм веществ оставались примерно на том же уровне. Это указывает на то, что посеvy подсолнечника выполняли роль буферной зоны, и препятствовали загрязнению почв выбросами автотранспорта.

Однако в период вегетации и перед уборкой урожая, было выявлено дефицит подвижных форм тяжелых металлов, так, как они интенсивно выносились посевами подсолнечника. Концентрации подвижных форм элементов были ниже предельно допустимых по всем позициям, на всех делянках, по свинцу они составили в среднем 0,87 ПДК в полосе от 0 до 20 м и 0,68 ПДК, на делянках, расположенных дальше 20 м от дороги.

2. Определено влияние выбросов автотранспорта на рост и развитие вегетативных органов подсолнечника.

Выявлено, что бензапирен, несмотря на высокое загрязнение этим веществом почв придорожных агроценозов, не оказывает влияние на рост и развитие растений. В вегетативной части растений не отмечено данного вещества, мы считаем, что это обусловлено тем, что бензаринет содержится в почве в нерастворимой форме и соответственно не усваивается растениями.

Была установлена толерантность подсолнечника к загрязнению почв тяжелыми металлами. В вегетативной массе растений выявлено наличие свинца и кадмия, однако эти вещества не оказывали негативного влияния на рост и развитие растений.

Результаты исследований показали, что динамика накопления сухой биомассы растениями подсолнечника имела тенденцию постепенного увеличения в процессе роста и развития растений и достигла максимальных показателей к фазе хозяйственной спелости. Было выявлено, что внесение удобрений, в условиях загрязнения агроценозов подсолнечника выбросами автотранспорта, может негативно сказываться на урожайности вегетативной массы. Так на делянках с вносимой двойной дозой удобрений, концентрации свинца и кадмия в сухой биомассе были выше, а размеры листовой пластинки в среднем меньше, чем на других делянках. Таким образом, констатируется, что свинец и кадмий негативно влияют на процесс фотосинтеза. В среднем за годы исследований на контроле урожайность сухой надземной биомассы к фазе хозяйственной спелости составила от 7,97 т/га до 9,56 т/га.

3. Исследование влияния выбросов на генеративные органы подсолнечника показало, что эти органы наиболее чувствительны к тяжелым металлам. Влияние на генеративные органы бензапирена не обнаружено.

В целом, в условиях загрязнения посевов подсолнечника выбросами автотранспорта, повышенные концентрации тяжелых металлов могут оказывать негативное влияние на рост и развитие корзинки. Так, на делянках с вносимой двойной дозой удобрения среднем, за годы исследований было выявлено уменьшение общей площади корзинки, в среднем эти показатели составили 188,6 см². На остальных делянках, в том числе в полосе 0 – 20 м от автодороги, размеры корзинки были на уровне 234 см². Мы считаем, что внесение двойной дозы удобрений с пестицидами усугубляет загрязнение почв придорожных агроценозов.

Таким образом, можно сделать вывод, что подсолнечник – это культура, которая характеризуется высокой толерантностью к загрязнениям выбросами автотранспорта и посевы подсолнечника в связи с особенностями вегетативной массы и высоким выносом микроэлементов могут служить буферной зоной, защищающей посевы от загрязнения. Однако необходимо учитывать дозу вносимых удобрений. В частности при внесении двойной дозы удобрений, в маслосемах может накапливаться токсичный кадмий.

Список литературы

1. Бондаренко Е.В. Дворников Г.П. Дорожно – транспортная экология - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 113 с. – с. 6.
2. В. В. Ломакин, Ю. Ю. Покровский, И. С. Степанов, О. Г. Гоманчук Безопасность автотранспортных средств /под. Общ. Ред. Ломакина В. В. – М: МГТУ «МАМИ», 2011. – 299 с. С 256.
3. Данные реестра «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») Дата регистрации 1958-11-12/ <http://reestr.gossort.com/reg/cultivar/1916>
4. Данные реестра «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») Дата регистрации 2005-04-13 Патент № 2642 от 13.04.2005 г. <http://reestr.gossort.com/reg/cultivar/6190>
5. Данные реестра «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») Дата регистрации 2010-02-26. <http://reestr.gossort.com/reg/cultivar/11992>
6. Данные реестра «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») <http://reestr.gossort.com/reg/cultivar/5874>
7. Данные реестра «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») <http://reestr.gossort.com/reg/cultivar/5293>
8. Высоцкая Е.А. Научно-методические основы оптимизации продуктивности агроценоза в условиях почвенного загрязнения /Высоцкая Е.А.// Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 1. С. 31-34.

Баскаков Иван Васильевич, к.т.н., доцент
Оробинский Владимир Иванович, д. с-х. н., профессор
Чернышова Оксана Тимофеевна, студентка
Хорошева Наталья Алексеевна, студентка

Воронежский государственный аграрный университет имени импера-
тора Петра I, Россия

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

Аннотация. В статье рассматривается состояние зерна кукурузы в момент её механизированной уборки. Представлено содержание различных компонентов в ворохе. Установлено, что в период уборки зерно кукурузы имеет влажность 24...26%. При этом в бункерном ворохе содержится до 34% повреждённых зёрен, из которых около 14% получено в результате обмолота культуры комбайном. Довести такой зерновой ворох до кондиционного состояния по влажности можно только за несколько циклов сушки. Это приведёт к увеличению степени повреждения зерна. Применение процесса озонирования позволит повысить эффективность сушки и провести консервацию влажного зерна.

Ключевые слова: кукуруза, зерно, семена, сушка, озонирование.

Summary. The article discusses the condition of corn at the time of its mechanical harvesting. The content of the various components in the pile. It is established that during the harvest the corn grain has a moisture content of 24 to 26%. While in bunker pile contains up to 34% damaged corn, of which about 14% is obtained in the result of threshing culture combine. To bring this grain heap to a standard condition of moisture content only for a few drying cycles. This will lead to further damage to the grain. Application of ozonation process will improve the drying efficiency, and to carry out the conservation of wet grain.

Keywords: maize, grains, seeds, dryer, ozonation.

Кукурузу на зерно убирают одной из последних культур. При этом в середине осени в Центрально-Чернозёмном регионе выпадает большое количество осадков и наблюдаются частые перепады температуры воздуха вокруг нуля градусов. В связи с этим влажность зерна и початков на момент уборки достигает чрезмерных значений, что приводит к порче части урожая уже на корню.

С целью определения состояния зерна в период уборки во второй декаде октября были отобраны образцы початков кукурузы в Новоусманском районе Воронежской области. Исследования проводили на раннеспелом зубовидном гибриде П-8521 производства компании «Pioneer», характеризующийся быстрой отдачей влаги. Урожайность культуры составляла 81 ц/га. В

результате визуального осмотра початков было установлено, что часть зерна в них уже повреждено (рис. 1).



Рис. 1 Повреждённые зёрна в початке кукурузы

Ручной вымолот зерна кукурузы из початков показал, что из полученного образца 20,2% зерновок имеют различные повреждения ещё до осуществления механизированной уборки. При этом влажность исходного вороха составляла 25,3%. Стоит отметить, что данный показатель меняется в каждом отдельно взятом початке в диапазоне 18,4...38,2%. Масса 1000 зёрен составляла 319 г. Состав бункерного вороха кукурузы приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества бункерного вороха кукурузы

Показатель	Содержание, %		Влажность, %		Масса 1000 зёрен, грамм	
	Контроль	Бункерный ворох	Контроль	Бункерный ворох	Контроль	Бункерный ворох
Целое зерно	79,8	64,5	25,3	24,7	319	332,5
Повреждённое зерно	20,2	34,0		26,6		282,1
Примеси	-	1,5		19,8		-

Механизированная уборка кукурузы проводилась переоборудованным зерноуборочным комбайном «Lexion-580» компании «Claas». Машина оснащена комбинированным молотильно-сепарирующим устройством с ускорителем и барабаном диаметром 600 мм, а также парой роторных соломотрясов «Roto Plus» диаметром 445 мм [12].

В результате работы комбайна содержание повреждённых зёрен увеличилось до 34%. Причём в бункерном ворохе находилось 1,5% примесей. Распределение влажности по компонентам было различным. Целое зерно имело данный показатель на уровне 24,7%, повреждённое – 26,6%, а примеси – 19,8%. Масса 1000 зёрен также была разной. Целое зерно имело данный показатель на уровне 332,5 г, а повреждённое – 282,1 г (табл.).

Анализируя полученные результаты можно констатировать, что в период уборки кукурузы, зерно имеет чрезмерную влажность, значительно превышающую кондиционную 12...14% [4, 16]. Причем данный показатель сильно варьируется в зависимости от исследуемого початка. Из-за неблагоприятных погодных условий значительная доля зерна повреждается ещё до

проведения механизированной уборки. В бункерном ворохе присутствуют компоненты, влажность которых превышает 38%, именно они и послужат очагом порчи полученного урожая. Механизированная уборка кукурузы комбайном «Lexion-580» увеличила содержание повреждённых зёрен на 13,8%. Данные компоненты имеют повышенную влажность, именно там в первую очередь начнут развиваться микроорганизмы [15, 18].

Довести зерно кукурузы исходной влажностью 24...26% до кондиционного состояния можно только за 2...3 прохода через зерносушилку. Это объясняется тем, что культура имеет плотную оболочку и поэтому очень плохо отдаёт влагу. Увеличение температуры сушки приводит к повреждению зерна. Поэтому для предотвращения порчи кукурузы необходимо провести её консервацию и ослабить связь зерновки с влагой. Наиболее перспективным методом считается применение процесса озонирования [2, 3, 12]. Обработка зерна озоном позволит при той же температуре теплоносителя снять больший процент влажности или ускорит процесс [9, 16], а также предотвратит порчу урожая [7, 10]. Учитывая, что при послеуборочной обработке кукурузы до 70% затрат приходится на сушку, применение процесса озонирования должно быстро окупиться. Кроме того, семена подверженные действию озона лучше всходят и дают больший урожай [1, 6, 8].

Таким образом, современный уровень развития сельскохозяйственной техники и технологий не позволяет произвести уборку кукурузы на зерно при кондиционной влажности без повреждения. По нашему мнению необходимо внедрять прогрессивные методы консервации и сушки, одним из которых является процесс озонирования.

Список литературы

1. Авдеева, В. Н. Предпосевная обработка семян пшеницы озоном [Текст] / В.Н. Авдеева, Г.П. Стародубцева, С.И. Любая // Аграрная наука. – 2008. – № 5. – С. 19-20.
2. Баскаков, И. В. Влияние способа хранения зерна на качество семян [Текст] / И. В. Баскаков, О. В. Чернова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 25 декабря 2015 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 82-88.
3. Баскаков, И.В. Преимущества использования процесса озонирования в растениеводстве [Текст] / И.В. Баскаков, А.П. Тарасенко, Р.Л. Чишко // Наука и образование в современных условиях: материалы научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016. – С. 173-178.
4. Баскаков, И.В. Современные методы хранения зерна в хранилищах силосного типа [Текст] / И.В. Баскаков, А.В. Чернышов, Р.Л. Чишко, М.К. Харитонов // Инновационные технологии и технические средства для агропромышленного комплекса: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава

ва, научных сотрудников и аспирантов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 15-20.

5. Использование процесса озонирования при предпосевной обработке семян [Текст] / И. В. Баскаков [и др.] // Наука вчера, сегодня, завтра : материалы науч.-практ. конф. (Россия, Воронеж, 5-9 сентября 2016 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 10-23.

6. Озонирование семенного материала – резерв повышения урожайности зерновых культур [Текст] / И.В. Баскаков [и др.] // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 10 января 2017 г.). – Ч. II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 10-16.

7. Оробинский, В. И. Снижение травмирования зерна при уборке : монография [Текст] / В. И. Оробинский, И. В. Баскаков, А.В. Чернышов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 161 с.

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

9. Положенцев, В.П. Инновации в растениеводстве [Текст] / В.П. Положенцев // Сб. : Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России Материалы. Национальной научно-практической конференции : Рязань, 2016. – С. 169-175.

10. Проблемы использования процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И. В. Баскаков [и др.] // Современные научно-практические решения в АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Россия, Воронеж, 6-7 июня 2017 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 41-46.

11. Стаканов И.Н. Применение процесса озонирования в отраслях / И.Н. Стаканов, В.В. Чистохвалов, В.И. Оробинский, И.В. Баскаков // Молодёжный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции (Россия, Воронеж, март – июнь 2017 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 269-275.

12. Тарасенко, А. П. Роторные зерноуборочные комбайны [Текст] : учебное пособие / А. П. Тарасенко. – СПб. : Лань, 2013. – 192 с.

13. Тарасенко, А. П. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, М.Э. Мерчалова, И.В. Баскаков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2009. – Вып. 3 (22). – С. 22-25.

14. Тарасенко, А. П. Современные технологии хранения зерна в хозяйствах: учебное пособие [Текст] / А.П. Тарасенко, И.В. Баскаков, А.В. Чернышов, М.Э. Мерчалова. – Воронеж: ФГБОУ Воронежский ГАУ, 2014. – 135 с.

15. Чернышов, А. В. Альтернативные способы хранения зерна в хозяйствах [Текст] / А.В. Чернышов, И.В. Баскаков // Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной науч.-практ. конф. молодых

учёных и специалистов. Воронеж, 27-28 марта 2014. – Ч. III. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 66-70.

16.Штанько, Р.И. Электроозонаторная установка для сушки зерна [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Штанько Роман Иванович. – Зерноград, 2000. – 143 с.

УДК 631.243.3

Баскаков Иван Васильевич, к.т.н., доцент

Оробинский Владимир Иванович, д. с-х. н., профессор

Воронежский государственный аграрный университет имени императора
Петра I, Россия

Карпенко Роман Николаевич, к.т.н., генеральный директор

ООО «Воронежсельмаш», Россия

ПОТЕРИ ЗЕРНА ПРИ ХРАНЕНИИ В ЗЕРНОХРАНИЛИЩАХ СИЛОСНОГО ТИПА

Аннотация. В статье рассматривается необходимость применения зернохранилищ силосного типа при хранении зерна. Представлены основные типы силосов, применяемые в сельском хозяйстве. Проанализировано оборудование, используемое при закладке зернового материала на хранение, с точки зрения травмирования зерна. Указаны основные системы консервации хранящегося вороха в зернохранилищах силосного типа. По литературным источникам определено суммарное повреждение зерна при однократной загрузке силоса.

Ключевые слова: зерно, семена, озон, озонирование зерна, охлаждение зерна, активное вентилирование зерна, хранение зерна, зернохранилища силосного типа, травмирование зерна, потери зерна.

Abstract. The article discusses the necessity of grain storage silos for the storage of grain. The main types of silos used in agriculture. Analyzed the equipment used in laying the grain of the material in storage, from the point of view of injury to the grain. Indicates the major system preservation heap stored in granaries silos. According to literature sources determined the total damage to the grain in a single load of silage.

Keywords: grain, seeds, ozone, ozonation of grain, cooling grain aeration grain, grain storage, grain storage silos, grain damage, grain losses.

В XXI веке в Российской Федерации наметилась устойчивая тенденция увеличения производства зерновых культур. Если за период с 2000 по 2003 гг. удалось собрать в среднем за 4 года 75,905 млн. т., то в последнюю четырёхлетку уже 108,12 млн. т. (рис. 1). Причём увеличение валового сбора идёт как за счёт роста урожайности культур [8], так и за счёт расширения площадей посева [7]. В 2016 году удалось намолотить 126 млн.тонн зерновых и

зернобобовых культур, что сопоставимо с рекордным показателем в 127,8 млн. т., который был получен с территории современной России в далёком 1978 году [7].

Задача хозяйств агропромышленного комплекса при послеуборочной обработке и хранении урожая состоит в том, чтобы обеспечить его полную сохранность должного качества при минимальных затратах труда, денежных средств, времени. На сегодняшний день остро стоит вопрос замены физически-устаревших железно-бетонных элеваторов, складов и амбаров на более перспективные зернохранилища [4, 16, 18].

При хранении больших объёмов зерна зачастую используют сборно-металлические силоса. В некоторых странах, по объёму вместительности, на их долю приходится 50% всех зернохранилищ [16]. Особенно широко металлические силоса распространены в США, Канаде, Аргентине, Италии, Испании. Ёмкости отличаются большим многообразием форм, размеров и конструктивных решений. Применение металлических силосов дает много существенных преимуществ по сравнению с традиционными монолитными железобетонными элеваторами. Например, возможность заводского изготовления конструкций, меньшую массу, простоту транспортирования, в том числе на большие расстояния, лёгкость, небольшую трудоёмкость монтажа и т.д. Применяют металлические силосы и в России. Их используют при строительстве и модернизации элеваторов, а также при расширении действующих зернохранилищ.

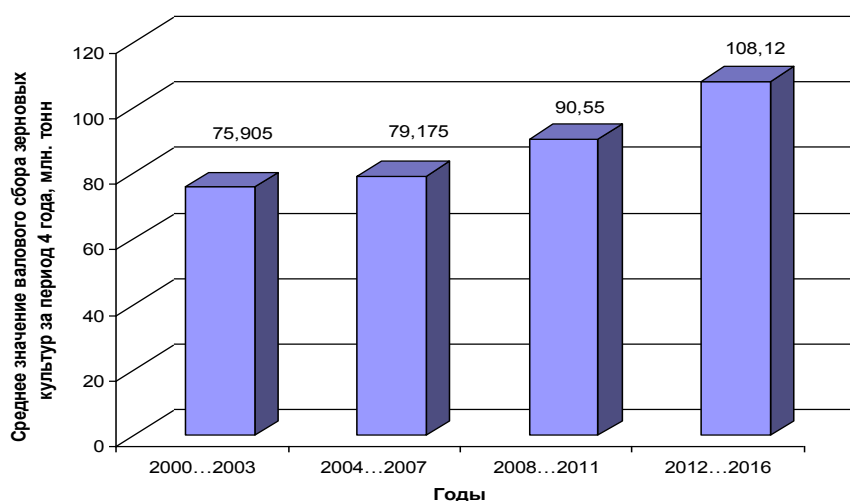


Рисунок 1. Динамика роста производства зерновых культур в Российской Федерации в XXI веке

Сборно-металлические силосы предназначены для хранения семян, продовольственного и фуражного зерна колосовых, зернобобовых культур, кукурузы, риса влажностью не выше 16%. Зернохранилища силосного типа изготавливают в трёх вариантах: с плоским дном (рис. 2а), с конической воронкой (рис. 2б) и экспедиторские (рис. 2в) [16].

При отсутствии должной системы аэрации в зернохранилищах силосного типа поддержание заданных качественных показателей вороха добиваются за счёт перемешивания зерна, путем перемещения его из одного силоса в другой. При этом зерновой материал испытывает множественные механические воздействия транспортирующих органов, что отрицательно сказывается на его качестве [10, 17]. Семена, соответствующие стандарту, из такого зерна получить уже не удастся. Поэтому на современном уровне развития сельского хозяйства наличие должной системы консервации в сборно-металлических силосах является обязательным условием при проектировании и возведении подобных зернохранилищ.

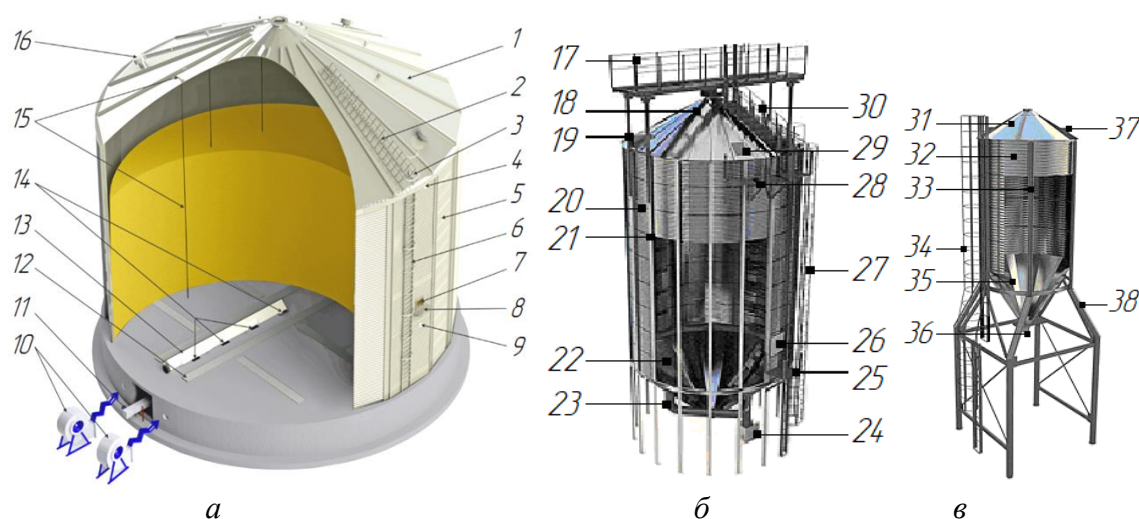


Рисунок 2. Основные варианты зернохранилищ силосного типа:

а – плоскодонный силос; *б* – силос с коническим дном; *в* – экспедиторский силос;
 1, 18 и 31 – крыша; 2, 6, 27, 30 и 34 – лестница; 3 и 29 – люк смотровой кровельный; 4 и 9 – датчик верхнего и нижнего уровня насыпи; 5, 20 и 32 – корпус; 7 и 26 – инспекционная дверь; 8 и 25 – сервисная площадка; 10 и 24 – вентиляторы; 11 – оборудование выгрузки; 12 и 23 – система вентиляции; 13 – шнек выгрузки; 14 – высыпки зерна; 15 – термоподвески; 16, 19 и 37 – дыхательный клапан; 17 – транспортный мост; 21 и 33 – рёбра жесткости; 22 и 35 – конусное дно; 28 – сервисная площадка у смотрового люка; 36 – задвижка; 38 – опорная конструкция

Существует несколько способов обеспечить сохранность заложенного на хранение зернового материала. Для поддержания заданных параметров вороха в силосах применяют активное вентилирование (рис. 3а) [5,], консервацию посредством охлаждения (рис. 3б) или озонирования (рис. 3в) [2, 3, 6, 9, 12] зерна и т.д.

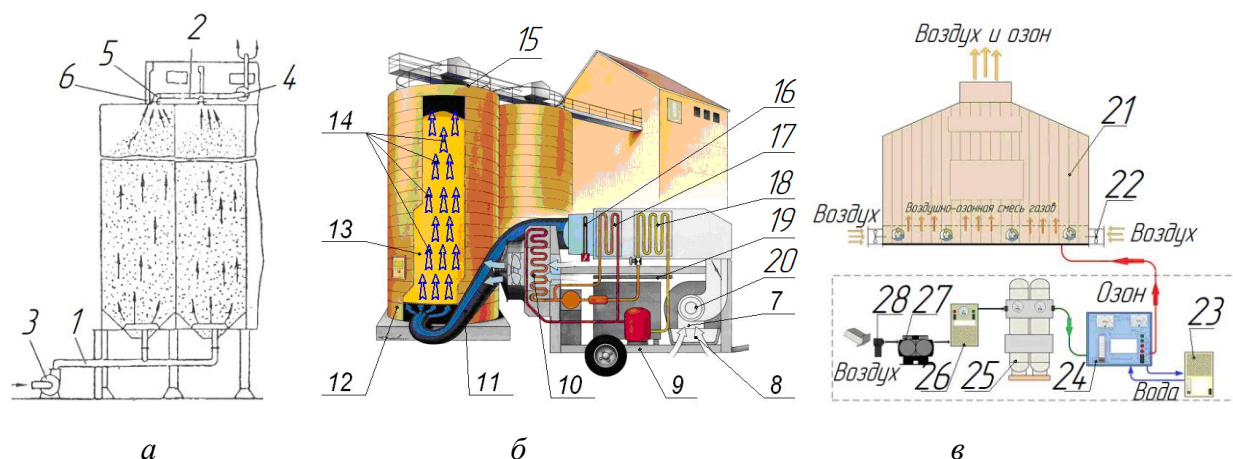


Рисунок 3. Системы консервации зерна в металлических силосах:

а – схема установки активного вентилирования зерна; *б* – схема установки консервации зерна методом охлаждения «Granifrigor»; *в* – схема установки озонирования зерна «Oxidation Technologies»;

1, 2 и 11 – воздуховоды; 3, 4, 20 и 22 – вентиляторы; 5 – патрубок; 6 – шибер; 7 – фильтр; 8 – впускное окно; 9 – охлаждающая установка «Granifrigor»; 10 – калорифер; 12 – плоскодонный силос; 13 – зерновой ворох; 14 – поток охлажденного воздуха; 15 – вытяжное устройство; 16 – устройство регистрации температуры воздуха; 17 – устройство «Hygromat»; 18 – охладители воздуха; 19 – конденсатор влаги; 21 – зернохранилище; 23 – охладитель воды; 24 – генератор озона; 25 – концентратор кислорода; 26 – осушитель воздуха; 27 – воздушный компрессор; 28 – воздушный фильтр

При использовании любой системы консервации необходимо соблюдать периодичность измерений контролируемых параметров в металлическом силосе. Соблюдение всех кондиционных требований относительно влажности, температурного режима, наличия кислорода в межзерновом пространстве, заражённости вредителями обеспечит сохранность собранного урожая без снижения его качества.

В процессе закладки зернового материала на хранение наблюдается повреждение зерна за счёт механического воздействия рабочих органов транспортирующих устройств и оборудования силоса. Каждый элемент зернохранилища в большей или меньшей степени, но влияет на состояние вороха. Травмирование зерна возможно за счёт воздействия цепных транспортёров, норий загрузки, стыков самотёков, рабочих органов зерносушилок, зачистного шнека и выгрузных устройств плоскодонных силосов, а также вследствие боя зерна при ударе о днище.

По данным В.Ф. Русских [11] травмирование зерна ячменя и овса наблюдается после воздействия любого вида специализированного оборудования. В зависимости от культуры приёмное устройство бункерного типа повреждало 0,67...1,0% зернового вороха, транспортёры – 2,75...3,75%, нории – 3,33...4,5%, отделение временного хранения – 0,92...1,5%, бункер готовых семян, осуществляющий загрузку грузового автотранспорта – 0,08...0,42%. Подобные результаты получены и сотрудниками Воронежского ГАУ. В результате ряда опытов [13, 14, 15] установлено, что нории в среднем травми-

руют 4,6% зерна пшеницы, скребковые конвейеры – 10,5%, шнеки 2,6%, самотечные устройства – 1,6%, ленточные транспортёры – 0,51%.

При загрузке силоса зерно повреждается при ударе о днище, поскольку падает со значительной высоты. Чем больше объём зернохранилища, тем меньше в процентном отношении травмируется зернового материала. Наибольшее повреждение наблюдается у зерна, которое непосредственно контактирует с днищем силоса [20]. В остальных случаях травмированием зерновок при приземлении можно пренебречь. Анализ результатов эксперимента [19] показал, что наиболее предпочтительным для хранения семян является хранилище силосного типа с коническим днищем, покрытым демпфирующим слоем, с возможно наименьшей высотой конструкции. В таких условиях травмирование зерна при загрузке силоса сводится к минимальным значениям. В целом коническое днище травмирует в среднем на 0,22% меньше, чем плоское. При увеличении высоты разгрузки уровень травмирования зерна при ударе о дно силоса возрастает во всех исследуемых вариантах. Демпфирующая поверхность способствует снижению повреждения зерновки на конусном основании на 0,2...0,49%, на плоском днище – на 0,09...0,5%. В среднем данный показатель составляет 0,32%. Учитывая размеры современных силосов, количество зерна ударяемого о дно ничтожно мало, по сравнению с общим объёмом зернохранилища. Кроме того, для предотвращения повреждения зерна при загрузке силоса компании «*Bentall Rowlands*», «*AgriDry*» и другие, монтируют внутрь силоса гравитационный распределитель. Данное устройство снижает скорость падения материала, равномерно распределяя его по всему объёму, а также противодействует накоплению мелких частиц в центре хранилища [21]. Травмирование зерна за счёт удара о дно силоса актуально изучать только на буферных ёмкостях, в которые загрузка осуществляется многократно, а партии хранящегося урожая минимальны.

Разгрузка плоскодонных силосов, как правило, осуществляется шнековым устройством [5], которое также вызывает повреждение зерна. В процессе опыта [19] пробы отбирались на входе в выгрузной шнек и на выходе из него. Анализ результатов эксперимента показал, что выгрузное шнековое устройство снижает содержание в ворохе полноценного зерна на 5,98%. При этом травмирование увеличивается на 2,77%. Содержание повреждённых семян гречихи возросло на 2,5%. Кроме того, сотрудники Воронежского ГАУ установили [1], что наибольшее дробление зерна озимой пшеницы сорта «Московская 39» от 2,4 до 3,5% наблюдается при зазоре между шнеком и кожухом до 10 мм. Следовательно, в среднем выгрузной шнек повреждает около 2,5% зернового вороха.

После осуществления гравитационной разгрузки зерна через выпускные отверстия силоса с плоским дном на полу зернохранилища остаётся значительный объём материала, который убирают с помощью зачистного шнека [5]. В процессе работы он перемещается по окружности на 360°, тем самым

выгребая остатки вороха в выгрузное устройство. Учитывая, что зачистной шнек воздействует не на весь материал, то использование данного оборудования приведёт к дроблению зерна примерно в 0,2...0,5%. Чем больше диаметр силоса и меньше высота конструкции, тем более пагубное влияние оказывает данное устройство. Использование зачистного шнека перед выгрузным шнековым транспортёром, приведёт к ещё большему повреждению зерна. Минимизировать повреждение зерна в силосах с плоским дном позволит использование самотечных устройств боковой разгрузки и виброполов [21].

Таким образом, однократная загрузка силоса посредством скребкового конвейера, самотечных устройств и нории, повреждение нижнего слоя зернового материала при ударе о днище, использование зачистного шнека и шнекового транспортёра при разгрузке зернохранилища приведёт к повреждению примерно 10% зерён. Представленные результаты свидетельствуют о том, что из рассматриваемых зернохранилищ силосного типа наиболее предпочтительным вариантом для хранения семенного материала являются силоса с коническим днищем, покрытым демпфирующим слоем, с возможно наименьшей высотой загрузки. При этом необходимо использовать тихоходные нории, ленточные конвейеры, современные системы термометрии и аэрации. В таких условиях травмирование семян сводится к минимальным значениям. Несмотря на указанные проблемы, следует отметить, что основные тенденции в строительстве сооружений для хранения зерна направлены на применение силосов из тонкостенных металлических листов волнистого профиля. Поэтому необходимо и далее совершенствовать оборудование зернохранилищ силосного типа, а также изучать и внедрять современные системы консервации зернового вороха.

Список литературы

1. Ахматов, А. А. Травмирование зерна шнековым питающим устройством [Текст] / А. А. Ахматов, В. И. Оробинский, В. Н. Солнцев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – Вып. 4 (47). – С. 98-101.
2. Баскаков, И. В. Влияние способа хранения зерна на качество семян [Текст] / И. В. Баскаков, О. В. Чернова // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 25 декабря 2015 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 82-88.
3. Баскаков, И.В. Преимущества использования процесса озонирования в растениеводстве [Текст] / И.В. Баскаков, А.П. Тарасенко, Р.Л. Чишко // Наука и образование в современных условиях: материалы научной конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2016. – С. 173-178.
4. Баскаков, И.В. Современные методы хранения зерна в хранилищах силосного типа [Текст] / И.В. Баскаков, А.В. Чернышов, Р.Л. Чишко, М.К. Харитонов // Инно-

вационные технологии и технические средства для агропромышленного комплекса: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 15-20.

5. Воронежсельмаш [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vselmash.ru/> (дата обращения: 20.10.2017).

6. Использование процесса озонирования при предпосевной обработке семян [Текст] / И. В. Баскаков [и др.] // Наука вчера, сегодня, завтра : материалы науч.-практ. конф. (Россия, Воронеж, 5-9 сентября 2016 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 10-23.

7. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mcsx.ru/> (дата обращения: 20.08.2017).

8. Озонирование семенного материала – резерв повышения урожайности зерновых культур [Текст] / И.В. Баскаков [и др.] // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 10 января 2017 г.). – Ч. II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 10-16.

9. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И.В. Баскаков [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 3 (50). – С. 120-126.

10. Проблемы использования процесса озонирования в сельском хозяйстве [Текст] / И. В. Баскаков [и др.] // Современные научно-практические решения в АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Россия, Воронеж, 6-7 июня 2017 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 41-46.

11. Русских, В. Ф. Уменьшая травмирование зерна, повышаем его урожайность [Текст] / В. Ф. Русских // Комбикорма. – 2010. – №7. – С. 51-53.

12. Стаканов, И. Н. Применение процесса озонирования в отраслях / И. Н. Стаканов, В. В. Чистохвалов, В. И. Оробинский, И. В. Баскаков // Молодёжный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции (Россия, Воронеж, март – июнь 2017 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 269-275.

13. 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.

14. Тарасенко, А. П. Совершенствование средств механизации для получения качественного зерна [Текст] / А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский, А. М. Гиевский, М. Э. Мерчалова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – Вып. 3 (34). – С. 109-115.

15. Тарасенко, А. П. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна [Текст] / А. П. Тарасенко, М. Э. Мерчалова, И. В. Баскаков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2009. №3. – С. 22-25.

16. Тарасенко, А. П. Современные технологии хранения зерна в хозяйствах: учебное пособие [Текст] / А.П. Тарасенко, И.В. Баскаков, А.В. Чернышов, М.Э. Мерчалова. – Воронеж: ФГБОУ Воронежский ГАУ, 2014. – 135 с.

17. Харитонов, М. К. Совершенствование машин для погрузки-разгрузки зернового вороха при его хранении [Текст] / М. К. Харитонов, А. В. Чернышов, И. В. Баскаков // Молодёжный вектор развития аграрной науки: материалы 65-й студенческой науч. конф. – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – С. 42-45.

18. Чернышов, А.В. Альтернативные способы хранения зерна в хозяйствах [Текст] / А. В. Чернышов, И. В. Баскаков // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы международной науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов. (Воронеж, 27-28 марта 2014 г.). – Ч. III. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 66-70.

19. Чишко, Р. Л. Оценка травмирования семян гречихи при прохождении через хранилище силосного типа [Текст] / Р. Л. Чишко // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I (Воронеж, 25 декабря 2015 г.). – Ч. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 127-131.

20. Чишко, Р. Л. Снижение качественных и количественных потерь зерна и семян во время хранения [Текст] / Р. Л. Чишко // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 10 января 2017 г.). – Ч. II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 152-157.

21. BentallRowlands[сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bentallrowlands.com/> (дата обращения: 20.08.2017).

Пурусов Юрий Михайлович, к.т.н., профессор

Леонтьев Константин Николаевич, доцент

Милых Кирилл Юрьевич, курсант

Горанько Олег Олегович, курсант

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СИЛ ТРЕНИЯ В ОБЛАСТИ КОНТАКТА КРУПНОГАБАРИТНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ДУГЕ ОКРУЖНОСТИ

Аннотация. На основании анализа схемы сил, действующих в области контакта пневматической шины при движении по дуге окружности, уточнены уравнения элементарных сил трения.

Ключевые слова: силы трения, область контакта, крупногабаритные шины, колесный движитель.

Summary. The equations of elementary friction forces are refined based on the analysis of scheme of forces, acting in the area of contact of the air-powered tire when moving on a circular arc of surface.

Keywords: friction forces, field of contact, bulky tires, wheeled truster.

На современных мощных колесных тягачах используют крупногабаритные пневматические шины, которые в значительной степени определяют тяговые качества этих машин.

Исследование кинематики качения колеса с пневматической шиной по дуге окружности [1, 2] позволили установить, что нескальзывающие элементы шины в области контакта располагаются на параболической кривой, положение которой зависит от радиуса поворота R_0 , величины нормальной деформации шины λ и интенсивности скольжения, определяемой величиной коэффициента проскальзывания центральной точки θ_0 . Элементы пневматической шины, расположенные внутри параболы, движутся юзом, а вне параболы – с буксированием, образуя соответственно зону юза и зону буксирования.

Вследствие проскальзывания элементов шины будут возникать элементарные силы трения ΔT , направленные в стороны, противоположные направлениям их скоростей проскальзывания ΔV_n .

Разность равнодействующих элементарных сил трения в зоне буксования и зоне юза ($T_{\delta} - T_{\text{юз}}$) представляет собой силу тяги T , которая передается от оси колесного движителя к раме машины.

Исходная зависимость для определения элементарных сил трения на участке контакта пневматической шины $dydx$ при качении колеса по дуге окружности может быть записана в виде

$$T = \iint_S \mu_c \sigma dy dx, (1)$$

где S – площадь участка области контакта шины с поверхностью качения, μ_n – коэффициент трения скольжения резины, σ – нормальные контактные напряжения.

Решение данной задачи осуществляем в общем виде при законе радиальной деформации пневматической шины

$$\sigma = k_{cp}^* = const, (2)$$

где $k_{cp}^* = \frac{k_1 - k_2}{2}$, k_1 и k_2 – коэффициенты радиальной деформации шины в зонах загрузки и разгрузки.

Принятый закон деформации пневматической шины справедлив для всей области контакта колеса с поверхностью качения.

Значение коэффициента трения скольжения резины для любого элемента пневматической шины в области контакта при движении колеса по дуге окружности определяется из выражений [1]

при $\theta_0 \geq 1$

$$\mu_n = \mu_i + [(\mu_{c\theta\sigma} - U\sigma) - \mu_i] \cdot \left[1 - \frac{1}{\theta_0^i \left(\frac{r^2 + x^2}{r^2} \right)^n \left(\frac{R_0}{R_0 \pm y} \right)^n} \right], (3)$$

при $\theta_0 \leq 1$

$$\mu_c = \mu_n + [(\mu_{c\theta\sigma} - U\sigma) - \mu_n] \cdot \left[1 - \theta_0^n \left(\frac{r^2 + x^2}{r^2} \right)^n \left(\frac{R_0}{R_0 \pm y} \right)^n \right], (4)$$

где μ_n – коэффициент трения покоя, $\mu_{c\theta\sigma}$ – условный коэффициент скольжения резины при $\theta_\xi \rightarrow \infty$ или $\theta_\xi \rightarrow 0$ и $\sigma \rightarrow 0$, $U = \frac{\mu_{c\theta\sigma} - \mu_{c\theta}}{\sigma}$ – угловой коэффициент, $\mu_{c\theta}$ – коэффициент трения скольжения резины о поверхность качения при $\theta_\xi \rightarrow \infty$ или $\theta \rightarrow 0$ и заданном значении, r – расстояние от центра колеса до плоскости приложения равнодействующих элементарных сил трения T_σ и T_θ , x, y – координаты элемента пневматической шины, для которого определяется значение μ_c .

Расчетная схема общего случая взаимодействия пневматической шины с опорной поверхностью при качении колеса по дуге окружности показана на рисунке 1.

Парабола d_1cd_1 на участках которой $d_1d_2d_3$ лежат несскользящие элементы пневматической шины, расположена так, что ее вершина S находится

между границей области контакта шины nm и центром поворота колеса O_n , а ее ветви пересекают границу области контакта nm и $m'n'$.

На участках контакта S_1 и S_2 элементы при качении колеса по дуге окружности радиуса R_0 движутся с буксованием, а на участках S_3 и S_4 — юзом.

Обозначив равнодействующие элементарных сил трения на указанных выше участках контакта соответственно через T_1 , T_2 , T_3 и T_4 , можно записать исходную зависимость для определения суммарной равнодействующей элементарных сил трения, возникающих в области контакта шины с опорной поверхностью при качении колеса по дуге окружности, в следующем виде:

$$T = 2(T_1 + T_2 - T_3 - T_4). \quad (5)$$

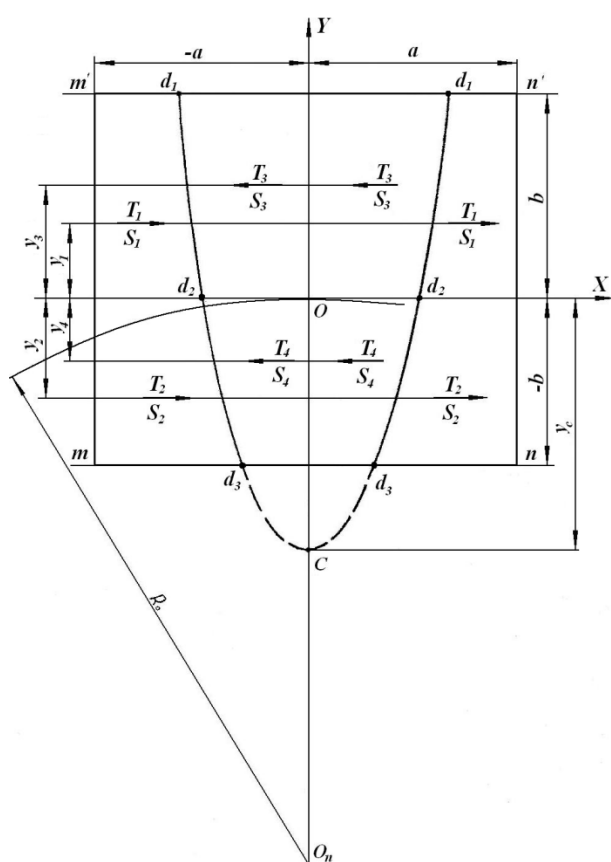


Рисунок 1 – Схема для расчета суммарной равнодействующей элементарных сил трения в области контакта

Для определения суммарной равнодействующей элементарных сил трения первоначально необходимо вывести расчетные выражения, позволяющие находить значения сил T_1 , T_2 , T_3 , T_4 . С этой целью, подставляя в уравнение (1) значение μ_c , определяемое зависимостью (3), соответствующие пределы интегрирования, принимая во внимание принятый закон радиальной деформации пневматической шины (2), получим исходные выражения для определения равнодействующих элементарных сил трения T_1 и T_2 на участках контакта S_1 и S_2 , где $\theta_0 \geq 1$.

На участке контакта S_1

$$T_1 = \int_{d_2}^{d_1} \int_0^{A_3 x^2 + y_c} k_{cp}^* \left\{ \mu_n + A_2 \left[1 - \frac{1}{A_3^n} \frac{(R_0 + y)^n}{(r^2 + x^2)^n} \right] \right\} dy dx + \int_{d_2}^a \int_0^b k_{cp}^* \left\{ \mu_n + A_2 \left[1 - \frac{1}{A_3^n} \frac{(R_0 + y)^n}{(r^2 + x^2)^n} \right] \right\} dy dx, \quad (6)$$

где $d_{1,2,3} = \sqrt{\frac{r^2}{R_0 \theta_0} [R_0(1 - \theta_0) + y]}$, $y_c = -R_0(1 - \theta_0)$, $A_2 = \mu_{c\theta\sigma} - k_{\bar{n}\delta}^* U - \mu_i$, $A_3 = \frac{R_0 \theta_0}{r^2}$.

На участке контакта S_2

$$T_2 = \int_{d_3}^{d_2} \int_{-b}^{A_3 x^2 + y_c} k_{cp}^* \left\{ \mu_n + A_2 \left[1 - \frac{1}{A_3^n} \frac{(R_0 - y)^n}{(r^2 + x^2)^n} \right] \right\} dy dx + \int_{d_2}^a \int_{-b}^0 k_{cp}^* \left\{ \mu_n + A_2 \left[1 - \frac{1}{A_3^n} \frac{(R_0 - y)^n}{(r^2 + x^2)^n} \right] \right\} dy dx. \quad (7)$$

Подставив в уравнение (1) значение μ_c , определяемое зависимостью (4) и соответствующие пределы интегрирования с учетом принятого закона деформации пневматической шины (2), получим исходные зависимости для определения равнодействующей элементарных сил трения T_3 и T_4 на участках контакта S_4 , где $\theta_0 \leq 1$.

На участке контакта S_3

$$T_3 = \int_{d_3}^{d_2} \int_{-b}^{A_3 x^2 + y_c} k_{cp}^* \left\{ \mu_n + A_2 \left[1 - A_3^n \frac{(r^2 + x^2)^n}{(R_0 - y)^n} \right] \right\} dy dx + \int_0^{d_2} \int_0^b k_{cp}^* \left\{ \mu_n + A_2 \left[1 - A_3^n \frac{(r^2 + x^2)^n}{(R_0 - y)^n} \right] \right\} dy dx. \quad (8)$$

На участке контакта S_4

$$T_4 = \int_{d_3}^{d_2} \int_{A_3 x^2 + y}^0 k_{\bar{n}\delta}^* \left\{ \mu_i + A_2 \left[1 - A_3^n \frac{(r^2 + x^2)^n}{(R_0 - y)^n} \right] \right\} dy dx + \int_0^{d_3} \int_{-b}^0 k_{\bar{n}\delta}^* \left\{ \mu_i + A_2 \left[1 - A_3^n \frac{(r^2 + x^2)^n}{(R_0 - y)^n} \right] \right\} dy dx. \quad (9)$$

Тогда, используя выражения (6), (7), (8), (9), исходное уравнение (5) преобразуется для определения суммарной равнодействующей элементарных сил трения в области контакта.

В качестве примера на рисунке 2 представлены безразмерные характеристики скольжения колеса с шиной размером 21.00-33 модели ВФ-166А в зависимости от радиуса поворота на асфальтобетонной поверхности при следующих исходных данных: $\mu_n = 0,6$; $\mu_{c\theta\sigma} = 0,9$; $U = 0,04$; $n = 4$; $r = 94,0$ см; $b = 24$ см; $k_{\bar{n}\delta}^* = 0,29$ МПа и нагрузке на ось колеса $G_K = 67$ кН.

Из графика видно, что радиус поворота оказывает существенное влияние на скольжение пневматической шины, причем с уменьшением R_0 зона буксования возрастает, а зона юза в области контакта уменьшается. Следует отметить, что при фиксированном значении θ_0 величина относительной силы тяги уменьшается при уменьшении R_0 .

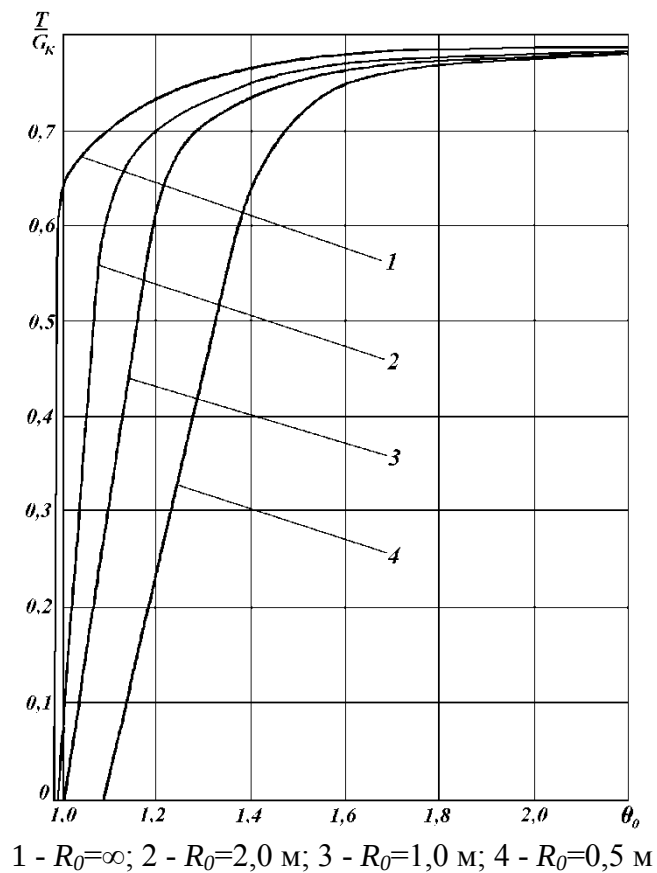


Рисунок 2 – Кривые скольжения колесного движителя с диагональной шиной размером 21.00-33 мод. БФ-166А на асфальтобетоне при различных радиусах поворота

Список литературы

1. Никулин П.И. Теория криволинейного движения колесного движителя. Воронеж: Издательство ВГУ, 1992. 212 с.
2. Ульянов Н.А, Ронинсон Э.Г, Соловьев В.Г. Самоходные колесные землеройно-транспортные машины. М.: Машиностроение, 1976. 310 с.

**Бородин Сергей Алексеевич, аспирант,
Андрианов Евгений Александрович, д. с.-х. н., профессор,
Андрианов Алексей Александрович, к. с.-х. н., доцент**
Воронежский государственный аграрный университет имени императора
Петра I, Россия

**К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
СХЕМЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО
ДОИЛЬНОГО АППАРАТА**

Аннотация. На основании анализа технических решений предложена конструктивно-технологическая схема многофункционального стимулирующего доильного аппарата.

Ключевые слова: доильный аппарат, стимуляция, молокоотдача, режим доения.

Annotation. Based on the analysis of technical solutions, the constructive technological scheme of the multifunctional stimulating milking machine is proposed.

Key words: milking machine, stimulation, milk yield, milking regime.

Для полной реализации генетического потенциала коровы, доильный аппарат должен соответствующим воздействием поддерживать рефлекс молокоотдачи во время доения, иметь высокую пропускную способность и обеспечивать выведение молока без напоздания на соски и машинного додаивания.

Известен доильный аппарат, содержащий коллектор, молокосборник, доильные стаканы, пульсатор с управляемым высокочастотным блоком, имеющий камеры постоянного и переменного вакуумметрического давления, устройство для управления режимом доения, включающее молоколовушку и камеру управления, включающей подвижный элемент с возможностью перекрытия им каналов, сообщающихся соответственно с атмосферным и вакуумметрическим давлением. Недостатком доильного аппарата является неизменность вакуумного режима в течение доения, в то время в период низкой молокоотдачи желательно обеспечить адекватное физиологии животного щадящее воздействие на соски вымени пониженным уровнем вакуума [5,12,12].

Известен также доильный аппарат «Нурлат», в состав которого кроме основных элементов входит блок управления и датчик молокоотдачи, в котором происходит сравнение действительного уровня молокоотдачи с заданным уровнем, и в зависимости от соотношения этих уровней магнитный клапан, находящийся в блоке управления, переключает его с высокого уровня вакуума на низкий, и наоборот, который в свою очередь определяет

создаваемую пульсатором частоту и длительность тактов сжатия и сосания. Недостатком известного аппарата является недостаточная стимуляция в период низкой молокоотдачи в начале и конце доения [9].

Цель исследований – создание многофункционального доильного аппарата, обеспечивающего адекватное воздействие на молочную железу и более полную отдачу молока животными.

Разработана конструктивно-технологическая схема доильного аппарата, позволяющая в начале и в конце доения для возбуждения полноценного рефлекса молокоотдачи осуществлять массаж вымени путем микроколебаний стенок сосковой резины амплитудой 1-2 мм и одновременно адекватно физиологии животного воздействовать на соски вымени вакуумом 33 кПа [7,10,11].

Для реализации функции, имитирующей массаж вымени, предложено использование в доильном аппарате модернизированного пульсатора АДУ 02.200, имеющего дополнительный патрубок атмосферного давления стимулирующего блока и обеспечивающего подачу пульсирующего вакуума высокой и низкой частоты в межстенные камеры доильных стаканов [6].

Механизм управления отключения и включения стимулирующего блока пульсатора установлен в крышке доильного ведра (рис. 1), который должен обеспечивать переключение режимов работы при превышении (снижении) определенного значения отдачи молока.

Кроме того, вышеуказанный механизм управления путем подачи то атмосферного, то вакуумметрического давления в блок управления уровнем вакуума, позволяет также изменять уровень вакуума с высокого на низкий, и наоборот [1].

Механизм управления режимом доения выполнен в виде устройства управления, имеющем молоколовушку 45 и камеру управления 7, внутри которой расположен подвижный элемент, который выполнен в виде распределительного вала 37 с двумя каналами 38 и 39, позволяющим одновременно сообщать с атмосферным давлением камеру переменного вакуума 18 стимулирующего блока 3 пульсатора 1 и камеру переменного давления *II* блока управления уровнем вакуума 8 при перемещении молоколовушки 45 в верхнее положение и с вакуумметрическим давлением соответственно – при перемещении молоколовушки 45 в нижнее положение. На валу 37 закреплены с одной стороны грузовой элемент 40, а с другой молоколовушка 45, снабженная ограничителями ее перемещения в крайних положениях 42 и 43.

Доильный аппарат работает следующим образом. В начале доения за счет массы грузового элемента 40 молоколовушка 45 занимает верхнее положение.

При этом атмосферное давление через каналы 44, 38, 46, распределитель 49 соответственно устройства 7 и распределительного вала распространяется в камеру *II* переменного давления блока управления

уровнем вакуума 8. Клапан 14 дросселируя отверстия Ж, соединяющее полости Е и Г, позволяет установить в полости Г постоянный вакуум 33 кПа. Такой же уровень вакуума через патрубок 27 устанавливается в пульсаторе 1, молокосорнике 6 и коллекторе 4.

В то же время атмосферное давление через каналы 44, 38, 46, распределитель 49 соответственно устройства 7 и распределительного вала, патрубок 35 и канал 34 распространяется в камеру 18 переменного вакуума блока 3 пульсатора 1, и через патрубок 33 – также в камеру 8 переменного вакуума пульсирующего блока 2. Это обеспечит совместную последовательную работу блока 2 и блока 3 пульсатора 1, позволяющую выводить молоко при низком уровне вакуума 33 кПа с микроколебаниями сосковых трубок, что приведет к более полному выдаиванию за счет поддержания рефлекс молокаотдачи, а также предотвратит наполнение доильных стаканов за счет полусжатого состояния сосковых трубок и позволит адекватно воздействовать на молочную железу в то время, пока молокоотдача не достигнет максимального значения.

По мере повышения интенсивности молоковыведения молоко из доильных стаканов 5 через коллектор 4 поступает в молоколовушку 45 до полного ее заполнения.

Вакуумметрическое давление через каналы 44, 38, 46, распределитель 49 соответственно устройства 7 и распределительного вала распространяется в камеру И переменного давления блока управления уровнем вакуума 8.

За счет воздействия силы вакуума на мембрану 10 клапан 9, преодолевая сопротивление пружины устанавливается в крайнем нижнем положении и закрывает отверстие Б, соединяющее атмосферу с внутренними полостями блока управления режимом вакуума 8. При этом вакуумметрическое давление в полости Г выравнивается с давлением в полости Е и принимает значение 50 кПа. Такой же уровень вакуума устанавливается через большой патрубок 27 блока 2 в пульсаторе 1, молокосорнике 6 и коллекторе 4.

В то же время вакуумметрическое давление через каналы 44, 38, 46, распределитель 49 соответственно устройства 7 и распределительного вала, патрубок 35 и канал 34 распространяется в камеру 18 переменного вакуума блока 3 пульсатора 1. Блок 3 приостановит свою работу, что позволит доильному аппарату работать в обычном двухтактном режиме доения при вакууме 50 кПа с максимальной производительностью.

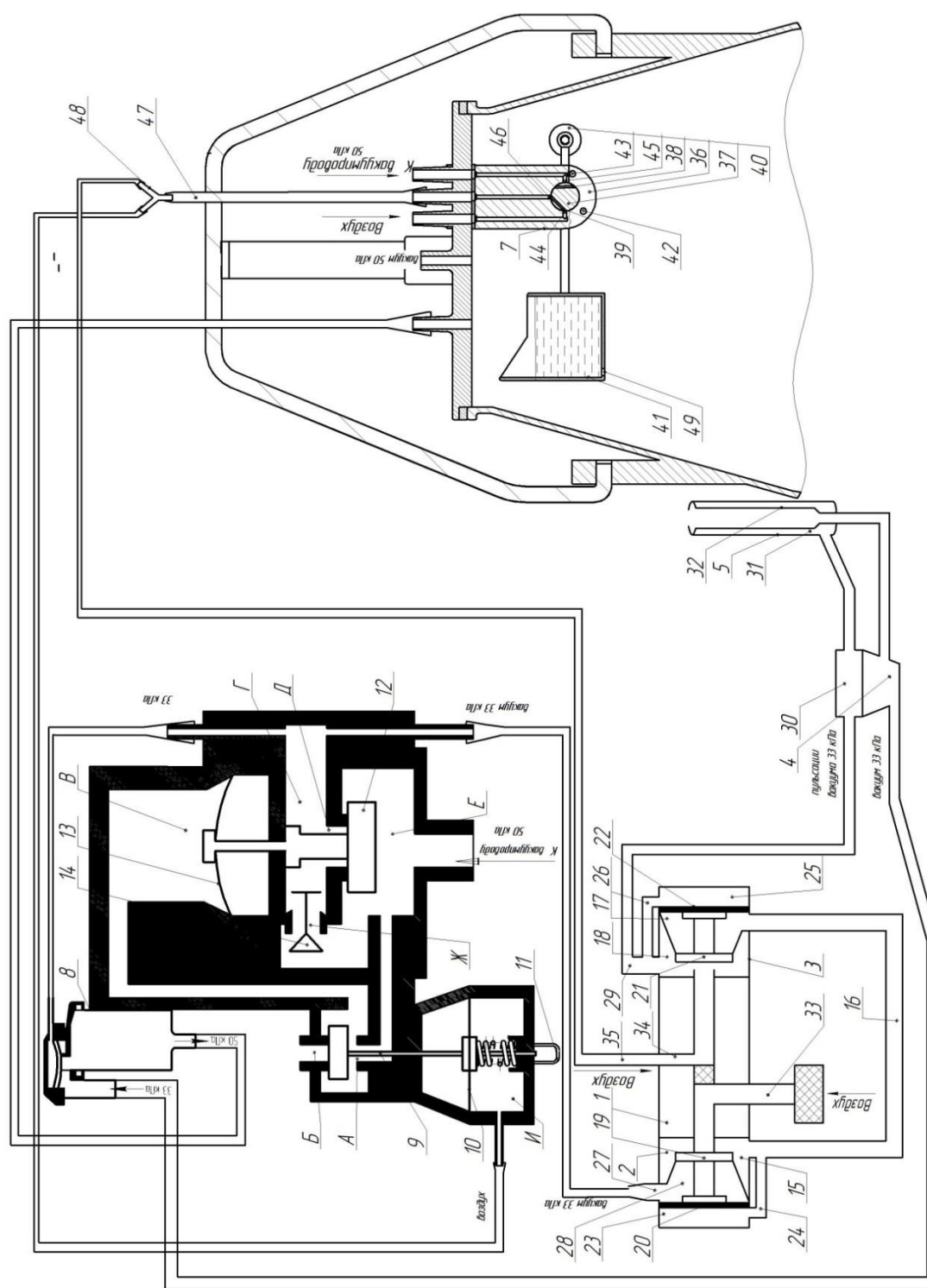


Рис.1 Конструктивно-технологическая схема multifunctional доильного аппарата

Кроме того конструкция multifunctional стимулирующего доильного аппарата, позволяет реализовывать и другие режимы работы, и дает возможность работать установке как низковакуумный стимулирующий доильный аппарат при фиксации молоколовушки в верхнем положении, обеспечивая щадящий режим доения с одновременным стимулирующим эффектом, что необходимо при приучении первотелок к машинному доению первотелок [1].

Раннее проведенными исследованиями установлено, что в начале доения интенсивность выведения молока описывается функцией [2,3]

$$Q_1(t) = \frac{\arctg(A(t-B)) + \arctg(AB)}{\frac{\pi}{2} + \arctg(AB)}, \quad (1)$$

где A и B – параметры, определяющие характер кривой молокоотдачи и зависящие от индивидуальных качеств животного; t – время доения, с, $t \leq T/2$.

При известной максимальной интенсивности молоковыведения $m_{\max}$ вышеуказанная зависимость принимает следующий вид

$$Q(t) = m_{\max} \cdot Q_1(t) / \rho / 60 \quad (2)$$

где ρ – плотность молока, кг/м³.

Рассмотрим теперь процесс наполнения молоколовушки в начальный период доения.

За время Δt объем молока в молоколовушке изменится на величину [4]

$$S_{\kappa} h(t + \Delta t) - S_{\kappa} h(t), \quad (3)$$

где S_{κ} – площадь сечения молоколовушки, м².

При этом в молоколовушку поступает молоко в количестве, м³

$$\frac{Q(t + \Delta t) + Q(t)}{2} \Delta t. \quad (4)$$

За это же время Δt через отверстие в молоколовушку площадью сечения S_0 отводится молоко объемом, м³

$$Q_{\text{отв}}(t) = \sigma S_0 \sqrt{2g \frac{h(t + \Delta t) + h(t)}{2}} \Delta t, \quad (5)$$

где σ – коэффициент расхода, $\sigma \approx 0,6 \dots 0,7$;

S_0 – площадь отверстия, м²;

g – ускорение свободного падения, м/с².

После преобразований, получаем

$$S_{\kappa} h(t + \Delta t) - S_{\kappa} h(t) = \frac{Q(t + \Delta t) + Q(t)}{2} \Delta t - \sigma S_0 \sqrt{2g \frac{h(t + \Delta t) + h(t)}{2}} \Delta t. \quad (6)$$

Разделив вышеуказанное уравнение на Δt и устремляя $\Delta t \rightarrow 0$, получаем уравнение уровня молока в молоколовушке:

$$S_{\kappa} \frac{dh}{dt} = Q(t) - \sigma S_0 \sqrt{2gh}. \quad (7)$$

Это уравнение позволяет определить время T достижения необходимого уровня молока в молоколовушке $h_{\max}$.

Список литературы

1. Андрианов А.М. Совершенствование устройств для массажа вымени нетелей в период подготовки их к лактации/А.М. Андрианов, Е.А. Андрианов//Совершенствование процессов механизации в растениеводстве и животноводстве: сб. науч. тр. -Воронеж: ВГАУ, 2000. -С. 115
2. Андрианов, Е.А. Исследование устройства для управления режимом работы стимулирующе-адаптивного доильного аппарата [Текст] / Е.А. Андрианов,

А.М. Андрианов, А.А. Андрианов //Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2014. № 3 (42). - С. 123-129.

3. Бородин С.А. Теоретическое обоснование конструктивных параметров устройства управления режимом доения [Текст] / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов //Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (53). – С. 105-112.

4. Высшая математика. Краткий курс: учебное пособие / В.П. Шацкий, П.В. Москалев, В. П. Богатова, И. В. Гриднева; Под ред. проф. Шацкого В.П. - Воронеж: ВГАУ, 2009. - 240 с.

5. Патент на изобретение № 2613499 РФ; А01J 5/00 (2006.01). Доильный аппарат / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.А. Бородин; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. аграр. ун-т. – №2015148119 Заявл. 09.11.2015; Опубликовано 16.03.2017.

6. Патентна изобретение. 2442319 (C2) РФ; МПК А 01 J 5/00, А 01 J 5/10 (2006.01). Доильный аппарат/Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Андрианов А.М., Злобин В.В.; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. аграр. ун-т.. - № 2010112576/13; заявл.31.03.2010; опубл. 20.02.2012.

7. Патент на полезную модель №172455 РФ; А01J 5/00 (2006.01). Доильный аппарат / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.А. Бородин; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. аграр. ун-т. – № №2016147854; Заявл. 06.12.2016; Опубликовано 11.07.2017.

8. Пигорев И.Я, Ужик О.В. Доильный аппарат с почетвертным управлением режимом доения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3.— С. 79–80.

9. Трефилов Е.Г. Влияние технологии машинного доения на молочную продуктивность коров-первотелок черно-пестрой породы: автореф. дисс....канд. сельс. наук / Е.Г. Трефилов. - Ижевск, 2003. - 24 с.

10. Хрипин, В.А. Результаты исследований устройства для автоматического снятия доильного аппарата [Текст] / В.А. Хрипин, Р.В. Коледов, А.В. Набатчиков, М.В. Евсенина // Инновации в сельском хозяйстве. – № 4 (14). – 2015. – С. 140-146.

11. Ужик В.Ф., Кокарев П.Ю., Пигорев И.Я. Обоснование параметров выжимающего доильного стакана // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 7. – С. 75-77.

12. Ульянов, В. М. Совершенствование технологии машинного доения коров путем разработки стимулирующе-адаптированных доильных аппаратов и манипуляторов /диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук/ Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Костычева. - Рязань, 2008. – 300 с.

13. Хрипин В.А. Результаты исследований устройства для автоматического снятия доильного аппарата [Текст] / В.А. Хрипин, Р.В. Коледов, А.В. Набатчиков, М.В. Евсенина // Инновации в сельском хозяйстве. – № 4 (14). – 2015. – С. 140-146.

Гулевский Вячеслав Анатольевич, д.т.н., профессор
Воронежский государственный аграрный университет имени императора
Петра I, Россия

Вертий Александр Анатольевич, инженер
ГБОУ СПО Краснолучский горно-промышленный колледж, г. Красный Луч, ЛНР

Бахарев Дмитрий Николаевич, к.т.н., доцент

Вольвак Сергей Федорович, к.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ШАРНИРНО ПОДВЕШЕННЫМИ КОМБИНИРОВАННЫМИ НОЖАМИ И ЭНЕРГЕТИКИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Аннотация: проведены экспериментальные исследования нового измельчителя стебельчатых кормов с шарнирно подвешенными комбинированными ножами и определены его режимы работы, обеспечивающие максимальную производительность и минимальные затраты мощности на измельчение.

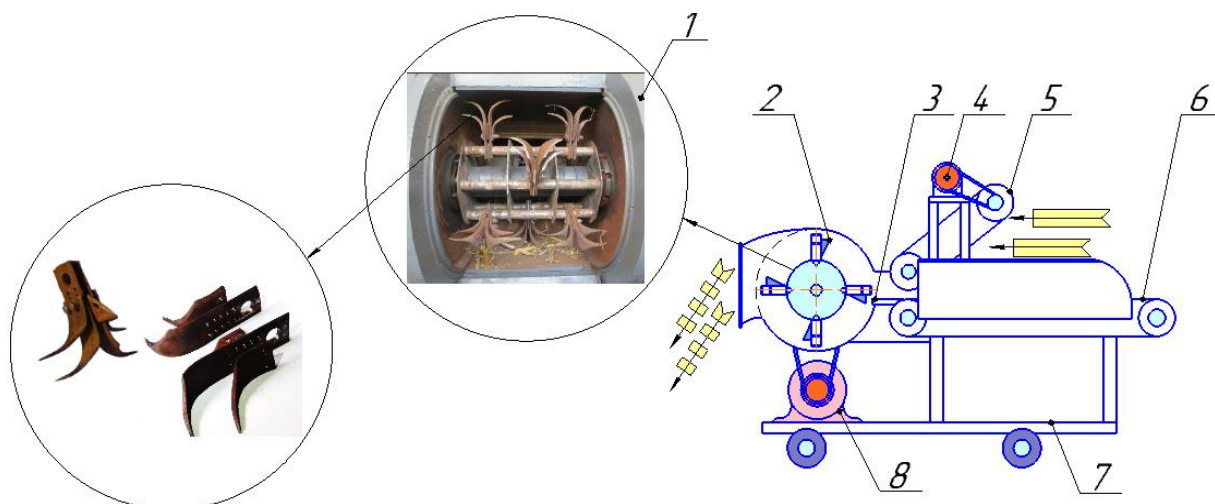
Summary: experimental studies of the new shredder of stalked feeds with sharpness-supported combined knives have been carried out and its operation modes have been determined, which ensure maximum productivity and minimum power costs for grinding.

Ключевые слова: стебельчатые корма, измельчитель с шарнирно подвешенными комбинированными ножами, экспериментальные исследования, режим работы, производительность.

Keywords: stalked forage, shredder with sharpness-supported combined knives, experimental studies, operating mode, productivity.

Развитие молочного скотоводства требует использование эффективной кормоприготовительной техники. В процессе подготовки кормов к скармливанию крупному рогатому скоту важное место занимает измельчение грубых стебельчатых кормов, поскольку именно измельчение является наиболее энергоемкой операцией.

Снижение энергоемкости процесса измельчения грубых стебельчатых кормов достигается путем применения рабочего органа, способного обеспечить одновременное ударное воздействие на стебли и их скользящее резание шарнирно подвешенными комбинированными ножами [1–4] (рисунок 1).



1 – подающий транспортер; 2 – питающий транспортер измельчителя;
3 – наклонный транспортер измельчителя; 4 – камера измельчения; 5 – пульт управления;
6 – общая рама с приводом

Рисунок 1 – Экспериментальный измельчитель

Разработан измельчитель с предложенным рабочим органом, который работает следующим образом. Неизмельченные стебли укладываются оператором на горизонтальный транспортер, в результате они, перемещаясь, сжимаются посредством прижимного транспортера и в спрессованном виде подаются в измельчающий аппарат, где осуществляется опорное резание комбинированными ножами. Вертикальные клиновидные лезвия расщепляют часть стеблей в продольном направлении, комбинированные ножи теряют скорость при этом обеспечиваются рациональные условия для скользящего резания поперечными серповидными лезвиями.

Однако ударное действие (рубка) частично сохраняется и отсекаемые частицы стебля расщепляются на куски в результате разрыва армирующих прожилок стебля. При этом сопротивление резания слоя снижается. Измельченные частички стеблей воздушным потоком выводятся через выгрузную горловину, в которой установлено решето. Решето позволяет недопустимо длинные частички стеблей отправить на доизмельчение. Длина и диаметр рабочего органа 500×550 мм.

Цель проведения экспериментальных исследований – установление влияния частоты вращения рабочего органа, количества комбинированных ножей рабочего органа и подачи материала в измельчитель на его производительность. При проведении исследований обеспечивалась подача 0,15; 0,20; 0,25 кг/с (540; 720; 900 кг/ч). Устанавливалась частота вращения рабочего органа 870, 910, 950, 990 и 1030 об/мин. Изменялось количество комбинированных ножей на рабочем органе от 3 до 12 шт. Влажность стеблей кукурузы составляла 24%. Результаты проведенных экспериментальных исследований приведены на графических зависимостях (рисунок 2–4).

Как видно из приведенных ниже экспериментальных зависимостей увеличивать подачу более 0,25 кг/с (900 кг/ч) нецелесообразно, поскольку

даже при такой подаче измельчитель достигает своей максимально возможной производительности 0,246 кг/с (884 кг/ч).

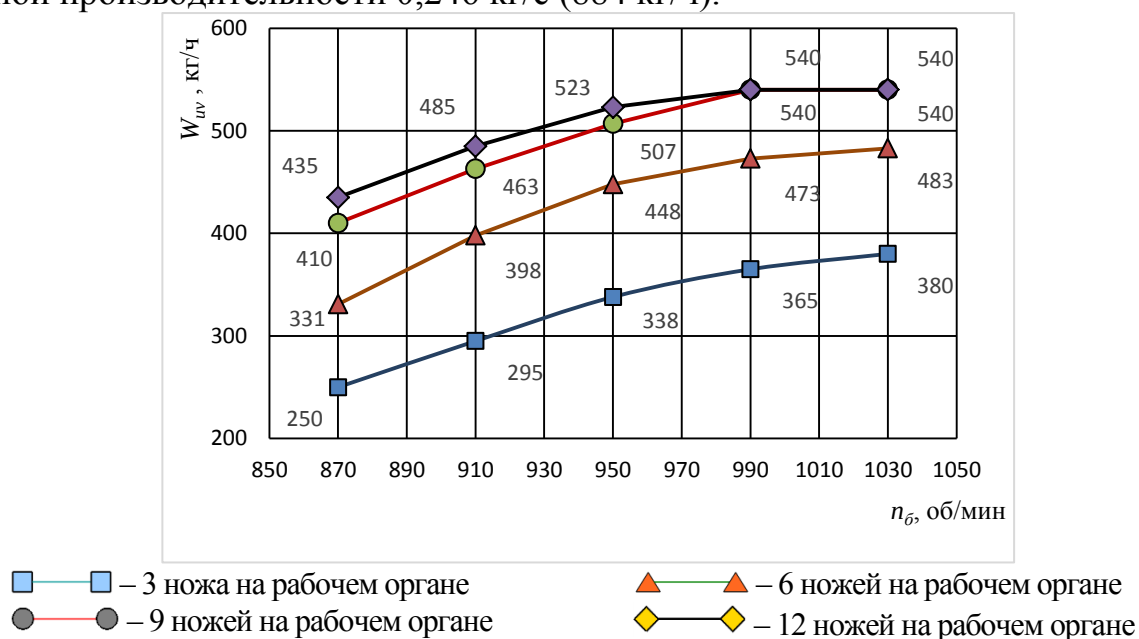


Рисунок 2 – Экспериментальная зависимость производительности измельчителя от частоты вращения рабочего органа и количества комбинированных ножей при подаче стеблей на измельчение 0,15 кг/с (540 кг/ч)

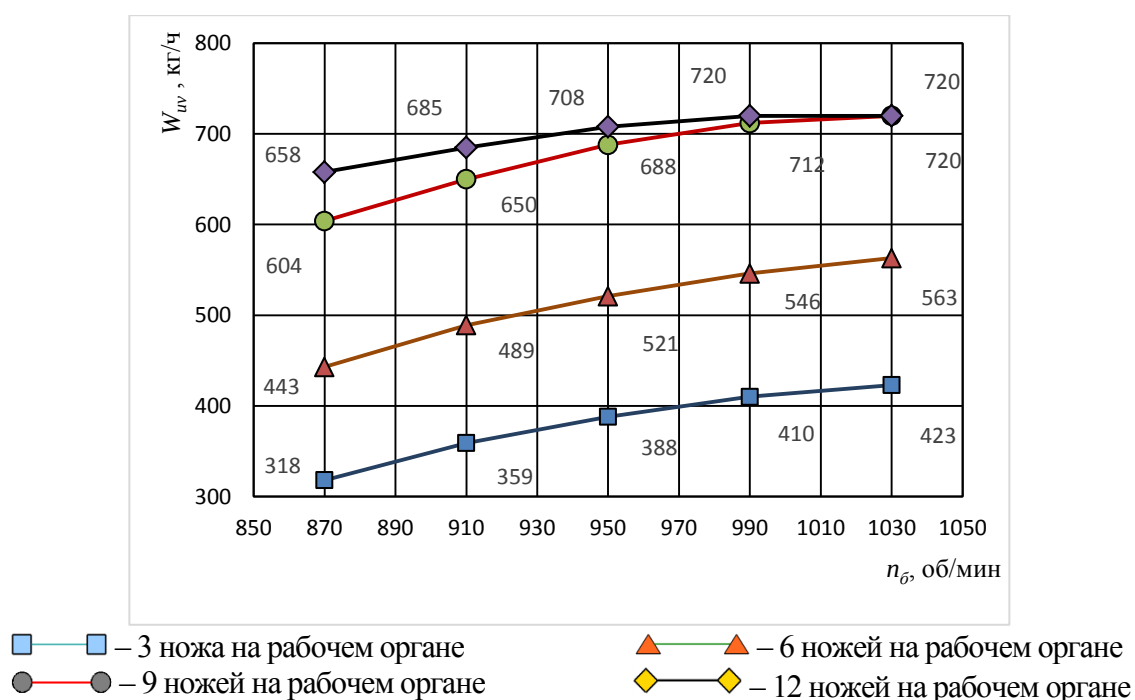


Рисунок 3 – Экспериментальная зависимость производительности измельчителя от частоты вращения рабочего органа и количества комбинированных ножей при подаче стеблей на измельчение 0,20 кг/с (720 кг/ч)

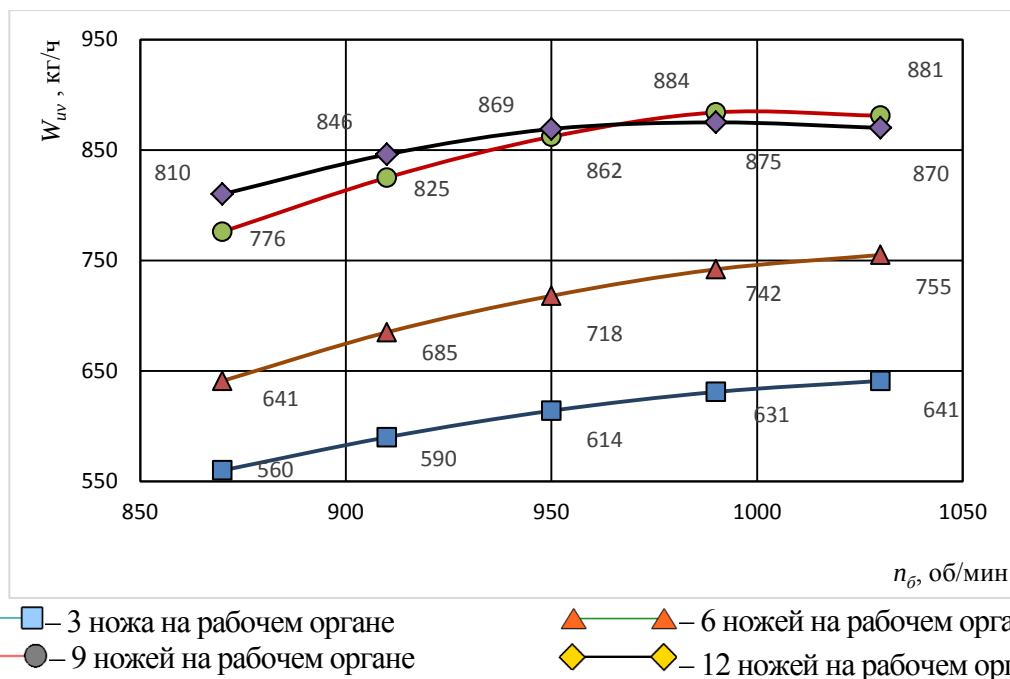


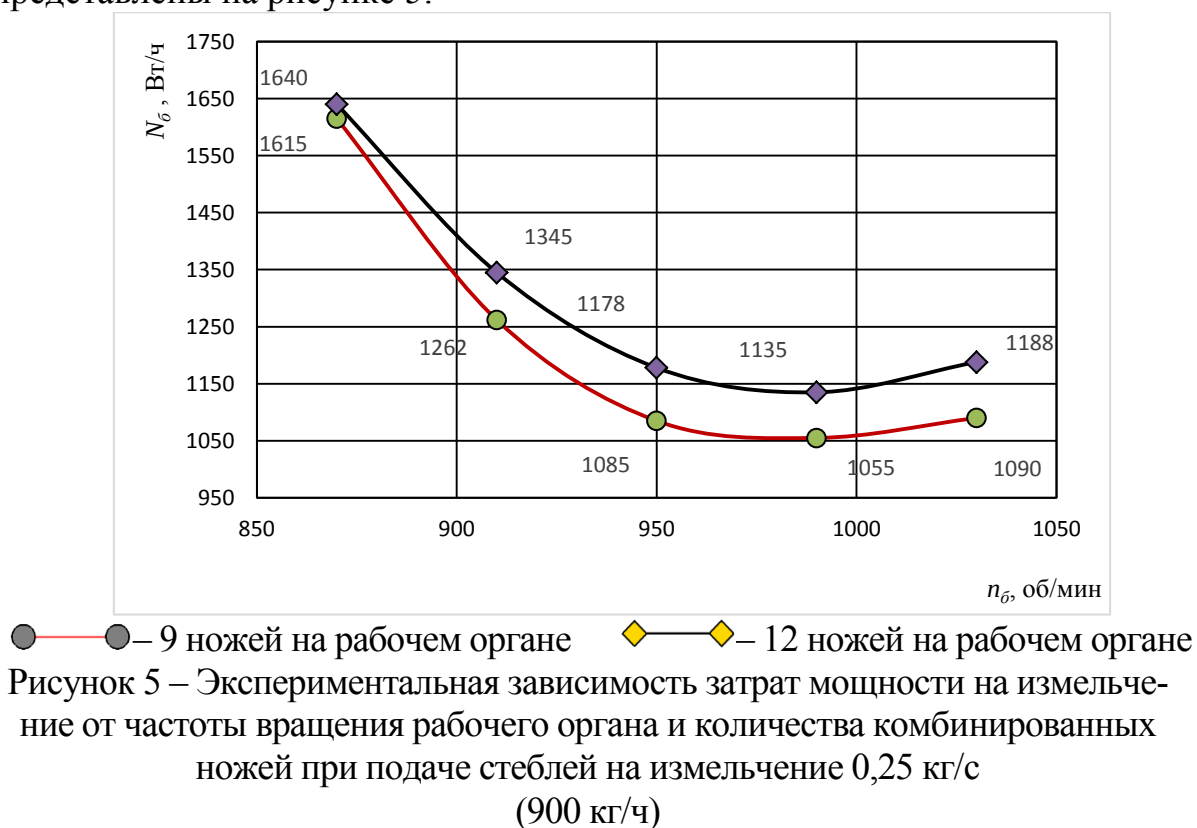
Рисунок 4 – Экспериментальная зависимость производительности измельчителя от частоты вращения рабочего органа и количества комбинированных ножей при подаче стеблей на измельчение 0,25 кг/с (900 кг/ч)

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что рациональная частота вращения рабочего органа находится в интервале 910–1030 об/мин. При данной частоте вращения рабочего органа достигается максимальная производительность измельчителя 825–884 кг/ч, причемизмеленная масса полностью выводится воздушным потоком в выгрузное отверстие через специальное решето. Увеличивать частоту вращения рабочего органа выше 1030 об/мин нецелесообразно, поскольку уже при данной частоте и подаче 0,25 кг/с наступает диссонанс производительности рабочего органа и пропускной способности решета. В результате чего решето не может пропустить то количество измельченной массы, которое производит рабочий орган. Возникает необходимость в увеличении размера ячейки решета, а это приводит к недопустимому увеличению длины сечки, в результате чего полученная измельченная масса не соответствует зоотехническим требованиям по длине.

Также, из графических зависимостей видно, что в рациональный интервал часто (950–1030 об/мин) попадает режим работы измельчителя с девятью и двенадцатью шарнирно подвешенными ножами. Кроме того, при частоте вращения рабочего органа 1030 об/мин сила удара шарнирных ножей по измельчаемым стеблям приводит к их значительному отклонению в радиальном направлении и второй ярус лезвий начинает работать неэффективно, как следствие образуется сечка, длина которой более 50 мм. Сечка такого размера не может пройти ячейки решета и попадает на доизмельчение, а это в свою очередь приводит к тому, что измельчающий аппарат не справляется с подачей и производительность падает. На длину сечки, получаемой при из-

мельчении стеблей, оказывает влияние зазор между поперечными серповидными лезвиями комбинированных ножей, который составил 20 мм. Кроме того, в выгрузное окно было установлено решето со средним размером ячейки 40×40 мм. При использовании решета с данным размером ячейки длина сечки соответствовала зоотехническим требованиям.

Следующим этапом экспериментальных исследований было изучение энергетики процесса измельчения. При проведении исследований обеспечивалась подача 0,25 кг/с (900 кг/ч). На рабочем органе устанавливались 9 и 12 комбинированных ножей, соответственно. Устанавливалась частота вращения рабочего органа 870, 910, 950, 990 и 1030 об/мин. Результаты проведенных экспериментальных исследований затрат мощности на измельчение представлены на рисунке 5.



Анализ зависимости, приведённой на рисунке 5, показал, что рациональное количество комбинированных ножей на рабочем органе составляет 9 штук. Увеличение количества ножей приводит к росту затрат мощности, при этом затраты мощности на измельчение возрастают по следующим причинам:

- возрастает масса барабана;
- возрастает вентиляционный эффект, создаваемый ножами;
- при работе на девяти комбинированных ножах сквозь слой подаваемого материала проходит сначала 8 серповидных лезвий, а затем 4 серповидных лезвия. Это обеспечивает пульсирующее силовое воздействие на слой, способствующее расщеплению стеблей. При работе на двенадцати

комбинированных ножах сквозь слой проходит постоянно 8 серповидных лезвий и пульсирующее воздействие на измельчаемый слой отсутствует, а удельное сопротивление возрастает.

При использовании 9 комбинированных ножей наименьшие затраты мощности на измельчение находятся в интервале частот вращения рабочего органа 950–1030 об/мин и составляют 1055–1090 Вт/ч.

Полученный интервал исключает рациональную точку 910 об/мин из интервала частот определенного при исследовании производительности измельчителя. Следовательно, интервал поиска сужается. Данный интервал частот (950–1030 об/мин) целесообразно использовать при оптимизации процесса измельчения.

Затраты мощности на измельчение в полученном рациональном интервале частот наименьшие, потому что достигается требуемая сила удара комбинированным ножом по слою стеблей, причем скоростной режим измельчения позволяет осуществлять не только рубку, но и скользящее резание поперечными серповидными ножами. В результате создаются такие условия, при которых происходит одновременное перерезание стеблей в поперечной плоскости и ударное расщепление частиц по их длине.

Следовательно, максимальная производительность измельчителя 825–884 кг/ч достигается в рациональном интервале частот вращения рабочего органа 910–1030 об/мин с установленными девятью шарнирно подвешенными ножами.

При использовании девяти комбинированных ножей наименьшие затраты мощности на измельчение находятся в интервале частот вращения рабочего органа 950–1030 об/мин и составляют 1055–1090 Вт/ч. При этом в выгрузное окно было установлено решето с размером ячейки 40×40 мм, зазор между поперечными серповидными лезвиями комбинированных ножей составил 20 мм и полученная сечка по размерным характеристикам соответствует зоотехническим требованиям.

Список литературы

1. Вольвак, С.Ф. Теоретические исследования измельчителя стебельчатых кормов с шарнирно подвешенными комбинированными ножами [Текст] / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Вертий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород: ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2016. – № 3 (7). – С. 9-16.
2. Вольвак, С.Ф. Теоретическое обоснование затрат мощности на измельчение стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами [Текст] / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Вертий, Е.Е. Корчагина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород: ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2017. – № 3 (13). – С. 23-32.
3. Карпов, В.В. Анализ сил взаимодействия рабочих органов гофроочистных барабанов очистителя кормовых корнеплодов с объектами очистки [Текст]

/ В.В. Карпов, В.А. Гулевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – №2. – С. 121-127.

Саенко, Ю.В. К определению оптимальных конструктивных и режимных параметров сушки пророщенного зерна на витаминный корм животным [Текст] /

С.А. Булавин, Ю.В. Саенко, А.Ю. Носуленко // Научное обозрение. – 2014. – №4. – С. 26-34.

УДК 631.6

Гулевский Вячеслав Анатольевич, д.т.н., профессор

Чернышов Алексей Викторович, к.т.н., доцент

Воронежский государственный аграрный университет имени императора
Петра I, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются устройство различных дождевальных машин кругового действия, отмечаются их преимущества, недостатки и перспективы дальнейшего использования.

Ключевые слова: мелиорация, дождевальные машины кругового действия, ферма, дождевание.

Annotation. In the article the devices of various sprinklers of circular action are considered, their advantages, disadvantages and perspectives of their further use are noted.

Key words: land reclamation, sprinkler of circular motion, truss, sprinkling.

В настоящее время агропромышленные предприятия России увеличивают производство сельскохозяйственных культур на орошаемых землях. С каждым годом их площадь увеличивается, и на 2015 г. – составила порядка 3,1 млн. га, однако в общей структуре пашни она не превышает 8%, что, несомненно, требует её повышение для обеспечения продовольственной безопасности страны [1, 2, 9].

На орошаемых землях применяют различные технологии полива такие, как поверхностный полив по бороздам, капельное орошение с поверхностным водораспределением, комбинированный дождевально-поверхностный полив, дождевание и другие. При реализации технологий полива используются различные оросительные системы, большая часть из которых морально и физически устарели и требуют дальнейшей модернизации [1, 2].

В нашей стране и за рубежом широко применяются различные типы дождевальных машин, из которых можно выделить широкозахватные машины кругового и фронтального действия типов «Кубань», «Коломенка», «Фрегат», «Ладога», «Valley», шланговые барабанные и другие [2, 3, 4, 5, 6, 7]. В

конструкции широкозахватных дождевальных машин можно выделить следующие основные элементы: привод опорных тележек, трансмиссия опорных тележек, системы управления машиной, трубопровод ферменной конструкции. Именно модернизация данных составляющих позволит снизить расход потребляемой воды, количество энергии на рабочий процесс, а также затраты на процесс полива.

Из всего множества представленных на рынке дождевальных машин выделим машины кругового действия. Они являются одними из самых распространённых в мире. Принцип действия таких машин заключается в следующем. К скважине подключена опорная башня, через которую вода под давлением подаётся к трубопроводу ферменной конструкции далее к установленным на ней дождевателям. При этом водопроводящий трубопровод закреплённый на самоходных тележках движется по кругу или секторам (рис.1). Основными недостатками такого полива является низкий коэффициент земельного использования, поэтому многие машины оснащают специальными угловыми плечами, что позволяет приспособить их к сложной конфигурации поля [2].

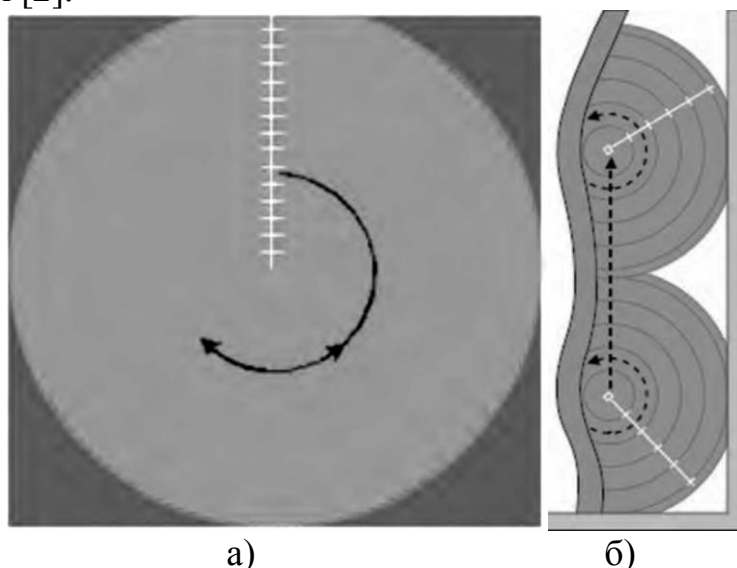


Рис.1. Схема движения широкозахватной дождевальной машины кругового действия с поливом: а) классическая схема; б) при секторальном поливе

Однако использование широкозахватной дождевальной машины кругового действия обеспечивает орошение земель площадью до 120 гектаров при, несомненно, низких трудозатратах и дает возможность использовать одного источника воды, что делает их применение целесообразным и преимуществом.

Рассмотрим конструкции дождевальных машин кругового действия наиболее распространенных фирм производителей. В России производят следующие типы машин: гидравлическая многоопорная дождевальная машина «Фрегат» (рис. 2), электрическая – «Кубань» (рис. 3) и «Водолей –А» (рис. 4).

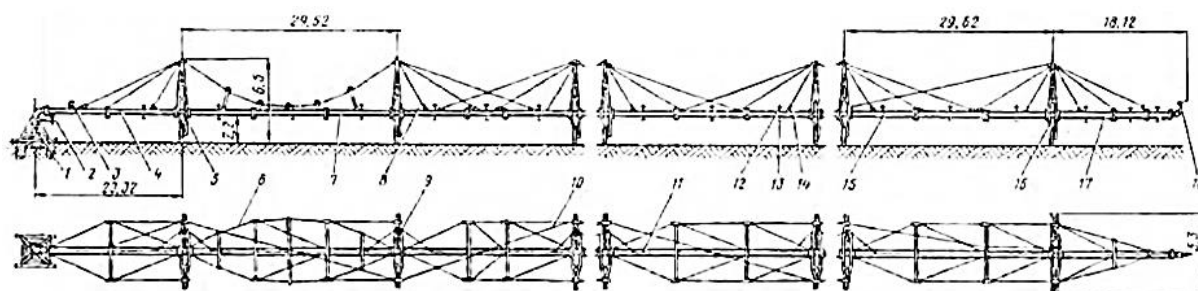


Рис. 2. Схема конструкции дождевальной машины кругового действия «Фрегат»:

1 – неподвижная опора; 2 – устройство для защиты от поломки; 3 – манометр; 4 – водопроводящий трубопровод; 5 – самоходная тележка; 6 – система горизонтальных тросовых растяжек; 7 – гибкий пролет; 8 – жесткий пролет; 9 – система автоматического регулирования скорости движения самоходных тележек; 10, 11 – система защиты; 12 – дождевальные аппараты; 13 – сливные клапаны; 14, 15 – жесткий длинный пролет; 16 – кран-задатчик скорости; 17 – консоль; 18 – концевой дождевальный аппарат

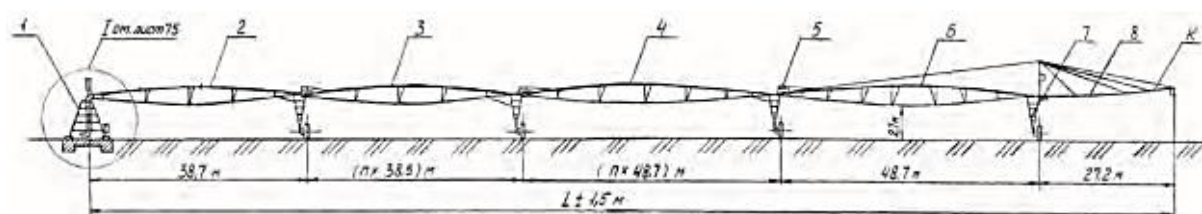


Рис. 3. Схема общего вида дождевальной машины «Кубань-ЛК1»:

1 – опора неподвижная; 2 – головная ферма; 3, 4, 6 – ферма с трубопроводами разного сечения; 5 – система синхронизации; 7 – самоходная тележка; 8 – консоль

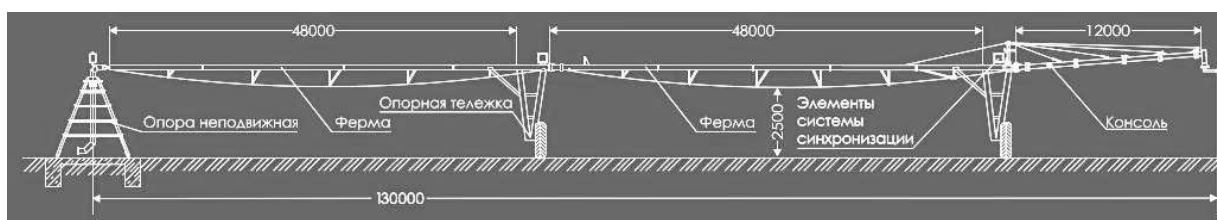


Рис. 4. Схема общего вида дождевальной машины «Водолей-А»

На дождевальных машинах «Фрегат», «Кубань-ЛК1» и «Водолей-А» установлены водопроводящие трубопроводы представляющие собой ферменные конструкции различных типов, которые установлены на опорные самоходные тележки [2].

Конструкция ферменного каркаса установленных на дождевальных машинах «Кубань-ЛК1» и «Водолей-А» представляет собой трехпоясную ферму треугольного сечения причем верхний пояс выполнен, как водопроводящий трубопровод. При этом ферма выполнена из прутков и уголков [2, 7]. Системы управления опорными тележками осуществляется автоматически посредством электропривода, как правило, на микропроцессорах с дистанционным управлением. Количество тележек зависит от размера орошаемого

участка и может варьироваться от 4 до 13 шт, при этом их работа синхронизирована. По всей длине устанавливаемого водопроводящего трубопровода установлены дождевальные насадки (насадки–распылители) на длинных гибких шлангах или изогнутых патрубках [2, 7].

При работе дождевальных машин кругового действия в зоне центральной опоры и в ближайших к ней секций ферм наблюдается переполив орошаемой зоны, что ведёт к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, повышенному расходу, а также неравномерности и снижения качества полива. Для решения данного вопроса необходимо создать импульсный режим работы водовыпусков, при постоянном регулировании времени периодической подачи воды.

Дальнейшее совершенствование дождевальных машин кругового действия будет направлена на развитие технологий и технических средств реализации импульсной подачи воды на насадки распылителя, что позволит использовать их в так называемых технологиях «точного орошения».

Список литературы

1. Департамент мелиорации Министерства сельского хозяйства РФ : [сайт] [Электронный ресурс] : Режим доступа: URL. <http://mcx-dm.ru>. (дата обращения 19.10.2017 г).
2. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
3. ValmontIndustries, Inc. : [сайт] [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL. <http://www.valleyirrigation.com>. (дата обращения 19.10.2017 г).
4. RKD Irrigación S.L. : [сайт] [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL. <http://rkd.es>. (дата обращения 19.10.2017 г).
5. Системы полива irrigreat : [сайт] [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL. <http://irrigreat.ru/services/krugovye-dozhdevalnye-mashiny> (дата обращения 19.10.2017 г).
6. Lindsay Corporation : [сайт] [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL. <http://www.zimmatic.com/center-pivots>. (дата обращения 19.10.2017 г).
7. Агис Инжиниринг : [сайт] [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL. <http://www.agiseng.ru>. (дата обращения 19.10.2017 г).
8. Рязанцев, А.И. Опыт совершенствования многоопорных дождевальных машин кругового действия / А.И. Рязанцев // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – №11.
9. Механизация растениеводства: учебник/ В.Н. Солнцев, А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин, А.П. Дьячков; под. ред. канд. техн. наук В.Н. Солнцева. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 383 с.

Шаповалов Анатолий Алексеевич, сержант
Березин Михаил Сергеевич, курсант
Ломовских Александр Егорович, к.т.н., старший преподаватель
Афонин Дмитрий Вячеславович, начальник курса
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация. Актуальной является проблема снижения шума средств подвижности вооружения для обеспечения безопасности труда водителей (операторов). В камеру сгорания двигателей внутреннего сгорания подается водно-топливная эмульсия, что улучшает процесс горения и, следовательно, снижает детонацию, которая является причиной возникновения виброакустической энергии.

Ключевые слова: снижение шума, водно-топливная эмульсия, снижение детонации, улучшение процесса сгорания, виброакустическая энергия.

Summary. It is important to reduce the noise of means of mobility of arms to ensure the safety of drivers (operators). In the combustion chamber of the internal combustion engine is fed water-fuel emulsion, which improves the combustion process and thus reduces detonation, which is the cause of vibroacoustic energy.

Keywords: noise reduction, water-fuel emulsion, the reduction of detonation, improving the combustion process, vibro-acoustic energy.

В процессе развития и совершенствования техники росли её производственные и мощностные характеристики, что, в свою очередь, не могло сказаться на шуме. Шум негативно воздействует на человека в социальном аспекте – препятствует общению, снижает нормальную активность людей; в экономическом аспекте – снижает производительность труда, конкурентоспособность машин в немалой степени определяется их уровнем шума; и в медицинском аспекте – шумовая нагрузка способствует развитию более 30 % всех болезней [1]. Выделяются значительные средства на изучение и разработку методов для борьбы с шумом и вибрацией, все они сводятся к трём основным направлениям снижения виброакустической энергии: в источнике образования, на пути от источника к точке наблюдения и в точке приёма. Наиболее проблемно стоит вопрос о снижении шума в источнике, решить который возможно следующими способами: уравновесить вращающиеся и возвратно-поступательные движения масс, повысить точности изготовления деталей, снизить частоту вращения и внешнюю нагрузку. К недостаткам перечисленных вариантов можно отнести сложность конструктивного

исполнения и, как следствие, удорожание изделия, либо ухудшение заданных характеристик.

Одним из способов по улучшению физико-химических свойств топлива является введение в него водной фазы, то есть приготовление водно-топливной эмульсии (ВТЭ) [2]. Устройство для реализации предлагаемого способа (рисунок 1) состоит из цилиндрической емкости 1 с коническим дном; насоса 3; расходомера 4 (типа РС-10); кранов 2 и 8; манометров 5 и 6; смесительного аппарата 7; штуцера 9 отбора ВТЭ в систему питания ДВС; кран дозатор 10; термометр 11.

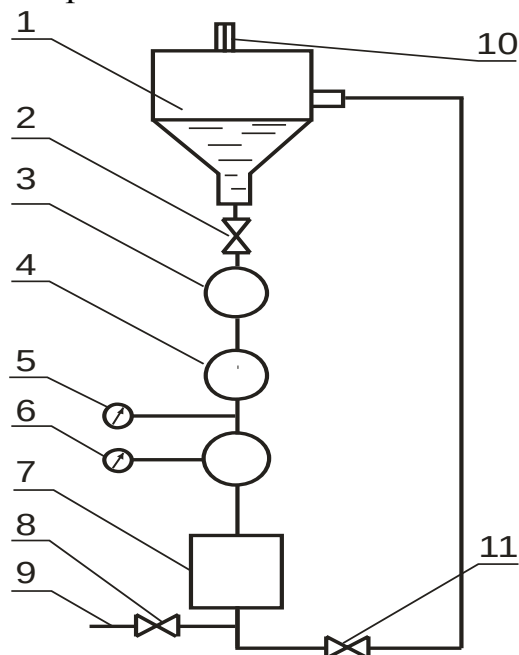


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства приготовления водно-топливной эмульсии

Система работает следующим образом: в цилиндрическую емкость с коническим дном 1 заливается в заданных пропорциях топливо, вода и поверхностные активные вещества, при этом кран 2 закрыт. Температура проведения процесса получения ВТЭ, которая должна быть не ниже 20 °С, контролируется с помощью термометра 11. Затем кран 2 открывается и включается привод смесительного аппарата 7 и насоса 3 (время приготовления ВТЭ составляет около 4 минут). Краном дозатором 10 регулируется оптимальное давление, определяемое манометрами 5 и 6, расход контролируется расходомером 5. После получения однородной ВТЭ данное устройство соединяется через штуцер 9 с топливным насосом ДВС при помощи гибкого шланга, затем открывается кран отбора ВТЭ 8. Предварительно прогретый до рабочей температуры ДВС (около 90 °С) запускается и работает на ВТЭ определенное время до выработки заданного количества ВТЭ, после чего кран 8 перекрывается. Затем отсоединяется гибкий шланг от штуцера 9, закрывается кран 2, подключается штатная система питания ДВС. Выключается привод смеси-

тельного аппарата 7 и насоса 3, открывается кран 8, сливается остаток ВТЭ из системы.

В ходе экспериментальных исследований проводились замеры экономических параметров двигателя внутреннего сгорания, рассматривался вопрос снижения степени токсичности выхлопных газов и характеристик виброакустической энергии. Опытный образец разработанного устройства представлен ниже на рисунке 2. Блок для приготовления ВТЭ монтируется в любом свободном месте испытуемого автомобиля AUDI-90 sportcupe, как показано на рисунке 2 (двигатель карбюраторный, рабочий объем 2000 см³, число цилиндров – 5, мощность ДВС – 115 л.с.) и соединяется с емкостью для воды топливо-проводами (гибкими резиновыми шлангами). В качестве емкости для воды используются стандартный бачек омывателя фар [3].

Блок для приготовления и подачи ВТЭ



Рисунок 2 – Внешний вид компоновки блока для подачи ВТЭ на автомобиле AUDI-90 sport cupe

Перед монтажом разработанных устройств следует произвести тщательную регулировку штатной топливной системы. При настройке разработанных устройств следует ориентироваться на показания тахометра или другого счётчика числа оборотов коленчатого вала ДВС. Необходимо отрегулировать штатную систему питания и устанавливаемый дозатор с помощью регулировочного винта количества подаваемой жидкости в топливную смесь.

Данная регулировка производится поэтапно. Отрегулировав винтом, количество компонентов ВТЭ, ДВС запускается и работает не менее 10 минут, по истечении этого времени производится замер количества компонентов ВТЭ в смесительной ёмкости. Оптимальное содержание водного компонента в смесительной ёмкости должно соответствовать 10...15 % по отношению к объёму топлива. Подача дозируемых в топливо компонентов произво-

дится автоматически дозирующим устройством. Регулировка данного дозирующего устройства производится при эксплуатации конкретной модели ДВС.

При работе системы питания в режиме подачи водного компонента на холостом ходу необходимо произвести регулировку числа оборотов холостого хода и момента опережения зажигания до параметров указанных в руководстве по технической эксплуатации. Перед пуском ДВС тумблер питания, который установлен в салоне, устанавливается в положение «отключено», при этом электромагнитный клапан закрыт и подача воды в «систему» отключена. Осуществляется запуск ДВС и происходит прогрев ДВС на эксплуатируемом топливе. Когда ДВС прогрет, то подача компонентов ВТЭ происходит автоматически с помощью дозатора и контролируется блоком управления. Сигнал с датчика температуры ДВС поступает в блок управления, который открывает электромагнитный клапан, при этом в ДВС подается высокодисперсная ВТЭ.

При реализации предлагаемого устройства необходимо использовать дистиллированную воду. Не допускается использование воды из открытых водоёмов без ее тонкой очистки от механических и химических примесей. Допускается использование водного компонента с добавлением легко воспламеняемых жидкостей (этанола, метанола, другого дешевого топлива).

Следующий факт может выступать и в качестве доказательства того, что вода в виде ВТЭ не может оказать существенного влияния и на процессы активизации коррозии металлов, из которых сделаны детали цилиндропоршневой группы и системы выпуска отработавших газов (ОГ) ДВС. Так как при сгорании 1 кг топлива среднего состава образуется 1,17 кг водяных паров, которые должны интенсифицировать процесс сгорания. При этом в цилиндры ДВС с атмосферным воздухом поступает до 0,4 кг водяных паров при относительной влажности воздуха до 98 % на один килограмм топлива. При нормальной эксплуатации ТС с относительной влажностью окружающего воздуха 40...60% в цилиндры ДВС поступает 0,1...0,2 кг водяных паров, поэтому добавка до 0,2 кг воды в виде ВТЭ не может существенно изменить ход химических реакций.

В настоящее время топливные смеси с добавлением этанола, метанола, эфиров хорошо изучены, а вот ВТЭ с добавлением водного компонента исследованы недостаточно. Отсутствуют устройства, позволяющие готовить высокодисперсную ВТЭ на борту автомобиля, и подавать ее в штатную систему питания ДВС, не изменяя конструкции последней. Поэтому возникает необходимость в использовании таких устройств для обработки моторного топлива, которое позволят управлять составом ВТЭ на различных скоростных и нагрузочных режимах без изменения конструкции ДВС.

Здесь также следует отметить, что топливные эмульсии на основе дизельного топлива с добавлением воды и с применением дорогостоящих эмульгаторов уже используются для бронетанковой техники в России (такую

эмульсию приготавливают заранее и затем заливают в бак военной техники), а также в Европейских странах, Японии и Китае для городского маршрутного транспорта.

Исходя из этих условий, предлагается приготовление ВТЭ с добавлением воды осуществлять без использования дорогостоящего эмульгатора непосредственно на самом автомобиле, то есть сразу ее расходовать не дав расслоиться. Экспериментальные исследования уровня шума производились на бензиновом четырехцилиндровом двигателе AUDI-90 в закрытом помещении при одном и том же звуковом фоне. Показания звуковых колебаний снимались микрофоном и обрабатывались на ЭВМ в программе GOLDWAVE. Исследования проводились при работе двигателя на чистом топливе и на ВТЭ (бензин – 80%, вода – 15 %, поверхностные активные вещества – 1 %) при открытом капоте автомобиля.

Полученные данные представлены в виде гистограмм на рисунках 3 и 4. Ввиду особенностей программного обеспечения GOLDWAVE представляется возможным оценить только спектр шума, но не получить его точное распределение в виде чисел. На полученных гистограммах (рисунки 3 и 4) наблюдается снижение уровней звукового давления до 10 % в диапазоне частот от 86 Гц до 340 Гц и на частоте 670 Гц.

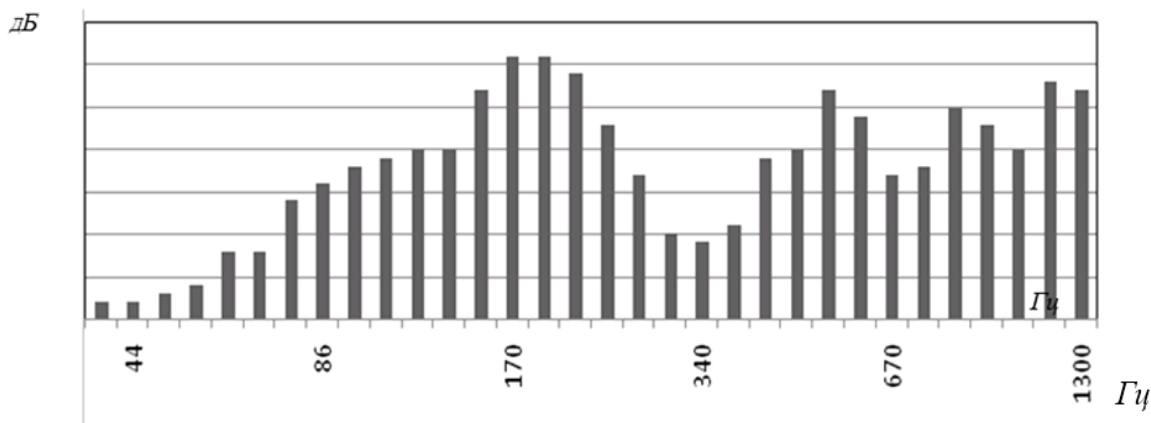


Рисунок 3 – Гистограмма звукового фона работы ДВС (холостой ход) на чистом дизельном топливе при открытом капоте автомобиля AUDI-90

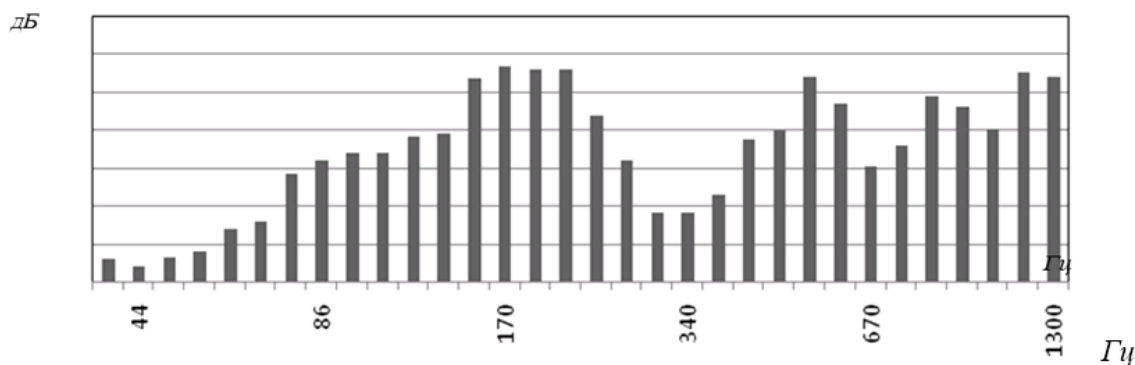


Рисунок 4 – Гистограмма звукового фона работы ДВС (холостой ход) на водно-топливной эмульсии при открытом капоте автомобиля AUDI-90

Следует заметить, что генерация виброакустической энергии в диапазоне частот от 86 Гц до 340 Гц обуславливается процессами впуска и выпуска газов. При горении капель ВТЭ наблюдается ряд явлений, нехарактерных для горения капель однокомпонентного топлива. Поскольку давление паров у диспергированного компонента (воды) существенно выше, чем у основного, горение капель ВТЭ сопровождается микровзрывом – внезапным разрушением вследствие вскипания микрокапель воды и образования вокруг них паровых пузырьков. Разрушение капель ВТЭ приводит к значительному сокращению времени горения, а микровзрыв, при котором капли воды с большой скоростью ударяются о поверхность деталей камеры сгорания и поршневые кольца разрушают образовавшийся на них нагар. Таким образом, использование ВТЭ позволяет устранить указанные причины появления детонации, как источника виброакустической энергии. Регулировка угла опережения впрыска топлива позволяет добиться полноты сгорания топлива, поступающего в камеру сгорания ДВС. Однако при произвольном воспламенении топлива до прихода поршня в верхнюю мертвую точку, связанное с воспламенением от раскаленных частиц нагара и сопровождаемое детонационным сгоранием топлива приводит к выделению больше тепловой энергии расширения. Совершаемая газами работа направлена противодействует, направлению движения поршня. Эта энергия воздействует на поршень, поршневые кольца, поршневой палец и вызывает их удары в местах сопряжения. Применение ВТЭ, а именно вода позволяет снизить процесс взрывного сгорания топлива приблизив его к оптимальному значению. В результате количество энергии, направленной на возбуждение виброакустических колебаний деталей цилиндропоршневой группы, сокращается.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что применение двигателей внутреннего сгорания с соответствующей системой дозирования воды в топливо является перспективным направлением с точки зрения улучшения акустических характеристик средств подвижности вооружения.

Список литературы

1. Иванов Н.И. «Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом». М., 2008.
2. Лау С.К. Использование водно-топливных эмульсии для двигателей внутреннего сгорания. Изд. 1977. Том. 17.
3. Патент №2498094 RU МПК 7 F 02B47/02. Способ обработки углеводородного топлива для двигателя внутреннего сгорания / А.Е. Ломовских, С.В. Борисов, В.П. Иванов // Заявка №2011133257/06, опубл. 10.11.2013. 8 с.

Старовойтов Виктор Иванович¹, д.т.н., профессор

Старовойтова Оксана Анатольевна¹, к.с.-х. наук

Манохина Александра Анатольевна², к.с.-х. наук

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха», Московская область, Россия

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ УБОРКА ТОПИНАМБУРА

Аннотация. Уборка топинамбура - наиболее сложный и трудоемкий процесс в технологии производства топинамбура. В работе приведены данные по сравнительному испытанию различных технологий и перспективам механизированной уборки топинамбура.

Ключевые слова: топинамбур, способ, уборка, копатель, комбайн, повреждения клубней.

Abstract. Cleaning artichokes are the most complex and time-consuming process in the technology of production of topinambour. The paper presents data on comparative testing of various technologies and prospects of mechanical harvesting of Jerusalem artichoke.

Key words: Jerusalem artichoke, fashion, housekeeping, digger, harvester, damaged tubers.

Топинамбур, наиболее мощная биоэнергетическая культура, которая может существенно повлиять на улучшения экологии, развитие сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности при создании продуктов здорового питания, экологически чистых кормов в России. Для внедрения в севооборот топинамбура необходимы инвестиции [1, 2]. В первую очередь средства нужны для создания технического потенциала возделывания и уборки топинамбура [3, 4, 5]. Уборку топинамбура начинают с удаления зеленой массы, поскольку механизированная уборка клубней возможна только после уборки зеленой массы. Зеленую массу в сентябре-октябре скашивают и вывозят с поля для использования на корма, топливные пеллеты или дробят и разбрасывают по полю [6, 7].

Объект исследований: семенной топинамбур, приемы технологии возделывания.

Топинамбур – культура, дающая большую биомассу - 100 и более т/га. Отношение зеленой массы к клубневой колеблется в широком диапазоне от 1(0,2)/1(5), в зависимости от сорта, назначения и технологии возделывания. Уборка такого количества биомассы может осуществляться только высокопроизводительными машинами. Машинная технология уборки топинамбура включает две отдельные стадии работ: уборка зеленой массы и уборка клубней. Обе стадии предусматривается осуществлять в промышленных техноло-

гиях с помощью комбайнов.

Для уборки стеблей используется кормоуборочная техника: кормоуборочные комбайны Палессе, Марал, Ягуар и др. В технологии уборки зеленой массы растений топинамбура с тонкими невысокими стеблями можно использовать роторную косилку измельчитель КИР 1,5Б, КИР 1,5М. Желательно еще при посадке топинамбура, учитывать возможности и технический парк машин для уборки, как зеленой массы, так и клубней.

В настоящее время практическое применение находят три основных способа уборки топинамбура:

- уборка комбайнами с бункером-накопителем с периодической выгрузкой клубней в транспортные средства и комбайны с непрерывной подачей убранных клубней в рядом идущий транспорт.

- -выкапывание клубней картофелекопателями с укладкой их на поверхность поля с последующим подбором вручную.

- выкапывание клубней картофелекопателями-валкоукладчиками в соседние не убранные рядки, с последующей уборкой комбайнами.

Опыт показывает, что лучшими для уборки топинамбура являются прицепные 2-х рядные комбайны фирмы Гримме и Колнаг. Поскольку топинамбур убирается осенью и весной на больших площадях, засаженных топинамбуром эффективны самоходные 2-х и 4-х рядные машины.

Топинамбур – новая культура для крупномасштабного возделывания и необходимо более глубоко изучить преимущества и недостатки вариантов механизированной уборки [8].

Существует убеждение, что топинамбур неприхотлив, и его можно выращивать на малоплодородных почвах с минимальной их обработкой многие годы, но это не так. Уже на второй и третий год клубни начинают вырождаться [7, 9].

При необходимости получения крупных клубней посадку и уборку топинамбура необходимо производить ежегодно и только в крайнем случае оставлять на следующий год. При этом необходима междурядная обработка и прореживание.

Форма клубней у топинамбура может меняться в зависимости от условий произрастания и времени развития, например, первичные клубни, часто удлинённые и имеют длинные столоны, в то время как вторичные клубни, которые формируются позже, как правило, более округлые и имеют короткие столоны [10]. Уборка клубней топинамбура аналогична уборке клубней картофеля, с той разницей, что размер клубневого гнезда отличается в 1,2...1,5 раза [11, 12].

Уборку топинамбура в районах ЦАО начинают в последней декаде сентября при достижении клубнем биологической спелости, которая определяется наличием прочной кожуры у топинамбура и легким отрыванием клубней от стебля. Заканчивают уборку в середине ноября. Для уборки необходимо использовать комбайны со специальными приспособлениями [7].

В процессе исследований проведены сравнительные испытания уборки топинамбура копателями с последующим подбором клубней вручную, комбайном. Анализ уборки топинамбура серийно выпускаемым копателем показал, что при уборке копателем велики потери. Уборка комбайнами позволяет добиться приемлемых показателей по чистоте и полноте уборки при скорости агрегата до 1,8 км/час. При увеличении скорости агрегата, резко падает чистота уборки и снижается полнота уборки (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнительные испытания уборки топинамбура копателями и комбайнами

№ п/п	Способ уборки топинамбура	Скорость агрегата движения, км/час	Чистота вороха, %	Полнота уборки, %	Повреждения, %
1.	Уборка копателем КСТ 1,4	0,9	98,6	76,0	1,1
2.	Уборка комбайном, ГРИМ-МЕ DR1500,	2,9	72,1	95,1	3,9

Достоинства использования на уборке топинамбура комбайна DR 1500:
 -низкая травмируемость клубней благодаря малым перепадам высоты падения клубней на полностью обрезиненные металлические части в транспортерах, оптимально подобранным скоростям всех сепарирующих органов;
 -простота управления из кабины трактора, возможность уборки после осадков до 10 мм;

Основные показатели работы комбайна, полученные на испытаниях в Костромской области осенью в 2016г, 2017г, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные показатели работы картофелеуборочного комбайна DR 1500 на уборке топинамбура. Осень 2016г, 2017 г.

Агрегат: комбайн-трактор	Производ. га/ч осн. времени	Урожайность Клубней, т/га	Чистота клубней в таре, %	Повреждения клубней, %	Потери клубней, %	Коэффициент готовности
DR 1500, МТЗ-1221	0,35-0.9	31,3-36,2	94-97,1	4,1- 5,6	0,1-5,8	1,0

Следует отметить высокий уровень автоматизации технологического процесса работы. Осуществляется автоматическое направление подкапывающих лемехов комбайнов на убираемые рядки и поддержание глубины подкапывания. Имеется система автоматического регулирования давления копирующих катков подкапывающего узла комбайна на гребни убираемых рядков. Это повышает степень сепарации почвы.

Показатели уборки топинамбура комбайном «Гримме» DR 1500 в ЗАО «Заволжское» представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные показатели работы картофелеуборочного комбайна «Гримме» DR 1500 при уборке топинамбура осенью 2016 г.

Марка комбайна, трактора	Произв. га/ч осн. времени	Урож. т/га	Чистота клубней в таре, %	Повреждения клубней, %	Потери клубней, %
«Гримме» DR 1500	0,49	30,4	84,3-89,6	2,3	10,1

Для транспортировки убранных топинамбура с поля используются специальные большегрузные самосвальные тракторные прицепы. Данные прицепы имеют специальное гидравлическое управление подъемом заднего борта кузова, осуществляемое из кабины трактористом при выгрузке топинамбура.

Механизированная комбайновая уборка топинамбура в крупных сельскохозяйственных предприятиях Российской Федерации в настоящее время осуществляется в основном импортной картофелеуборочной техникой, произведенной в нашей стране по лицензиям западных фирм или закупленной у иностранных производителей. Конструкции картофелеуборочных комбайнов позволяют проводить уборку клубней на различных по механическому составу почвах. При возделывании топинамбура на глинистых почвах необходимо использовать в технологиях подготовки почвы фрезерные машины (на операциях предпосадочной, междурядной обработок) и роторные активаторы клубненосного пласта, устанавливаемые сразу за лемехом, что будет способствовать повышению качества комбайновой уборки и снижению производственных затрат на послеуборочной доработке урожая.

На основе анализа технологий и средств механизации уборки топинамбура, приведённых испытаний разработаны исходные требования к комбайну для уборки урожая по перспективным грядовым технологиям. В исходных требованиях определены основные технологические и конструктивные параметры, в том числе для универсализации комбайна для уборки топинамбура за счет комплектов сменных узлов и приспособлений.

Список литературы

1. Старовойтов, В.И. Топинамбур – инновационный ресурс в развитии экономики России / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, П.С. Звягинцев, Ю.Т. Лазунин // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2013. – № 2. С. 30–33.
2. Старовойтов, В.И. Топинамбур как кормовой ресурс / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2014. – № 3. С. 24–26.
3. Старовойтов, В.И. Инновационные грядовые технологии и технические средства для возделывания картофеля и топинамбура / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова // Земледелие. – 2015. – № 7. С. 40–42.

4. Старовойтов, В.И. Развитие массового возделывания топинамбура – предпосылки для улучшения экологии / В.И. Старовойтов, Н.В. Воронов, О.А. Старовойтова // В сборнике: Международный агроэкологический форум Материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах. Международный Научный комитет. – 2013. – С. 135–141.

5. Старовойтов, В.И. Расширить рамки реализации национального проекта «Развитие АПК» / В.И. Старовойтов // Картофель и овощи. – 2007. – № 4. С. 12–14.

6. Старовойтов, В.И. Топинамбур - уникальное растительное сырье В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, П.С. Звягинцев, Е.А. Мандрыка, Ю.Т. Лазунин // Пищевая промышленность. – 2015. – № 8. С. 16–20.

7. Старовойтов, В.И. Механизация возделывания топинамбура в органическом земледелии / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // АПК России. – 2016. – Т. 23. – № 4. С. 841–844.

8. Кузьмина, Г.С. Новая культура для аграрного сектора России требует разработки новых технологий в сб.: Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий / Г.С. Кузьмина, А.Г. Пономарев // Сб. науч. докл. Международной научно-технической конференции. – 2014. С. 140–145.

9. Старовойтова, О.А. Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии / О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов, А.А. Манохина // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. – 2016. – № 6 (76). С. 42–47.

10. Barloy J. Techniques of cultivation and production of the Jerusalem artichoke, in Topinambour (Jerusalem Artichoke), Report EUR 11855, Grassi, G. and Gosse, G., Eds., Commission of the European Communities (CEC), Luxembourg, 1988. Pp. 45–57.

11. Старовойтов, В.И. Особенности технологии и машины для возделывания топинамбура / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // Сельский механизатор. – 2015. – № 11. С. 4–5.

12. Механизация растениеводства: учебник/ В.Н. Солнцев, А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин, А.П. Дьячков; под. ред. канд. техн. наук В.Н. Солнцева. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 383 с.

УДК 620.97

Заварзин Андрей Тимофеевич, к.т.н., доцент

Поддубный Андрей Константинович

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора

Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Писарчук Андрей Васильевич, к.т.н., профессор

Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище

имени генерала армии В.Ф. Маргелова, г. Рязань

СПОСОБ РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Аннотация. В статье описывается конструкция струеотклоняющего щита, обеспечивающего возможность рекуперации энергии отработавших газов двигателей воздушных судов.

Ключевые слова: рекуперация, воздушное судно, струеотклоняющий щит.

Summary The article describes the design of the blast deflector which provides the possibility of energy recovery from exhaust gases of aircraft engines.

Keywords: recuperation, aircraft, blast deflector.

Пуск современного авиационного реактивного двигателя, его прогрев перед использованием воздушного судна (ВС), а также опробование на различных режимах сопровождается образованием реактивной струи – воздушных потоков, появляющихся при работе реактивных двигателей.

Скорость реактивной струи выше 56 км/ч считается нежелательной с точки зрения обеспечения комфортных условий для обслуживающего персонала или для транспортных средств или другого оборудования на рабочей площади. В таблице 1 представлены сведения о скорости реактивной струи для двигателей различных воздушных судов [1].

В качестве специальных защитных сооружений, предназначенных для отклонения вверх и рассеивания газовоздушных потоков, возникающих при работе реактивных двигателей ВС в настоящее время используются струеотклоняющие щиты. Их устанавливают на перронах, стоянках для запуска двигателей и доводки ВС у сооружений авиаремонтных заводов и авиационно-технических баз, а также на площадках для опробования двигателей. Использование струеотклоняющих щитов позволяет осуществлять запуск двигателей непосредственно на стоянке и выход ВС на собственной тяге, сокращая тем самым время его пребывания на перроне и увеличивая пропускную способность аэропорта; исключает необходимость укрепления грунтовых обочин; снижает уровень шума двигателей; непосредственно за щитами исключается опасное воздействие воздушной струи на наземные сооружения, аэродромную технику, людей и т.д.

Таблица 1 - Уровни скоростей реактивной струи

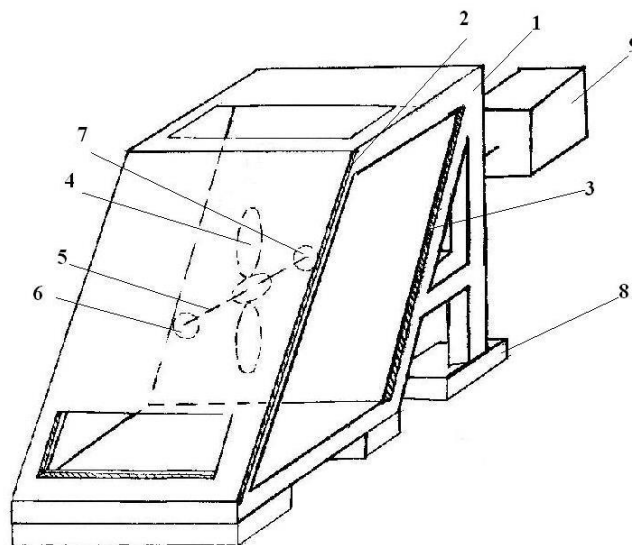
Тип воздушного судна	Скорость реактивной струи на расстоянии 15 м	
	Режим малого газа (км/ч)	Трогание с места (км/ч)
Boeing 727	106	193
Boeing 747	74	164
Dassault Falcon 7X	72	137
Gulfstream G650	145	247

Известны различные конструкции струеотклоняющих щитов [2], однако все они не обеспечивают возможности накопления энергии газовоздушных струй, возникающих при работе газотурбинных двигателей воздушных судов.

С целью исключения указанного недостатка предлагается следующая конструкция струеотклоняющего щита [3], обеспечивающая реализацию спо-

собирает энергию отработавших газов двигателей воздушных судов.

На рисунке 1 изображена схема струеотклоняющего щита.



- 1 - металлический каркас; 2,3 - струеотклоняющие поверхности; 4 – ветроколесо;
5 – ось; 6,7 – подшипники; 8 - элементы крепления к аэродромному покрытию;
9 – энергоаккумулятор

Рисунок 1 – Струеотклоняющий щит

Струеотклоняющий щит содержит металлический каркас 1, струеотклоняющие поверхности 2 и 3, выполненные из тонколистовой металлической ленты, натянутой на крайних и закрепленной подвижно на промежуточных опорах каркаса 1, причем в передней дополнительной струеотклоняющей поверхности 2 выполнено отверстие для подвода газовой струи к ветроколесу 4, расположенному между поверхностями 2 и 3 и жестко связанному с осью 5, установленной в подшипниках 6 и 7, закрепленных в каркасе 1. Каркас 1 крепится к аэродромному покрытию с помощью элементов крепления 8. Крутящий момент с оси 5 передается на энергоаккумулятор 9.

Струеотклоняющий щит устанавливается на стоянке для запуска двигателей воздушных судов таким образом, чтобы газовая струя, возникающая при работе газотурбинных двигателей воздушных судов, была направлена на струеотклоняющую поверхность 2, и крепится к аэродромному покрытию с помощью элементов крепления 8. Большая часть газовой струи отклоняется и рассеивается струеотклоняющей поверхностью 2, при этом, часть газовой струи, проходя через отверстие в струеотклоняющей поверхности 2, воздействует на ветроколесо 4 и приводит во вращение ось 5, установленную в подшипниках 6 и 7, закрепленных в каркасе 1. После воздействия газовой струи на ветроколесо 4, оставшиеся потоки газа рассеиваются и отклоняются струеотклоняющей поверхностью 3. Создаваемый ветроколесом 4 крутящий момент передается через ось 5 на энергоаккумулятор 9.

Техническим результатом заявленной конструкции является преобра-

зование энергии газоздушных струй, возникающих при работе газотурбинных двигателей воздушных судов в энергию вращения ветроколеса с возможностью передачи создаваемого крутящего момента на энергоаккумулятор.

Список литературы

1 Руководство по проектированию аэродромов Часть 2 Рулежные дорожки, перроны и площадки ожидания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aerohelp.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.04.2015).

2 Горецкий Л.И., Могилевский Д.А. Эксплуатация аэродромов. – М.: Транспорт, 1975. - 272 с.

3 Пат. 2453728 Российская Федерация, МПК F03D 9/00, B64F 1/26. Струеотклоняющий щит / Заварзин А.Т.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военный авиационный инженерный университет» (г. Воронеж).— № 2010111614/06; заявл. 25.03.10; опубл. 27.09.11, Бюл. № 27.— 3 с.

УДК 629.114.2

Заварзин Андрей Тимофеевич, к.т.н., доцент

Поддубный Андрей Константинович

Винокуров Станислав Дмитриевич, к.т.н.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора

Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ПРИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБИЛЬНОГО СТАРТЕРА

Аннотация. В статье рассматривается способ проведения лабораторной работы с использованием компьютерного тренажера. Описывается интерфейс компьютерной лабораторной установки для исследования электрических характеристик автомобильного стартера.

Ключевые слова: автомобильный стартер, лабораторная работа, программный продукт.

Summary. The article presents the method of conducting a laboratory work using a computer simulator. The interface of a computer laboratory installation for studying the electric characteristics of an automobile starter is described.

Keywords: automobile starter, laboratory work.

В условиях реформирования системы образования обострились проблемы совершенствование подготовки специалистов по эксплуатации мо-

бильных энергетических средств. Одним из возможных путей достижения высокого результата в области подготовки выпускников высших учебных заведений является совершенствование процесса обучения внедрением электронных учебников и компьютерных тренажеров.

В настоящее время наблюдается недостаточная эффективность проведения лабораторных занятий. В процессе проведения лабораторных работ, обучающиеся практически осваивают теоретические положения изучаемой дисциплины, овладевают техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, приобретают навыки работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и электронно-вычислительной техникой.

При проведении лабораторной работы «Исследование электрических характеристик автомобильных стартеров» [1] имели место следующие недостатки:

- значительные материальные, финансовые и трудовые затраты на оснащение и эксплуатацию учебной лаборатории при организации нескольких рабочих мест по количеству подгрупп студентов;

- значительные временные затраты на выполнение лабораторной работы, в результате до 50% обучаемых не успевают оформить и защитить отчет во время занятия;

- при ограниченном количестве рабочих мест не все обучаемые получают возможность полностью самостоятельно производить практические действия, связанные с исследованием электрических характеристик автомобильных стартеров;

- неизбежно возникающие при этом ошибки, могут привести к поломкам дорогостоящего оборудования и представлять опасность для учащихся и персонала;

Этим обоснована необходимость создания компьютерного тренажера для проведения лабораторной работы «Исследование электрических характеристик автомобильных стартеров».

Характеристика электродвигателя стартера – это зависимость частоты вращения якоря, крутящего момента якоря, механической мощности электродвигателя и напряжения аккумуляторной батареи от силы тока, потребляемой стартером.

С помощью разработанного программного продукта возможно получать рабочие характеристики электростартера при различных температурах окружающей среды. Предусмотрено протоколирование результатов испытаний и представление их в табличной и графической формах.

Разработанный компьютерный тренажер [2] снабжен удобным интерфейсом, облегчающим проведение исследования рабочих характеристик электростартера пользователем. Использование данной программы обучающимся возможно, как в присутствии преподавателя, так и без него. Возможность самостоятельной работы обусловлена наличием меню «Инструкция» в

панели задач.

Интерфейс программы представлен на рисунке 1.

Управление стендом осуществляется следующим образом:

1. Стенд включается и выключается клавишами «Пуск» и «Стоп», размещенными на верхней панели стенда.

2. Для изменения температуры окружающей среды навести курсор на термометр и нажать кнопку мыши. Удержание правой клавиши мыши повышает температуру.левой – снижает.

3. Для изменения тормозного момента навести курсор на рукоятку тормоза или на динамометр и нажать кнопку мыши. Удержание правой клавиши мыши повышает тормозной момент.левой – снижает.

4. Частота вращения n , крутящий момент M , ток I и напряжение U измеряются приборами, размещенными на передней панели стенда.

5. Текущие значения n , M , V , а также механической мощности и КПД отмечаются разноцветными точками во вспомогательной трехмерной системе координат в функции тока и температуры. Изображением этих графиков можно управлять через пункт «Графики» главного меню.

6. Щелчок мыши по кнопке «Запись», расположенной в правом нижнем углу экрана, записывает показания приборов в протокол испытаний.

7. Просмотр таблицы протокола и графиков, полученных на ее основе, осуществляется через пункт «Протокол» главного меню программы.

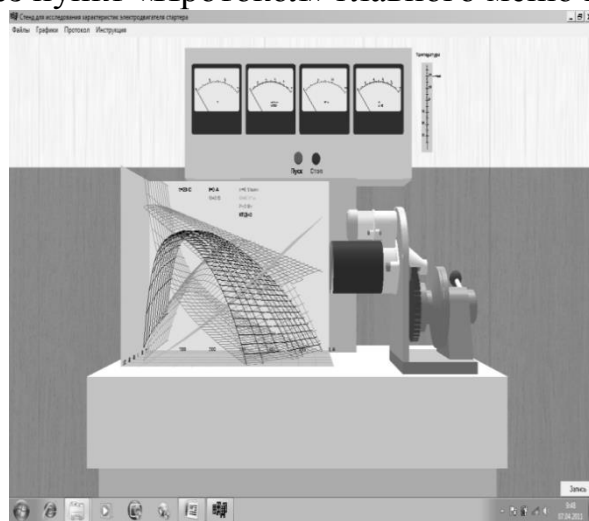


Рисунок 1 – Интерфейс программы «Стартер»

8. Смещение стенда влево – вправо и вверх–вниз производится движением мыши с нажатым колесиком. Приближение – удаление осуществляется вращением колесика мыши. Полученные результаты приводятся в виде таблицы или графика. Протоколированные результаты испытаний, представленные в табличной форме, изображены на рисунке 2. Программный продукт предназначен для обеспечения учебного процесса. Его использование позволяет обеспечить экономию времени и материальных средств, повысить безопасность и эффективность обучения. Тип ЭВМ необходимый для работы программы: РС – совместимый компьютер (на базе платформы Intel, AMD).

Язык программирования: C++Builder 6. Совместимая операционная система : Microsoft Windows XP – Windows 8. Объем программы: 970 Кб.

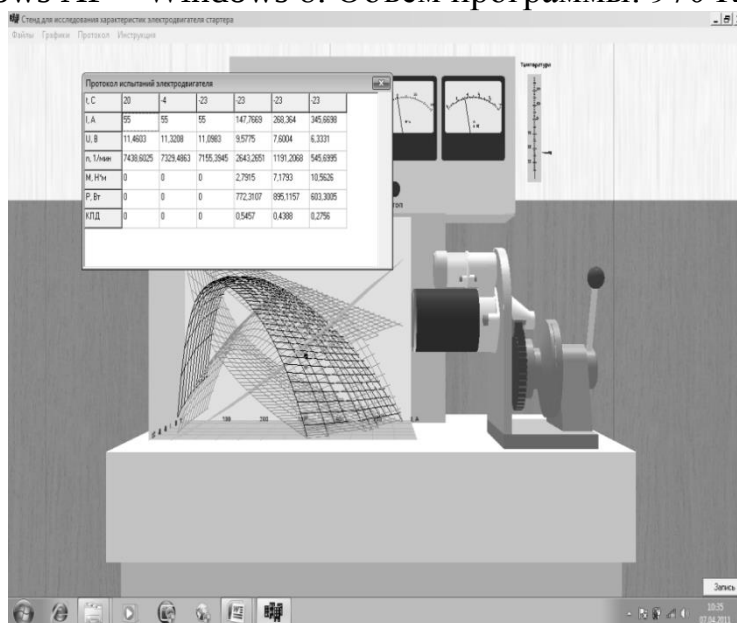


Рисунок 2 – Протоколированные результаты испытаний, представленные в табличной форме

Протоколированные результаты испытаний, представленные в графической форме, изображены на рисунке 3.

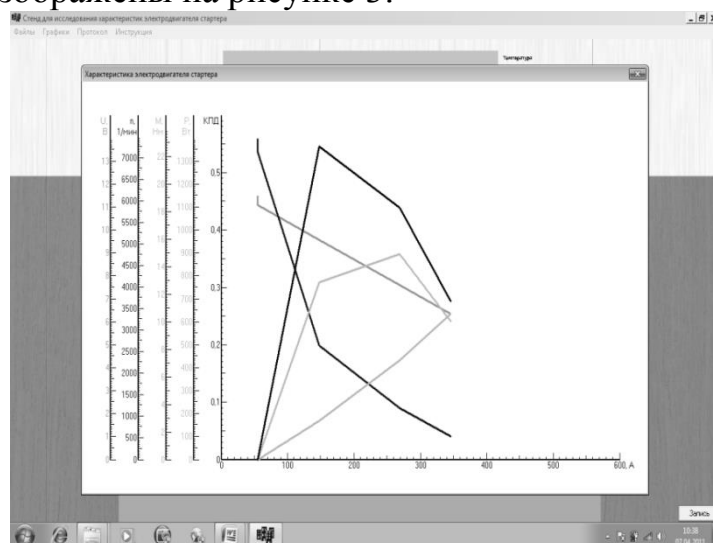


Рисунок 3 – Протоколированные результаты испытаний, представленные в графической форме

Список литературы

1. Конструкция транспортных средств специального назначения. Электрооборудование транспортных средств специального назначения: Лабораторный и компьютерный практикум / Пурусов Ю.М., Леонтьев К.Н., Лиховидов Д.В., Германович А.С. – Воронеж, 2015.- 62 с.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011614434 от 06.06.2011. Компьютерная лабораторная установка для исследования электрических характеристик автомобильного электростартера «Стартер» / Иванищев П.И., Заварзин А.Т., Кулаков Д.Ю. – 1 с.

УДК 619:636.034:618.73

Анкудинова В.В.¹, Плахотник А.В.², Глазунова Л.А.¹

¹ Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень

² ООО «ЗапСибХлеб-Исеть», Тюменская область

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ МАСТИТА СРЕДИ КОРОВ
В ООО «ЗАПСИБХЛЕБ-ИСЕТЬ»**

Аннотация. Изучено качество молока-сырья, производимого в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть» и распространение маститов у коров.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мастит, соматические клетки.

Annotation. The quality of raw milk produced in LLC "ZapSibKhleb-Iset" and distribution of mastitis in cows.

Key words: cattle, mastitis, somatic cells.

Молоко – один из важнейших продуктов питания человека. В его состав входят все необходимые организму питательные вещества, которые находятся в оптимальных соотношениях и легко усваиваются. В настоящее время молочное производство успешно развивается почти во всех регионах нашей страны. Однако качество данного продукта часто оставляет желать лучшего, так как не всегда соответствует стандартам. Зачастую причиной снижения качества молока-сырья является заболевания молочной железы коров, среди которых наиболее распространен мастит [2,3].

Чаще всего заболеванию маститом подвержены высокопродуктивные коровы. За период болезни и после клинического выздоровления потери молока на одну корову могут составлять в среднем 10-15% годового удоя. До 30% переболевших маститом коров выбраковываются из-за необратимых изменений тканей молочной железы и атрофии долей или всего вымени [5,6].

Все это приводит к огромному экономическому ущербу сельхозтоваропроизводителей, переработчиков молока, не говоря уже о таком важном факторе, как риск здоровья человека.

Лечение чаще всего основано на применении антибиотиков, но и оно не всегда имеет абсолютного результата. Причиной тому могут быть нечувствительность к антибиотикотерапии, запоздалая диагностика, формирование соединительнотканной капсулы, травматическая природа, осложненная секундарной микрофлорой в глубоких слоях паренхиматозной ткани [8,10].

Совокупность причин способствует рецидиву мастита и образования абсцесса вымени или рецидивирующему абсцедирующему маститу.

Цель исследования – определить качество молока-сырья и выяснить

распространение маститов в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть».

Материалы и методы исследований.

Исследование проводили в период с июня 2016 по март 2017 в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть» Исетского района Тюменской области. В период наблюдений в хозяйстве эксплуатировалось 1230 голов коров продуктивностью 8000 литров в год.

1 Для изучения качества молока-сырья отбирали пробы сырого молока согласно госту 26809-86. Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу.

2 Отобранные образцы молока были подвергнуты лабораторным испытаниям в ГАУ ТО «Тюменская областная ветеринарная лаборатория» на соответствие требованиям: ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции», Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) №299.

Диагноз на абсцедирующий мастит устанавливали, применяя переносной ультразвуковой сканер «DRAMINSKI» с использованием конвексного датчика в исследовании использовался гель для УЗИ «Медиагель» высокой вязкости [1,4,7,11,12]. Для подтверждения диагноза проводили пункцию анэхогенного образования.

Результаты исследования.

Для выяснения санитарно-гигиенических характеристик сборного молока-сырья на предприятии изучали количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Контроль данного показателя на всех технологических этапах позволяет проследить, насколько качественное сырье поступает на переработку, как меняется степень его микробной чистоты после тепловой обработки и не претерпевает ли продукт повторного загрязнения после термообработки, во время фасовки и хранения.

Исследования на КМАФАнМ в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть» проводятся каждые 10 дней в условиях молокоперерабатывающего завода и каждый месяц в ГАУ ТО «Тюменская областная ветеринарная лаборатория».

Согласно Техническим регламентам Таможенного союза показатели молока по КМАФАнМ должны соответствовать: на высший сорт не более $1,0 \times 10^5$, на первый сорт - не более $5,0 \times 10^5$ и на второй сорт не более $4,0 \times 10^6$.

Изучив протоколы испытаний молока сырья мы установили, что показатель КМАФАнМ варьировал в пределах от $5,5 \times 10^2$ до $9,7 \times 10^4$, то есть соответствовало высшему сорту.

Одним из показателей качества молока-сырья является число соматических клеток. При производстве молока в альвеолах вымени и его секрети через молочные протоки, к молоку постоянно добавляются соматические

клетки. К ним добавляются еще и клетки, выполняющие защитные функции в организме (лейкоциты). Поэтому соматические клетки постоянно присутствуют в молоке, их количество в выдоенном молоке из здорового вымени колеблется между 10000 и 170000 в 1 мл. Высокая концентрация соматических клеток является признаком нарушения секреции молока или заболевания вымени – мастита.

Исследования на содержание в молоке соматических клеток в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть» проводятся каждый день.

Число соматических клеток в молоке, произведенном в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть» фиксировали менее $9,0 \cdot 10^4$, что свидетельствует о высоком качестве молока и отношении его к категории «Высший сорт» при нормативах для высшего сорта не более $2,0 \cdot 10^5$, первого не более $1,0 \cdot 10^6$ и второго не более $1,0 \cdot 10^6$.

Лабораторные исследования молока-сырья не могут дать полную картину о распространении мастита среди коров, поэтому мы проводили клинические исследования и специальные исследования молока с помощью пробы мастидином.

Результаты диагностических исследований представлены в таблице 1. Таблица 1 – Распространение мастита среди коров в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть»

Обследовано, коров	Выявлено с маститов		В том числе, голов / % с					
			субклиническим		клиническим			
					голов	%	В том числе с абсцедирующим	
	голов	%	голов	%			голов	%
1230	117	9,5	64	5,2	53	4,3	19	1,6

Из таблицы видно, что 9,5% поголовья коров подвержены заболеванию маститом, причем у 5,2% из них выявляли субклиническую форму, а у 4,3% клиническую. Доля абсцедирующего мастита составила 1,6% от всех обследованных животных и 35,8% от всех клинически проявляющихся маститов.

Закключение. Таким образом, установлено, что абсцедирующие маститы являются серьезной проблемой в молочном животноводстве и необходимо разрабатывать методы лечения этого вида мастита для предотвращения экономических потерь и сохранения высокопродуктивных животных в стаде.

Список литературы

1. Баркова А.С. Информативность ультразвуковой диагностики при заболеваниях молочной железы у коров [Текст] /А.С. Баркова //Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2013. - №3. – С. 31-36
2. Глазунов Ю.В.Скрытые патологии молочной железы дойных коров в хозяйствах юга Тюменской области [Текст] / Ю.В. Глазунов, А.А. Никонов, А.А. Эр-

гашев, О.А. Столбова, М.А.Есингалиев // Аграрный вестник Урала. 2011. № 12-2. С. 11-13.

3. Дроздова Л.И. Видовая, возрастная, типовая и породная морфология молочной железы животных в норме и патологии [Текст] / Л.И. Дроздова, С.Г. Сайко. Екатеринбург: Изд. УрГСХА, 2007. 144 с.

4. Дюльгер Г.П. Ультразвуковая диагностика беременности и бесплодия у коров [Текст] / Г.П. Дюльгер, П.А. Елкин, Ю.Г. Сибилева, А.Г. Нежданов // Ветеринария. 2009. № 7. С. 34–38.

5. Кондратьева М.М. Влияние гирудина на гематологические показатели у коров при субклиническом мастите [Текст] / М.М. Кондратьева, К.А. Сидорова, Л.А. Глазунова // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2015. № 3 (29). С. 58-63.

6. Конопельцев И.Г. Воспаление вымени у коров [Текст] / И.Г. Конопельцев, В.Н. Шулятьев // Киров – СПб; Вятская ГСХА. Изд-во СПбГАВМ, 2010. – 355с.

7. Липчинская А. К. Перспективы применения инфракрасной термографии и ультразвукового исследования для оценки состояния молочной железы коровы [Текст] / Липчинская А. К., Баркова А. С., Колчина А. Ф. // Аграрный вестник Урала. 2011. № 12–2 (92). С. 32–34

8. Ряпосова М.В. Эфография высокопродуктивных коров в ранние сроки стельности [Текст] / М.В. Ряпосова, И.А. Шкуратова, О.И. Заузолкова, У.В. Сивкова, И.В. Степанов // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2013. - №6. – С. 36-40

9. Сидорова К.А., Вафина Л.Ф. Некоторые данные по заболеванию маститами коров в условиях Тюменского района [Текст] / К.А. Сидорова, Л.Ф. Вафина // Молодой ученый. 2015. № 6-5 (86). С. 145-147.

10. Столбова О.А. Эффективность профилактических приемов при маститах у коров в Северном Зауралье [Текст] / О.А. Столбова, Л.А. Глазунова, А.А. Никонов, Ю.В. Глазунов, Е.А. Пономарева, Г.А. Ярмоц // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 3-3 (57). С. 27-30.

11. Flöck M. and Winter P. Diagnostic ultrasonography in cattle with diseases of the mammary gland. Vet. J. 2006. V. 171. P. 314–321.

12. Franz S. Ultrasonography of the bovine udder and teat [Text] / S. Franz, M. Floek, M. Hofmann-Parisot // Vet. clin. north am. food anim. pract. 2009. V. 25. P. 669–685.

Антимирова А.А., Конева А.В., Глазунова Л.А.

Государственный аграрный университет Северного Зауралья,
г. Тюмень

ПРИМЕНЕНИЕ МЕДЕТОМЕДИНА И ИНФИЛЬТАЦИОННОЙ АНЕСТЕЗИИ ПРИ ОРХИДЭКТОМИИ У КРЫС

Аннотация. Выявлены преимущества и недостатки применения медетомедина и инфльтрационной анестезии лидокаином при орхидэктомии у крыс.

Ключевые слова: крысы, орхидэктомия, инфльтрационная анестезия.

Annotation. The advantages and disadvantages of using medetomedine and infiltration anesthesia with lidocaine during orchidectomy in rats are revealed.

Key words: rats, orchidectomy, infiltration anesthesia.

На сегодняшний день кролики и грызуны занимают одно из первых мест по популярности среди домашних питомцев. В связи с этим увеличивается и количество хирургических манипуляций у данной группы животных. Наиболее распространенные из них - это кастрация, удаление матки, подпиливание и удаление зубов, вскрытие и удаление абсцессов, удаление новообразований.

Орхидэктомия – это наиболее частая причина хирургического вмешательства у самцов крыс. Показанием для проведения данной операции является:

- Желание владельца снизить исходящий от самцов крыс специфический запах;
- Снизить агрессивность по отношению к людям или другим крысам (при групповом содержании), связанную с половым поведением;
- Предотвращения мечения территории;
- Недопущение появления потомства;
- Профилактика гормонозависимых новообразований.

Выбор схемы анестезии – это один из ключевых моментов, без которых не может состояться ни одна операция. Однако направление ветеринарная анестезиология как отдельная отрасль ветеринарии только начинает свое развитие в России, все больше клиник включают в свой штат специализированных врачей-анестезиологов, используются зарубежные и разрабатываются отечественные схемы комбинированной анестезии. Однако в данное время большинство препаратов, используемых за рубежом, позволяющих добиться оптимальной степени анальгезии, либо запрещены в ветеринарии в России (морфин, трамадол), либо труднодоступны для большинства провинциальных ветеринарных клиник (фентанил, буторфанол, кетамин).

В то же время анестезия грызунов также находится еще на раннем эта-

пе развития, несмотря на то, что большое количество этих питомцев регулярно нуждается в различных оперативных вмешательствах. Использование широко распространенного ксилазина в монокомпоненте не обеспечивает достаточной степени анальгезии, что является причиной усугубления состояния животных в послеоперационный период, вплоть до их гибели.

В связи с этим целью исследования явилось изучение эффективности медетомедина и инфльтрационной анестезии при орхидэктомии у крыс.

Материалы и методы исследований: Дозы лекарственных препаратов (на 1 крысу массой около 300г $\pm$ 20 г.):

- Р-р медетомедина 0,1% 0,1 мг/кг в/м;
- Доза р-ра лидокаина 2% 0,05мл + вода для инъекций до 0,4 мл в одном шприце для инфльтрационной анестезии;
- Р-р Атипамезола 0,5% 0,05 мг/кг в/м.

Результаты исследований: В данной схеме медетомедин вызывает седацию, миорелаксацию и умеренную степень анальгезии, что не предотвращает наличия двигательных реакций на болевые стимулы. Животное не находится в состоянии медикаментозного сна. Основной акцент был сделан на применении местной анестезии, для которой был выбран раствор лидокаина гидрохлорида 2%.

Протокол мониторинга представлен в таблице 1.

Снижение ЧДД в интраоперационный период наблюдалось у всех 4х крыс и составило 18,3%, в послеоперационный период сразу по завершении хирургического вмешательства этот показатель был на 25,1% ниже исходных значений.

Таблица 1 – Мониторинг физиологических показателей при использовании схемы «медетомедин + инфльтрационная анестезия лидокаином»

Крыса	Период операции	№1	№2	№3	№4
Вес, г		300	344	270	320
ЧДД, дыхательных движений/мин	До*	68	52	76	66
	Во время	56	46	54	58
	После*	52	40	50	54
ЧСС, ударов/мин	До*	195	290	180	220
	Во время	180	230	154	190
	После*	240	240	190	250
Температура тела ректальная, °С	До*	37,5	38,0	37,8	38,1
	Во время	35,7	36,4	36,4	37,0
	После*	36,0	36,2	36,0	36,8
Период индукции в анестезию, мин		10	5	4	5
Период реверсии из анестезии, мин		2	1,5	1,5	2

* - под действием медетомедина

Аналогично происходило снижение ЧСС в период операции (примерно на 14,7%), но во время болезненных манипуляций мы наблюдали резкие повышения ЧСС вплоть до нормальных значений, что говорит об отсутствии достаточного анальгетического эффекта данной схемы анестезии. В постоперационный период показатели ЧСС нормализовались и даже немного превышали исходные, примерно на 4%, что благотворно сказывается на гемодинамике и препятствует ишемии и гипоксии тканей.

Температура тела снизилась во время операции в среднем на 1,2°C и сохранялась на отметке 36,2°C в постоперационный период вплоть до возвращения способности к активным движениям.

Период индукции в анестезию в среднем составил 6 минут.

Период реверсии из анестезии не превышал двух минут, что было обусловлено действием атипамезола, специфического антагониста медетомедина.

Преимущества схемы:

- Простота. От врача требуется умение выполнить в/м инъекцию и инфильтрационную анестезию кожи мошонки и общей влагалищной оболочки;
- После введения атипамезола к крысе возвращаются все нормальные двигательные и поведенческие реакции уже в течение 1,5-2 минут;
- Из-за периферической вазоконстрикции почти отсутствует кровотечение в оперируемой области («сухая» операция);
- Анальгетический эффект лидокаина продолжается еще в течение 30-40 минут после операции;

Недостатки:

- Требуется ассистент, чтобы фиксировать крысу в период введения лидокаина в общую влагалищную оболочку;
- Двигательная и голосовая болевая реакции значительны при манипуляциях в паховом канале;
- Отсутствие венозного доступа в интраоперационный период;
- Сложность дозирования лидокаина и равномерного его распределения при инфильтрации в ткани;

В постоперационный период крыса довольно скоро (примерно через 15-30 минут) начинает принимать корм и пить воду, сознание ясное, движения точные, походка прямолинейная. Требуется наличие в клетке теплого предмета, чтобы снизить риски от операционной гипотермии.

Однако из-за наличия болевой чувствительности в период операции, в постоперационный период крысы проявляют беспокойство и испытывают страх при прикосновении к ним, а сразу после операции испытывают сильный стресс и стремятся убежать с операционного стола.

Требуется также наблюдать за состоянием швов, так как крыса почти сразу обращает на них внимание и начинает разлизывать и грызть.

Список литературы

1. Антимирова А.А. Применения медетомедина и аппликационной анестезии при орхиодектомии у крыс [Текст] А.А. Антимирова, А.В. Конева, Л.А. Глазунова // В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения Сборник материалов I Международной студенческой научно-практической конференции. 2016. С. 498-501.
2. Бетшарт-Вольфенсбергер Р. Ветеринарная анестезиология: учебное пособие [Текст] / Р. Бетшарт-Вольфенсбергер, А.А. // СПб.: СпецЛит, 2010. -270с.
3. Кэрролл Г.Л. Анестезиология и аналгезия мелких домашних животных [Текст] / Г.Л. Кэрролл // Пер. с англ. ООО «ПроТекст». -М.: Аквариум-Принт, 2009. -296 с.
4. Машковский М.Д. Лекарственные средства [Текст] / М.Д. Машковский // 16-е изд., перераб., испр. и доп. -М.: Новая волна: Издатель Умеренков, 2012. -1216 с.
5. Регистр лекарственных средств России РЛС Доктор: Хирургия и интенсивная терапия [Текст] 188й вып. /Под ред. Г.Л. Вышковского. -М.: ВЕДАНТА, 2014. -496 с.
6. Clarke K.W. Veterinary Anaesthesia. Eleventh Edition [Text] / K.W. Clarke, C.M. Trim // Elsevier Ltd., UK. -2014. -356 p.
7. Longley L. Anesthesia of exotic pets [Text] / L. Longley // Elsevier Ltd., UK. -2008. -315 p.

УДК 619:616:617.3

Воробьев Е.А.¹, Плахотник А.В.², Глазунова Л.А.¹

¹Государственный аграрный университет Северного Зауралья,
г. Тюмень

²ООО «ЗапСибХлеб-Исеть», Тюменская область

ЭТИОЛОГИЯ БОЛЕЗНИ МОРТЕЛЛАРО И ЕЁ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ООО «ЗАПСИБХЛЕБ-ИСЕТЬ»

Аннотация. Изучены вопросы этиологии болезни Мортелларо и её распространения в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть».

Ключевые слова: крупный рогатый скот, пальцевый дерматит, болезнь Мортелларо.

Annotation. The questions of the etiology of Mortellaro's disease and its distribution in OOO ZapSibHleb-Iset were studied.

Key words: cattle, finger dermatitis, Mortellaro disease.

Международная ситуация в настоящее время и наличие санкций, которые главным образом затрагивают аграрный сектор страны, способствуют развитию сельского хозяйства в России. Особенно пристальное внимание уделяется отрасли молочного животноводства, которая и до введения санкций активно развивалась. Тюменская область не является исключением и

входит в пятерку регионов-лидеров по развитию агропромышленного комплекса. На территории области возводятся крупные и современные комплексы на которых работают высококлассные специалисты, прошедшие стажировки за рубежом. Благодаря ввозу животных из-за стран Европы и Америки генетический потенциал крупного рогатого скота очень высок, необходимо только его реализовывать и наращивать объемы получения качественной молочной и мясной продукции. С этой целью в регионе разрабатываются и внедряются новые технологии содержания и кормления, предлагаются способы профилактики заболеваний и продления продуктивного долголетия коров. Несмотря на все усилия, есть определенные факторы, которые препятствуют достижению наивысших показателей. К ним относятся: нарушенная или плохо продуманная технология содержания, некачественный корм или несбалансированный рацион питания, нарушение ветеринарно-санитарных правил [1]. Все это приводит к развитию заболеваний, одним из которых является пальцевый дерматит или «болезнь Мортелларо».

В связи с этим целью исследования явилось изучение причин, способствующих развитию пальцевого дерматита у крупного рогатого скота и выяснить распространение этого заболевания в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть» Тюменской области.

Материалы и методы исследований. Исследование проводили в период с июня 2016 по март 2017 в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть» Исетского района Тюменской области. В период наблюдений в хозяйстве эксплуатировалось 884 голов коров продуктивностью 8000 литров в год.

Результаты исследований. Болезнь Мортелларо локализуется в дистальном отделе конечностей, на своде межкопытцевой щели и на уровне пяточной части копытца, в области путового сустава, с плантарной, а иногда и дорсальной поверхности, с проникновением в нижележащие участки кожи, а именно: основу кожи стенки, дерму и подкожный слой венчика, основу кожи подошвы, дерму и подкожный слой мякиша, подушку мякиша, вплоть до поражения сухожилия глубокого сгибателя пальца. Данное заболевание характеризуется широкой распространенностью, активной передачей, обширным спектром осложнений, начинающихся с хромоты, и заканчивающихся снижением продуктивности и выбраковкой животного из стада.

Клинически проявляется покраснением кожи, на месте которого в дальнейшем образуются в эрозии и язвы, пролиферирующие в выпуклые красные бородавки, доставляющие сильную боль при механическом воздействии и заставляющие животных хромать и ставить конечность на зацеп копыта.

Пальцевый дерматит имеет стадийность [5].

Эпителий может быть сохранен или поврежден;

M_2 – «классическое изъязвление», красные или бело-красные поражения диаметром более 1 см. На поверхности поражения грануляционная или пролиферативная ткань;

М₃ – заживающие поражения с черной струпьевидной поверхностью;
М₄ – изменения кожи вызывающие подозрение на пальцевый дерматит, а так же хроническая пролиферативная форма.

Пусковой механизм пальцевого дерматита неизвестен. По данным авторов существует две версии происхождения заболевания[2-4].

Аллергическое происхождение: как обострение заболевания в транзитной группе, которая пребывает в состоянии субклинического кетоза и метаболического ацидоза. В данный период у животных наблюдается снижение уровня гамма-глобулинов в сыворотке крови, снижение фагоцитарного числа, повышение продуктов окисления липидов, понижение резервной щелочности до критического уровня. В связи с нарушением обмена веществ, в период раздоя коров уровень углеводов падает, повышается содержание протеинов, в результате этого происходит выброс гистамина в организме, что влечет за собой развитие аллергической реакции.

Инфекционное происхождение: как инфицирование организма комплексами патогенных бактерий *Borrelia* spp., *Fusobakterium necrophorum*, *Porphyromonas levii*, *Prevotella denticola*, *Prevotella bivia*, а так же спирохеты из рода *Теропема*, чья роль в развитии инфекционного процесса требует дополнительных исследований [6-11].

При обследовании 884 животных в ООО «ЗапСибХлеб-Исеть» с межпальцевым дерматитом выявлено 104 животных, что составляет 11,7%.

Список литературы

1. Глазунов Ю.В. Распространение ортопедических патологий у крупного рогатого скота в ООО «Земля» Тюменской области[Текст] / Ю.В. Глазунов, И.С. Крапивко, Л.А. Глазунова //Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. -2014. -№ 4 (27). -С. 22-25.

2. Ермолаев В.А.Этиология, распространение заболеваний копытцев крупного рогатого скота в зимне-стойловый период [Текст] / В.А. Ермолаев , Е.М. Марьин , Ю.В. Савельева //Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. Междунар. науч.-практ. конф. - Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2009. -Т. 3. -С. 49-52.

3. Коваленко А.М. Эффективность лечения коров с болезнью Мортелларо [Текст] / А.М. Коваленко, К.С. Соколов, В.А. Кузьмин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2016. № 2. С. 51-53.

4. Лопатин С.В. Основные болезни пальцев молочного крупного рогатого скота и микрофлора патологий[Текст] / С.В. Лопатин, А.А. Самоловов//Ветеринария. 2012. № 8. С. 23-25.

5. Лукьяновский В.А. Диагностика заболеваний конечностей. Практикум по общей и частной ветеринарной хирургии [Текст] / Под ред. А.В. Лебедева, В.А., Лукьяновского, Б.С. Семенова и др. -М., 2000. С. 252 -262.

6. Малахова Е.В.Этиология гнойно-некротических поражений у коров [Текст] / Е.В. Малахова, В.И. Терехова// Ветеринарный консультант. -2005. -№ 13-14. -С.16, 17.

7. Молоканов В.А. Прогнозирование, диагностика и профилактические мероприятия при заболеваниях копыт у коров [Текст] / Молоканов В.А. //Вестник ветеринарии. -2007. -№ 40. -С. 123-127.

8. Островский Н.С. Общий анализ причин заболеваний пальцев крупного рогатого скота [Текст] /Н.С. Островский //Сб. научн. тр. Донского СХИ.-1977. – С. 66-68.

9. Потапова А.Н. Болезни конечностей высокопродуктивных коров -угроза экономической эффективности молочных ферм [Текст] / А.Н. Потапова //Практик. -Санкт-Петербург. - 2008. -№ 3. - С. 54 -57.

10. Сорокина И.А., Матвеев Л.В. Гнойно-некротические процессы в области пальцев у крупного рогатого скота [Текст] / И.А. Сорокина, Л.В. ев //Ветеринария. - 2000. - № 2. - С. 43, 44.

11. Clarkson M.J., Downham D.Y., Faull W.B. et al. Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle [Text] / M.J. Clarkson, D.Y. Downham, W.B. Faull et al. // Vet Rec. - 1996. - Vol. 138. - № 23. - P. 563 -567.

УДК 636.2.083.37 (470.324)

Крупницын Владимир Васильевич, к.в.н., доцент
Востроилов Александр Викторович, д. с.-х. н, профессор
Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСБЕННОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ НА СВЕЖЕМ ВОЗДУХЕ В УСЛОВИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Даны общие рекомендации технологических особенностей выращивания телят на свежем воздухе. Описана технология содержания телят на свежем воздухе в Воронежской области. Изучены и представлены технологические элементы выращивания телят с учетомповышения адаптационных свойств организма.

Ключевые слова: технология содержания, телята, адаптация, выращивание, критический температурный период, заболеваемость, формирование производственных групп.

Annotation. The general recommendations of technological features of growing calves in the open air are given. The technology of keeping calves in the open air in the Voronezh region is described. Technological elements of growing calves were studied taking into account an increase in the adaptive properties of the organism.

Key words: technology of keeping, calves, adaptation, cultivation, critical temperature period, morbidity, formation of production groups.

Развитие скотоводства в условиях Воронежской области в последние десятилетие претерпело значительные изменения, однако при всей организа-

ционной и эффективной работе все же накапливается очень много проблемных вопросов, решению которых возможно только при поддержке и особом внимании со стороны государственного регулирования.

Молочное скотоводство в последние годы не получило активного развития, хотя государство предпринимало меры по его интенсификации. На это была направлена Государственная программа развития сельского хозяйства на 2008-2012 годы, Государственная программа развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы [3].

Программой развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы предусмотрен рост валового производства молока на 24% и достижение его производства 38,2 млн т к 2020 году. Выполнение прогнозов возможно при условии реализации в каждом регионе и в целом по России основных ряд мер его развития, одним из которых является технологическая модернизация, т.е. иметь 35-40% животных на беспривязной системе содержания. Продолжительность продуктивной жизни коровы должна быть не менее 4 отелов и пожизненный надой 30 т и более [7].

Как правило, эффективное выращивание телят - это залог полноценной продуктивности молочного и мясного скота при учете различных зоотехнических факторов содержания и кормления взрослых животных.

Любой технологический способ выращивания телят должен направлен на эффективную реализацию биологических особенностей организма при учете создания оптимальных гигиенических условий внешней среды, при которых адаптационные возможности организма реализуются в полной мере.

При проведении интенсификации ведения скотоводства, как отдельной отрасли сельского хозяйства, широкое распространение получила технология выращивания телят на свежем воздухе (холодный метод) [1].

Технология выращивания телят на свежем воздухе в ряде хозяйств Воронежской области предусматривает последовательность проведения ряда технологических этапов: 1 - после отела и обсыхания кожного волосяного покрова, теленка размещают в индивидуальный домик, в условиях открытого свежего воздуха, где содержат определенный период; 2 - телят размещают в помещения или в боксы на свежем воздухе для выращивания, в соответствии с технологией группового или мелкогруппового содержания. Как показали наши наблюдения, в данной технологической последовательности существуют «критические риски», которые оказывают стрессовое воздействие на организм теленка при переводе из одних условий содержания в другие условия. Более сглажено протекают процессы адаптационного характера в организме телят при переводе их в боксы из индивидуальных домиков в групповые, на свежем воздухе.

В молочном скотоводстве принято считать, что наиболее опасным периодом или этапом развития организма молодняка является период новорожденности и первые 4 - 6 мес. жизни. В этот период происходит интенсивный рост и развитие всех систем организма и его органов.

На постепенное формирование физической терморегуляции новорожденных телят до 7 – 10 дневного возраста влияют ряд факторов. Особенно наиболее важным фактором является температура окружающей среды. В технологии выращивания телят на свежем воздухе, это необходимо учитывать в первую очередь именно в холодные периоды года [2].

А.А. Шукановым (1989) установлено, что реализация адаптации организма к низким температурам среды возможна при помещении телёнка в наружный домик не позднее одних суток после рождения и температуре воздуха не ниже -25°C (критическая минусовая температура).

Как показали наши исследования, при выращивании телят на свежем воздухе, наиболее опасный критический период, приходится на зимний период года, особенно если температура опускается ниже $t = -20$ до -25°C и ниже, (критический уровень) при этом организм испытывают колоссальную стрессовую нагрузку. Менее всего защищен организм телят с физиологически незрелым организмом (гипотрофики), в результате чего, диспепсия телят принимает массовый характер. При пониженной температуре ниже критического уровня рекомендуется телят с менее развитым организмом (гипотрофики) передерживать в холодном помещении в индивидуальныхдомиках в период активных холодов.

В этом случае наиболее важным элементом в технологии содержания телят на свежем воздухе, является приспособление организма к новым (стрессовым) условиям окружающей среды. В этот начальный период выращивания, относительно можно регулировать обменные процессы организма, которые отвечают за адаптационные функции[4]. .

Одной из причин низкой продуктивности и высокого уровня заболеваемости телят, является несоблюдение оптимального времени содержания отела, до размещения их в индивидуальный домик.

Как показали результаты проведенных исследований, показатели продуктивности и уровня заболеваемости телят в группах выше, где содержание телят в помещении превышает 24 часа при естественном обсыхании кожного покрова, и у телят при передержке свыше 6 часов, при искусственном обсыхании под его лампой.

В этом случае можно отметить, что при передержке телят в помещении организм становится «изнеженным» т.е. с ослабленными жизненно-важными функциями. Поэтому, необходимо технологически обоснованно учитывать определение временных параметров содержания в помещении перед размещением их на свежий холодный воздух в зимний период.

После содержания в индивидуальныхдомиках на свежем воздухе, телят размещают в некоторых хозяйствах в помещения, где как показали наблюдения, телята испытывают стресс при формировании ими технологических групп. В помещении содержатся телята по 20 – 25 голов в одной группе. Телята испытывают стресс, не только по отношению друг другу, но и к

новым условиям содержания. Это проявляется снижением их продуктивности и повышением уровня заболеваемости [5,6].

Для повышения адаптационных свойств организма телят, перед размещением их в помещении после содержания в индивидуальных домиках необходимо формировать отдельной группой по 10-15 голов в отдельных общих групповых клетках на свежем воздухе. Период нахождения при мелкогрупповом содержании около 10 дней. Результаты проведенных исследований показали, что у телят при содержании отдельной небольшой группой перед размещением в помещение средняя живая масса оказалась выше на 14,1% по сравнению с аналогичной группой, которую формировали сразу в помещении в соответствии с технологией группового содержания.

Однако более эффективным является формирование производственных групп телят, после содержания их в индивидуальных домиках, в групповые домики на открытом воздухе. В этом случае телята не испытывают более интенсивных внешних нагрузок на организм, т.к. организм более адаптирован к воздействию окружающей среды на свежем воздухе, а не к микроклимату помещения.

Статистика показывает, что в условиях сельскохозяйственного производства молодняк крупного рогатого скота рождается с разной физиологической зрелостью. Для повышения адаптационных способностей и резистентности организма телят, необходимо выделять те элементы технологии, которые оказывают влияние на физиологическое состояние организма, а также в будущем на продуктивность животного.

Список литературы

1. Биотехнологические основы и этапы применения ионов серебра А / А.Я. Айдиев, А.А. Евглевский, Д.А. Евглевский, С.Н. Кретьева, В.Н. Суворова, А.В. Чеботков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 8. – С. 198-199.
2. Герцева, К.А. Состояние здоровья крупного рогатого скота в условиях Рязанской области [Текст] / К. А. Герцева, И.А. Сорокина, Е.В. Киселева // Вестник РГАТУ. – №2. – 2012. – С.8-9.
3. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы
4. Кибкало Л.И., Ерёменко О.В., Бугаев С.П. Сравнительная оценка выращивания и откорма чистопородных и помесных бычков на открытой откормочной площадке // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2. – С. 43-46.
5. Кондакова, И.А. Исследование нозологического профиля инфекционной патологии телят [Текст] / И.А. Кондакова, Е.М. Ленченко, Ю.В. Ломова // Вестник рязанского агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – Рязань, 2017. – № 2 (34). – С. 17-21.

6. Степанова, И.А. Особенности минерального обмена телок голштинской породы при введении в рацион нанопорошка кобальта [Текст] / И.А.Степанова, А.А.Назарова, С.Д. Полищук // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2017. - №6. – С. 117- 122.

7. Стрекозов Н.И. Производство молока в регионах РФ до 2020 должно быть прогнозируемо [Текст] /Н.И. Стрекозов, В.И. Чинаров//Молочное и мясное скотоводство. – 2014. - № 4.- С. 2–4.

УДК619:616.71-091:616.391:577.161.2

Ушакова Татьяна Михайловна, к.в.н., доцент ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», п. Персиановский, Россия
Дерезина Татьяна Николаевна, д.в.н., профессор ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

**ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАРУШЕНИЯ
УРОВНЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В СИСТЕМЕ
«МАТЬ-ПОТОМСТВО» В УСЛОВИЯХ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ
ПРОВИНЦИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы уровня неспецифической резистентности у крупного рогатого скота в системе «мать-потомство» на фоне дефицита жизненно важных микроэлементов в условиях биогеохимической провинции Октябрьского района Ростовской области и возможности ранней метаболически адекватной диагностики вторичного иммунодепрессивного состояния у молодняка.

В результате проведенных исследований крови у животных в системе «мать-потомство» было установлено снижение показателей меди и цинка, у коров их количество равнялось $13,8 \pm 3,4$ мкмоль/л и $3,17 \pm 0,25$ мкмоль/л соответственно, а у телят составляло $14,5 \pm 1,4$ мкмоль/л (Cu) и $2,67 \pm 0,19$ мкмоль/л (Zn).

Минералограмма проб волосяного покрова в системе «мать-потомство» характеризовалась дефицитом цинка, что составляло у коров $62,8 \pm 0,9$ мг/кг), а у телят - $44,1 \pm 0,8$ мг/кг.

Показатели сывороточных иммуноглобулинов свидетельствовали о низком уровне резистентности у опытных животных на 8-м месяце стельности (IgA - $1,1 \pm 0,2$ мг/мл; IgG - $12,15 \pm 0,2$ мг/мл; IgM - $0,92 \pm 0,1$ мг/мл) и у полученного от них потомства - $1,64 \pm 0,19$ мг/мл; $16,75 \pm 1,2$ мг/мл; $1,22 \pm 0,05$ мг/мл соответственно.

Таким образом, дефицит меди и цинка алиментарного происхождения у крупного рогатого скота в период наиболее интенсивной метаболической активности приводит к снижению уровня гуморального иммунитета и создает предпосылки для снижения параметров неспецифической резистентности ор-

ганизма в системе «мать-потомство».

Ключевые слова: крупный рогатый скот, цинк, медь, железо, иммуноглобулины G, иммуноглобулины A, иммуноглобулины M, система «мать-потомство».

Abstract. In the article the questions of the level of nonspecific resistance in cattle in the system "mother-offspring" on the background of deficiency of essential trace elements in terms of biogeochemical province of the Oktyabrsky district of the Rostov region and the possibility of early diagnosis of metabolic adequate secondary immunosuppressive state in calves.

As a result of studies of blood in animals in the system "mother-potato" was the decline of indexes of copper and zinc in cows, their number was equal to $13,8 \pm 3,4$ mmol/l and $3,17 \pm 0,25$ mmol/l, respectively, while in calves was $14,5 \pm 1,4$ mmol/l (Cu) and $2,67 \pm 0,19$ mmol/l (Zn).

Mineralogramma samples hairline in the system "mother-offspring" characterized by a zinc deficiency that was cows $62,8 \pm 0,9$ mg/kg, and calves - $44,1 \pm 0,8$ mg/kg.

Values of serum immunoglobulins were indicative of a low level of resistance of experimental animals to 8-m month of pregnancy (IgA and $1,1 \pm 0,2$ mg/ml; IgG - $12,15 \pm 0,2$ mg/ml; IgM - $0,92 \pm 0,1$ mg/ml) and the resulting offspring from them - of $1,64 \pm 0,19$ mg/ml; of $16,75 \pm 1,2$ mg/ml; of $1,22 \pm 0,05$ mg/ml, respectively.

Thus, a deficiency of copper and zinc nutritional origin in cattle in the period of most intense metabolic activity leads to a decrease in the level of humoral immunity and creates prerequisites for the reduction of parameters of nonspecific resistance of the organism in the system "mother-offspring".

Key words: cows, zinc, copper, iron, immunoglobulin G, immunoglobulin A, immunoglobulin M, the system "mother-offspring".

Введение. Иммунная система - важнейший гомеостатический механизм организма, который во многом определяет степень здоровья животных и их адаптивные возможности, а ее функциональная активность зависит от уровня минерально-витаминного обмена [2, 3, 4, 5, 6, 12]. Особенно остро эта проблема стоит в период стельности и ранний постнатальный период, и, как правило, приводит к снижению неспецифической резистентности организма, как матери, так и будущего потомства [2, 3, 4, 5].

Воздействие на организм многочисленных антропогенных и стресс-факторов в условиях современной интенсификации животноводства, широкое применение противомикробных и биологических препаратов, вызывают нарушение сложившихся механизмов взаимодействия между животными и окружающей средой и способствуют изменению обменных процессов [1, 9, 10, 11] и механизмов регуляции иммунного ответа.

В тоже время вопросы ранней диагностики иммунодепрессивных состояний остаются до сих пор открытыми, поскольку показатель уровня мик-

роэлементов в крови не всегда достоверно и стабильно отражает уровень метаболизма и состояние иммунной системы организма [7, 8], таким образом, проблема ранней адекватной диагностики уровня микроэлементов в ином биологическом материале животных, а особенно в периоды наибольшей метаболической активности организма, является важным направлением в условиях современной высокотехнологичной и быстро развивающейся ветеринарной медицины.

Таким образом, вопросы ранней метаболически адекватной диагностики уровня микроэлементов в системе «мать-потомство» в условиях биогеоценотической цепи являются важным направлением в условиях современной высокотехнологичной и быстро развивающейся промышленности и ветеринарной медицины.

Поэтому **целью** настоящих исследований являлось изучение уровня неспецифической резистентности и обеспеченности крупного рогатого скота микроэлементами в системе «мать-потомство» в условиях биогеохимической провинции на территории Ростовской области.

Для реализации намеченной цели ставилась следующая **задачи**: изучить степень и характер взаимосвязи микроэлементов на уровне биогеоценотической цепи «почва - корм - животное» на территории Октябрьского района Ростовской области в системе «мать-потомство»; изучить биохимические и морфологические показатели крови, уровень сывороточных иммуноглобулинов и минеральных веществ в биологическом материале у крупного рогатого скота в системе «мать-потомство».

Материалы и методы. Научные исследования выполняли на кафедре терапии и пропедевтики ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», на базе лаборатории НИИ физики Южного Федерального Университета (г. Ростов-на-Дону) и ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский институт акушерства и педиатрии» Министерство здравоохранения Российской Федерации (г. Ростов-на-Дону). Научно-производственные опыты проводились в КФХ «ИП Пятибратов Владимир Андреевич» Октябрьского района Ростовской области.

Опыт осуществляли в три этапа. На первом этапе был осуществлен анализ статистических данных о характере обеспеченности микроэлементами в биогеохимической провинции Октябрьского района Ростовской области.

На втором этапе был осуществлен отбор проб кормов, используемых для кормления животных в КФХ «ИП Пятибратов Владимир Андреевич», и определено количественное содержание в них цинка.

На третьем этапе была подобрана группа из 10 голов коров, на последнем месяце стельности, осуществлен отбор проб крови и волоса, проведены гематологические, биохимические и иммунологические исследования образцов. Так же были осуществлены исследования крови у потомства, полученного от коров опытной группы. Отбор проб у телят проводили на 2-е сутки после рождения.

Биохимические исследования корма осуществляли по общепринятым методикам. Концентрацию микроэлементов в крови определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Varian ИСП-810-МС.

В крови определяли содержание эритроцитов, лейкоцитов, концентрацию гемоглобина, цветовой показатель на автоматическом ветеринарном гематологическом анализаторе PCE -90 VET.

Уровень микроэлементов в волосяном покрове определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре РФС-001 с полным внешним отражением (ПВО).

Для изучения морфологического состава периферической крови мазки окрашивали по методу Павловского.

Уровень иммуноглобулинов определяли при помощи иммуноферментного анализа на иммуноферментном анализаторе StatFax 303+.

Результаты. В результате проведенных статистических исследований уровня обеспеченности сельскохозяйственных почв минеральными веществами Октябрьского района Ростовской области, предоставленных ФГУ ГЦАС «Ростовский», был установлен дефицит цинка и меди, их значение равнялось 0,48 мг/кг и 0,254 мг/кг соответственно [9].

В результате проведенных биохимических исследований проб кормов, заготавливаемых в КФХ «ИП Пятибратов Владимир Андреевич» Октябрьского района Ростовской области, был отмечен дефицит меди, а показатели цинка находились в нижних границах пороговых концентраций (по В.В. Ковальскому). Уровень железа был выше минимальных нормативных показателей (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание микроэлементов в кормах, заготовленных в КФХ «ИП Пятибратов Владимир Андреевич»

Корма	Содержание микроэлементов		
	Сu, мкг/кг	Fe, мг/кг	Zn, мкг/кг
Солома ячменная	2,01±0,05	103,81±0,30	20,59±2,50
Силос кукурузный	2,85±0,09	412,43±5,80	25,66±1,07
Сено люцерны	3,32±0,07	150,71±3,07	28,91±0,90
Ячмень	2,47±0,04	108,47±7,00	23,39±0,80
Дерть пшеничная	2,93±0,07	678,67±34,07	32,57±2,00

Данные гематологических исследований указывали на развитие у коров незначительного лейкоцитоза и гипохромной анемии легкой степени тяжести, так уровень эритроцитов составлял $6,23 \pm 0,15 \times 10^{12}$ /л, гемоглобина - $90 \pm 4,78$ г/л (табл. 2). Количество лейкоцитов было в пределах $10,2 \pm 1,50 \times 10^9$ /л, а показатель гематокрита равнялся $31,5 \pm 0,89$ %.

Таблица 2 – Динамика морфологических показателей крови у крупного рогатого скота в системе «мать-потомство» в КФХ «ИП Пятибратов Владимир Андреевич»

Показатели	Группы животных	
	Стельные коровы	Полученные от них телята
Эритроциты, $\times 10^{12}$ /л	6,23 $\pm$ 0,15	6,30 $\pm$ 0,80*
Гемоглобин, г/л	90 $\pm$ 4,78	95,1 $\pm$ 5,0
Лейкоциты, $\times 10^9$ /л	10,2 $\pm$ 1,50	8,35 $\pm$ 0,9**
Гематокрит, %	31,5 $\pm$ 0,89	28,5 $\pm$ 2,5**
Лейкограмма, %		
базофилы	0,56 $\pm$ 0,10	0,2 $\pm$ 0,1*
эозинофилы	8,93 $\pm$ 0,95	1,3 $\pm$ 0,56*
юные нейтрофилы	1,22 $\pm$ 0,18	10,0 $\pm$ 0,18**
палочкоядерные нейтрофилы	4,89 $\pm$ 0,60	19,2 $\pm$ 0,31**
сегментоядерные нейтрофилы	22,39 $\pm$ 1,21	51,3 $\pm$ 1,52**
лимфоциты	57,83 $\pm$ 2,27	17,0 $\pm$ 1,38**
моноциты	4,17 $\pm$ 0,78	1,0 $\pm$ 0,83**

Примечание: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$

У телят также отмечалось развитие гипохромной анемии (гемоглобин - 95,1 $\pm$ 5,0 г/л; эритроциты - 6,30 $\pm$ 0,80 $\times 10^{12}$ /л).

В крови стельных животных опытной группы было выявлено снижение показателей меди и цинка, их количество равнялось 13,8 $\pm$ 3,4 мкмоль/л и 3,17 $\pm$ 0,25 мкмоль/л соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика уровня микроэлементов в крови у крупного рогатого скота в системе «мать-потомство» в КФХ «ИП Пятибратов Владимир Андреевич»

Показатели	Группы животных	
	Стельные коровы	Полученные от них телята
Fe, мкмоль/л	17,8 $\pm$ 2,18	29,7 $\pm$ 1,8*
Cu, мкмоль/л	13,8 $\pm$ 3,4	14,5 $\pm$ 1,4*
Zn, мкмоль/л	3,17 $\pm$ 0,25	2,67 $\pm$ 0,19**

Примечание: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$

Минералограмма крови у телят, полученных от исследуемых коров, так же характеризовалась дефицитом меди (14,5 $\pm$ 1,4 мкмоль/л) и цинка (2,67 $\pm$ 0,19 мкмоль/л).

В пробах волос коров опытной группы был выявлен дефицит цинка (Zn – 62,8 $\pm$ 0,9 мг/кг), уровень меди был в пределах верхних границ физиологических колебаний (Cu -15,0 $\pm$ 0,7 мг/кг), а количество железа превышало норма-

тивные показатели и составляло $123,4 \pm 3,0$ мг/кг (Табл. 4).

Таблица 4 – Динамика уровня микроэлементов в пробах волос у крупного рогатого скота в системе «мать-потомство» в КФХ «ИП Пятибратов Владимир Андреевич»

Показатели	Группы животных	
	Стельные коровы	Полученные от них телята
Fe, мг/кг	$123,4 \pm 3,0$	$100,2 \pm 2,2^*$
Cu, мг/кг	$15,0 \pm 0,7$	$9,8 \pm 0,9^*$
Zn, мг/кг	$62,8 \pm 0,9$	$44,1 \pm 0,8^*$

Примечание: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$

Уровень микроэлементов у телят характеризовался дефицитом цинка (Zn - $44,1 \pm 0,8$ мг/кг), показатель меди соответствовал нижним границам референсных значений (Cu - $9,8 \pm 0,9$ мг/кг), а уровень железа составлял $100,2 \pm 2,2$ мг/кг, что не превышало значения физиологических колебаний данного параметра.

Иммунологические показатели сыворотки крови у опытных животных свидетельствовали о снижении уровня гуморального иммунитета, так показатель сывороточного иммуноглобулина А у коров равнялся $1,1 \pm 0,2$ мг/мл; иммуноглобулина G - $12,15 \pm 0,2$ мг/мл; иммуноглобулина М - $0,92 \pm 0,1$ мг/мл (табл. 5); а у полученного от них потомства - $1,64 \pm 0,19$ мг/мл; $16,75 \pm 1,2$ мг/мл; $1,22 \pm 0,05$ мг/мл соответственно.

Таблица 5 – Динамика показателей гуморального иммунитета у крупного рогатого скота в системе «мать-потомство» в КФХ «ИП Пятибратов Владимир Андреевич»

Показатели	Группы животных	
	Стельные коровы	Полученные от них телята
IgG, мг/мл	$12,15 \pm 0,2$	$16,75 \pm 1,2^*$
IgA, мг/мл	$1,1 \pm 0,02$	$1,64 \pm 0,19^*$
IgM, мг/мл	$0,92 \pm 0,1$	$1,22 \pm 0,05^*$

Примечание: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$

Снижение уровня иммуноглобулинов в крови опытных животных в системе «мать-потомство» было обусловлено алиментарным дефицитом цинка в организме.

Заключение. Таким образом, дефицит меди и цинка алиментарного происхождения у крупного рогатого скота в период наиболее интенсивной метаболической активности (период стельности) приводит к снижению уровня гуморального иммунитета и создает предпосылки для снижения параметров неспецифической резистентности организма, что способствует развитию первичного иммунодепрессивного состояния у получаемого от них потомства, или выступает ведущим этиопатогенетическим аспектом в развитии

вторичного иммунодефицита, способствуя нарушению процессов гомеостаза организма и снижению экономической ценности поголовья.

Следовательно, показатель уровня микроэлементов в пробах волос в период стельности коров может выступать адекватным диагностическим критерием гомеостаза микроэлементов и иммунологических параметров организма будущего потомства.

Список литературы

1. Виноградов А. П. Биогеохимические провинции и их роль в органической эволюции [Текст]/ А. П. Виноградов //Геохимия - 1963.- № 3.- С 45-47.
2. Дерезина, Т.Н. Рахит поросят [Текст]/Т.Н. Дерезина, В.И. Федюк, С.М. Сулейманов. Ростов-на-Дону: «СКНИВШ», 2005. - 177 с.
3. Дерезина, Т.Н. Состояние иммунной системы у поросят при рахите [Текст]/ Дерезина Т.Н., Овчаренко Т.М. // «Инновационный путь развития АПК - магистральное направление научных исследований для сельского хозяйства».- Материалы Международной научно-практической конференции. – Т.3. - п.Персиановский, 2007. - С.5-7.
4. Золотарёва, Н.А. Иммунодефициты: профилактика и борьба с ними [Текст] /Н.А. Золотарёва //Ветеринарная патология. М.,2003.- Вып. 2(6).- С. 47-49.
5. Карпуть, И.М. Иммунология и иммунопатология болезней молодняка [Текст] /И.М. Карпуть. Минск: Урожай, 1993. - С. 98-104.
6. Карпуть, И.М. Клинико-морфологическое проявление иммунных дефицитов и их профилактика у молодняка [Текст]/ И.М. Карпуть, М.П. Бабина, Т.В. Бабина // «Актуальные проблемы ветеринарной патологии и морфологии животных» - материалы науч.-производств. конф. –Воронеж: «Научная книга», 2006. -с.46-51
7. Ковалёнок, Ю. К. Оптимизация пробоподготовки волосяного покрова животных для проведения микроэлементного анализа[Текст]/Ю. К. Ковалёнок//Вестник курской государственной сельскохозяйственной академии - 2012 - №3 - С. 78-80
8. Ковалёнок, Ю. К. Волосяной покров крупного рогатого скота как биомаркер минеральной обеспеченности животных [Текст]/ Ю. К. Ковалёнок// Достижения, инновационные направления, перспективы развития и проблемы современной медицинской науки, генетики и биотехнологий: материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня создания кафедры медицинской биологии и генетики Уральской государственной медицинской академии, 31 марта 2011 г. – Екатеринбург, 2011. – С.142–143.
9. Нестерова, А. А. Недостаточность микроэлементов у крупного рогатого скота и ее профилактика в условиях степной зоны Северного Кавказа [Текст] / Нестерова А. А. - Дисс.. на соискание ученой степени к. в. н. - Новочеркасск , 1984.- 205 с.
10. Папуниди, К.Х. Патология обмена веществ и пути ее коррекции [Текст]/К.Х. Папуниди, А.В. Иванов, М.Г. Зухрабов//Тр. Второго съезда вет.врачей республики Татарстан. – Казань, 2001. – С. 192-197.
11. Протасова, Н. А. Микроэлементы: биологическая роль/ Н. А. Протасова //Соровский образовательный журнал,1998. - №12. – С. 32.
12. Федоров, Ю.Н. Иммунодефициты домашних животных [Текст] / Ю.Н.Федоров, С.А.Верховский.- Москва, 1996. - 94 с.

Полотовский К., аспирант

Полозюк О., доктор биологических наук,

ФГОУ ВПО Донской государственный аграрный университет

СОХРАННОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ ИНТЕРЬЕРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОРОСЯТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДКИСЛИТЕЛЕЙ

Аннотация. Подкислителей «Глималаск Лакт» обеспечило сто процентную сохранность чистопородных (КБ) 1-й и 2-й и двух породных ($^{1/2}$ КБ+ $^{1/2}$ Л) 3-й и 4-й опытных групп поросят, а использование «Агроцид супер олиго» обеспечило 100 во 2-й и 96,7% сохранность в 4-й опытных группах. Сохранность поросят в 1-й и 2-й контрольных группах составила 96,7 и 93,4% соответственно. Использование подкислителей способствовало повышению резистентности у животных опытных групп.

Ключевые слова: поросята, сохранность, биодобавки.

Key words: piglets, safety, supplements.

Введение. Над проблемой повышения устойчивости сельскохозяйственных животных к заболеваниям с помощью кормовых добавок работают многие отечественные и зарубежные исследователи [1,4]. Состояние защитных систем организма в первую очередь зависит от полноценного питания. Использование кормов с учетом возрастных потребностей организма оказывает на него разностороннее влияние в процессе роста и развития. Полноценность кормления зачастую зависит не только от набора кормовых компонентов, но и от включения в рационы белковых кормов животного происхождения или синтетических аминокислот, биологически активных веществ, которые улучшают обменные процессы а, следовательно, и повышают скорость роста молодняка [1,2,3,4].

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение влияния «Глималаск Лакт» и «Агроцид супер олиго» на сохранность, динамику роста и развития чистопородных и помесных подсвинков.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в ООО «РС, Развильное» Песчанокопского района Ростовской области в зимне-весенний период при соблюдении одинаковых условий содержания и кормления. При проведении эксперимента учитывали сохранность, морфологические и биохимические показатели крови чистопородных и помесных подсвинков при выращивании от 1 - до 60дн. возраста. Для этого были отобраны 1-я контрольная, 1-я и 2-я опытные группы чистопородных поросят сосунов крупной белой породы (КБ), а также 2-я контрольная, 3-я и 4-я опытные двух породные ($^{1/2}$ КБ+ $^{1/2}$ Л). Поросятам 1-й и 3-й опытных групп к основному рациону с 6 по 16 и 28 - 45 дни жизни в воду добавляли на 1л воды 0,3мл «Глималаск Лакт», а 2-й и 4-й «Агроцид супер олиго» в той же до-

зировке. Поросята 1-й и 2-й контрольных групп питались только основным рационом, т.е. материнским молоком и подкормкой.

«Агроцид супер олиго» состоит из комплекса органических кислот: молочная кислота - 5%, лимонная кислота - 1,7%, муравьиная кислота - 50%, пропионовая кислота - 15%, сорбиновая кислота - 0,9%, хлорида цинка - 0,52% и меди - 0,56%. Не содержит ГМО.

Кормовая добавка «Глималаск Лакт» состоит из лактулозы и пищевой добавки «Глималаск» - это комплекс органических кислот: глицина - 80%, яблочной кислоты - 8%, аскорбиновой кислоты - 12%.

Результаты исследований и их обсуждения. Сохранность поросят является одним из основных факторов, определяющих экономическую эффективность ведения свиноводства. Выращивание к отъему деловых поросят, способных к дальнейшему интенсивному росту, представляет сегодня достаточно сложную задачу. Поэтому в наших исследованиях одной из задач была оценка влияния биологически активных веществ «Глималаск Лакта» и «Агроцид супер олиго» на сохранность поросят в период завершения колострального иммунитета и в период отъема. В результате проведенного эксперимента в 1-й и 2-й контрольных группах (табл.1) в период завершения колострального иммунитета у 4 поросят (13,3%) и 6 (20%) наблюдали расстройство желудочно-кишечного тракта. В результате чего в каждой контрольной группе падеж составил 3,3%, а сохранность 96,7%. При отъеме от свиноматки в этих группах расстройство желудочно-кишечного тракта у молодняка отмечали у 3 и 4 поросят соответственно при этом во 2-й контрольной группе отмечался падеж 1 головы. В двухмесячном возрасте в обеих группах заболевших животных не было и на конец эксперимента сохранность составили 96,7 и 93,4% соответственно.

Поросята 1-й и 3-й опытных групп получавших подкислитель «Глималаск Лакт» активно откликались на зов свиноматки в период кормления, были подвижными, резвились, раньше сверстников контрольной группы начали принимать подкормку. За весь период исследований у них расстройств желудочно-кишечного тракта не наблюдалось, и сохранность составила 100%.

Поросята 2-й и 4-й опытных групп получавшие биодобавку «Агроцид супер олиго», были активными, подвижными. Однако из 30 голов во 2-й и 4-й группах в период завершения колострального иммунитета расстройство желудочно-кишечного тракта наблюдали 2 и 4 поросят соответственно, при этом в 4-й группе один поросенок пал. В последующие периоды эксперимента признаков расстройства пищеварения у молодняка не отмечали, и к 60 дневному возрасту сохранность составила 100 и 96,7% соответственно.

Сто процентную сохранность у поросят 1-й и 3-й опытных групп, мы связываем с тем, что в отъемный период из-за не достаточной развитости органов желудочно-кишечного тракта у молодняка ограничена выработка соляной кислоты. В результате чего среднее значение pH повышается и составляет 5-6, при норме pH-3, что ведет к недостаточной активации профермента

пепсиногена, участвующего в реакции денатурации белка и служит причиной повышенного бактериального роста в кишечнике поросят. Использование комплексного препарата «Глималаск Лакт», состоящего из пребиотика лактулозы, которая благотворно влияет на организм хозяина путём селективной стимуляции роста или активизации метаболизма полезных представителей его кишечной микрофлоры, и органических кислот, предназначенных для мягкого подкисления питьевой воды и способствующих повышению интенсивности процессов расщепления белков и доступность преобразования протеина до аминокислот, а это улучшало работу пищеварительного тракта за счет снижения рН в желудке до 3-4, и способствовало предотвращению заболеваемости и падежа молодняка.

Помимо этого, нами определялись морфологические и биохимические показатели крови (табл.2) поросят опытных и контрольной групп до начала эксперимента и на 14 –й день после окончания применения подкислителей. У поросят как до начала эксперимента, так и после его проведения количество эритроцитов было в пределах физиологических колебаний, а содержание гемоглобина у чистопородных подсвинков 1-й и 2-й опытных групп на 14-й день после применения биодобавок в среднем составило 109,1г/л, что на 15,0 (P>0,99) и 15,6% (P>0,99) чем у животных контрольной группы, а у двух породных 3-й и 4-й опытных групп на 21,8 (P>0,999) и 15,6% (P>0,99) соответственно. Количество лейкоцитов, как в опытных, так и контрольных группах до начала эксперимента и по его окончанию существенных изменений не претерпели и находились в пределах физиологической нормы.

Таблица 1 – Сохранность поросят, n=30

Возраст, дн Группы	При завершении колострального иммунитета (10 – 14)		При отъеме от свиноматки (28 – 35)		В возрасте 60 дн.	
	Заболеваемость, гол	Сохранность, %	Заболеваемость, гол	Сохранность, %	Заболеваемость, гол	Сохранность, %
1-я контрольная КБ	4	96,7	3	96,7	0	96,7
1-я опытная, КБ «Глималаск Лакт»	0	100	0	100	0	100
2-я опытная КБ «Агроцид супер олиго»	2	100	0	100	0	100
2-я контрольная ½КБ+½Л	6	96,7	4	93,4	0	93,4
3-я опытная ½КБ+½Л «Глималаск Лакт»	0	100	0	100	0	100
4-я опытная ½КБ+½Л «Агроцид супер олиго»	4	96,7	0	96,7	0	96,7

Количество общего белка в сыворотке крови у опытных поросят произошло за счет увеличения альбуминовой и γ-глобулиновой фракций. Так количество альбуминов у помесных поросят на конец эксперимента в 3-й и

Таблица 2 – Морфологические и биохимические показатели крови поросят

Показатели	Нв, г/л	RBC, 10 ¹² /л	WBC, 10 ⁹ /л	Общий белок, г/л	Альбумины,%	Глобулины,%		
						а-	β-	γ-
До введения биодобавок								
1-я контрольная КБ	88,0±1,8	5,3±0,6	10,4±0,4	68,3±1,2	25,3±1,4	14,1±1,3	10,4±2,9	18,5±0,2
1-я опытная КБ «Гли-маласк Лакт»	90,6±1,2	5,2±0,4	11,0±0,2	69,9±1,6	26,8±1,2	13,2±2,7	10,5±3,3	19,4±0,8
2-я опытная КБ «Аг-роцид супер олиго»	89,4±1,6	5,2±0,4	10,9±0,5	69,5±1,4	26,0±1,8	14,0±2,0	10,8	18,7±0,7
2-я контрольная ½КБ+½Л	88,6±1,8	5,0±0,2	9,8±0,5	66,7±1,2	26,2±1,6	12,0±1,7	10,3±2,3	18,2±0,6
3-я опытная ½КБ+½Л «Глималаск Лакт»	92,4±1,4	4,9±0,4	10,2±0,2	67,9±1,6	25,7±0,8	12,7±1,6	10,6±1,4	19,0±0,4
4-я опытная ½КБ+½Л, «Агроцид супер олиго»	90,8±1,5	5,1±0,2	11,2±0,4	68,5±1,4	25,5±1,2	13,2±2,2	11,0±1,8	18,8±0,8
На 14-й день после применения биодобавок								
1-я контрольная КБ	94,6 ±1,4**	6,0±0,4	8,0±0,8	73,0±1,6	27,6±1,4	14,2±1,0	12,2±0,6	19,0±1,0
1-я опытная КБ «Гли-маласк Лакт»	108,8±1,2	6,0±0,3	7,9±0,4	74,2±1,1	27,3±0,9	14,6±0,6	11,1±1,3	21,2±0,8
2-я опытная КБ «Аг-роцид супер олиго»	109,4±0,8	5,6±0,6	8,6±0,3	73,4±0,8	28,4±1,8	13,9±0,4	11,4±0,6	19,7±0,6
2-я контрольная ½КБ+½Л	90,6±2,1	5,8±0,2	9,8±0,4	71,8±1,6	26,8±1,2	14,3±1,1	12,1±0,7	18,6±0,4
3-я опытная ½КБ+½Л «Глималаск Лакт»	110,4±1,6	6,6±0,3	8,2±0,2	74,6±1,4	28,7±1,2	13,6±0,6	10,2±1,2	22,1±0,5**
4-я опытная ½КБ+½Л, «Агроцид супер олиго»	104,8±1,4	6,2±0,4	8,0±0,6	74,4±2,0	28,0±1,4	14,8±0,8	12,0±1,3	19,6±1,0*

Р□0,95*; Р□0,99**; Р□0,999***

Р□0,95*; Р□0,99**; Р□0,999***

4-й опытной группам увеличилось на 2,8 и 2,6 г/л, а γ -глобулинов на 1,9 и 1,2% по сравнению со 2-й контрольной группой, у чистопородных подсвинков различия были незначительными. Количество альбуминов и α - и β -глобулинов у всех групп подсвинков не претерпели значительных изменений. Применение кормовых добавок сопровождалось существенными достоверным повышением γ -глобулиновой фракции белка, так количество γ -глобулинов в сыворотке крови у двух породных подсвинков получавших биодобавку «Глималаск Лакт» увеличилось на 3,5 ($P>0,99$) и на 2,5% ($P>0,95$), чем у поросят 2-й контрольной и 4-й опытной групп, а чистопородных на, 3,1 ($P>0,99$) и 2,4% и по сравнению 1-й контрольной и 2-й опытной группами.

Таким образом, из полученных результатов видно, что более целесообразно использовать биологически активную добавку «Глималаск Лакт», позволившую на протяжении всего эксперимента предотвратить расстройство желудочно-кишечного тракта и сохранить как чистопородных, так и помесных поросят и оказало более существенное влияние на их естественную резистентность.

Список литературы

1. Кононенко С.И. Повышение протеиновой питательности рационов растущих и откармливаемых свиней // Свиноферма. – 2007. – № 3. – С. 14-16.
2. Коробов А.П. Влияние подкислителя «Лактиплюс» на продуктивность свиней / А.П. Коробов, Т.С. Савочкина // Сб.н.тр. Актуальные проблемы производства свинины в Российской Федерации. Материалы семнадцатого заседания межвузовского координационного совета по свиноводству и Всероссийской научно-практической конференции (пос. Архыз, 28-30 мая 2008) – Ставрополь «Сервис школа» 2008. – С. 251-253.
3. Полозюк, О.Н. Влияние иммуностимуляторов гамавита и витстима на рост и развитие подсвинков / О.Н. Полозюк, Е.С. Полозюк // Матер. междунар. науч.-практич. конф. «Ветеринарная медицина XXI века. Инновации, обмен опытом и перспективы развития»- Саратов.- 2012.- С. 254-256.
4. Федюк, Е.И. Использование экстракта двенадцатиперстной кишки и пробиотиков в свиноводстве / Е.И. Федюк, О.Н. Полозюк, О.В. Михеева, В.В. Федюк // Аграрный научный журнал, 2017, №2.- С-35-38

УДК 633.3.636.087

Савина Ирина Павловна, к.б.н., доцент

Воронежский государственный аграрный университет имени
императора Петра I, Россия

БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ СТЕВИИ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы сбалансированного питания, качества и безопасности в санитарном отношении кормов и кормовых добавок, в частности, из нетрадиционного растительного сырья стевии. По-

лученные автором результаты исследований указывают на полную биологическую безопасность, отсутствие токсичности продуктов переработки стевии, их возможность использования в кормлении лактирующих коров с целью повышения продуктивности, ветеринарно-санитарных и технологических свойств молока.

Ключевые слова: стевия, продукты переработки, биологическая безопасность, токсичность, питательность.

Summary. In article questions of the balanced food, quality and safety in the sanitary relation of forages and feed additives, in particular, from nonconventional vegetable raw materials of a stevia are considered. The results of researches received by the author indicate full biological safety, lack of toxicity of products of processing of a stevia, their possibility of use in feeding of the lactating cows for the purpose of increase in efficiency, veterinary and sanitary and technological properties of milk.

Keywords: stevia, processing products, biological safety, toxicity, nutritiousness.

Введение. Поскольку индустрия кормопроизводства является неотъемлемой и важной составляющей цепочки производства пищевых продуктов, российские производители и поставщики кормового сырья предстают перед необходимостью более строгого контроля безопасности производимой продукции. С другой стороны, вопрос безопасности кормов и пищевых продуктов становится для России более актуальным ввиду вступления в ВТО и гармонизации стандартов в данной сфере.

В условиях промышленного скотоводства повышение уровня реализации генетического потенциала продуктивности коров и коэффициента полезного действия рационов невозможно без использования в их составе различных растительных кормовых добавок. В этом плане весьма интересными представляется использование фитокормовых добавок из стебле-листьевой массы и жома стевии с целью оптимизации ветеринарно-санитарных и технологических показателей молока. Стевия – *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl, сем. Asteraceae медовая трава, двулистник сладкий), растение, обладающее естественной сладостью [1, 3].

Материалы и методы. Объекты исследования: продукты переработки стевии – высушенная и измельченная до мукоподобного состояния стебле-листьевая масса и жом стевии сорта «Рамонская сластена», произрастающая в Рамонском районе Воронежской области.

Безопасность продуктов переработки стевии (стебле-листьевой массы и жома) мы исследовали по следующим методикам:

- определение токсичных элементов (свинец, кадмий, медь, цинк) проводили по ГОСТ 30178-96;
- определение количества ртути в образцах – по МУ 5178-90;
- количества мышьяка – по ГОСТ 26930-86;
- количества нитратов и нитритов – по ГОСТ 13496.19-93;

- определение уровня пестицидного загрязнения (ГХЦГ и ДДТ) проводили по ГОСТ 13496.20-87;
- определение количество радионуклидов (цезий -137, стронций-90) определяли по МУК 2.6.1.1194-03;
- определение наличия афлотоксина В₁ проводили по ГОСТ 30711-2001;
- уровень загрязненности микотоксинами (дезоксиниваленолом и зеараленоном) определяли по МУ 5177-90.

Питательность кормовых добавок оценивали согласно следующим методикам:

- определение первоначальной влаги и гигровлаги – по ГОСТ 13496.3-92;
- содержание сырого протеина – по ГОСТ Р 51417-99;
- содержание сырой клетчатки – по ГОСТ 13496.2-91;
- количество сырой золы – по ГОСТ 13979.6-69;
- количество кальция – по ГОСТ 17258-71;
- количество фосфора – по ГОСТ 26657-97;
- содержание сырого жира – по ГОСТ 13496.15-97;
- содержание каротина – по ГОСТ 13496.17-95.

Результаты исследований и их анализ. Нами проводились исследования для установления безвредности (табл. 1) и биологической безопасности жома и стебле-листьевой массы стевии.

Параметры токсичности продуктов переработки стевии определялись в остром опыте на кроликах. За указанное время при ежедневном контроле клинического состояния кроликов, токсических проявлений, гибели животных, аллергических реакций, угнетения, ухудшения общего состояния и т.д. не наблюдалось.

Кожно-резорбтивное действие стевии оценивалось на белых крысах. Гибели животных, признаков интоксикации, реакций со стороны кожного покрова зарегистрировано не было.

Раздражающее действие продуктов переработки стевии было изучено путем постановки конъюнктивной пробы на кроликах. Конъюнктив была естественного цвета, отсутствовала инъекция сосудов, повышенная секреция слезы и т.д.

Опираясь на полученные лабораторные данные, содержание токсичных элементов, нитратов, нитритов, остаточных количеств пестицидов, микотоксинов и радионуклидов в фитокормовых добавках не превышает максимально допустимых уровней (МДУ), что говорит о биологической безопасности при использовании их в кормлении животных.

Химический состав стевии сбалансирован по аминокислотам: в листьях и стеблях содержится 17 аминокислот, в том числе 7 незаменимых.

При анализе листьев стевии на содержание в них суммы дитерпеновых гликозидов было обнаружено, что в листьях нижнего яруса их содержится 5,3 %, среднего – 9,4 %, верхнего – 12,2 % исследуемых веществ. В стеблях

их накапливалось в 12-13 раз меньше, чем в листьях. Эти вещества придают листьям стевии сладковатый и приятный вкус. К ним относятся стевиозд, ребаудиазид, дулказид, стевиолбиозид. В других растениях эти вещества не встречаются.

Таблица 1– Результаты токсикологического исследования стебле-листьевой массы и жома стевии

Определяемые показатели, единицы измерения	По нормативным документам, не более	Значение показателей	
		Жом стевии	Стебле-листьевая масса стевии
Токсичные элементы, мг/кг, не более:			
Свинец	5,0	1,48±0,21	1,46±0,29
Кадмий	0,3	0,11±0,01	0,13±0,03
Мышьяк	0,5	0,025±0,018	0,024±0,012
Ртуть	0,05	0,015±0,003	0,012±0,006
Медь	30	4,23±0,71	4,14±0,82
Цинк	50	24,3±5,8	26,0±5,2
Нитраты	1000	256,1±84	254,0±87
Нитриты	10	4,5±1,13	4,2±1,1
Пестициды, мг/кг, не более:			
ГХЦГ (α,β,γ-изомеры)	0,05 – 0,2	менее 0,001	менее 0,001
ДДТ и его метаболиты	0,05 – 0,2	менее 0,006	менее 0,007
Радионуклиды, Бк/кг, не более:			
Цезий-137	600	менее 7,1	менее 7,2
Стронций-90	100	менее 4,6	менее 4,3
Микотоксины, мг/кг, не более:			
Афлатоксин В ₁	0,025 – 0,1	менее 0,004	менее 0,003
Дезоксиниваленол	1,0 – 2,0	менее 0,12	менее 0,15
Зеараленон	2,0 – 3,0	менее 0,05	менее 0,06

Стевиозиды, кроме сладости, придают молекуле гликозида растворимость, влияют на всасываемость, распределение, а в результате – и на активность. В зеленой массе содержится 11,7 % стевиозида [3, 4, 5].

Для того чтобы составить полноценный рацион для молочного поголовья КРС, мы определили питательность стевии. Питательность фитокормовых добавок для высокопродуктивных коров мы оценивали по химическому составу, переваримости органических питательных веществ и энергетической ценности.

Количество сухого вещества в 1 кг жома стевии составило 320 г (32 %), а в стебле-листьевой массе 879 г (87,9 %). Гигровлага стебле-листьевой массы стевии составила 12,1 %, при этом в жоме стевии гигровлагамного больше (68 %). Процентное соотношение первоначальной воды и сухого ве-

щества является оптимальным для кормов данного типа.

Количество сырого протеина в 1 кг жома стевии составило 139 г, а в 1 кг стебле-лиственной массы стевии – 197 г. Уровень растворимого протеина (РП) составил в жоме стевии – 137 г, а в стебле-лиственной массе стевии – 192 г, а нерастворимый протеин (НРП) был соответственно 2 и 5 г. Количество переваримого протеина (ПП) в жоме составил 93,5 г, а в стебле-лиственной массе 182 г.

Уровень сырого жира в 1 кг жома стевии составил 6 г, а в 1 кг стебле-лиственной массы – 19 г.

Количество сырой клетчатки в 1 кг жома стевии составило 132 г, а в 1 кг стебле-лиственной массы стевии – 300 г. Количество кальция в 1 кг жома стевии было 7,5 г, фосфора – 3 г. Соотношение кальция к фосфору составило 2,5:1. Уровень кальция в 1 кг стебле-лиственной массы стевии был 3,5 г, а фосфора – 1,5 г. Соотношение этих показателей составило 2,3:1.

Макроэлемента калия в жоме стевии было 0,5 г, а в стебле-лиственной массе стевии 6,5 г. Уровень серы в фитодобавках соответственно 1,1 г и 1,6 г.

Исследуя количественный состав микроэлементов в предложенных добавках, мы получили следующие результаты.

Уровень железа в жоме стевии составил 22 мг, а в стебле-лиственной массе стевии намного выше – 90 мг. Такая же тенденция прослеживается и в содержании меди: в жоме – 4 мг, в стебле-лиственной массе – 40 мг. Зато количество цинка в жоме стевии больше – 24 мг, чем в стебле-лиственной массе – 15 мг.

Количественный состав марганца составил в жоме – 6,4 мг, в стебле-лиственной массе – 35 мг. Содержание кобальта было значительно ниже: в жоме – 0,3 мг, в стебле-лиственной массе – 0,1 мг. Йода также было меньше: в жоме – 0,1 мг, в стебле-лиственной массе – 0,2 мг. Что касается каротина, то в стебле-лиственной массе стевии его содержалось 10 мг, а в жоме стевии не было совсем. Зато витамин D в жоме стевии было 2,2 МЕ, а в стебле-лиственной массе он отсутствовал. Уровень лизина в жоме стевии составил 0,9 г, метионина и цистина 0,5 г, триптофана 0,2 г, в жоме стевии соответственно 4,6 г, 1,8 г, 0,6 г.

Расчет обменной энергии и кормовых единиц проводили с учетом содержания массовой доли сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и сырых безазотистых экстрактивных веществ. ЭКЕ для жома составило 0,3, а для стебле-лиственной массы 0,63. Обменная энергия соответственно 9,35 и 7,3 МДж.

В стевии присутствует значительное количество сапонинов, которые разлагаются на углеводные и неуглеводные компоненты – так называемые агликоны, определяющие целебные свойства стевии.

Необходимо отметить присутствие в стевии эфирного масла, дубильных веществ и флавоноидов – 2,12 – 2,64 % [2].

Заключение. Стебле-лиственная масса стевии имеет высокую энергетическую ценность, что объясняется наличием высокого содержания общих са-

харов, клетчатки, минеральных и органических соединений, а также биологически активных веществ. Это дает нам возможность более эффективного ее использования в качестве моноорма для лактирующего скота, чем жом стевии, обладающий сравнительно меньшими показателями в своем составе.

Список литературы

1. Евсенина, М.В. Использование сахарозаменителей при производстве молочных консервов [Текст] / М.В. Евсенина // Сб.: Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева: Материалы научно-практической конференции 2009 г. – Рязань, 2009. – Изд-во РГАТУ. – С. 134-136.
2. Методическое пособие по влиянию фитокормовой добавки из стевии на ветеринарно-санитарное качество молока и пригодность в производстве сыров (утв. Отделением ветеринарной медицины Россельхозакадемии) / И.П. Савина, С.Н. Семенов. – Воронеж: ВГАУ, 2012. – 22 с.
3. Савина, И.П. Сыропригодность молока. Инновационные пути и решения : монография / И.П. Савина, С.Н. Семенов. – Воронеж : ВГАУ, 2017. – 159 с.
4. Трухачев, В. И. Содержание сладких гликозидов в листьях стевии на разных фонах минерального удобрения в условиях выщелоченного чернозема Центрального Предкавказья / В. И. Трухачев [и др.] / Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2007. – Т. 20. – № 1. – С. 80 – 81.
5. Takanashi, K. Analisis of anti – rotavirus activity of extract from Stevia rebadudiana / K. Takanashi, M. Matsuda, K. Ohashi // Antiviral Research. – 2001. – V.49. – № 1. – P.15 – 24.

УДК: 616-001.4-002.3-085:636.8.09-006

Голунова Е.С., аспирант, Понамарёв В.С., аспирант
Семёнов Б.С., д.в.н., профессор
ФГБОУ ВО СПбГАВМ, Россия

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНОЙ РАНЫ, ВОЗНИКШЕЙ НА ФОНЕ РАЗВИТИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОГО НОВООБРАЗОВАНИЯ У КОТА

Аннотация. В статье рассматривается клинический случай лечения злокачественного новообразования консервативным методом, основанным на предотвращении развития осложнений, вызванных этим новообразованием, в частности - обширной гнойно-некротической раны, которая осложняет жизнедеятельность. Для снятия патологического воздействия злокачественного новообразования на организм применялась комплексная терапия.

Ключевые слова: злокачественное новообразование, опухоль, гнойно-некротическая рана, комплексная терапия, осложнения.

Summary. The clinical case of conservative treatment of malignant neoplasms is examined in the article, based on the prevention of complications caused

by the tumor, in particular - extensive purulent-necrotic wound, which aggravates life activity. A complex therapy is applied in order to relieve the pathological effects of malignant tumors on the body.

Key words: malignant neoplasm, tumor, necrotic wound, combined therapy, complications.

Введение.Одной из актуальных проблем в медицине на протяжении многих лет остается лечение гнойных ран различного генеза. В последние годы сильно увеличилось количество случаев развития гнойных ран у животных на фоне злокачественного новообразования и некроза тканей.

Опухоли полости рта составляют у собак и кошек примерно 5–10 % всех опухолей. У собак значительная часть пролиферативных образований реактивные или доброкачественные [3], в то время как у кошек большинство пролиферативных образований злокачественные [2]. Зачастую ухудшение состояния животных связано не с наличием самой опухоли, а с осложнениями, ею вызванными: метастазирование в жизненно важные органы, некроз окружающих тканей и т.д.

В данной статье мы рассмотрим пример консервативного лечения осложнения, в частности некроза мягких тканей, возникшего в области щеки на фоне развития злокачественного новообразования у кота в возрасте 12 лет.

Разработка профилактических и лечебных мероприятий в отношении животных, больных новообразования являются актуальными и требуют дальнейшего их совершенствования [1].

Собственные исследования. На прием поступил кот в возрасте 12 лет с резким неприятным запахом изо рта. Температура тела при поступлении 38,4 С

Из анамнеза: кот вялый, плохо принимает корм, неприятный запах изо рта.

При клиническом осмотре у кота обнаружена гнойная рана (3,5 см х 6см) с участками некроза, локализованная в области щеки. При хирургической обработке раны (удаление некротизированных тканей), на дне раневой полости обнаружен разrost соединительной ткани – бугристая недифференцированная ткань. Расположение и значительный объем опухоли свидетельствуют о нецелесообразности проведения хирургического вмешательства, поэтому нами был выбран консервативный метод лечения опухоли с целью снятия осложнений, мешающих нормальной жизнедеятельности организма (приему корма).

Первоначально была проведена хирургическая обработка раны под местной анестезией (0,5% раствор новокаина) –удаление некротизированных тканей, промывание раствором Метронидазола и удаление гноя для дальнейшего заживления раны по вторичному натяжению. Раневая поверхность обширная, для защиты и создания покоя раны использовалась повязка с мазью Левосин. Бинтовая Повязка накладывалась 2 раза в день в течение месяца.

Для консервативной терапии были выбраны следующие препараты: Гордокс (в/в кровеостанавливающее), Дексаметазон (в/в, как противовоспалительное, Метронидазол (в/в, как антибактериальное средство), Линкомицин (наружно, антибактериальное). Цель введения препаратов и способ - кратко дать Прогноз – сомнительный и осторожный. Для оценки состояния были выбраны 2 контрольные точки с интервалом 2 недели.



Рис. 1 Хирургическая обработка раны

Через две недели после начала выбранной терапии наблюдалось значительное улучшение состояния, Раневая поверхность уменьшилась на 1/4, кот стал активнее принимать корм, однако общее состояние было вялым, удовлетворительным. Были отменены Гордокс и Дексаметазон.



Рис. 2 Рана через 30 дней после начала лечения

Через месяц после начала терапии были заметны значительные изменения, раневая поверхность уменьшилась на $\frac{3}{4}$. Общее состояние кота тоже улучшилось, аппетит нормализовался, активность повысилась.

Выводы: При развитии злокачественных новообразований, неподлежащих оперативному вмешательству, в первую очередь следует поддержать общее состояние больного животного и свести проявление осложнений к минимуму. Соответствующая консервативная терапия в сочетании с хирургической обработкой показывает эффективность лечения гнойной раны у кота

при обширном злокачественном новообразовании. Успех в лечении позволяет создать более комфортные условия при содержании животного (владельцу и животному).

Список литературы

1. Калишян, М. С., Седакова Л. А., Андропова Н. В. Возможности проведения неоадьювантной полихимиотерапии рака молочной железы собак с использованием каталитической системы терафтал+аскорбиновая кислота // РБЖ. – 2007. – Т. 6. – № 1. – С. 33.
2. Oakes MG, Lewis DD, Hedlund CS, Hosgood G. Canine oral neoplasia. Comp Cont Ed Pract Vet 15, 15-29, 1993.
3. Harvey CE, Emily PE. Oral Neoplasms. In: Small Animal Dentistry. St.Louis: Mosby Year Book: 297-311, 1993.

УДК 636.4.033

Боцман Валерий Васильевич, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Россия

Черный Николай Васильевич, д.вет.н., профессор

Мачула Ольга Сергеевна, аспирант

Щепетильников Юрий Алексеевич, к.с.-х.н., доц.

Харьковская государственная зооветеринарная академия, Украина

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ СВИНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ СОДЕРЖАЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО МИКРОКЛИМАТА

Аннотация. В статье обобщены данные о неспецифической резистентности молодняка свиней импортных генотипов, которые выращиваются в условиях, не соответствующих «Европейскому кодексу содержания животных». При неблагоприятном микроклимате устойчивыми к абиотическим факторам и заболеваниям были поросята (крупная белая, крупная белая х ландрас) полученные от свиноматок местной селекции.

Ключевые слова: резистентность, продуктивность, микроклимат, молодняк свиней.

Summary. The article summarizes data on the nonspecific resistance of young pigs to imported genotypes, which are grown in conditions that do not comply with the «European Code of Animal Welfare». In an unfavorable microclimate resistant to abiotic factors and diseases, there were pigs (large white, large white x landras) obtained from sows of local breeding.

Key words: resistance, productivity, microclimate, young pigs

Введение. Повышение продуктивности свиней нередко сопровождается нарушением обмена веществ, снижением резистентности их организма, развитием иммунодефицита [1], проявлением у 60 – 80 % поросят желудочно-кишечных заболеваний [2], среди которых гибель достигает 35 – 40 % [3, 4].

Доказано, что желудочно-кишечные и респираторные болезни регистрируются у поросят 3-25-дневного возраста и возникают из-за гипотермии, высокой влажности воздуха, непродолжительного колострального иммунитета, в связи с чем их рассматривают как факторные болезни [5].

Большое беспокойство вызывает у зооветеринарных специалистов гибель поросят с рождения до 4-месячного возраста, преждевременная выбраковка свиноматок импортной селекции, низкая воспроизводительная способность. Создается впечатление, что в ряде свиноводческих предприятий больше проблем, чем достижений, в которых ожидаемый результат не всегда подтверждается [5, 6].

Цель работы проанализировать резистентность и продуктивные качества молодняка свиней, полученного от высокопродуктивных генотипов крупной белой (КБ), крупная белая х ландрас (КБхЛ), дюрок (Д), крупная белая х йоркшир (КБ х Й).

Материалы и методы исследований. Одним из основных принципов оценки морфо-биохимического статуса организма является определение показателей неспецифической резистентности по сравнению с нормативными параметрами.

Морфологический состав крови изучали по таким показателям: гемоглобин-гематоглобинцианидным методом, количество эритроцитов и лейкоцитов - в камере с сеткой Горяева, бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) - по О.В. Смирновой и Т.А. Кузьминой, 1966 с использованием суточной культуры *E. coli* штам 209, лизоцимную активность сыворотки крови (ЛАСК) – по В.Г. Дорофейчуку, а также циркулирующий иммунный комплекс (ЦИК), концентрацию иммуноглобулинов классов G, A, M методом радиальной иммунодиффузии по Mancini в модификации J. Fahey, E. McKelkey, 1965.

Заболеваемость и сохранность животных учитывали на основе ежедневных наблюдений за их клиническим состоянием. Мясные и химико-физические показатели свинины изучали по методике ВИЖ, 1978, интенсивность роста – по среднесуточным приростам (ССП).

Результаты исследований. Показатели гуморального и клеточного иммунитета поросят приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Резистентность молодняка свиней, полученных от свиноматок разных генотипов

Показатели	Генотип				
	КБ	КБхЛ	Д	КБхЙ	Л
БАСК	52,3±0,4	50,3±0,3	42,8±0,5*	40,0±0,3*	39,7±0,2*
ЛАСК	52,4±0,9	51,4±1,1	43,6±0,9	39,7±0,6*	40,8±0,5*
ЦИК, ед	14,10±0,04	13,22±0,03	10,14±0,01	9,8±0,02	10,01±0,02
ФАН, %	48,9±0,2	47,6±0,3	43,1±0,3	39,2±0,2*	42,0±0,2*
* $p < 0,05$;					

Бактерицидная активность сыворотки крови, как один из интегральных показателей адаптационной способности, составляла $52,3 \pm 0,4$ - $50,2 \pm 0,3\%$, у поросят КБ и КБ х Л, в других породах - от $39,7 \pm 0,2$ - $42,08 \pm 0,5\%$. По показателю БАСК они уступали КБ на 23,52 и 24,1% - КБ х Л ($p < 0,05$).

Анализ показателей лизоцимной активности сыворотки крови подтвердил увеличение ее у животных КБ над импортными дюрок и йоркшир, что согласуется с сообщениями А.М. Ухтверова и др. [6].

Значительная разница установлена по клеточным показателям защиты у поросят отечественной и импортной селекции. Так, ФАН наиболее выраженной была у свиней КБ и КБхЛ $48,9 \pm 0,2$ - $47,6 \pm 0,3$ соответственно, а наименьшая – КБхЙ 39,2%, Л – $42,0 \pm 0,2$ ($p < 0,05$). Снижение уровня ЦИК до 9,87-10,14 ед. у поросят 30-дневного возраста со среднесуточными приростами не ниже 500 г, на наш взгляд, объясняется более успешной элиминацией питательных веществ корма животными генотипов Д, Л, КБ х Й по сравнению с КБ, у которых интенсивность роста составляла 408 г или на 18,1-23,6 % меньше, как показано в таблице 2.

Таблица 2 - Интенсивность роста, заболеваемость и сохранность свиней разных генотипов

Показатели	Генотип				
	КБ	КБхЛ	Д	Л	КБхЙ
Сред.сут.прир,г	$408,0 \pm 8,3$	$438,0 \pm 7,0$	$506,0 \pm 9,0$	$521,0 \pm 8,0$	$534,0 \pm 10,0$
Сохранность %	93,6	91,3	89,2	88,4	82,5
Заболело диспеп.	5,2	5,8	10,5	11,6	15,4

Животные КБ и КБхЛ (ССП) $408,0 \pm 8,3$ - $438,0 \pm 7,0$ гросли менее интенсивно. Поросята генотипа КБхЙ имели наиболее высокий среднесуточный прирост $534 \pm 10,0$ г, они превосходили по этому показателю животных генотипа Л на 2,5 %, Д – на 5,5 %.

Поросята генотипа КБ и КБ х Л устойчивы к абиотическим стрессам (перепады температуры, высокая влажность, контаминация микрофлорой, перегруппировка), о чем свидетельствует их лучшая сохранность на 4,4 11,1 % по сравнению с другими генотипами. Среди них в 2,0 2,5 раза меньше регистрируются диспепсии.

Кроме количественных, нами были учтены качественные показатели мясной продуктивности свиней. Так, значение рН мяса, полученного от указанных генотипов, было в пределах от 5,12-5,36 ед., что соответствует качественному показателю, у которого отсутствуют недостатки PSE и DED. Величина белкового качественного показателя (БКП), которая отражает соотношение в мясе полноценных (триптофана) и неполноценных (оксипролина) аминокислот наибольшей была в КБ и КБхЛ. Оценивая полученные данные, мы считаем, что естественная резистентность не всегда коррелирует с продуктивными показателями и устойчивостью животных к абиотическим и биотическим факторам.

Наши исследования показали, что у индивидуумов разных генотипов с высокой продуктивностью иммунный статус и жизнеспособность ниже, поэтому нет смысла объединять данные по живой массе, среднесуточным приростам, заболеваемостью в один показатель – индекс резистентности, который выражает интегрированную оценку иммунного состояния животных[5].

Чем в большей степени гигиенические условия не соответствуют нормативным параметрам, тем в меньшей степени проявляется функциональная напряженность организма животных, которая при этом подвергается стрессовым воздействиям технологических, климатических и инфекционных факторов.

Выводы. При содержании свиней в условиях, не соответствующих зоогигиеническим параметрам, так называемому «Кодексу содержания животных», устойчивыми были генотипы КБ и КБхЛ, менее жизнеспособными – КБхЙ и Л.

Среди молодняка этих генотипов заболевания диареей регистрируются у 10,5 15,4 %, а сохранность до 60-дневного возраста не превышает 82,5 89,2 % от числа родившихся. Абиотические факторы в большей степени влияют на помесных животных генотипа КБ х Л, КБхЙ нежели на чистокровных КБ.

Список литературы

1. Бекенев, В. А. Пути совершенствования адаптации свиней к промышленной технологии / В. А. Бекенев // Сибирский вестник с.-х. наук, 2004. С. 13 -15.
2. ЗКоваленко, Я.Р. Действие факторов стресса на иммунобиологические процессы у свиней / Я.Р. Коваленко // Профилактика болезней с.-х. животных в промышленном животноводстве: науч. труды- ВАСХНИЛ. М., 1975. - С. 26-37.
3. 2.Дедков, А.А. Повышение адаптационной способности свиней / А.А. Дедков // Свиноводство, 2008. - № 3. С. 12.
4. 6. Черный, Н. Генотип и микроклимат /Н.Черный, О.Шевченко, И. Двилюк // Животноводство России: Спецвыпуск по свиноводству. — 2008.- С. 25.
5. Федюк, В. В. Естественная резистентность свиней / В.В. Федюк, Е.И. Федюк, М.Н. Обухов // Актуальные проблемы производства свинины. Персиановский, 2002.- С. 62.
6. Ухтверов, А.М. Естественная резистентность организма хряков отечественных и импортных пород в условиях Среднего Поволжья / А.М. Ухтверов, М.П. Ухтверов, П. Б. Карпова и др. // Современные проблемы интенсивного производства свинины в странах СНГ: Сб. науч. тр. XVII межд. науч.-практ. конференции по свиноводству. - Ульяновск, 2010. Т. 2. С. 314-316.

Научное издание

РОЛЬ АГРАРНОЙ НАУКИ В РАЗВИТИИ АПК РФ

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 105-ЛЕТИЮ ФГБОУ ВО ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ

Часть I



В авторской редакции

Компьютерная верстка Л.А. Козьменко

Подписано в печать 20.02.2018. Формат 60×84 1/16.
Бумага кн.-журн. п.л.. 17,69. Гарнитура Таймс.
Тираж 500 экз. Заказ № 17386

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
Типография ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
394087 Воронеж, ул. Мичурина, 1