

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Материалы  
всероссийской научно-практической конференции  
(Благовещенск, 19 апреля 2017 г.)

Том 4  
Основные направления развития механизации АПК

Благовещенск  
Издательство Дальневосточного ГАУ  
2017

УДК 378  
ББК 74

Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России : матер. всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 апр. 2017 г.). В 8 т. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ. – Т. 4. Основные направления развития механизации АПК. – 97 [1] с.

Оргкомитет конференции:

Герасимович А.И., председатель совета молодых ученых и специалистов;  
Енина Д.В., канд. экон. наук, руководитель студенческого исследовательского бюро;  
Выскварка Г.С., ст. преподаватель кафедры технологии переработки продукции растениеводства;  
Калинин А.В., ст. преподаватель кафедры электроэнергетики и электротехники;  
Науменко А.В., канд. с.-х. наук, доцент кафедры экологии, почвоведения и агрохимии;  
Маркин Д.А., аспирант факультета механизации сельского хозяйства;  
Таразанова И.С., аспирант факультета агрономии и экологии;  
Школьников П.Н., ассистент кафедры строительного производства и инженерных конструкций;

Печатается по решению организационного комитета.

ISBN 978-5-9642-0363-9 (т. 4)  
ISBN 978-5-9642-0355-1

Издательство Дальневосточного ГАУ, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА АДАПТАЦИИ НА ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕСУРС И СРЕДНЕЦИКЛОВОЙ ПРОБЕГ АВТОМОБИЛЕЙ <i>Вавилов А.И., Рекрут К.Р.</i> .....	5
МОДЕРНИЗАЦИЯ АГРЕГАТА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В ЗАТОПЛЕННЫХ ВОДОЙ РИСОВЫХ ЧЕКАХ <i>Городничая А.Н.</i> .....	7
РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЖИРА В КОРМЛЕНИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА <i>Гультяев И.А., Войтехович Ю.А., Кузнецов Н.С.</i> .....	11
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АПК <i>Игонин Н.В.</i> .....	15
КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИСАДОК ДЛЯ УСКОРЕНИЙ ПРИРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ <i>Игонин Н.В.</i> .....	17
ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЕВА И УБОРКИ МОРКОВИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ <i>Исмагилов Д.М.</i> .....	20
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОСЕВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР <i>Канаев М.А.</i> .....	24
ОБОРУДОВАНИЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЕ ДЛЯ ПОДЪЕМА И РАЗГРУЗКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ <i>Карпович Д.А.</i> .....	27
АНАЛИЗ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ТИТАНА И ЕГО СПЛАВОВ <i>Козырева А.И.</i> .....	30
КОМПЛЕКТОВАНИЕ ТЯГОВЫХ ОДНОМАШИННЫХ АГРЕГАТОВ <i>Котович Д.Н.</i> .....	32
ОСОБЕННОСТИ УБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Кувшинов А.А.</i> .....	36
МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ОЧЁСА РАСТЕНИЙ СОИ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕАЛЬНОГО ПРОЦЕССА <i>Кувшинов А.А., Мазнев Д.С.</i> .....	39
КАК ПОВЫСИТЬ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЛЕМЕХА ПЛУГА <i>Латифов З.Б.</i> .....	40
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОШЛИФОВ СПЛАВОВ ОБРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ <i>Макаров Н.Г.</i> .....	45
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ МЕЛКОСЕМЕННЫХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В БУНКЕРНЫХ СУШИЛКАХ <i>Максимов Н.М.</i> .....	47

РАСЧЕТ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СОЕВО-КОРНЕПЛОДНОЙ КОМПОЗИЦИИ <i>Маркин Д.А.</i> .....	49
КАК ПОВЫСИТЬ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРОВ <i>Масленников С.А.</i> .....	53
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ДОИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ КУБАНИ <i>Морозова Н.Ю.</i> .....	57
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ <i>Москалев Р.О.</i> .....	60
КЛАССИФИКАЦИЯ ОЧЕСЫВАЮЩИХ ЖАТОК И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА УБОРКЕ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР <i>Мосяков М.А.</i> .....	63
КАК ПОВЫСИТЬ ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА трибологических смазок <i>Петровский Д.И.</i> .....	67
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАР ТРЕНИЯ <i>Петровская Е.А.</i> .....	70
ЗАЩИТА ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ РАБОЧЕ-КОНСЕРВАЦИОННЫМИ СОСТАВАМИ <i>Посунько И.А.</i> .....	73
ПРИМЕНЕНИЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА В СОСТАВЕ КОРМОВ <i>Припоров И.Е.</i> .....	76
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КУЛЬТИВАТОРА С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ <i>Продовиков Д.С.</i> .....	79
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА РЕМОНТА МАШИН НА ПРИМЕРЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРИЕМОЧНОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АПК <i>Пчелкин А.А.</i> .....	85
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ СОЕВОЙ ПОЛОВЫ <i>Усанов В.С., Шульженко Е.А.</i> .....	88
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН АПК <i>Чеха А.А.</i> .....	92
О СОХРАНЯЕМОСТИ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ АПК <i>Щукин А.Г.</i> .....	94

УДК 656.13  
ГРНТИ 73.31.01

## ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА АДАПТАЦИИ НА ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕСУРС И СРЕДНЕЦИКЛОВОЙ ПРОБЕГ АВТОМОБИЛЕЙ

Вавилов А.И., магистрант  
Рекрут К.Р., магистрант

Научный руководитель- Кузнецов Е.Е., канд. техн. наук, доцент,  
Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

**Аннотация.** В Амурской области с серийными моделями грузовых автомобилей, приобретаемыми сельхозпроизводителями, проводятся адаптационные мероприятия, целью которых является снижение эксплуатационных затрат, повышение эффективности и сроков использования колёсного транспорта без изменения конструкции автомобиля. В статье предлагаются способы адаптации грузовых автомобилей, которые используют сельхозтоваропроизводители области, приводятся скорректированные формулы расчёта нормативных периодичностей технического обслуживания и среднециклового пробега автомобилей с учётом вводимого коэффициента адаптации  $K_A$ .

**Ключевые слова:** грузовой автомобиль, температурный режим, адаптация, технический ресурс, себестоимость, эксплуатация, межремонтный период, производительность.

Использование автомобилей в Амурской области в течении семи месяцев (октябрь-апрель) проходит в условиях крайне неблагоприятных, не обеспечивающих всесезонный запуск, нормальную эксплуатацию и щадящие режимы работы такого сложного восстанавливаемого объекта, которым является автомобиль, в то время как сельское хозяйство, как никакая другая отрасль экономики Амурской области, нуждается во всесезонных, максимально адаптированных к климатическим условиям энергетических средствах с высокими тяговыми и эксплуатационными характеристиками [1].

Принимая к сведению, что производители автомобилей обычно не учитывают необходимость всесезонной эксплуатационной надёжности и причины изменения тяговых характеристик энергетического средства в различных климатических зонах и дорожных условиях, оптимизируя конструкцию к средней полосе Российской Федерации, инженерному и техническому персоналу предприятий, осуществляющих сельскохозяйственное производство, приходится проводить адаптивные мероприятия существующих серийных моделей грузовой техники к непосредственным условиям эксплуатации.

Используя ранее исследованные приёмы [2,3], предлагаются новые способы адаптации грузовых автомобилей к условиям их эксплуатации в Амурской области, включающее разделение конструкции сложного восстанавливаемого объекта-автомобиля, на составляющие системные параметры (Р) (рис.1).

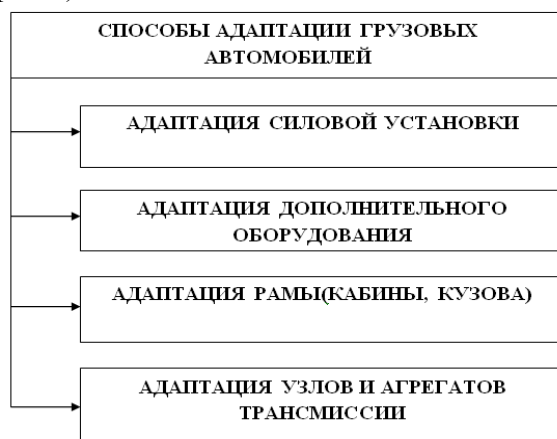


Рис. 1. Способы адаптации грузовых автомобилей

Как известно, используемые в расчётах технологических воздействий коэффициенты, учитывающие категорию условий эксплуатации и природно-климатические условия являются понижающими. В то же время, использование грузовых автомобилей, непосредственно адаптированных на производстве к условиям их применения в отдельно взятом регионе, силами инженерно-технических работников показывает, что технический ресурс этих автомобилей существенно повышает установленные предприятием-изготовителем межремонтные сроки.

Применение предлагаемого методического обоснования позволяет произвести корректировку технического ресурса и межремонтного пробега. Учитывая, что общеизвестная формула корректировки нормативных периодичностей технического обслуживания для расчёта программы по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей [3] равна

$$L_i = L_i^H \times K_1 \times K_3, \quad (1)$$

где  $L_i$  – скорректированная нормативная периодичность, км;  
 $L_i^H$  – нормативная периодичность, установленная предприятием-изготовителем, км;  
 $K_1$  – коэффициент корректирования периодичности технического обслуживания в зависимости от категорий условий эксплуатации;  
 $K_3$  – коэффициент учёта природно-климатических условий, предлагаемая формула расчёта принимает вид

$$L_i = L_i^H \times K_1 \times K_3 \times K_A, \quad (2)$$

где  $K_A$  – коэффициент адаптации, равный

$$K_A = \left( \frac{Y_A}{P} \times 0,015 \right) + 1. \quad (3)$$

где  $Y_A$  – количество установленных адаптирующих устройств в объекте (автомобиле) по системным параметрам, шт.,

$P$  – количество использованных системных параметров, шт.

Значит формулу (2) можно также записать, как

$$L_i = L_i^H \times K_1 \times K_3 \times \left( \left( \frac{Y_A}{P} \times 0,015 \right) + 1 \right). \quad (4)$$

Следовательно, общеизвестная формула, также используемая в расчётах среднециклового пробега автомобилей  $L_{цсп}$

$$L_{цсп} = \frac{L_k \times A_n + L_k^I \times A_k}{A_n + A_k} K_1 \times K_2 \times K_3, \quad (5)$$

где  $L_k$  – нормативный пробег автомобиля до первого капитального ремонта, км;  
 $L_k^I$  – нормативный пробег автомобиля до второго и последующего капитального ремонта, км;

$A_n$  – количество новых автомобилей на предприятии, шт;

$A_k$  – количество автомобилей, прошедших капитальный ремонт, шт;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий модификацию автомобиля.

В соответствии с полученной формулой (3) приобретает вид

$$L_{цсп} = \frac{L_k \times A_n + L_k^I \times A_k}{A_n + A_k} K_1 \times K_2 \times K_3 \times \left( \left( \frac{Y_A}{P} \times 0,015 \right) + 1 \right). \quad (6)$$

Анализ полученных теоретических зависимостей: формулы (1) и (4), формулы (5) и (6) показывает, что при внесении в формулы коэффициента адаптации  $K_A$  происходит увеличение сроков межремонтного периода, повышается нормативный пробег автомобиля, что, в свою очередь, продлевает полезный технический ресурс автомобиля, сдвигая сроки наступления предельного состояния.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: монография / Кузнецов Е.Е. [и др.] // ДальГАУ. – Благовещенск. – 2013. – 153 с.

2. Кузнецов, Е.Е. Методологическое обоснование выбора конструкции устройств рационального перераспределения сцепного веса / Е.Е. Кузнецов, Е.С. Поликутина, С.В. Щитов, Е.С. Панова // АгроЭкоИнфо.-2016, № 2(24).

3. Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. - М.: Наука, 2001. - 535 с.

4. Щитов, С.В. Пути и методы оптимизации тягово-сцепных свойств энергетического средства / С.В. Щитов, Е.С. Поликутина, Е.Е. Кузнецов // Техника и оборудование для села. – 2015, № 3. – С. 26-27.

**УДК 633.18:632.934(470.62)**

**ГРНТИ 68.35.29**

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ АГРЕГАТА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В ЗАТОПЛЕННЫХ ВОДОЙ РИСОВЫХ ЧЕКАХ**

**Городничая А.Н., магистрант**

**Научный руководитель – Тарасенко Б.Ф., д-р техн. наук, доцент  
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,  
г. Краснодар**

**Аннотация.** В статье приведены сорта риса, допущенные к районированию в Краснодарском крае; влияние злостного сорняка, на урожай риса; проанализированы методы и средства химической борьбы с сорняками, в плане обеспечения чистоты агроландшафтов и успешного ведения рисоводства; средства предложен модернизированный агрегат обеспечивающий повышение качества химической борьбы и экологической безопасности, а также производительности агрегата.

**Ключевые слова:** рисоводство, сорняки, методы химической борьбы, экологическая безопасность, чеки залитые водой, опрыскиватель, модернизированный агрегат.

В настоящее время в Краснодарском крае допущено к районированию 28 сортов риса [1]. В основном это сорта кубанской селекции. Среди них сорта, отличающиеся периодом вегетации, длиной стебля, формой метелки, массой 1000 зерен, формой зерновки, устойчивостью к различным стрессовым факторам, в т.ч. к пирикулериозу, наиболее опасному заболеванию, способному, в случае непринятия мер, уничтожить весь урожай. Это такие сорта риса как Флагман, Рапан, Хазар, Гамма, Снежинка, Лидер и другие.

Экологическая безопасность при применении химических средств борьбы с сорной растительностью, вредителями и болезнями важнейшее условие ведения рисоводства. Это связано с необходимостью обеспечения чистоты агроландшафтов, водных бассейнов, безопасности для живых организмов и людей не только работающих в рисоводстве, но и проживающих в этой зоне Краснодарского края. Реализация химической борьбы с сорняками представляет серьезные трудности, хотя остается единственно возможным условием для получения высоких урожаев риса.

Таким образом, существует проблема обеспечения чистоты агроландшафтов при химической борьбе с сорняками для успешного ведения рисоводства.

Цель исследований повышение качества химической борьбы со злостными сорняками.

Задачи исследований. Изучить влияние злостных сорняков на урожай риса. Проанализировать методы химической борьбы с сорняками. Предложить модернизированный агрегат для химической борьбы с сорняками в чеках залитых водой.

Реализация задач исследований. Особенность современных сортов – их интенсивный тип и короткостебельность. Длина стебля колеблется в пределах 0,85 – 1,1 м. Это делает их

практически неустойчивыми в ценозе с сорной растительностью, а высокий фон минерального питания способствует интенсивному развитию не только риса, но и сорняков. Наиболее злостным засорителем рисовых полей является ежовник [2], имеющий следующие разновидности.

1. Ежовник обыкновенный (просо куриное) Однолетнее злаковое растение, имеющее многочисленные формы с вегетационным периодом от 64 до 90 дней. Одно растение образует до 7-8 тыс. семян. Масса 1000 зерновок - 1,5-2,0 г. Созревшие семена имеют всхожесть 50-60% и сохраняют жизнеспособность не менее 4-5 лет. Условиями для дружного прорастания семян является заделка в почву до 1 см, отсутствие слоя воды, температура 25-27°C. Полностью предотвращают появление всходов - заделка семян в почву на 2-3 см и наличие слоя воды в 5-7 см. Всходы сорняка (1-3 листа) погибают под слоем воды в 15-20 см.

2. Ежовник рисовидный (просо крупноплодное). Однолетнее злаковое растение. Имеет шесть разновидностей и много форм с вегетационным периодом 85-120 дней. Одно растение образует до 4 тыс. семян. Масса 1000 зерновок - 6-7 г. Созревшие семена имеют всхожесть 90-100%. Минимальная температура для прорастания семян 10-12°C, оптимальная влажность - 70-100 ПВ. При отсутствии слоя воды семена прорастают с глубины 10-12 см. Семена, заделанные в почву на 3-5 см, при наличии слоя воды в 7-10 см, всходов не образуют. Всходы сорняка в возрасте 1-2 листа погибают при затоплении слоем воды в 25-27 см.

3. Ежовник бородчатый (просо рисовое). Однолетнее злаковое растение. Имеет формы с вегетационным периодом в 100-125 дней; одно растение образует до 6 тыс. семян. Масса 1000 зерновок - 4-6 г. Созревшие семена имеют всхожесть 90-95% и сохраняют ее не менее 5 лет. Минимальная влажность почвы для прорастания семян 40- 50% ПВ, температура 12-14°C. При отсутствии слоя воды семена образуют всходы с глубины 10-15 см. При наличии слоя всходы образуются с глубины не более 2-3 см. Всходы сорняка в возрасте 1-2 листа погибают, будучи затопленными слоем в 25-27 см на 8-10 суток. При численности ежовников более 50 шт/м<sup>2</sup> урожайность риса снижается на 16-18%, а при 150 шт/м<sup>2</sup> уменьшается вдвое (рис. 1), а также, что для уничтожения ежовника, клубнекамышя и тростника используются современные гербициды типа Нарис, Номини, Цитадель, норма расхода которых составляет от 0,3 до 1,5 л/га. Для удобства внесения данное количество гербицида растворяют в воде.

Рис, как общеизвестно, является культурой, выращиваемой при постоянном затоплении посевов слоем воды. Это обстоятельство исключает возможность использования агротехнических мер борьбы с сорняками в период его вегетации. В связи с чем, при изучении методов химической борьбы с сорняками нами выяснено, что использование пестицидов более производительнее с применением авиации – самолетов или вертолетов сельскохозяйственного назначения. В последние годы использование авиации на выполнение химических защитных мероприятий значительно осложнилось, т.к. выполнять их с ее помощью на посевах риса небезопасно, а в природоохраняемых зонах запрещено экологическим законодательством. Водоприемниками сбросных вод с рисовых чеков является река Кубань и Азовское море. Рисовые оросительные системы вплотную прилегают к водоемам, населенным пунктам, животноводческим объектам. Для недопущения загрязнения пестицидами вод, сбрасываемых с рисовых систем в коллекторную сеть и другие водоемы, следует контролировать виды и дозы вносимых препаратов, применяя их лишь в тех случаях и на тех объектах, когда защита риса от сорняков, вредителей и болезней не может быть решена комплексом агротехнических, мелиоративных и биологических мероприятий. Следовательно, наземный метод остается единственным способом использования в защите риса от сорняков, вредителей и болезней химических препаратов.



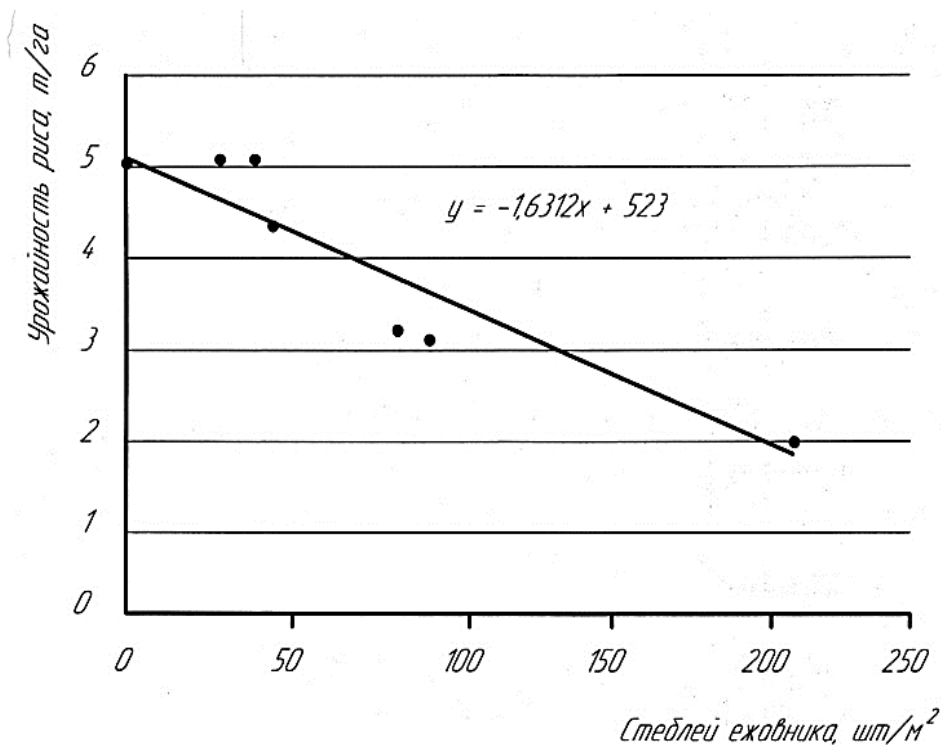


Рис.1. Зависимость урожая риса от ежовника

Из наземных методов химической борьбы наиболее безопасными для экологии являются разработанные в КубГАУ [3] способы и устройства, в которых применены обработки сорняков не опрыскиванием водными растворами пестицидов, а обмазыванием поверхностно-активными веществами [4], обмазыванием поверхностно-активными веществами среза сорняков [5], обработку среза сорняков электрическим током [6]. Однако реализация этих методов существенно затруднена ввиду отсутствия промышленных образцов.

Навесные опрыскиватели типа ПОУ, ОМ-630-2 и др., производившиеся ранее на заводе «Львовхимсельмаш» (Украина) в последние годы практически не поступают на Российский рынок. В последнее время активно поступают в хозяйства опрыскиватели Турецкого производства «BADILLI» (Рис.2).



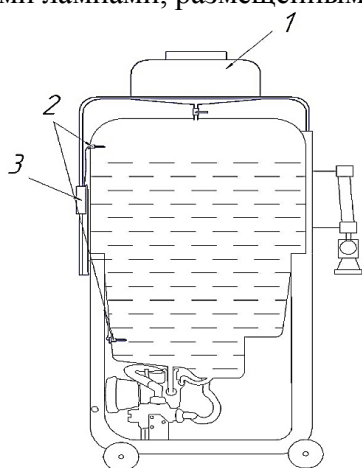
Рис.2. Вид общий мобильного опрыскивателя «BADILLI» M14

Достоинством мобильного опрыскивателя «BADILLI» M14 является мобильность, точность внесения гербицидов, регулируемое исходное давление, гидравлическая система смешивания. Однако для работы в таких условиях он не приспособлен в виду отсутствия энергетических средств, имеющих достаточную проходимость по затопленному водой чеку, а также то, что для его работы, как и для ПОМ-630, необходимо выезжать из чека для дозаправки. При этом качество химической борьбы снижается, так как возможен перерасход раствора, снижающий экологическую безопасность, а также снижается производительность агрегата.

Для решения задачи повышения качества и экологической безопасности, а также производительности агрегата предлагаем следующие усовершенствования.

1. Для агрегатирования опрыскивателя использовать трактор рисоводческий МТЗ-82Р или Т-70С [7], который способен обеспечить проходимость агрегата в таких условиях. Колесный движитель механический, КПД трансмиссии  $\eta_m = 0,91$ ; допустимый коэффициент буксования  $\delta_d = 15\%$ ; коэффициент использования сцепного веса  $\lambda = 1$ , коэффициент сцепления движителя трактора с почвой  $\mu = 0,6$ , коэффициент сопротивления качению трактора  $f = 0,25$ .

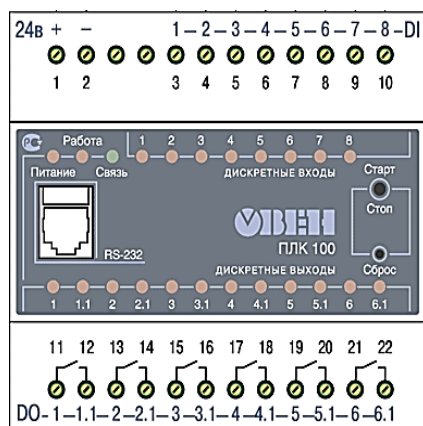
2. В опрыскиватель вносим следующие элементы: на бак устанавливаем маточную емкость 1 (Рис. 3), соединённую с баком; для контроля уровня жидкости в баке устанавливаем кондуктометрические датчики 2. Оснащаем агрегат контролером 3 с преобразователем, сигнальными лампами, размещенными в кабине трактора.



а



б



в



г

**Рис.3. Схема модернизированного опрыскивателя с самозаправкой в чеках:**

а – опрыскиватель; б – кондуктометрический датчик ОВЕН;

в – контролер ОВЕН ПЛК 100; г – преобразователь Manson SDC – 225

От контролера 3 сигнал поступает в кабину трактора на сигнальные лампы красного и зеленого цветов. Для заправки опрыскивателя раствором необходимо из маточной емкости добавить в бак необходимое количество пестицидов и закачать в бак воду при помощи насоса установленного на опрыскивателе, для этого мы вносим изменения в гидравлическую систему опрыскивателя путем добавления кранов и Т-образных ниппелей на шланги, а также добавление шланга с установленным фильтром всасывающим с клапаном для всасывания воды из периферийных чековых каналов. Такая модернизация позволит работать мобильному опрыскивателю «BADILLI» не выезжая из чека для дозаправки на растворном узле, а заправляться на месте в тех местах чека, где заканчивается рабочий раствор. Это увеличит производительность на 20-22% и повысит качество проводимых защитных мероприятий.

**Выводы.** В результате исследований изучено влияние злостных сорняков на урожай риса, проанализированы методы химической борьбы с сорняками, предложено усовершенствованное средство для химической борьбы с сорняками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян, К. М. Система рисоводства Краснодарского края: монография / К. М. Авакян и [др.] под общей редакцией Е. М. Харитоновой. – ВНИИриса – Краснодар. – 2011. – 316 с.
2. Андрусенко В.В. Система рисоводства Краснодарского края / В.В. Андрусенко, А.Г. Ладатко, В.К. Сапелкин и др. – ВНИИ риса– Краснодар. – 2011. – 120 с.
3. Тарасенко Б.Ф. Конструктивно-технологические решения энергосберегающего комплекса машин для предупреждения деградации почв в Краснодарском крае: монография / Б. Ф. Тарасенко; КубГАУ – Краснодар, 2012. – 280 с.
4. Патент РФ №2159546, МПК А01М 21/00, А01М21/04 Способ и устройство для ухода за растениями / М.И. Чеботарев, Б.Ф. Тарасенко, Г.Л. Лошкарев и др.; патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГАУ; опубл. 27.11.2000.
5. Патент РФ №2163437, МПК А01М 21/04, А01М21/00 Устройство для уничтожения сорной растительности / М.И. Чеботарев, Б.Ф. Тарасенко, Е.И. Трубилин и др.; патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГАУ; опубл. 27.02.2001.
6. Патент РФ №2267921, МПК А01М 21/04 Устройство для уничтожения сорной растительности / Б.Ф. Тарасенко, А.Н. Медовник, Г.П. Перекотий и др.; патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГАУ; опубл. 20.01.2006.
7. Чеботарев М.И. Технология уничтожения сорной растительности на посевах риса, залитых водой / сб. статей Междунар. научно-практ. конф. «Роль науки в развитии общества» / М.И. Чеботарев, А.С. Городничий, Е.С. Фурдуй.– ООО «ОМЕГА САЙНС» – Пенза. – 2016.– С. 50-52.

УДК 636.085

ГРНТИ 68.39.15

#### РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЖИРА В КОРМЛЕНИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Гультяев И.А., магистрант; Войтехович Ю.А., магистрант;

Кузнецов Н.С., ст. преподаватель

Научный руководитель – Осипов Я.А., канд. техн. наук, доцент

Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы обогащения концентрированных кормов для КРС жирами. Выявлены зависимости прироста живой массы, в зависимости от процентного содержания жира в кормосмеси, а также представлены выводы об использовании жира в качестве добавки в кормосмесь.

**Ключевые слова:** грубые корма, жир, продуктивность, рацион, прирост

Продуктивность коров зависит от правильного рациона питания животного. Корма - это самая главная составляющая, хорошей продуктивности крупного рогатого скота.

Как только животное съела какой-либо вид растительного корма, он подвергается действию микроорганизмов и ферментов, а после попадает в сычуг (желудок). Такое освоение кормов влияет на благоприятное усвоение питательных веществ и самой пищи. Очень хорошо перевариваются корма из грубых, сочных, зерновых видов.

Правильным и благоприятным для коров будет трехразовое питание. Утром и днем скармливаются зерновые и сочные корма, с добавлением грубого корма. Первым дают концентрированные корма, затем сочные и грубые.

К грубым кормам относятся те, которые содержат много клетчатки из-за малого количества влаги (сено, веточный корм, солома).

Сочные корма, это те, которые содержат много влаги (силос, трава, свекла).

Высокой питательностью обладают зерновые корма, они также называются концентрированными (шроты, жмыхи, минеральные вещества, витамины).

Для хорошей продуктивности скота, необходимо включать в рацион корма животного происхождения (костная мука, мясокостная мука, минеральные вещества, жир, поваренная соль, витамины группы А, D, E1, B1, B2, B4, B5, B12).

Корова должна получать 80% питательных и биологически активных веществ, такой расчет был установлен в результате изучения потребностей сельскохозяйственных животных. К необходимым веществам относятся: белки, незаменимые аминокислоты, клетчатка, крахмал, сахар, жир, минеральные вещества, микроэлементы, витамины. [1, 5]

Жиры наряду с белками и углеводами входят в состав тканей животных, растений и микроорганизмов.

Они являются составной частью кормового рациона животных и одним из важнейших источников энергии.

Энергетическая ценность жиров значительно выше, чем углеводов и белков. При окислении 1 г жира освобождается 40 КДж энергии.

Жиры необходимы животным не только как источник энергии, но и как вещество, в котором содержатся жирорастворимые витамины А, Д, Е, К. Активность этих витаминов возможна только при наличии в рационе животных минимального количества жира, 5 – 20 г на голову.

Переваримость жирных кислот у жвачных животных в среднем достигает 80 – 82 %. Добавка в рацион 3 – 4 % жира повышает переваримость сырого протеина.

Жиры, распадаясь в организме, выделяют не только энергию, но и обеспечивают отдачу большого количества обменной воды (при окислении 100 г жира образуется 140 – 150 мл воды), что имеет большое значение для животных засушливых зон, а также в период водного голодания животных.

Важную роль играют жиры в процессах терморегуляции у животных, защищая новорожденный молодняк от переохлаждения. [3, 4, 7]

Состав суточных приростов в течение откорма постоянно меняется. В его начале отложение протеина и жира изменяется незначительно, но к концу откорма резко увеличивается отложение жира (табл. 1).

**Таблица 1**

**Состав прироста живой массы на разных стадиях выращивания и откорма**

Показатель	Начало откорма КРС	Окончание откорма КРС
Протеин	20 %	16 %
Жир	4 %	9 %
Кости	16 %	30 %
Вода	60 %	45 %

В зависимости от места отложения жира, различают: жир почек и полости таза (внутренний жир) > интермускулярный жир (жир между мышцами) > подкожный жир (жир под кожей) > интрамускулярный жир (жир внутри мышц). Жир, откладывающийся в мышцах, имеет большую вкусовую ценность, поскольку является носителем ароматизирующих веществ.

Изменение состава прироста происходит у животных всех пород и типов по одинаковому принципу, однако, наступает оно в разные периоды и различается количественно. Скороспелые (абердинангусский мясной скот), а также комбинированные молочно-мясные породы (голштино-фризский, бурый швицкий скот) характеризуются высокой скоростью роста и интенсивным жиросложением. У позднеспелых мясных (шароле, лимузинский скот) или мясомолочных (симменталы) пород отложение жира начинается значительно позже. Наблюдаются также различия и в зависимости от пола животного. Так, у телок отложение жира начинается раньше, чем у волов, а у последних - раньше, чем у бычков. Увеличение интенсивности откорма приводит к более раннему отложению жира, а значит, и к более низкой конечной живой массе животных при снятии с откорма. Это происходит в том случае, если их откармливают на высокопитательном кукурузном или травяном силосе при соответствующем количестве концентрированного корма. В этом случае максимальные приросты достигаются на ранних стадиях выращивания. Средняя интенсивность откорма КРС позволяет увеличить конечную живую массу телок и волов без их ожирения. [3, 5, 6]

Для откорма КРС, используют высоко углеводистые сельскохозяйственные культуры, т.к. углеводы являются в энергетическом отношении, основой питания КРС. Они главная составная часть сухого вещества растительных кормов.

Значение углеводов:

1. Являются основным источником энергии. При расщеплении 1 г углеводов образуется 4,3 Ккал или 17,2 КДж энергии.
2. Входят в состав компонентов крови и участвуют практически во всех процессах обмена веществ.
3. Участвуют в образовании жира молока.
4. Используются для синтеза жира в тканях (запасного источника энергии).
5. Являются структурным материалом для синтетических процессов.
6. Около 70% переваренных углеводов окисляется в организме для получения энергии, до 25% используется для синтеза жира и 3-5% идет на синтез гликогена в печени.

Содержание отдельных форм углеводов в некоторых сельскохозяйственных культурах приведено в таблице 2.

**Таблица 2**

**Содержание углеводов в сухом веществе некоторых сельскохозяйственных культур, %**

Зерно	Сахар	Крахмал	Сырая клетчатка
кукурузы	2,3	65,1	5,0
овса	2,9	37,2	11,3
пшеницы	1,7	57,0	3,3
ржи	1,7	60,2	2,4
ячменя	2,3	66	5,7

Из таблицы 2, мы видим то, что у ячменя наиболее высокий процент содержания углеводов. Поэтому ячмень является основным компонентом концентрированного корма для КРС в Амурской области.

Состав углеводов ячменя приведен в таблице 3.

Углеводный состав ячменя

Углеводы	Содержание, % на сухое вещество		
	в целом зерне	в оболочках	в зародыше
Крахмал	54-66	-	-
Целлюлоза	3,5-7	55-60	7-12
Гемицеллюлоза и пентозаны	9,5-12	37-39	9-12

Из таблицы 3, мы видим, что в ячменном зерне 75% сухих веществ составляют углеводы, к ним относятся крахмал, целлюлоза (клетчатка), гемицеллюлоза, полисахариды и сахар.

Важнейшим углеводом ячменя является крахмал, составляющий основную массу эндосперма. Целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества входят в состав оболочки зерна и стенок клеток зародыша и эндосперма. [5,6]

В кормлении КРС концентрированным кормом в Амурской обл. наиболее часто используют ячмень. Поэтому обогащение ячменя животным жиром является актуальным для Амурской обл.

Выводы:

1. Продуктивность коров зависит от правильного рациона питания животного. Корма - это самая главная составляющая хорошей продуктивности крупного рогатого скота.

2. Жиры основной компонент в организме животных, т.к. жиры несут в себе массу питательных веществ, которые участвуют во многих жизненно-важных процессах у животных.

3. Углеводы являются в энергетическом отношении, основой питания КРС. Если с кормами в недостаточном объеме будут поступать углеводы, в организм животных, то многие процессы не будут происходить.

4. В ячмене содержится больше всего углеводов, что говорит о его ценности в кормлении КРС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронный ресурс: <http://www.agro2.ru/pravilnoe-kormlenie-krupnogo-rogatogo-skota-korov>
2. Беззубов, Л.П. Химия жиров. [Текст] / Л.П. Беззубов - 3-е изд.. - М.: Пищевая промышленность, 1975. - 280 с.
3. Гуменюк, Г.Д. Использование отходов промышленности в животноводстве [Текст] / Г.Д. Гуменюк, А.М. Жадан, А.Н. Коробко. - Киев: Урожай, 1977.-149 с.
4. Карибаев, К. Биологическая роль жира в кормлении сельскохозяйственных животных [Текст] / К. Карибаев // Биологические основы повышения использования кормов. — М., 1967. - С. 182-193.
5. Кормление сельскохозяйственных животных. [Текст] В.К. Пестис [и др.], 2009
6. Рябов, С.М. Таблицы детализированных и суммарных норм кормления с/х животных и питательности кормов. [Текст] С.М. Рябов, К.Н. Лобанов, 2008
7. Химия жиров [Текст] / Б.Н. Тютюнников, З. И. Бухштаб, Ф.Ф. Гладкий [и др.] - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1992. - 448 с.

УДК 631.15:33  
ГРНТИ 68.75

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АПК**  
**Игонин Н.В., студент**

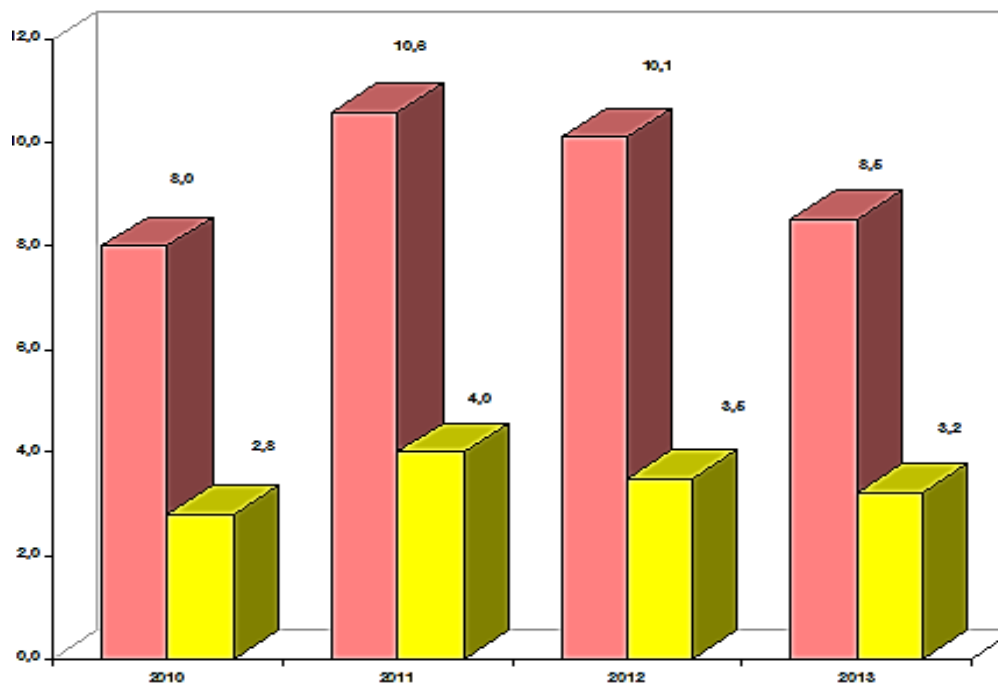
**Научный руководитель – Лапшин Ю.А., канд. техн. наук, доцент**  
**Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ульяновск**

**Аннотация.** Проанализированы проблемы, связанные с состоянием машинно-тракторного парка в России и Приволжском федеральном регионе, возможности приобретения сельскохозяйственной техники с учетом сложившейся структуры инвестиций.

**Ключевые слова:** парк машин, сельскохозяйственные предприятия, инвестиции.

Современная социально-экономическая ситуация и продолжающиеся международные санкции определяют необходимость ускоренного развития сельскохозяйственного производства России для обеспечения продовольственной безопасности страны. Одним из критериев, определяющих эффективность производства АПК, является обеспеченность аграрных предприятий современной техникой, позволяющей применять эффективные технологии. Однако современное состояние машинно-тракторного парка является пока сдерживающим фактором для технологической модернизации АПК.

Объемы технического обновления предприятий (рис. 1) не рассчитаны на ускоренную их модернизацию, так как способны лишь остановить многолетнюю тенденцию сокращения парка машин. Приобретение сельскохозяйственной техники в 2015 году составило около 3% парка машин и не компенсировало их выбытие из-за списания. В результате на начало 2016 года парк тракторов и самоходных машин существенно сократился с аналогичным периодом 2015 года по федеральным округам и в Российской Федерации в целом.



**Рис. 1. Приобретение тракторов и комбайнов организациями АПК, тыс. шт.**

Энергообеспеченность хозяйств в 168 л.с. на 100 га не позволяет им освоить современные технологии, по затратам энергии требующие более 300 л.с./га. Доля современной самоходной техники, эксплуатируемой менее трех лет, составляет только 14,6% от парка машин,

от 3-х до 10 лет – 23,1 %; более 10 лет – 62,2 %. Анализ парка сельскохозяйственных машин (сеялок, плугов, культиваторов) показывает, что доля техники, эксплуатируемой менее трех лет, составляет 6,8% для плугов и около 12% для сеялок и культиваторов. При этом анализируемые показатели по этим видам техники в Приволжском федеральном округе существенно ниже, чем по другим федеральным округам и по России в целом. (табл.).

Таблица

**Продолжительность эксплуатации тракторов и сельхозмашин,  
в % к общему количеству парка (числитель – Россия, знаменатель – Приволжский округ)**

Вид техники	до 3-х лет	от 3-х до 10 лет	более 10 лет
Тракторы	14,6 / 12,7	23,0 / 21,1	62,2 / 66,1
Сеялки	12,8 / 10,7	31,4 / 20,5	55,7 / 59,7
Плуги	10,1 / 6,8	27,9 / 20,8	61,8 / 72,3
Культиваторы	12,5 / 9,7	32,4 / 27,3	55,0 / 62,9

При этом энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций в Приволжском округе составляет всего 136 л.с. на 100 га. Это существенно ниже, чем по другим округам и по России в целом. При этом нагрузка на один сельскохозяйственный трактор к 2015 году увеличилась по сравнению с 1990 годом в 2,9 раза и составляет 292 гектара (рис. 2).



**Рис. 2. Нагрузка пашни на один трактор, гектар**

Нехватка денежных средств не позволяет большинству предприятий АПК проводить полноценную техническую модернизацию основных фондов. Доля инвестиций в сельское хозяйство России составляет около 4% от общего объема инвестиций в экономику страны. Основным источником для финансирования продолжают оставаться средства предприятий АПК. Кредиторская задолженность организаций отрасли приблизилась к 2 триллионам рублей, что превышает стоимость всей производимой продукции АПК.

Вместе с тем, потенциал аграрного сектора экономики достаточно высок и при создании благоприятных условий способен обеспечить не только продовольственную безопасность, но и стать одним из важных экспортёров сельскохозяйственной продукции и продовольственных товаров на внешний рынок.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Имеющиеся изменения в АПК нельзя назвать ускорением модернизации отрасли. Это лишь сокращение многолетнего снижения парка машин. Отсутствие оборотных средств не позволяет вести расширенное производство.

2. Для успешной модернизации сельскохозяйственного производства в первую очередь требуются решения проблемы обновления парка отрасли.



2. Без содействия государства переход сельского хозяйства региона на новый технологический уровень будет затяжным и сложным.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жирнов, А.В. Проблемы обеспеченности материально-технической базы сельскохозяйственных предприятий России / А.В. Жирнов, Г.В. Лапшина, Ю.А. Лапшин // Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» - Ульяновск, 2011. С. 58-60.
2. Жирнов, А.В. Проблемы развития материально-технической базы сельскохозяйственных организаций / А.В. Жирнов, Ю.А. Лапшин, Г.В. Лапшина // Экономика и социум. - 2014. - № 3(12). - С. 643-646.
3. Жирнов, А.В. Экономические санкции и продовольственная безопасность / А.В. Жирнов, Ю.А. Лапшин, Г.В. Лапшина // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути решения. - Ульяновск: УГСХА, 2015. – С. 147-149.
4. Лапшина, Г.В. Социальные факторы повышения эффективности работы организации / Г.В. Лапшина, Ю.А. Лапшин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». -2011. - №6 (51). – С. 77-79.
5. Лапшина, Г.В. Проблемы кадрового обеспечения организаций АПК Ульяновской области / Г.В. Лапшина, Ю.А. Лапшин // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука и образование в XXI веке» 30 сентября 2013 г.: сборник научных трудов. В 34 частях. Часть 12. – Тамбов, 2013. - С. 63-66.
6. Лапшина, Г.В. О направлениях государственной поддержки малых форм хозяйствования на селе / Г.В. Лапшина, Ю.А. Лапшин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». -2012. - №1 (52). – С. 111-112.
7. Лапшин, Ю.А. Состояние машинно-тракторного парка Приволжского региона и перспективы его развития / Ю.А. Лапшин, Г.В. Лапшина, А.В. Жирнов // Международный научный журнал. -2014. - № 6. -С. 32-36.
8. Смирнова, Е.А. Техническая оснащенность – основной фактор роста производительности труда в сельскохозяйственных предприятиях Ульяновской области / Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. - № 1 (25). – С. 166-171.

УДК 621.42  
ГРНТИ 55.42

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИСАДОК ДЛЯ УСКОРЕНИЙ ПРИРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Игонин Н.В., студент

Научный руководитель – Карпенко М.А., канд. техн. наук, доцент,  
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ульяновск

**Аннотация.** В данной статье представлены присадки для ускоренной приработки цилиндропоршневой группы (ЦПГ), их классификация и отражены их основные характеристики.

**Ключевые слова:** цилиндропоршневая группа (ЦПГ), двигатель, присадки, обкатка двигателя

Технология обкатки двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на ремонтных заводах требует совершенствования в целях повышения качества приработки, при снижении продолжительности обкатки. Ускорить обкатку можно за счет применения приработочных присадок [1]. На рисунке представлена классификация присадок для ускорения обкатки ДВС.

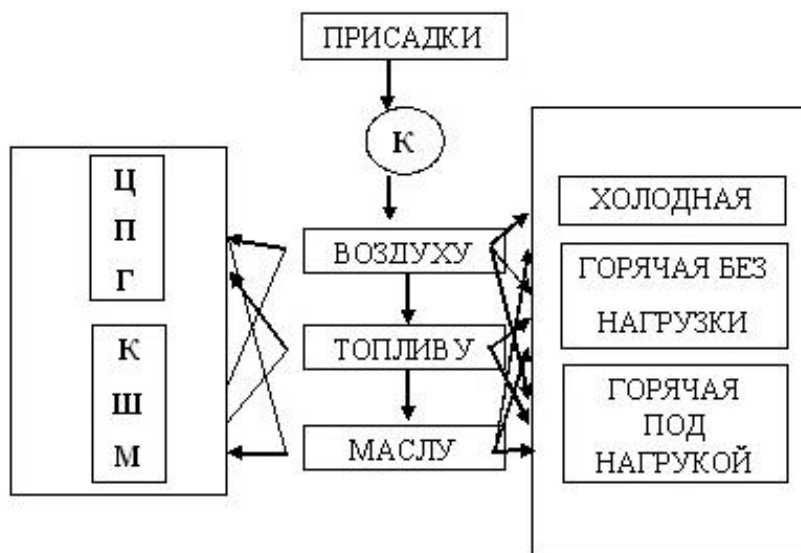


Рис. Классификация присадок для ускорения обкатки ДВС

При введении с воздухом во всасывающий коллектор композиции, состоящей из присадки АД-4Д и 5% присадки ПМС-А (АЛП-ПМС), устраняются нагары. В совокупности с применением масла ОМД-8 при этом также сокращается время обкатки приработки деталей дизелей ЯМЗ-238 НБ в 3 раза и увеличивается их послеремонтный ресурс примерно на 19%. Однако эффективность композиции присадок АЛП-ПМС при введении с воздухом проявляется только при горячей обкатке.

Существует способ приработки дизелей, при котором с воздухом в цилиндры подается подогретое масло. В данном случае обкатку ведут при больших нагрузках, обеспечивая при этом высокое качество приработанных деталей и отсутствие задиров.

Присадки к топливу применяются при горячей обкатке и оказывают большое действие на детали ЦПГ.

Присадки АЛП-2, АЛП-3 и АЛП-4 вводят в дизельное топливо в количестве 1,3 – 1,75% по массе. Они представляют собой 30%-ный раствор органополиалюмооксана в дизельном масле. При сгорании образуется приработочная абразивная паста, состоящая из окиси алюминия. К недостаткам присадки следует отнести относительно высокий износ деталей ЦПГ и повышенное нагарообразование на форсунках.

Введение 3% присадки ДК-8 в бензин при обкатке двигателей ЗМЗ-53 обеспечивает меньший износ и увеличение межремонтного ресурса на 19...25% по сравнению с присадкой АЛП-2.

При добавлении к дизельному топливу 0,9...1,1% присадки РКС (растворенной коллоидной серы) улучшается приработка за счет образования сульфида железа [2].

По своему составу и физико-химическим свойствам приработочные присадки можно разделить на несколько групп.

Присадки с поверхностно-активными веществами (ПАВ), входящие в состав приработочных присадок, способствует интенсификации процесса приработки трущихся поверхностей деталей за счет эффекта адсорбционного понижения прочности материалов. Спектр присадок, содержащих ПАВ, достаточно широк.

При введении в масло 0,9...1,1% по массе присадки с дигептилфосфинатом натрия (ДФИ-1) ускоряется приработка и повышается износостойкость деталей ЦПГ тракторного дизеля Д-50 более чем в 2 раза. Кроме того, присадка ДФИ-1 хорошо растворяется в минеральных маслах.

Ускорению приработки и улучшению качества поверхностей прирабатываемых деталей способствует присадка ОМГ-3, показавшая наибольшую эффективность при сравнении

с присадками ИОХ, ОМХ-2, 'Гарант', 'Гретерин-3', в работе с маслами И-Г-А-68, ОМД-8, М-8-В, и М-6з/10-Г1.

Трибополимерообразующие присадки (ЭФ-357, ЭФ-262 и др.). Такие присадки применяются при холодной обкатке двигателей. Механизм действия этих присадок основан на усилении адгезионного взаимодействия прирабатываемых поверхностей трения. Анализ показал, что при обкатке на масле с добавлением присадок этой группы сокращается длительность процесса в 6 раз, снижается износ гильз цилиндров в 2...4 раза и уменьшаются потери на трение. Приработка деталей ЦПГ возможна в основном за счет изнашивания поршневых колец. В состав прирабочного состава для ускоренной холодной обкатки двигателей входят масло И-Г-А-68 и композиция присадок, состоящая из 1% ЭФ-357 и 1% ЭФ-262. Особенность этого состава – высокая прирабочная эффективность при сравнительно низкой температуре масла. При горячей обкатке адгезионный эффект полимерных пленок исчезает. Однако только горячая обкатка под нагрузкой способствует формированию оптимальных физико-механических свойств поверхностей трения.

Присадки с химически активными веществами (ХАВ). Эти присадки интенсифицируют химические процессы на трущихся поверхностях деталей, что приводит к образованию слоев из продуктов химического взаимодействия с металлом, которые разделяют контактирующие поверхности, тем самым препятствуя схватыванию и задирам.

При введении для ускоренной обкатки двигателей ЗМЗ-53 присадки ДК-8, содержащие в качестве активного элемента слабосвязанные атомы серы, в количестве 1,1% в масло и 1,5% в топливо сокращается время обкатки в 3 раза. При этом износ колец и гильз снижается в 2 раза и ресурс двигателей увеличивается на 23,7%. Недостаток присадки – ее токсичность.

Пластические деформирующие присадки. Эти присадки содержат цинковые, сурьмяные, свинцовые соли нафтеновых и диалкилдитиофосфорных кислот, соединения бора, сульфиды олова, алкилсвинец и комплексные соединения молибдена.

В электрогорском филиале ВНИИ НП разработано прирабочное масло ОМД-8 (ТУ 38.40123-87). Оно представляет собой базовое масло М-8 с присадками: С-150 (3 – 8%); ДФ-11 (0,5 – 2%); ПМС-200А (0,001 – 0,005%); АФК (0,5 – 2%); МОД (0,5 – 1%). Присадка МОД – маслорастворимое соединение молибдена (диалкилфенилдитиофосфат молибдена), оно служит прирабочным компонентом масла. При эксплуатации масла ОМД-8 для обкатки ЯМЗ-238НБ сокращаются время стендовой обкатки в 2 раза и время эксплуатационной обкатки в 4 раза по сравнению с типовым процессом обкатки. Применение этого масла недостаточно интенсивно действует на процесс образования необходимой микрогеометрии поверхностей трения. Масло ОМД-8 применяют главным образом для обкатки дизелей [3, 4].

Разработана присадка в масло с поверхностно-активными и химически – активными веществами ВАРКС [5, 6]. Она представляет собой смазочную композицию из олеиновой кислоты, тетрабората этилендиаммония и октадецилсульфаната натрия. Эта присадка позволяет значительно ускорить время приработки сопряженных поверхностей при обкатке двигателей внутреннего сгорания.

В период холодной обкатки двигателей прирабочный эффект достигается за счет ПАВ, в качестве которых выступает олеиновая кислота ( $C_{17}H_{33}COOH$ ) и вода, присутствующая в масле, а также октадецилсульфанат натрия ( $C_{18}H_{37}SO_3Na$ ).

В дальнейшем, при проведении горячей обкатки двигателей со значительным повышением температуры в зоне трения происходит дезориентация адсорбированных молекул и размягчение пленки масла за счет ХАВ. Поэтому на данном этапе повышается роль тетрабората этилендиаммония, который уже при температуре 240...250°C разлагается на оксид бора, аммиак и воду:  $[C_2H_4(NH_3)_2]_nB_4O_9 = B_2O_3 + NH_3 + H_2O$  [4]. Оксид бора хемосорбируется на поверхностях металла сопряженных поверхностей за счет свободной атомной орбитали бора и свободных валентных электронов металла. Бор, как известно, повышает жаропрочность и износостойкость металла. Также бораты значительно улучшают моющие свойства масла. За счет применения данной присадки время обкатки сокращается в 3,8 раза.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпенко, М.А. Теоретические предпосылки и обоснование присадок для ускоренной приработки деталей двигателей после ремонта / М.А. Карпенко // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». – Ульяновск: УГСХА, 2015. - С. 168-170.
2. Карпенко, М.А. Аспекты совершенствования ускоренной приработки деталей двигателей после ремонта // Сборник статей победителей IV Международного научно-практического конкурса «Лучшая научно-исследовательская работа 2016». - Пенза, 2016. - С.10–14.
3. Карпенко, М.А. Принцип действия и результаты исследования прирабочной присадки ВАРКС для ускоренной обкатки карбюраторных двигателей / М.А. Карпенко, В.В. Варнаков // Вестник УГСХА. №11 Ульяновск, 2004. – С. 88-90.
4. Яковлев, С.А. Исследование износостойкости поверхностей стальных деталей после нанесения антифрикционных материалов с последующей электромеханической обработкой / С.А. Яковлев, М.А. Карпенко // Материалы Всероссийской научно-производственной конференции «Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России». – Ульяновск, 2003. – С. 188-190.
5. Патент на изобретение RUS 2340657. Прирабочное масло / А.Н. Литвиненко, В.В. Варнаков, С.М. Сергеев, Н.С. Родионов, В.В. Артемов, М.А. Карпенко; опубл. 10.12.2008; Бюл. № 34.
6. Варнаков, В.В. Рекомендации по проведению ускоренной обкатки двигателей в условиях малых ремонтных предприятий и мастерских хозяйств / В.В. Варнаков, А.Л. Хохлов, М.А. Карпенко.- Ульяновск, 2004.

УДК 631.331:631.356

ГРНТИ 55.57.33; 55.57.37

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЕВА И УБОРКИ МОРКОВИ  
В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**Исмагилов Д.М., аспирант,**

**Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса, г. Казань**

**Научные руководители: Абдрахманов Р.К., д-р техн. наук, профессор;**

**Калимуллин М.Н., канд. техн. наук, доцент,**

**Казанский государственный аграрный университет, г. Казань**

**Аннотация.** Данная статья посвящена анализу технологического процесса возделывания и уборки моркови в условиях Среднего Поволжья.

**Ключевые слова:** сеялки, машины теребильного типа, сепарация корнеплодов, ботводробитель, рядовой посев, роторные косилки.

В Российской Федерации среди самых крупных и наиболее трудоемких отраслей сельскохозяйственного производства важное место занимает овощеводство. В овощеводстве по сравнению с возделыванием зерновых культур затраты труда на получение 1 ц продукции больше в пять раз [1]. При возделывании этих культур наиболее энергоемким процессом является уборка, на которую приходится 60...70% всех затрат. Самый важный процесс снижения себестоимости - это сокращение затрат и потерь при уборке, транспортировании и хранении, послеуборочной доработке и есть, а это в свою очередь является источником пополнения продовольственного фонда страны.

Наиболее высокопитательными, богатыми витаминами, сахарином являются корнеплоды моркови. Поэтому морковь считается ценным продуктом и обладает лечебными качествами, так как в нем высоко содержание каротина, эфирных масел и белков.

Морковь является двухлетним растением и относится к семейству сельдерейных. В нашей стране морковь впервые появилась в XIV веке: сначала в южных районах, а затем распространилась далеко на север.

Морковь – холодостойкая культура. При температуре 3 - 4°C можно уже наблюдать прорастание семян моркови, а всходы способны выдерживать понижения температуры до 2 - 4°C. Но тем не менее благоприятная климатическая температура намного выше - около +20°C.

Морковь относится к группе растений длинного дня и при густой посадке посевов снижается урожайность [2].

В сельском хозяйстве морковь используется для кормления таких животных, как пушные звери и птицы. Она полезна особенно зимой, когда нет кормов, содержащих витамины. Ботву используют в качестве силоса. Она содержит белки и минеральные соли. Так же в сельском хозяйстве принято применять морковную муку [2,7].

Основной операцией при выращивании моркови считается осенняя вспашка на глубину не менее 25...30см с обязательным лушением, которая выполняется после уборки предшественника. Операция осуществляется дисковыми луцильниками на глубину 5-8 см, а если присутствуют корневые сорняки, то на глубину более 10 см [5, 6].

В зоне Среднего Поволжья для посева используются следующие сорта моркови: Бирючукская 415, Нантская 4, Шантенэ 2461 и Несравненная (табл.1).

**Таблица 1**

**Сорта моркови распространённые в Среднем Поволжье**

Сорт моркови	Длина растения (см)	Масса клубня (г)	Период созревания (дней)	Урожайность тонна с 1 га
Нантская 4	13-18	85-155	85-100	23-63
Несравненная	19-21	92-205	95-120	31-68
Бирючукская 415	11-16	84-125	68-120	38-68
Шантенэ 2461	12-15	70-180	90-110	40-75

Семена моркови обычно высевают на глубину 1,5 - 2 см, а в Среднем Поволжье, где увлажнение недостаточное – 3 - 4 см. Возделывание корнеплодов зависит от зоны. Поверхность засеваемой территории бывает либо ровной, либо в форме гряд и гребневой. Высевают семена моркови из расчета 3,5 - 4,5 кг/га, при котором насыщенность семян составляет 1000 - 1200 тыс/га. При рядовом посеве семян моркови применяют овощные сеялки СОНП-4.2, а при точном посеве СОМ-4, AMAZONE EDX, СОТ-4/2(РТ2), ОЛИМПИА4.

При выращивании овощей одной из трудоемких операций является уборка. Данная операция на первый взгляд кажется простой, но на практике часто появляются проблемы качественного осуществления уборки.

Способ сбора урожая моркови зависит от многих факторов: сорта корнеплодов, оснащённости хозяйства средствами механизации, физического состояния корнеплодов. В зависимости от этих факторов используют однофазный или двухфазный способы. При однофазном способе уборки, используется сельскохозяйственная техника теребильного типа как КТМ-1 и Е-825 или Т-200DF (прицепного типа), зарубежные уборочные комбайны такие как, Asa-Lift CM-1000 [7,8].

В технологическом процессе производства моркови перед уборкой урожая удаление ботвы является важной задачей. Этот процесс упрощает уборку корнеплодов, позволяет хорошему созреванию клубней, уменьшается перенос вирусных и грибных болезней. Причем чувствительность моркови к механическим повреждениям становится ниже, и потеря продукции при длительном хранении является незначительной.

Наиболее распространённым способом удаления ботвы является механический. При таком способе рабочие элементы машин непосредственно воздействуют на ботву – измельчают и разбрасывают ее по полю или собирают в бункер, далее выгружают в транспортные средства (рис.1). Этот способ широко применяют в таких развитых странах, как Польша, США, Канада, Нидерланды, Великобритания [6].

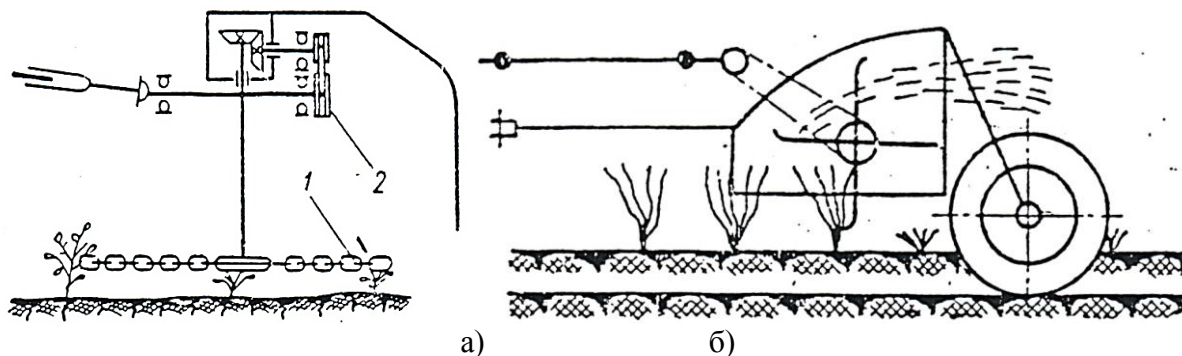


Рис. 3. Технологические схемы простейших дробителей:  
а – цепного; б – вертикально-бильного; 1 – рабочий орган; 2 – привод

Таблица 2

#### Основные характеристики ботводробителей, используемых в отечественной практике

Марка ботводробителей	Производительность га/ч	Ширина захвата, м	Масса, кг	Рабочая скорость, км/ч
МБУ-1.5	1.1-1.2	1.4	1350	5-7
МБУ-3.0	1.0-2.0	2.9	1400	6-8
БУНА-1500	1.5-1.7	1.5	800	6-9

При двухфазном способе, предварительно скашивают ботву моркови. Для этого используют роторные косилки типа КИР-1,5 (рис.3), а затем подкапывают, поднимают и очищают корнеплоды от прилипшей почвы дооборудованными копателями и комбайнами, которые предназначены для уборки лука (ЛКГ-1,4), картофеля (КСТ-1,4, ККУ-2А) или свеклы.[8,9].



Рис. 2.



Рис. 3.

Из анализа литературных источников следует, что морковь является ценнейшей сельскохозяйственной культурой. В данной статье выделились сорта, наиболее распространенные в условиях Среднего Поволжья, такие как Нантская, Несравненная, Бирючукская, Шантенэ. А также были рассмотрены технология посева, выращивания и уборки. На ряду со

всем были представлены несколько агрегатов для уборки и механического удаления ботвы. А также изучены несколько видов сеялок для посева данных сортов моркови.

Технология ручного посева, возделывания и уборки очень трудоемка, поэтому использование механизированных средств будет являться наиболее эффективным.

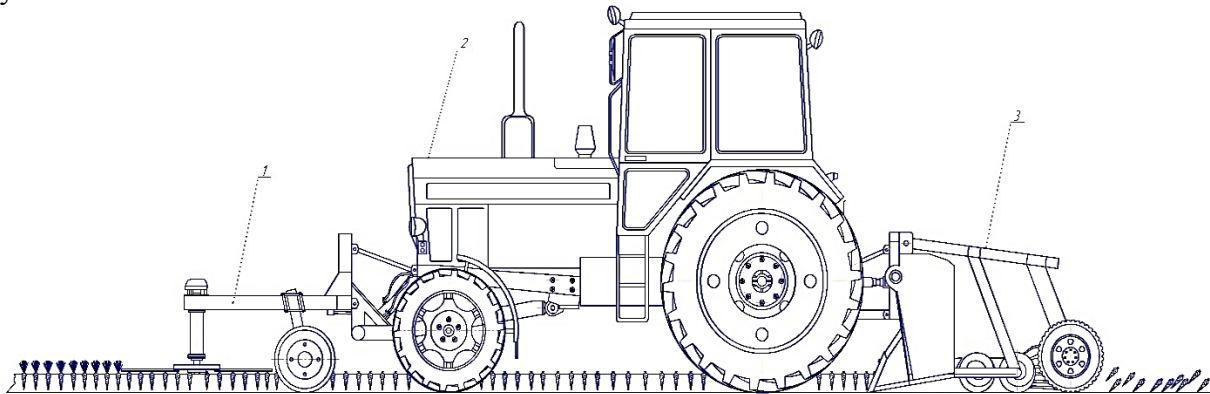
В основном рассмотренные ботводробители много преимуществ, но есть у них и недостатки:

- 1) невысокое качество измельчения стеблевой массы;
- 2) увеличенные нагрузки на дробильный аппарат;
- 3) высокая металлоемкость.

В результате данных недостатков ломаются молотки и нарушается динамическая уравновешенность дробителя.

Применение машин теребильного типа уменьшает производительность при уборке, вдобавок данная техника считается малопродуктивной и металлоемкой. Все существующие виды машин для уборки и удаления ботвы имеют недостатки как с точки зрения дороговизны и энергоемкости, так и с точки зрения плохого качества выполнения операции. Наиболее эффективной является система с полевыми машинами выкапывающего типа [10].

Поэтому предлагается совместное применение в одном агрегате трактора третьего класса с передним и задним навесным устройством, корнеуборочной машины, например, МТЗ-82 и ботвоизмельчителя БИР-4 конструктивная схема которого представлена на рисунке 5.



**Рис. 5. Агрегат для одновременного измельчения ботвы и уборки моркови:**

1 – ботвоизмельчитель, 2 – трактор, 3 – корнеуборочная машина

Агрегат для одновременного измельчения ботвы и уборки корнеплодов моркови на базе трактора третьего класса тяги является технологически и экономически выгодным решением для агрофирм, а особенно для мелких фермерских хозяйств, по предварительным расчетам позволит значительно снизить затраты труда по сравнению с зарубежными аналогами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. Т.1 / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т экономики сельского хозяйства (ВНИЭСХ). - М.: Агропромиздат, 1990. - 352 с.
2. Пивоваров, В.Ф. Овощи России. / Пивоваров В.Ф: АО «Российские семена», 1995. – 256 с.
3. Столовые корнеплоды: морковь, свекла, редис, брюква, сельдерей, пастернак. - Мн.: ООО «Харвест», 2002. - 64 с.
4. Литвинов, С.С. Овощеводство России: состояние и перспективы развития / С. С. Литвинов // Картофель и овощи. - 2006. - №2. - с. 2 - 4.
5. Тараканов, Г.И. Овощеводство. / Г.И. Тараканов, В.Д. Мухин, К.А. Шуин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 2002. - 472 с.

6. Калимуллин, М.Н. Теоретическое обоснование режима измельчения ботвы корнеклубнеплодов гибким рабочим элементом /М.Н. Калимуллин, Р.К. Абдрахманов, С.М. Архипов. – М.: Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2009. - №1. – с. 10-16.

7. Электронный ресурс// Производственная компания сельскохозяйственной техники. [web-сайт] обновлен 11.02.2009 <http://www.asa-lift.com>

8. Исмагилов Д.М. Анализ существующих Российских и зарубежных ботвоизмельчителей и их классификация. Д.М. Исмагилов, Р.К. Абдрахманов М.Н. Калимуллин //Продовольственная самодостаточность региона в условиях импорт замещения: вопросы теории и практики. Сборник научных статей. Выпуск 10. – Казань: изд-во «Бриг», 2016. –348 с.

9. Калимуллин, М.Н. Разработка и обоснование параметров ротационного ботвоизмельчителя корнеклубнеплодов /М.Н. Калимуллин, Р.К. Абдрахманов, Р.М. Сафин // Перспективы развития агропромышленного комплекса России: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. - С. 57-63.

10. Критерий определения диаметра гибкого рабочего элемента ротационного ботвоизмельчителя . М.Н.Калимуллин, Р.К. Абдрахманов, В.В.Белов, Д.М.Исмагилов//32 выпуск Известия Международной академии аграрного образования,2017.-С.9-13.

**УДК 631.82**

**ГРНТИ 66.33.29**

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОСЕВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Канаев М.А., канд. техн. наук,**

**Самарская государственная сельскохозяйственная академия, г. Самара**

**Аннотация.** В статье приводятся результаты исследований по дифференцированному внесению минеральных удобрений при посеве, в зависимости от глубины гумусового горизонта почвы. В результате было выявлено, что применение дифференцированного внесения удобрений при возделывании яровой пшеницы позволяет создавать наиболее благоприятные условия для роста и развития растений и рационального использовать дорогостоящие минеральные удобрения.

**Ключевые слова:** внесение удобрений, гумус, карта, плодородие, урожайность.

На сегодняшний день в мире остро встала проблема мониторинга и сохранения плодородия почв сельскохозяйственного назначения. В РФ был принят пакет законов, касающихся регулирования обеспечения плодородия земельного сельскохозяйственного назначения.

Плодородие почвы – способность почвы удовлетворять потребности растений в питательных веществах, влаге, воздухе, биотической и физико-химической среде. От плодородия почвы напрямую зависит урожайность сельскохозяйственных культур. Повысить плодородие почвы возможно внесением минеральных и органических удобрений, посевом сидератов. Наиболее удобный способ управления плодородием почвы - внесение минеральных удобрений. В свою очередь, минеральные удобрения в переизбытке пагубно влияют на экосистему почв. Вследствие этого, необходимо либо снижать дозы удобрений, что отрицательно скажется на урожайности, либо внедрять технологии дифференцированного внесения удобрений, так как они позволяют снизить затраты на производство продукции растениеводства и уменьшить влияние на окружающую среду.



Известны технологии дифференцированного внесения азотистых удобрений в зависимости от содержания хлорофилла в лиственной части растений (N-sensor). Данная технология предусматривает наличие оптического датчика, системы GPS и исполнительного механизма дозирующего устройства. К сожалению, в российских условиях применения данной технологии затруднительно, в связи с возделываемыми районированными сортами сельскохозяйственных культур, в частности, в Поволжье в зоне рискованного земледелия не редко бывают засушливые периоды, которые сводят эффективность использованной N-sensor до минимума, так как изменение окраски листовой части растений обусловлено не из-за недостатка легкогидролизуемого азота, а из-за недостатка влаги.

В Самарской ГСХА на протяжении нескольких лет изучались связи между основными физико – механическими свойствами почвы и разрабатывались устройства для их измерения [1,3,4]. На основе этих данных было получено уравнение регрессии, отражающее связь между твёрдостью почвы и глубины гумусового горизонта для опытного поля. Оно имеет вид:

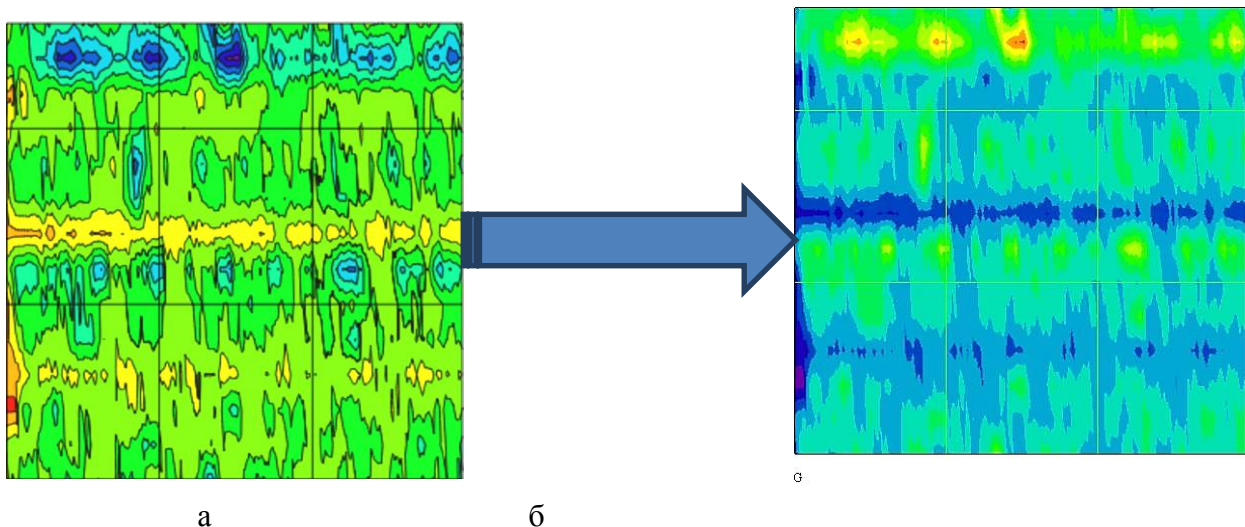
$$G = f(P) = 1,437 - 0,562 \cdot Y,$$

где  $Y$  – твёрдость почвы.

Также было проведено агрохимическое обследование участков с разной глубиной гумусового слоя, для выявления наличия возможных связей между глубиной гумусового слоя, содержащегося в почве, легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия и урожайностью яровой пшеницы.

На базе СГСХА был заложен опыт по внедрению технологии управлением плодородия почвы за счёт внесения смеси комплексных минеральных удобрений в зависимости от мощности гумусового горизонта на каждом участке поля. Был выбран участок поля площадью 1 гектар, на этом участке были выполнены 33 прохода твердомером разработанным в СГСХА.

Полученные данные обрабатывались на ПК и преобразовывались в матрицу, а на основе её строили карту линий равного уровня твёрдости.



**Рис. 2. – Твердограмма (а) и преобразованная гумусовая картограмма (б)**

После преобразования твердограммы (рис.2 поз. а) уравнением 1 получили гумусовую картограмму (рис.2 поз. б).

На основе этой картограммы были выбраны участки с глубиной гумусового слоя 30, 50 и 70 см. Затем рассчитывали дозы удобрений по среднегодовому влагообеспечению.

Отобраны почвенные пробы из горизонта 0 – 30 см на содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия.

Схема опыта включала 5 вариантов:

1. Мощность гумусового горизонта 30-50 см без применения удобрений (контроль);
  2. Мощность гумусового горизонта 30-50 см с внесением N<sub>51</sub> P<sub>35</sub>;
  3. Мощность гумусового горизонта 51-70 см без применения удобрения (контроль);
  4. Мощность гумусового горизонта 51-70 см с внесением N<sub>42</sub> P<sub>30</sub>;
  5. Мощность гумусового горизонта 30-70 – N<sub>47</sub> P<sub>33</sub> без определения твердости почвы.
- Результаты по урожайности представлены в таблице:

Таблица 1

## Урожайность зерна яровой пшеницы

№ вариантов	Глубина гумусового горизонта, см	Варианты опытов	Урожайность, т/га	Прибавка урожая		
				в % контролю	т/га	на 1 кг д.в. удобрений, кг
1	30 – 50	без удобрений (контроль)	1,74	100	-	-
2	30 – 50	N <sub>51</sub> P <sub>35</sub>	2,71	156	0,97	11
3	51 – 70	без удобрений (контроль)	1,92	100	-	-
4	51 – 70	N <sub>42</sub> P <sub>30</sub>	2,85	148	0,93	13
5	30 – 70	N <sub>47</sub> P <sub>33</sub>	2,25	123	0,42	5

Несмотря на разные дозы внесения минеральных удобрений урожайность при дифференцированном внесении была близкой – 2,71 т/га и 2,85 т/га. Разница в урожайности находится в пределах ошибки опыта.

При дозе N<sub>51</sub>P<sub>35</sub>, т.е. на делянках с мощностью гумусового горизонта 30 - 50 см получено 2,71 т зерна с 1га, а в контроле – 1,74 т/га. Прибавка урожая от внесения удобрений составила 56% или 0,97 т зерна с 1 гектара и является достоверной. Оплата 1 кг действующего вещества удобрений прибавкой урожая равна 11 кг зерна.

На делянках с более мощным гумусовым горизонтом на удобренном фоне (N<sub>42</sub>P<sub>30</sub>) урожай зерна составил 2,85 т/га и превышал контроль (без удобрений) на 48%. За счёт удобрений получено дополнительно 0,93 т/га зерна. Оплата 1 кг питательных веществ равна 13 кг зерна.

Самый низкий урожай зерна был получен при внесении усредненной (хозяйственной) дозы (N<sub>47</sub> P<sub>33</sub>) на делянках с мощностью гумусового горизонта от 30 до 70 см. Здесь собрано с каждого гектара 2,25 т зерна. Прибавка урожая по сравнению с усреднённым контролем (1,83 т/га) составила 23%.

Таблица 2

## Экономическая эффективность применения минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы

Показатели	Варианты опыта		
	2	4	5
	N <sub>51</sub> P <sub>35</sub>	N <sub>42</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>47</sub> P <sub>33</sub>
Прибавка урожая от внесения удобрений, т/га	0,97	0,93	0,42
Цена реализации зерна, руб/т	4500	4500	4500
Стоимость прибавки урожая, руб/га	4365,0	4185,0	1890,0
Стоимость удобрений, руб/га	1726,0	1445,0	1604,5
Дополнительный доход, руб/га	2639,0	2740,0	285,5
Рентабельность, %	152,9	189,6	17,8

Таким образом, применение дифференцированного внесения удобрений при возделывании яровой пшеницы позволяет создавать наиболее благоприятные условия для роста и развития растений и рационального использовать дорогостоящие минеральные удобрения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канаев, М.А. Описание конструкции и принцип работы дискового твердомера / М. А. Канаев // Известия Самарской ГСХА. – Самара, 2008. – Вып. 3. – С. 5-8.

2. Канарев, Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия / Ф.М. Канарев. – М.: Машиностроение, 1983. - 141 с.

3. Милюткин, В. А. Система механизации мониторинга и управления плодородием почвы в режиме ON-Line / В. А. Милюткин, М. А. Канаев, М. А. Кузнецов // Известия Самарской ГСХА. – Самара, 2013. – Вып. 3. – С. 34-39.

4. Милюткин, В. А. Разработка машин для подпочвенного внесения удобрений на основании агробиологических характеристик растений / В. А. Милюткин, М. А. Канаев, А.В. Милюткин // Известия Самарской ГСХА. – Самара, 2012. – Вып. 3. – С. 9-13.

**УДК 631.374**

**ГРНТИ 55.57.41**

### **ОБОРУДОВАНИЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЕ ДЛЯ ПОДЪЕМА И РАЗГРУЗКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Карпович Д.А., студент**

**Научный руководитель – Бабоченко Н.В., канд.техн.наук, доцент  
Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград**

**Аннотация.** В статье предлагается для механизации работ подъема и разгрузки сыпучих грузов использование, в качестве подъемно-разгрузочного оборудования, подъемно-разгрузочный стол, при этом рассматривается его конструкция и функциональные возможности.

**Ключевые слова:** подъемно-разгрузочное оборудование, подъемно-разгрузочный стол, привод, основание, шарнирно-рычажный механизм, грузовая платформа, силовые гидроцилиндры.

Практикой доказано, что область применения подъемно-разгрузочного оборудования довольно широка, и в частности в сельском хозяйстве. В настоящее время, для сельскохозяйственного производства используется стационарное или мобильное подъемно-разгрузочное оборудование, которое выполняет определенные функции. Возникла необходимость в создании подъемно-разгрузочного оборудования для подъема и разгрузки сыпучих грузов. Имеется ряд разработок [1,2] подъемно-разгрузочного оборудования сельскохозяйственного назначения, которые послужили толчком к конструкторской разработке подъемно-разгрузочного оборудования для подъема и разгрузки сыпучих грузов в частности, подъемно-разгрузочного стола [3,4]. Базируясь на известные разработки [1,2,3,4] была поставлена цель исследования – создать конструктивную разработку подъемно-разгрузочного стола с широкими функциональными возможностями. Исходя из поставленной цели, определили задачи исследования: 1) выявить возможности улучшения конструктивных характеристик известных разработок; 2) обосновать полученные конструктивные решения; 3) обработать полученные результаты и сделать выводы.

Исследуя функциональные возможности известных разработок [1,2] определили, что если усовершенствовать конструкцию грузоподъемного стола получим подъемно-разгрузочный стол, представленный на рисунке 1 известной разработки [3,4] с расширенными функциональными возможностями.

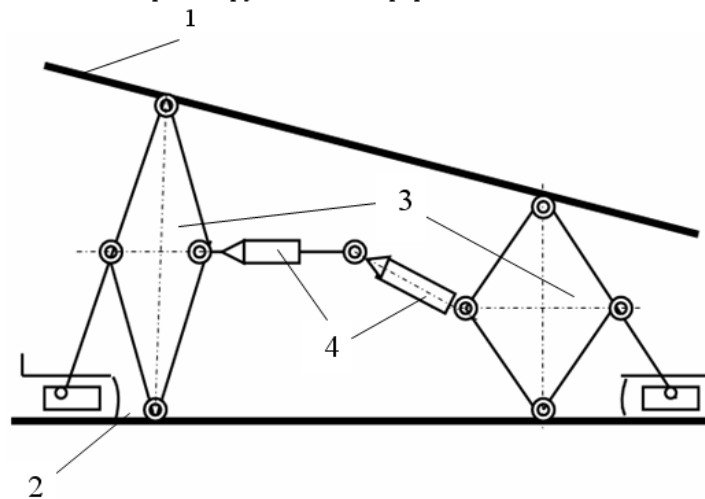


Рис. 1. Подъемно-разгрузочный стол

Представленный на рисунке 1 подъемно-разгрузочный стол конструктивно состоит из основания (1), грузовой платформы (2), шарнирно-рычажного механизма (3) и раздвижного привода (4) в виде двух силовых гидроцилиндров. Использование подъемно-разгрузочного стола данной конструкторской разработки на производстве обеспечит повышение производительности труда за счет синхронного и устойчивого подъема грузовой платформы над основанием при любой высоте подъема, а также возможность опускания одной стороны грузовой платформы.

Внеся конструктивные изменения в известную разработку [4] получили подъемно-разгрузочный стол для подъема и разгрузки сыпучих грузов, представленный на рисунке 2 [5].

Суть конструкторской разработки заключается в создании такой конструкции, которая обеспечивала бы расширенные функциональные возможности подъемно-разгрузочного стола.

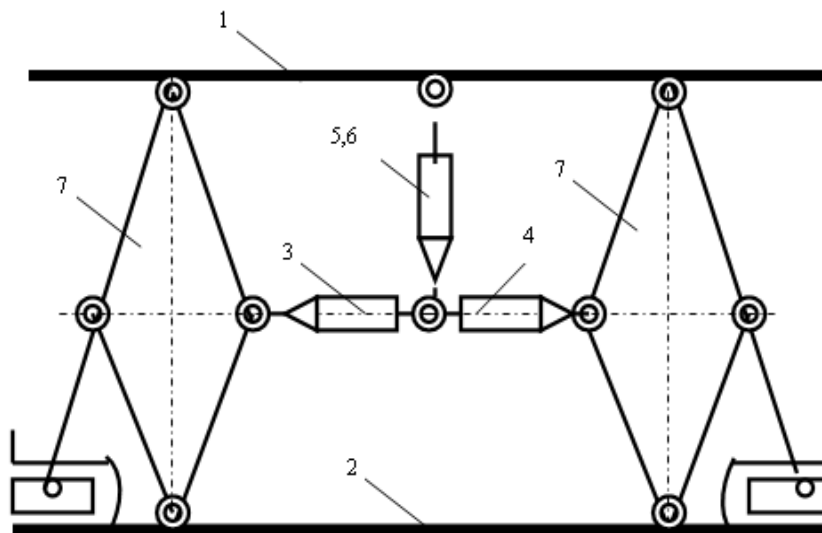


Рис. 2. Подъемно-разгрузочный стол

Подъемно-разгрузочный стол содержит грузую платформу (1), основание (2), раздвижной привод в виде четырех силовых гидроцилиндров (3), (4) и (5), (6), шарнирно-рычажный механизм (7). Шарнирно-рычажный механизм содержит рычаги с короткими и длин-

ными плечами. При этом верхние концы рычагов с длинными плечами и верхние концы одних из рычагов с короткими плечами посредством шарниров кулисного типа смонтированы на грузовой платформе, а раздвижной привод выполнен в виде четырех силовых гидроцилиндров, шарнирно скрепленных друг с другом с возможностью работы каждого силового гидроцилиндра как самостоятельное звено. Два силовых гидроцилиндра связаны с шарнирно-рычажным механизмом обеспечивая при этом синхронный и устойчивый подъем грузовой платформы над основанием на любую высоту подъема, а также возможность опускания одной стороны грузовой платформы. Два последующих силовых гидроцилиндра связаны шарнирами кулисного типа с грузовой платформой, тем самым, обеспечивая возможность опускания одной стороны грузовой платформы в другой плоскости.

Подъемно-разгрузочный стол работает в нескольких положениях, возможен равномерный подъем и опускание сыпучих грузов, а также возможно изменение угла наклона грузовой платформы в разных плоскостях.

Технический результат, который достигается использованием погрузочно-разгрузочного стола - повышение маневренности конструкции и уменьшение материалоемкости. Конструктивное решение представленного погрузочно-разгрузочного стола указывает на его обширные функциональные возможности.

Для определения конструктивных размеров, составляющих подъемно-разгрузочный стол, а именно размеров грузовой платформы, основания, раздвижного привода, силовых гидроцилиндров, шарнирно-рычажного механизма была разработана программа для ЭВМ, использование которой позволяет получить необходимые характеристики для расчетов.

Уже сейчас проведенный сравнительный конструктивный анализ с другими разработками подъемно-разгрузочного оборудования показал, что данное конструктивное решение имеет большие функциональные возможности.

Использование подъемно-разгрузочного стола на производстве обеспечит повышение производительности труда за счет синхронного и устойчивого подъема грузовой платформы над основанием при любой высоте подъема, а также возможность наклона сторон грузовой платформы на различный, установленный оператором угол и в различных плоскостях. Тем самым представленная совокупность конструктивных решений обеспечивает повышение рабочей скорости подъема – опускания перемещаемых грузов и производительность подъемно-разгрузочного стола.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. RU, патент №2342312. Грузоподъемный стол / А.М. Салдаев, Н.В. Кривельская и др. – Заявка №2007117965; Оpubл. 27.12.2008.
2. RU, патент на полезную модель № 107141. Грузоподъемный стол / К.И. Кольшкин, А.С. Смирнов, А.Н. Усов, П.И. Храпко, А.С. Чичигин. Оpubл. 10.07.2011.
3. Бабоченко, Н.В. Новая конструкция подъемно-разгрузочного стола сельскохозяйственного назначения [Текст] / Н.В. Бабоченко // Агротехника и энергообеспечение. - 2014. - №3. – С.16 – 19.
4. RU, патент на полезную модель № 145959. Подъемно-разгрузочный стол / Н.В. Бабоченко, А.С. Бабоченко. Оpubл. -27.09.2014.
5. RU, патент на полезную модель № 154416. Подъемно-разгрузочный стол / Н.В. Бабоченко, А.С. Бабоченко.- Оpubл. 29.07.2015.

УДК 669.2  
ГРНТИ 53.49.17

## АНАЛИЗ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ТИТАНА И ЕГО СПЛАВОВ

Козырева А.И., студент

Научный руководитель – Яковлев С.А., канд.техн.наук, доцент,  
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, г.  
Ульяновск

**Аннотация.** В статье анализируются вопросы обрабатываемости титана и его сплавов, выявлены основные факторы их упрочняемости, предложено для упрочнения использовать процессы электромеханической обработки.

**Ключевые слова:** титан, титановый сплав, обрабатываемость, упрочнение, электромеханическая обработка, поверхность.

Легкий и твердый титан, обладающий коррозионной стойкостью и пластичностью, широко применяется в различных областях промышленности, как в чистом виде, так и в виде добавок в легированных сталях и различных сплавах специального назначения. Многие из этих свойств делают титан таким привлекательным материалом для изготовления деталей.

Принято считать, что титан с трудом поддается эффективной механической обработке. Но это не типично для современных инструментов и методов обработки. Трудности возникают от того, что механическая обработка титана — новая область, и в ней не накоплено достаточно опыта.

Изготовление деталей из титана приобрело широкое распространение на рынке не так давно. Недостаток опыта в использовании данного материала часто приводит к тому, что механическая обработка проводится без учета специфических особенностей титана и его сплавов, оказывающих значительное влияние на методику обработки [1].

В связи со значительной прочностью титана его обработка всегда сопряжена с возникновением высоких сил резания и сильной вибрацией, снижающей срок эксплуатации режущего инструмента. Из-за значительных усилий, прилагаемых для механообработки, область резания перегревается и требует дополнительного охлаждения. Наибольшее влияние на температуру во время производства работ влияет скорость резания, а вот влияние усилия подачи и глубины резания оценивается как незначительное.

Высокий показатель вязкости титана и его сплавов приводит к тому, что при обработке металл может налипать на режущую кромку, в результате чего образуются наросты и другие дефекты поверхности заготовки, сила трения вырастает в несколько раз, а геометрия детали может значительно измениться. Для исправления конфигурации заготовки требуется дополнительная металлообработка, в ходе которой титан дополнительно перегревается, а станок и особенно режущие инструменты подвергаются значительной нагрузке.

Из-за низкой теплопроводности при обработке титана и его сплавов также необходимо использовать режущие инструменты с высокой красностойкостью, способные выдерживать экстремально высокие температуры.

К характерным особенностям изделий из титана также относится их способность окисляться под воздействием высокой температуры, возникающей во время обработки. Из-за окисления деталь может изменить свои эксплуатационные характеристики, а титановая стружка – перестать быть пригодной для дальнейшей переплавки и использования.

Главной причиной быстрого износа оборудования является возникающие при обработке титана вибрации, что связано со сложностью конфигурации деталей из титана и сплавов, затрудняющей надежное крепление заготовки в станке, и необходимостью создания пазов и выемок, в процессе вырезания которых детали сообщается дополнительная вибрация.

Для снижения вибраций необходимо максимально повышать надежность фиксации детали в станке. Одним из лучших способов на данный момент считается многоступенчатое крепление, позволяющее надежно зафиксировать даже заготовки сложной криволинейной формы. Многоступенчатое крепление позволяет располагать детали на минимальном расстоянии от шпинделя, что дополнительно снижает вибрацию.

Для повышения долговечности изделий из титана и его сплавов широко используют способы поверхностной пластической деформации, например, нагартовки, и термическое упрочнение. При этом сам титан и ряд его сплавов, такие как ВТ5 (ВТ5Л), ВТ5-1, ПТ-7М, ОТ4-0, ВТ18 (ВТ18У), относятся к термически не упрочняемым. Однако сплавы ВТ6, ВТ14, ВТ16, ВТ3-1, ВТ22 относятся к высокопрочным термически упрочняемым титановым ( $\alpha + \beta$ ) сплавам мартенситного типа.

Анализ показал [2-10], что одной из эффективных технологий упрочнения деталей машин является электромеханическая обработка. При электромеханической обработке (ЭМО) действуют одновременно два фактора, позволяющих увеличить прочность поверхностных слоев изделий - горячее пластическое деформирование и термическое воздействие. Все это обеспечивает интенсификацию процессов поверхностного упрочнения деталей из титановых сплавов и, следовательно, повышает их служебные характеристики.

Предварительные исследования электромеханической обработки сплава ВТ22 показали, что поверхность упрочненных образцов увеличивается на 10...20 единиц НРС<sub>э</sub>.

Таким образом, анализ способов обработки титана и его сплавов показал наличие специфических особенностей технологического воздействия при механической обработке, что обязательно необходимо учитывать при изготовлении и ремонте изделий деталей машин. Для повышения служебных характеристик изделий следует применять упрочняющие технологии, например, электромеханическую обработку. Однако вопросы влияния процессов ЭМО на механические и эксплуатационные свойства на сегодняшний день являются малоизученными, что требует дальнейших научных исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колачев, Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов.- Учебник для вузов. М.: «МИСИС», 1999. – 416 с.
2. Яковлев, С. А. Результаты исследований износостойкости деталей после антифрикционной электромеханической обработки / С. А. Яковлев // Вестник УГСХА. – Ульяновск: УГСХА, 2011. – № 3. – С. 116–120.
3. Яковлев, С. А. Влияние электрофизических параметров электромеханической обработки на ее технологические особенности/ С. А. Яковлев, Н. П. Каняев // Вестник УГСХА. – Ульяновск: УГСХА, 2012. – № 3. – С. 130–134.
4. Яковлев, С. А. Электромеханическая обработка на токарно-винторезных станках / С. А. Яковлев, В. И. Жиганов // СТИН. – 2000. – № 6. – С. 11–16.
5. Яковлев, С. А. Влияние режимов электромеханической обработки на структуру и свойства поверхности стальных деталей / С. А. Яковлев, Н. П. Каняев // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2013. – № 8. – С. 44–49.
6. Яковлев, С.А. Обоснование параметров электромеханической обработки деталей машин на металлорежущих станках / С. А. Яковлев // СТИН. – 2014. – № 2. – С. 37–42.
7. Яковлев, С. А. Теоретические предпосылки повышения коррозионной стойкости деталей машин электромеханической обработкой / С. А. Яковлев, С. Р. Луночкина // Вестник УГСХА. – Ульяновск: УГСХА, 2006. – № 1. – С. 70–73.
8. Яковлев, С. А. Влияние электрофизических параметров на электромеханическую обработку деталей машин: монография / С. А. Яковлев. – Ульяновск: УВАУ ГА (И), 2014.- 129 с.

9. Пат. 158551. Российская федерация, МПК В 24 В 39/00 (2006.01). Державка для точечной электромеханической обработки деталей / С. А. Яковлев, К. Г. Львов, С. К. Львов, М. С. Яковлева; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА имени П.А. Столыпина. – № 2014152559/02; заявл. 24.12.2014; опубл. 10.01.2016. – Бюл. № 1. – 3 с.

10. Яковлев С.А. Восстановление износа боковых поверхностей шлицев валов и втулок применением технологии электромеханической обработки / С.А. Яковлев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика». – Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2016. – Ч. II. С. 223-227.

11. Яковлев С.А. Управление качеством электромеханической обработки деталей машин/ С. А. Яковлев, Н. П. Каняев //Иновационные технологии в метрологии, стандартизации и управлении качеством: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.- М.: ФГБОУ ВПО МГУА, 2012. с. 111-113.

**УДК 631.3.07**  
**ГРНТИ 68.85**

## **КОМПЛЕКТОВАНИЕ ТЯГОВЫХ ОДНОМАШИННЫХ АГРЕГАТОВ**

**Котович Д.Н., студент**

**Научный руководитель – Припоров Е.В. канд. техн. наук, доцент,  
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,  
г. Краснодар**

**Аннотация.** Разработана методика комплектования одномашинного тягового агрегата на основании данных, содержащихся в технической характеристике трактора. По предлагаемой методике определяется рабочая скорость движения агрегата.

**Ключевые слова:** интервал, скорость движения, передача трактора, передаточное число, трансмиссия, допустимое буксование, величина буксования.

Известно, что важный фактор пополнения плодородия почвы – своевременное и качественное внесение минеральных удобрений. Авторами разработана конструкция однодискового центробежного аппарата с подачей материала вдоль лопаток [1,2,3,4]. Для подготовки почвы к посеву по ресурсосберегающей технологии используют дисковые агрегаты [5,6]. Качественно прямой посев проводят анкерные сеялки [7]. Урожайность зерновых зависит не только от качества посева, но и технологии послеуборочной обработки [8,9]. На основе выполненных исследований воздушной системы проведено усовершенствование процесса разделения семян [8,9,10,11]. Обоснована целесообразность включения фотосепараторов в состав универсальной семяочистительной машины и разработана классификация оптических фотосепараторов [12,13,14].

На рынке сельскохозяйственных машин представлено большое многообразие машин, имеющих одинаковое назначение. Большая часть их имеет полунавесной или навесной способ агрегатирования с трактором. Этот способ агрегатирования позволяет существенно снизить затраты времени на холостые повороты и переезды вследствие высокой маневренности агрегата.

Как известно, при выборе марки трактора, в составе агрегата, необходимо исходить из того, что его мощность должна обеспечивать высокую производительность при минимальных эксплуатационных затратах объема выполненной работы.

В данных технической характеристики тракторов отсутствуют значения величины номинальной силы тяги на крюке и значения передаточного числа трансмиссии по передачам на разных агрофонах.



Основные паспортные данные, которые представлены технической характеристики – эксплуатационные показатели работы двигателя и ходовой части. Используя эти данные, не представляется возможным определить энергосберегающий режим работы трактора и оценить показатели работы агрегата с выбранной машиной по известной методике.

На первом этапе устанавливается диапазон ресурсосберегающей мощности двигателя в зависимости от класса длины гона [15]. В принятом ресурсосберегающем диапазоне мощности выбирается марка трактора, которая выпускается в настоящий момент и обеспечивает режим ресурсосбережения при выполнении работы.

На втором этапе по справочникам выбирается допустимая скорость движения  $v_{ao}$ , для которой качество работы будет соответствовать агротехническим требованиям.

По принятому значению скорости определяется передаточное число трансмиссии для передачи [15]

$$i_v \geq \frac{22,6 \cdot r_k \cdot n_n}{v_{ao}}, \quad (1)$$

где  $r_k$  – динамический радиус качения ведущего колеса, м;  
 $n_n$  – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя,  $c^{-1}$ .

Из условия оптимальной загрузки двигателя трактора передаточное число трансмиссии не должно превышать значения, определяемого по формуле

$$i_{TR} \geq \frac{(R_a + \eta_{opt} \cdot f \cdot G_3) \cdot r_k \cdot n_n}{0,159 \cdot N_{en} \cdot \eta_{mg} \cdot \eta_{opt}}, \quad (2)$$

где  $\eta_{opt}$  – оптимальная загрузка двигателя, 0,9 [15]  
 $f$  – коэффициент сопротивления перекачивания;  
 $N_{en}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;  
 $R_a$  – тяговое сопротивление агрегата, кН;  
 $G_3$  – эксплуатационный вес трактора, кН.

Тяговое сопротивление агрегата определяется по формуле [15]

$$R_a = v \cdot (k_1 + k_2),$$

где  $v$  – ширина захвата машины, м;  
 $k_1, k_2$  – удельное тяговое сопротивление приходящееся на метр ширины захвата рабочих органов машины, кН/м.

Из условия достаточного сцепления ведущего аппарата трактора с почвой передаточное число трансмиссии на передачи не должно превышать

$$i_{TF} \leq \frac{\mu \cdot G_3 \cdot \lambda \cdot r_k \cdot n_n}{0,159 \cdot N_{en} \cdot \eta_{mg}}, \quad (3)$$

где  $\mu$  – коэффициент сцепления ведущего аппарата трактора с почвой;  
 $\lambda$  – коэффициент распределения веса трактора на ведущие колеса или гусеницу, для колесного трактора 4К4 и гусеничного  $\lambda = 1$ , для колесного трактора 4К2  $\lambda = 0,67$  [15];  
 $r_k$  – динамический радиус качения ведущего колеса или звездочки, м;  
 $n_n$  – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя,  $c^{-1}$ ;  
 $\eta_{mg}$  – механический КПД трансмиссии 0,88–0,91 [15];  
 $G$  – сцепной вес трактора, кН [15].

Передаточное число трансмиссии для передачи, на которой обеспечивается энергосберегающий режим работы, выбирается большим из двух значений – по скорости движения  $i_{v0}$  и по загрузки двигателя  $i_{TR}$ , но не превышающим значение которое определено из условия достаточного сцепления ходового аппарата трактора с почвой  $i_{TF}$ .

Для выбранного значения передаточного числа трансмиссии  $i_T$  определяется касательная силы тяги трактора по формуле [15]

$$P_k = \frac{0,159 \cdot N_{ен} \cdot i_T \cdot \eta_{тр}}{r_k \cdot n_H} . \quad (4)$$

Из уравнения тягового баланса трактора сила тяги на крюке определяется по формуле [15]

$$P_{кр} = P_k - P_f - P_\alpha,$$

где  $P_f$  – сила сопротивления на перекачивание трактора, кН;  
 $P_\alpha$  – сила сопротивления на преодоления подъема, кН.

Сила сопротивления на перекачивание и на преодоление подъема определяется по формуле [15]

$$P_f = G_3 f , \quad (5)$$

$$P_\alpha = G_3 \cdot \frac{i}{100} ,$$

где  $i$  – величина уклона, проц.

Расчетное значение коэффициента использования эксплуатационного веса определяется по формуле [15]

$$\varphi_{кр} = \frac{P_{кр}}{G} . \quad (6)$$

Допустимое значение коэффициента использования эксплуатационного веса, при допустимой величине буксования составляет [15]

$$\phi_{крд} = \frac{v \cdot \delta_0}{a + \delta_0} , \quad (7)$$

где  $a$ ,  $v$  – эмпирические коэффициенты, величина которых зависит от типа ходовой части и агрофона [15];

$\delta_0$  – допустимая величина буксования, для колесных тракторов 4К2  $\delta_0 = 0,18$ , колесного трактора типа 4К4  $\delta_0 = 0,15$ , гусеничного трактора  $\delta_0 = 0,05$  [15].

Проверяется соотношение расчетной и допустимой величины коэффициента использования эксплуатационного веса трактора [15]

$$\varphi_{кр} \leq \varphi_{крд} . \quad (8)$$

Если условие выполняется, то движение происходит при достаточном сцеплении ходового аппарата трактора с почвой, а величина буксования определяется по эмпирической формуле [15]

$$\delta = \frac{a \varphi_{кр}}{v - \varphi_{кр}} , \quad (9)$$

где  $a$ ,  $v$  – эмпирические коэффициенты для различного агрофона и типа ходовой части [15].

Если условие (8) не выполняется, то необходимо увеличить сцепные свойства трактора за счет увеличения эксплуатационного веса. Этот способ повышения сцепных свойств трактора обладает меньшей трудоемкостью и высокой эффективностью.

Теоретическая скорость движения определяется по формуле [15]

$$v_T = \frac{22,6 r_k n_H}{i_T} . \quad (10)$$

Рабочая скорость движения определяется по формуле [15]

$$v_p = v_T (1 - \delta) . \quad (11)$$

Предлагается методика определения энергосберегающего режима работы трактора в составе тягового агрегата. Энергосберегающий режим работы трактора достигается определением передаточного числа трансмиссии на передачи, для которой величина буксования не превышает допустимого значения по агротребованиям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Припоров, Е.В. Центробежный аппарат с подачей материала вдоль лопаток / Е.В. Припоров, С.Н. Картохин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1499-1511.
2. Патент на изобретение RUS 2177216 Устройство для поверхностного рассева минеральных удобрений и других сыпучих материалов. Якимов Ю.И., Иванов В.П., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. заяв. 14.03.2000
3. Патент на изобретение RUS 2177217 Центробежный рабочий орган для рассева сыпучего материала. Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Иванов В.П., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. заяв. 14.03.2000
4. Патент на изобретение RUS 2197807 Центробежный разбрасыватель сыпучих материалов. Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. заяв. 20.04.2001.
5. Припоров, Е.В. Анализ дисковых орудий с четырехрядным расположением сферических дисков / Е.В. Припоров, В.Ю. Юдт // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 118. С. 1413-1427.
6. Припоров, Е.В. Анализ дисковых агрегатов для поверхностной обработки почвы / Е.В. Припоров, // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 81-84.
7. Припоров, Е.В. Анкерные сошники сеялок прямого посева / Е.В. Припоров // Электронный научный журнал. 2016. № 7 (10). С. 97-101.
8. Припоров, И.Е. Параметры усовершенствованного процесса разделения компонентов вороха семян крупноплодного подсолнечника в воздушно-решетных зерноочистительных машинах. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / И.Е. Припоров. - Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2012.
9. Шафоростов В.Д., Припоров И. Е. Технология послеуборочной обработки семян сои с использованием машин отечественного производства //Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 4 (12). С. 119-122.
10. Шафоростов В.Д., Припоров И. Е. Моделирование процесса сепарирования семян подсолнечника в вертикальном пневмоканале ветро-решетных зерноочистительных машин // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. № 1 (146-147). С. 113-118.
11. Шафоростов В.Д., Припоров И. Е. Исследование воздушной системы зерноочистительной машины МВУ-1500 // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2008. № 2 (139). С. 82-83.
12. Припоров, И. Е., Садыкова М.А. Усовершенствование работы фотоэлектронного сепаратора при разделении семян подсолнечника // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1486-1498.
13. Припоров, И.Е. Обоснование применения оптического фотоэлектронного сепаратора в составе универсального семяочистительного комплекса // В сборнике: Конкурентная способность отечественных гибридов, сортов и технологии возделывания масличных культур Сборник материалов 8-й международной конференции молодых учёных и специалистов. 2015. С. 138-141.
14. Припоров И.Е., Шафоростов В.Д. Классификация оптических фотосепараторов для сортирования семян подсолнечника // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 1. С. 68-70.
15. Зангиев, А.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев, А.В. Шпилько, А.Г. Левшин – М.: КолосС, 2007. – 320 с.

УДК 631.35:633.15(571.61)  
ГРНТИ 55.57.37; 68.35.29

## ОСОБЕННОСТИ УБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Кувшинов А.А., аспирант, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,  
мл.науч.сотр., ФГБНУ ДальНИИМЭСХ, г. Благовещенск;  
Научный руководитель – Бумбар И.В., д-р техн.наук, профессор,

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

**Аннотация.** В работе приводятся показатели производства кукурузы на зерно в Амурской области. Представлены технические средства для уборки кукурузы. Показан график изменения температурного режима. Приводятся результаты исследования обмолачиваемости початков кукурузы.

**Ключевые слова:** уборка, кукуруза на зерно, температурный режим

В связи с развитием животноводства в Амурской области растёт производство зерна кукурузы, которая является ценной кормовой культурой.

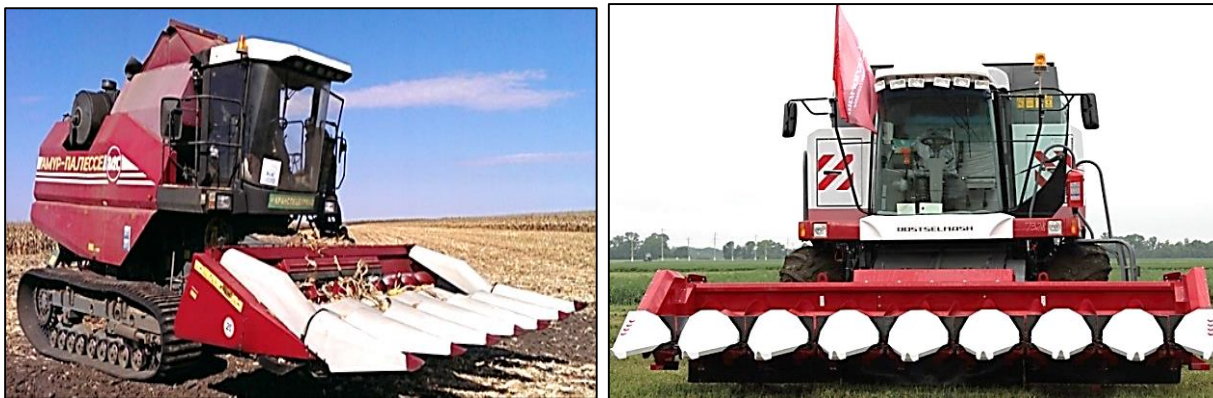
Производство кукурузы на зерно достигло в 2016 году более 80 тыс. тонн [1].

**Таблица 1**

### Показатели производства кукурузы на зерно по районам Амурской области

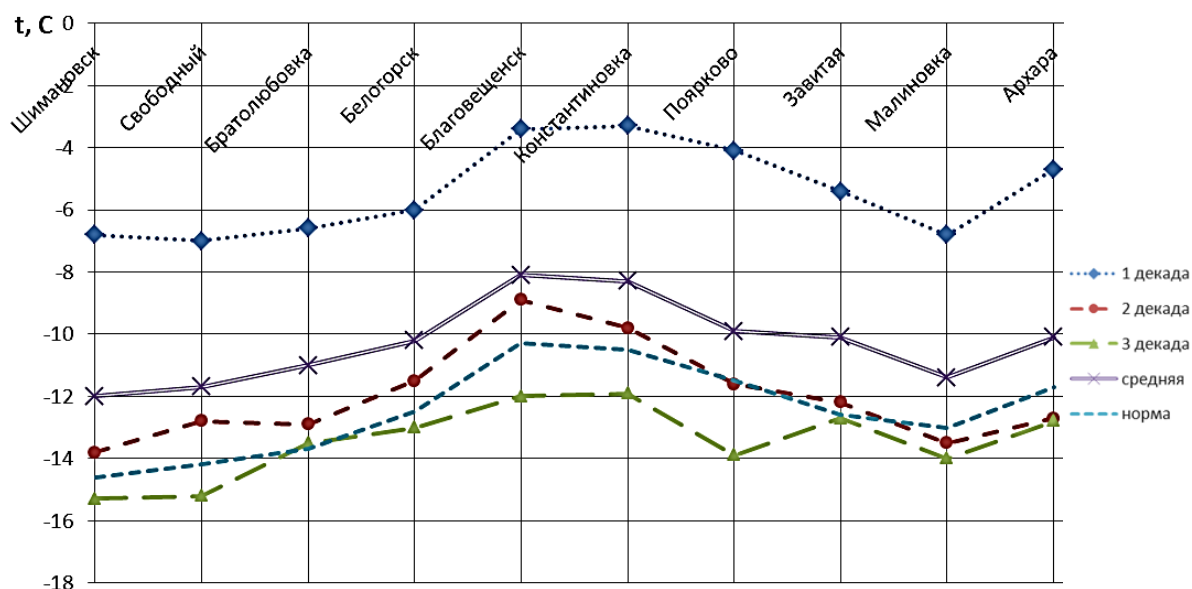
Районы	План, га	Обмолот, га	%	Намолот, т	Урожайность, ц/га
1 Архаринский	642	642	100,0	3071	47,8
2 Белогорский	2933	2025	69,0	11319	55,9
3 Благовещенский	22	22	100,0	65	29,5
4 Бурейский	1058	1058	100,0	3711	35,1
5 Завитинский	55	55	100,0	6	1,1
6 Ивановский	4345	4345	100,0	16879	38,8
7 Константиновский	1203	1203	100,0	4831	40,2
8 Мазановский	50	50	100,0	55	11,0
9 Михайловский	2200	2200	100,0	10820	49,2
10 Октябрьский	450	450	100,0	1145	25,4
11 Ромненский	2300	2300	100,0	18642	81,1
12 Серышевский	555	555	100,0	1799	32,4
13 Тамбовский	3839	3839	100,0	15480	40,3
14 Шимановский	55	55	100,0	101	18,4
<b>Всего по области</b>	<b>19707</b>	<b>18799</b>	<b>95,4</b>	<b>87924</b>	<b>46,8</b>
<b>в том числе СХО</b>	<b>18695</b>	<b>17779</b>	<b>95,1</b>	<b>85221</b>	<b>47,9</b>
<b>в том числе КФХ</b>	<b>1012</b>	<b>1020</b>	<b>100,8</b>	<b>2703</b>	<b>26,5</b>

Уборка этой культуры производится современными комбайнами семейства заводов «Гомсельмаш» и «Ростсельмаш». На комбайны этих заводов навешиваются специальные кукурузные жатки для уборки прямым комбайнированием (рис. 1).



**Рис. 1. Комбайны, убирающие кукурузу на зерно в Амурской области:**  
«Амур – Палессе» GS – 812С с жаткой «Палессе-ОРОС» МН653; «Асрос» - 580 с жаткой ППК-81

Качество обмолота кукурузы часто сопряжено с её уборкой в октябре – ноябре (после уборки сои), когда наступают отрицательные температуры (рис. 2).

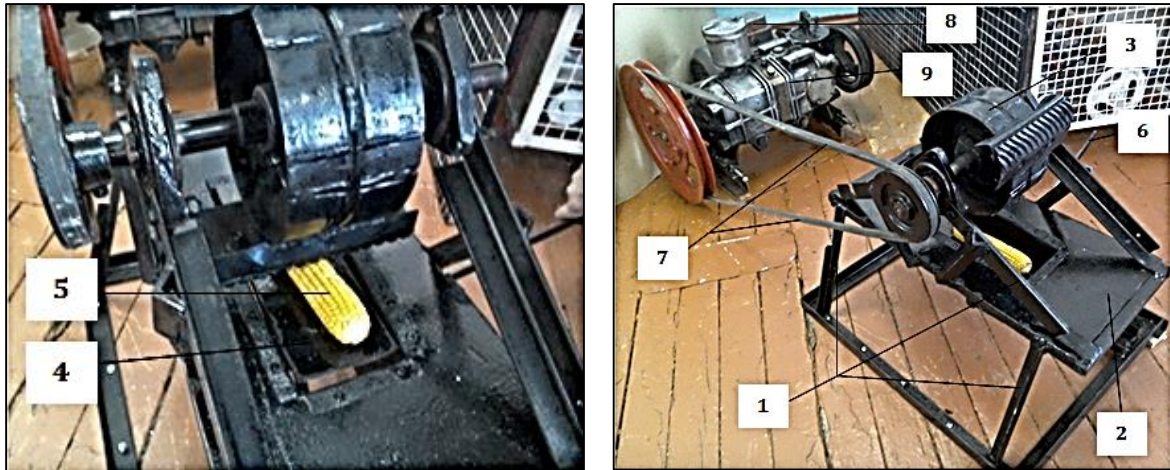


**Рис. 2. Изменение температурного режима в Амурской области в период уборки кукурузы (ноябрь 2016 г.)**

В таких условиях резко меняются свойства стеблей, початков и зерна, возрастает дробление семян, не редко достигающее 10 – 12%.

Известно, что процесс обмолота в бильном молотильном устройстве складывается из нескольких фаз: удар по растительной массе в момент её поступления; захват и протаскивание растительной массы в молотильном зазоре и выход продуктов обмолота через подбарабанье, а также к отбойному битеру. При этом наибольшее механическое ударное воздействие испытывает растительная масса (початки кукурузы) при встрече с вращающимся молотильным барабаном в момент её выхода из наклонной камеры [2,3].

Эти исследования на зерновых показали, что при первых ударах молотильного барабана вымолачивается до 50% и травмируется наибольшее количество зерна. Для изучения обмолачиваемости початков ударом, нами разработана лабораторная установка (рис. 3), которая позволяет менять частоту вращения молотильного барабана и условия воздействия бичей на початок.

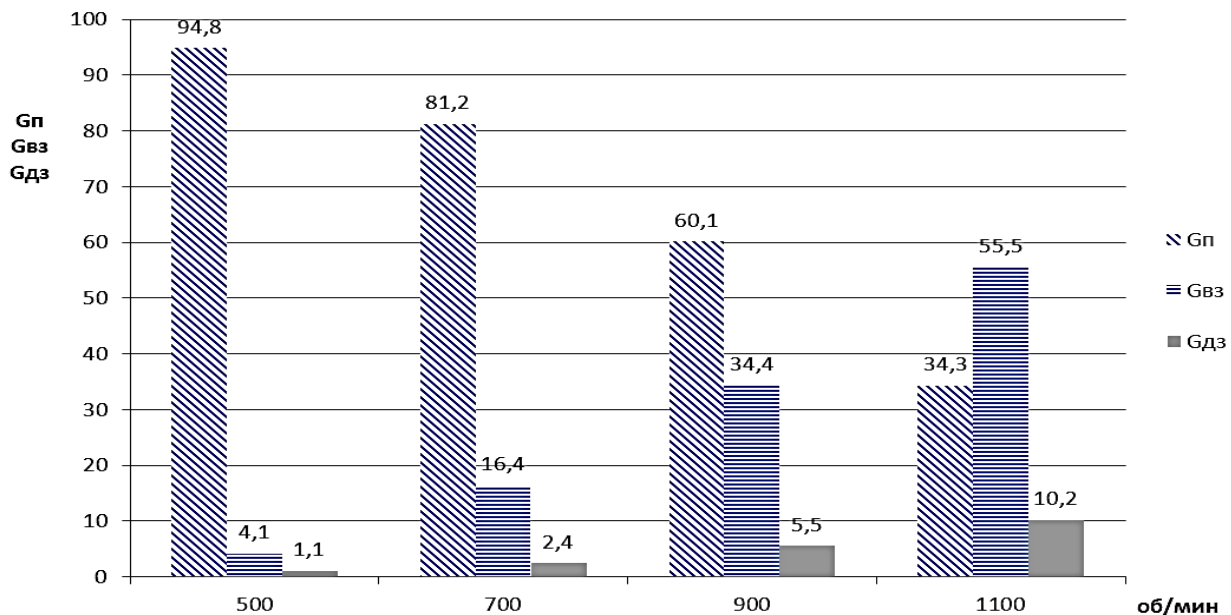


**Рис. 3. Лабораторная установка для моделирования обмолота кукурузы бильным молотильным барабаном:**

1 – рама; 2 – стол; 3 - обмолачивающий барабан с бичами; 4 - подающая опорная площадка для початка; 5 – початок кукурузы; 6 - рычаг подачи початка в зону обмолота; 7 - ремённый привод; 8 – электродвигатель; 9 – редуктор

Задавая частотой вращения барабана 500, 700, 900 и 1100 об/мин проводили серию опытов для различных направлений удара по початку и температуре зерна  $-10^{\circ}\text{C}$ . Температура выбрана на основании ранее проведенных исследований температурного режима в период уборки кукурузы.

Результаты опытов характеризовались: вес початка после обмолота  $G_{п}$ , %; доля вымолоченного зерна  $G_{вз}$ , %; доля дробленого зерна  $G_{дз}$ , %.



**Рис. 4. Обмолачиваемость початков кукурузы и дробление зерна в зависимости от частоты вращения бильного барабана (направление удара бича – поперёк оси початка, температура початка  $t_{п} = -10^{\circ}\text{C}$ ).**

**Выводы.** При исследовании обмолачиваемости початков кукурузы установлено, что при ударе бичей барабана наибольший процент вымолоченного зерна наблюдался при воздействии поперёк оси початка и составил соответственно при 500 об/мин – 4,1%, 700 об/мин – 16,4%, 900 об/мин – 34,4%, 1100 об/мин – 55,5%. Доля дробленого зерна составила

при 500 об/мин – 1,1%, 700 об/мин – 2,4%, 900 об/мин – 5,5%, 1100 об/мин – 10,2% (влажность зерна 18%; температура зерна -10<sup>0</sup>С).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт министерства сельского хозяйства Амурской области. Режим доступа: [www.agroamur.ru](http://www.agroamur.ru).
2. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
3. Кукурузоуборочные машины (конструкции, результаты испытаний, проектирование и расчет) / В. Шатилов, М. Л. Вайсман [и др.] – Изд – во «Машиностроение», Москва, 1967 г.

УДК 631.35:635.655

ГРНТИ 55.57.37; 68.35.31

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ОЧЁСА РАСТЕНИЙ СОИ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕАЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Кувшинов А.А., мл.науч.сотр.;

Мазнев Д.С., мл.науч.сотр.,

Дальневосточный НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства,  
г. Благовещенск

**Аннотация.** В данной статье представлена лабораторная установка для изучения процессов, происходящих при очёсе растений сои. Описана методика исследования очёса растений сои при моделировании реального процесса.

**Ключевые слова:** очёс, растение сои, лабораторная установка

Существующие технологии уборки сои предусматривают прямое комбайнирование классическими барабанными и роторными комбайнами, при котором зерно поступает в бункер, а солома и полова укладываются в валок или измельчаются и разбрасываются по полю [1].

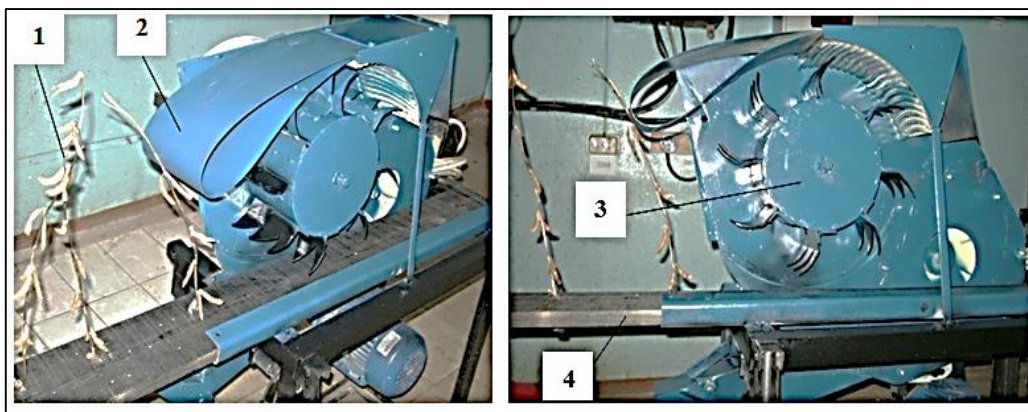
Известен способ уборки зерновых культур методом очёса на корню, характеризующийся ресурсосбережением и использованием в технологии No-till [2]. Патентный поиск по конструктивным и технологическим параметрам очёсывающих жаток показал, что для уборки сои очёсывающими жатками нет данных.

Поставлены следующие задачи исследований:

- 1) исследовать характер движения частиц зерносоевого вороха при сходе с гребенки;
- 2) подтвердить или опровергнуть теоретические предпосылки по характеру очёсывания растений сои;
- 3) изучить процесс возникновения воздушного потока при вращении очёсывающего барабана;
- 4) определить среднюю величину критического наклона стебля.

Исследования будут проводиться на разработанной и изготовленной установке (рис.1), размеры которой в сечении составляют 1/2 от размеров натурального образца, на сорте сои «Даурия». Передняя стенка установки выполнена из прозрачного материала.

Частота вращения очёсывающего барабана (150; 250; 350; 450 об/мин) изменяется с помощью реостата. Проверка установленных оборотов осуществляется с помощью тахометра электронного типа.



**Рис. 1. Лабораторная установка для изучения процессов, происходящих при очёсе растений сои:**

1 – растения сои; 2 – обтекатель; 3 – очёсывающий барабан;  
4 – подвижный стол для подачи растений

В зависимости от высоты растений обтекатель будет устанавливаться относительно барабана с регулировкой по вертикали и горизонтали (градация 2 см) для выбора оптимального угла наклона стебля для захвата его гребенками ниже прикрепления первого боба от поверхности подвижного стола.

В отверстия подвижного стола неподвижно устанавливаются растения сои, замеряется их высота. Диапазон изменения высоты растений от 35 до 40 см. Высота расположения нижнего боба составляет 8 – 10 см. Диаметр в нижней части стебля изменяется от 2,6 до 3,2 см. Расстояние между растениями составляет 5 см (среднее расстояние при реальных условиях произрастания данной культуры).

Величина критического наклона стебля замеряется с помощью транспортира.

Для визуализации движения воздушного потока, создаваемого очёсывающим барабаном и вентилятором, будет использоваться химический дым. Величина воздушного потока замеряется анемометром через просверленные в разных местах очёсывающей камеры отверстия.

**Выводы.** Проведенные исследования позволят полнее изучить работу очёсывающего агрегата, его конструктивные и режимные параметры, характер движения частиц зерносового вороха в очёсывающей камере и при сходе с очёсывающей гребенки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурьянов, А.И. Технологии и средства для уборки зерновых культур: настоящее и перспективы / А.И. Бурьянов, М.А. Бурьянов, А.И. Дмитриенко // Техника и оборудование для села, 2012 - №7 – С. 8 – 11, №8 – С. 10 – 13.

2. Жалнин, Э.В. Сравнительная оценка очёсывающих адаптеров различных конструкций / Жалнин Э.В. и др. // НТБ ВИМ. – 1992. – Вып. 83.

УДК 631.31

ГРНТИ 55.57.31

#### КАК ПОВЫСИТЬ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЛЕМЕХА ПЛУГА

Латифов З.Б., магистрант

Научный руководитель – Петровский Д.И., канд. техн. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет –

МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

**Аннотация.** Изложены теоретические предпосылки повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин в частности лемехов плуга. Приведены формулы



для расчета ресурса лемехов плуга. Показано, что упрочнение лемехов позволяет значительно повысить их ресурс.

**Ключевые слова:** Почва, обработка, плуг, лемех, долговечность.

Органическое сельское хозяйство практикуется в 160 странах мира [1], при этом требуется качественная основная обработка почвы. Многие сельскохозяйственные предприятия сегодня предпочитают приобретать импортную технику в связи с тем, что она обладает целым рядом преимуществ перед отечественной [2].

Важнейшим направлением совершенствования технического уровня почвообрабатывающих машин является повышение ресурса их рабочих органов.

В результате интенсивного абразивного изнашивания изменяются геометрия режущей части и общие размеры рабочих органов, что является причиной нарушения агротехнических требований, снижения качества обработки почвы, повышения энергетических затрат [3]. Вынужденная частая замена деталей рабочих органов снижает производительность труда и повышает затраты на обработку. Например, как показывают расчёты, исходя из существующих ресурсов и цен деталей рабочих органов плуга, на каждые 100 га вспашки требуется денежных затрат только на их замену не менее 5000 р. и не менее 4 чел.-ч. трудозатрат. В масштабах страны эти цифры достигают примерно 6 млрд. руб. и дополнительную потребность около 3 тыс. механизаторов. Использование импортной техники повышает материальные затраты на замену рабочих органов не менее чем в 2 раза по сравнению с отечественными рабочими органами. В связи с этим достаточно остро стоит вопрос о разработке и выпуске в стране высококачественных и высокоресурсных почворежущих рабочих органов, обеспечивающих соблюдение агротехнических требований при обработке, обладающих ресурсом не ниже лучших зарубежных образцов и конкурентоспособных с точки зрения их стоимости.

В общем случае ресурс рабочих органов является функцией следующих основных изменяющихся параметров:

$$T = f(I, m, p, v, \eta_1, \eta_2 \dots \eta_n), \quad (1)$$

где  $T$  – ресурс, ч., га;

$I$  – износостойкость материала рабочего органа, ч/г, ч/мм;

$m$  – изнашивающая способность почвы, г/ч, мм/ч;

$p$  – давление почвы на рабочую поверхность рабочего органа, МПа;

$v$  – скорость перемещения рабочего органа относительно почвы, км/ч;

$\eta_1 \dots \eta_n$  – коэффициенты, характеризующие изменение основных параметров в зависимости от состояния почвы, состава материала рабочих органов и режимов его термобработки, конструктивных параметров рабочих органов и др.

Управлять ресурсом рабочих органов будет возможно, если будут установлены общие закономерности обеспечения работоспособности и характера изнашивания их в почве.

Относительная износостойкость материалов и изнашивающая способность абразива (почвы) не есть величины постоянные. Они изменяются в зависимости от давления абразива на рабочий орган.

Отсутствие достаточно простой методики определения интенсивности изнашивания и ресурса рабочих органов сдерживает разработку и обоснование применения новых материалов и технологий при упрочнении рабочих органов с целью повышения их ресурса. Именно эти обстоятельства привели к тому, что в настоящее время, в частности, на отечественных плугах используются лемеха, конструкционные и материаловедческие параметры которых были разработаны более 40 лет назад, хотя режимы их использования в значительной мере изменились. Возросли скорости обработки, увеличилась масса машин, а, следовательно, и уплотняемость почв в период обработки, особенно при уборке урожая. Все это увеличивает нагрузки на рабочие органы, повышение давления при работе и, соответственно, повышение скорости изнашивания.

Характерной особенностью почворезущих рабочих органов является то обстоятельство, что они имеют сравнительно большую площадь контакта с обрабатываемой почвой, при этом нагрузки на отдельные участки рабочей поверхности в значительной мере отличаются одна от другой. У лемеха плуга, например, наибольшее давление на носке. На лезвии оно значительно меньше. В связи с этим и интенсивность изнашивания различных участков не одинакова. Следствием этого является выбраковка рабочих органов по износу одного, сравнительно не большого участка, в то время как остальные участки обладают большим остаточным ресурсом.

Именно на примере лемеха рассмотрим методику прогнозирования ресурса в зависимости от видов почв, на которых он используется, материалов, из которых он изготавливается и которые используются для его упрочнения, а также изменения некоторых конструктивных параметров.

В результате исследований изнашиваемости различных материалов на установке ИМ-01 конструкции ВИСХОМа, исследований интенсивности изнашивания рабочих органов в полевых условиях, а также используя материалы исследований других авторов [4, 5], разработано математическое выражение абразивного износа рабочих органов в зависимости от ряда параметров. Величина износа в общем случае определяется по формуле:

$$I = \kappa_{эм} \cdot \frac{m \eta_1 p v_n t}{\varepsilon_{эм} \eta_2 \chi}, \quad (2)$$

Долговечность рабочего органа можно определить по формуле:

$$T = \frac{I_{np} \varepsilon_{эм} \eta_2 \chi}{\kappa_{эм} m \eta_1 p v_n}, \quad (3)$$

где  $I$  – износ на наиболее изнашиваемом участке рабочего органа, см;  
 $I_{np}$  – предельный износ рабочего органа на наиболее изнашиваемом участке, см;  
 $T$  – долговечность рабочего органа, ч;  
 $\kappa_{эм}$  – коэффициент пропорциональности изнашивания эталонного образца при эталонных условиях,  $\kappa_{эТ} = 0,016$  см/МПа км;  
 $m$  – относительная изнашивающая способность почвы по механическому составу при эталонном давлении абразива;  
 $\eta_1$  – коэффициент, учитывающий изменение относительной изнашивающей способности почвы в зависимости от давления;  
 $p$  – давление почвы (абразива) на наиболее изнашиваемом участке рабочего органа, МПа;  
 $v_n$  – поступательная скорость движения рабочего органа, км/ч;  
 $t$  – время работы рабочего органа, ч;  
 $\varepsilon_{эм}$  – относительная износостойкость материала при эталонных условиях испытаний;  
 $\eta_2$  – коэффициент, учитывающий изменение относительной износостойкости материала в зависимости от давления;  
 $\chi$  – отношение относительной скорости перемещения пласта почвы по поверхности рабочего органа к поступательной скорости рабочего органа.

В качестве эталонного материала принята сталь 45 твердостью HRB 90 (HB 180). За эталонные условия изнашивания приняты: давление  $p_{эТ} = 0,1$  МПа; абразив – частицы кварца размером 0,16...0,32 мкм, относительная изнашивающая способность абразива  $m = 1$ ,  $v_n = 1$  км/ч.

Аналитическое выражение зависимости относительной износостойкости сталей, из которых, как правило, изготавливаются рабочие органы почвообрабатывающих машин, от их химического состава и твердости, представляется эмпирическим уравнением [4]:

$$\varepsilon = 0,24X_1 + 0,07X_2 + 0,11X_3 - 3,54 \quad (4)$$

где  $\varepsilon$  – относительная износостойкость стали (эталон сталь 45 твердостью HRB 90, абразив – кварц 0,16...0,32 мкм, давление абразива – 0,33 МПа);  
 $X_1$  – содержание углерода, %;  
 $X_2$  – содержание хрома, %;  
 $X_3$  – твердость, в единицах HRC.

Постоянными легирующими элементами в сталях являются марганец и кремний, однако, положительно влияя на некоторые характеристики сталей, на их износостойкость эти элементы практически не влияют.

Содержание в сталях таких элементов, как вольфрам, молибден, ванадий положительно влияют на износостойкость в случаях, когда твердость сталей превышает HRC 60. При меньшей твердости их влияние на износостойкость не велико [6, 7, 8].

Учитывая, что нагрузка и интенсивность изнашивания носовой части лемеха в значительной мере отличается от нагрузки и интенсивности изнашивания лезвийной части, расчет долговечности лемеха определяется по двум критериям – износу носовой части и износу лезвийной части.

Допустимый износ носовой части определяется разностью первоначальной высоты носка  $H$  и допустимой высоты  $H_{доп}$  носка. Допустимый износ лезвийной части определяется также разностью первоначальной ширины лезвийной части  $h$  и допустимой ее ширины  $h_{доп}$  или допустимой толщиной лезвия « $a$ » (рис. 1).

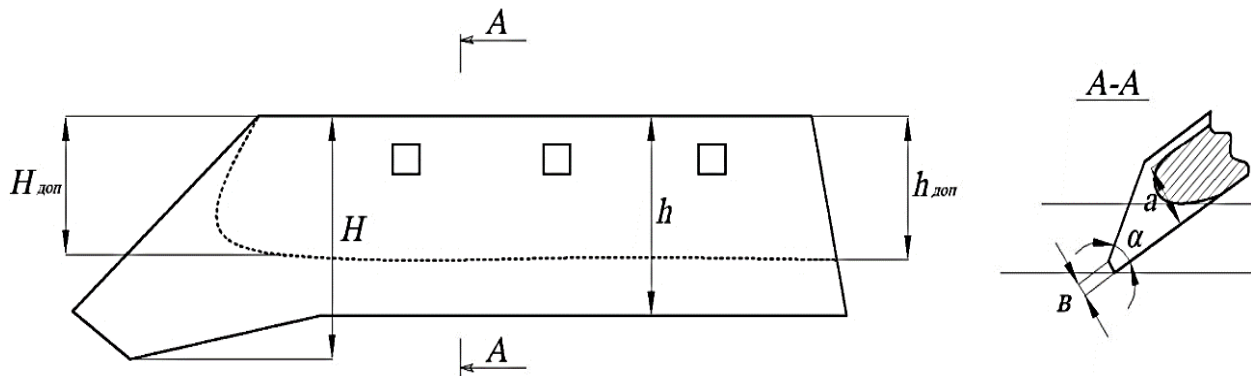


Рис. 1. Выбраковочные параметры лемеха

Долговечность лемеха по износу носовой части определяется по формуле [6]:

$$W_H = \frac{\varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A(H - H_{доп})}{K_{эм} \cdot m \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n}, \quad (5)$$

где  $W_H$  – долговечность носовой части, га;  
 $A$  – производительность плужного корпуса, га/ч;  
 $H - H_{доп}$  – допустимый износ по высоте носка, см.

Долговечность лемеха по износу лезвийной части определяется соответственно по формуле:

$$W_L = \frac{\varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A(h - h_{доп})}{K_{эм} \cdot m \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n}, \quad (6)$$

где  $h - h_{доп}$  – допустимый износ по ширине лезвийной части, см.

В большинстве случаев лемеха выбраковываются не по износу лезвийной части по ширине, а по предельной толщине лезвия.

Долговечность лемеха по предельной толщине лезвия лезвийной части определяется

по формуле:

$$W_{л} = \frac{(a - \epsilon) \cdot \epsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A}{\kappa_{эм} \cdot m \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \quad (7)$$

где  $a$  – предельная толщина лезвия лемеха для данных условий вспашки, см;  
 $\epsilon$  – начальная толщина лезвия нового лемеха, см;  
 $\alpha$  – угол заточки лемеха.

Как видно из выражений 5, 6 и 7 долговечность лемеха прямо пропорциональна относительной износостойкости материала и обратно пропорциональна изнашивающей способности почвы, давлению абразива, скорости плуга и углу заточки лезвия. Чем больше угол заточки, тем быстрее лезвие достигнет предельной толщины и будет выбраковано по причине его плохого заглубления.

Таким образом, упрочнив носовую часть опытного лемеха, его ресурс по сравнению с серийным неизношенным лемехом может быть повышен не менее, чем в 4...5 раз.

Решить вопрос повышения долговечности лемеха возможно: за счёт упрочнения носка, лезвия, или одновременного упрочнения того и другого, исходя из обеспечения равностойкости носка и лезвия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вольф, Н.В. Теоретические основы повышения ресурса лемеха плуга [Текст] / Н.В. Вольф, Д.И. Петровский. // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. – Ч. II. – Воронеж, 2015. – С. 119-125.
2. Петровский, Д.И. К вопросу о повышении долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст] / Д.И. Петровский, В.С. Новиков // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. – Ч. II. – Воронеж, 2015. – С. 125-129.
3. Ерохин, М.Н., Новиков, В.С., Петровский, Д.И. Прогнозирование ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин // Сельский механизатор. 2015. №11. С. 6-9.
4. Сидоров С.А. Методика расчета на износостойкость моно- и биметаллических почворезающих рабочих органов. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003, №12.
5. Петровский, Д.И. Технология повышения ресурса рабочих органов зарубежных почвообрабатывающих машин [Текст] / Д.И. Петровский Д.И., В.С. Новиков // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. 2016. С. 70-74.
6. Винокуров, В.Н. Исследование влияния длины носка лемеха и угла наклона затылочной фаски лезвия на глубину пахоты и тяговое сопротивление [Текст] / В.Н. Винокуров // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1973. - №7. - С. 20-22.
7. Новиков, В.С. Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин. Монография. М.: МГАУ, 2013. 48 с.
8. Новиков, В.С. Сравнительные исследования на долговечность серийных и опытных лемехов плуга [текст]:/ В.С. Новиков, Н.А. Поздняков, Д.А. Сабуркин // Международный научный журнал. – 2008. – №1. – с. 14 – 18.

УДК 669.018  
ГРНТИ 53.07.03

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОШЛИФОВ СПЛАВОВ ОБРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Макаров Н.Г., студент 1 курса

Научный руководитель - Яковлев С.А., канд. техн. наук, доцент,  
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, г.  
Ульяновск

**Аннотация.** В статье представлены результаты анализа технологий получения микрошлифов различных металлов и сплавов. Подобраны реактивы для травления различных сплавов после электрохимической обработки.

**Ключевые слова:** сплав, микрошлиф, поверхность, технология, структура, электрохимическая обработка

Для изменения эксплуатационных свойств изделий одной из эффективных, экологических, энерго и материалозаконочных технологий является электрохимическая обработка (ЭМО) деталей машин [1-10]. Для изучения влияния процессов ЭМО на структуру и свойства сплавов, как правило, исследуется микроструктура.

Традиционные методы подготовки металлических образцов к металлографическим исследованиям включают следующие этапы: изготовление образца необходимой формы; шлифовка поверхности; полировка поверхности; обработка поверхности химическим травителем; изучение структуры при помощи оптического микроскопа; фотосъемка структуры; применение количественных методов для определения размеров структурных компонентов и дефектов.

Нами проведен анализ сплавов, обрабатываемых электрохимической обработкой, и подобраны различные травители для выявления микроструктуры после электрохимического воздействия [11].

Таблица

**Перечень реактивов для химического травления сплавов  
после электрохимического воздействия**

Состав реактива	Назначение
1	2
1 3-5 см <sup>3</sup> азотной кислот. 100 см <sup>5</sup> этилового спирта (или вода)	Для сталей и чугуна после разной обработки
2 Насыщенный раствор винной кислоты в воде	Феррит окрашивается в темный цвет
3 5—10 г хлорного железа. 15-30 см <sup>3</sup> соляной кислоты, 100 см <sup>3</sup>	Для легированных сталей с хромом, вольфрамом и др. Для латуни, бронзы, нержавеющей и никелевых сплавов
4 По 20 см <sup>3</sup> азотной, плавиковой кислоты, 60 см глицерина	Для титановых сплавов
5 2-3 см <sup>3</sup> азотной кислоты, 1,5-3 см <sup>3</sup> плавиковой квоты, 95 см <sup>3</sup>	Для титановых сплавов
6 Азотная кислота 10 мл. соляная кислота 20-30 мл, глицерин 30 ми	Для выявления структуры высокохромистой. быстрорежущей и аустенитной марганцовистой стали в закаленном состоянии, при этом рекомендуется производить попеременное травление и полирование

Продолжение табл.

1		2
7	Азотная кислота 1-5 мл. этиловый или метиловый спирт 100 мл	Реактивы окрашивают перлит в темный цвет, выявляют границы зерен феррита, структуру мартенсита и продуктов отпуски
8	Хлорное железо 5г. соляная кислота 50 мл. вода 100 мл	Для исследования структуры высоконикелевой нержавеющей аустенитной стали
9	Соляная кислота 40 мл., хлорная медь 5г, вода 30 мл, этиловый спирт 25 мл	Для выявления напряжений и дисперсионного твердения стали. Время травления 10 с.

Использование предлагаемых травителей позволит определять микроструктуру различных сплавов после электрохимического воздействия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев, С. А. Результаты исследований износостойкости деталей после антифрикционной электрохимической обработки / С. А. Яковлев // Вестник УГСХА. – Ульяновск: УГСХА, 2011. – № 3. – С. 116–120.
2. Яковлев, С. А. Влияние электрофизических параметров электрохимической обработки на ее технологические особенности / С. А. Яковлев, Н. П. Каняев // Вестник УГСХА. – Ульяновск: УГСХА, 2012. – № 3. – С. 130–134.
3. Яковлев, С. А. Электрохимическая обработка на токарно-винторезных станках / С. А. Яковлев, В. И. Жиганов // СТИН. – 2000. – № 6. – С. 11–16.
4. Яковлев, С. А. Влияние режимов электрохимической обработки на структуру и свойства поверхности стальных деталей / С. А. Яковлев, Н. П. Каняев // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2013. – № 8. – С. 44–49.
5. Яковлев, С. А. Обоснование параметров электрохимической обработки деталей машин на металлорежущих станках / С. А. Яковлев // СТИН. – 2014. – № 2. – С. 37–42.
6. Яковлев, С. А. Теоретические предпосылки повышения коррозионной стойкости деталей машин электрохимической обработкой / С. А. Яковлев, С. Р. Луночкина // Вестник УГСХА. – Ульяновск: УГСХА, 2006. – № 1. – С. 70–73.
7. Яковлев, С. А. Влияние электрофизических параметров на электрохимическую обработку деталей машин: монография / С. А. Яковлев. – Ульяновск: УВАУ ГА (И), 2014. – 129 с.
8. Пат. 158551. Российская федерация, МПК В 24 В 39/00 (2006.01). Державка для точечной электрохимической обработки деталей / С. А. Яковлев, К. Г. Львов, С. К. Львов, М. С. Яковлева; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА имени П.А. Столыпина. – № 2014152559/02; заявл. 24.12.2014; опубл. 10.01.2016. – Бюл. № 1. – 3 с.
9. Пат. 2611000. Российская федерация, МПК В 23 Р 6/00 (2006.01). Способ восстановления боковых поверхностей шлицев / С. А. Яковлев, М. С. Яковлева, А.И. Козырева; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА имени П.А. Столыпина. – № 2015128695; заявл. 14.07.2015; опубл. 17.02.2017. – Бюл. № 5. – 7 с.: ил.
10. Яковлев С.А. Восстановление износа боковых поверхностей шлицев валов и втулок применением технологии электрохимической обработки / С.А. Яковлев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика». – Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2016. – Ч. II. С. 223-227.
11. Беккерт М., Клемм Х. Способы металлографического травления/ Справочное издание. — 2-е изд., перераб. и доп. — Пер. с нем. — М.: Металлургия, 1988. — 400 с.

УДК 631.365  
ГРНТИ 55.57.39

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ МЕЛКОСЕМЕННЫХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В БУНКЕРНЫХ СУШИЛКАХ

Максимов Н.М., канд. техн. наук,  
Великолукская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Великие Луки

**Аннотация.** В статье рассмотрена конструкция запатентованной бункерной сушилки для сушки зерна и семян, работающей в поточном режиме. Описаны основные достоинства бункерной сушилки перед имеющимися аналогами.

**Ключевые слова:** сушка семян, послеуборочная обработка, сушка рапса, вентилируемый бункер, бункерная зерносушилка,

В настоящее время в мире наметился рост производства мелкосеменных масличных культур, среди которых одно из ведущих мест занимает рапс [1]. С ростом популярности этой культуры следует по-новому взглянуть на проблемы, связанные с производством этой культуры. Одним из важных этапов производства семян рапса является их послеуборочная обработка, на долю которой приходится до 40 % от общих затрат [2, 3].

Главной задачей послеуборочной обработки является доведение семян до кондиционной влажности 8-9 % с целью обеспечения их дальнейшей сохранности. Результаты собственных наблюдений, сделанных в Псковской области в период уборки рапса, показали, что влажность вороха семян, поступающего с поля, может быть в пределах 19 - 24 %, а в пасмурную погоду это значение может доходить до 30 % и более. Данная обстановка требует незамедлительного проведения тепловой сушки семян с использованием высокопроизводительных сушилок и вспомогательного оборудования.

В зерноочистительно-сушильных комплексах хозяйств и зерноперерабатывающих предприятий Российской Федерации и стран СНГ, широко применяются бункера активного вентилирования зарубежного и отечественного производства. Эти бункера универсальны и участвуют практически во всём технологическом процессе послеуборочной обработки зерна и семян. Они незаменимы в качестве накопительных емкостей с гарантированным сохранением качества зерна и семян, а также емкостей для предварительной подсушки и охлаждения высушенных семян [2, 3].

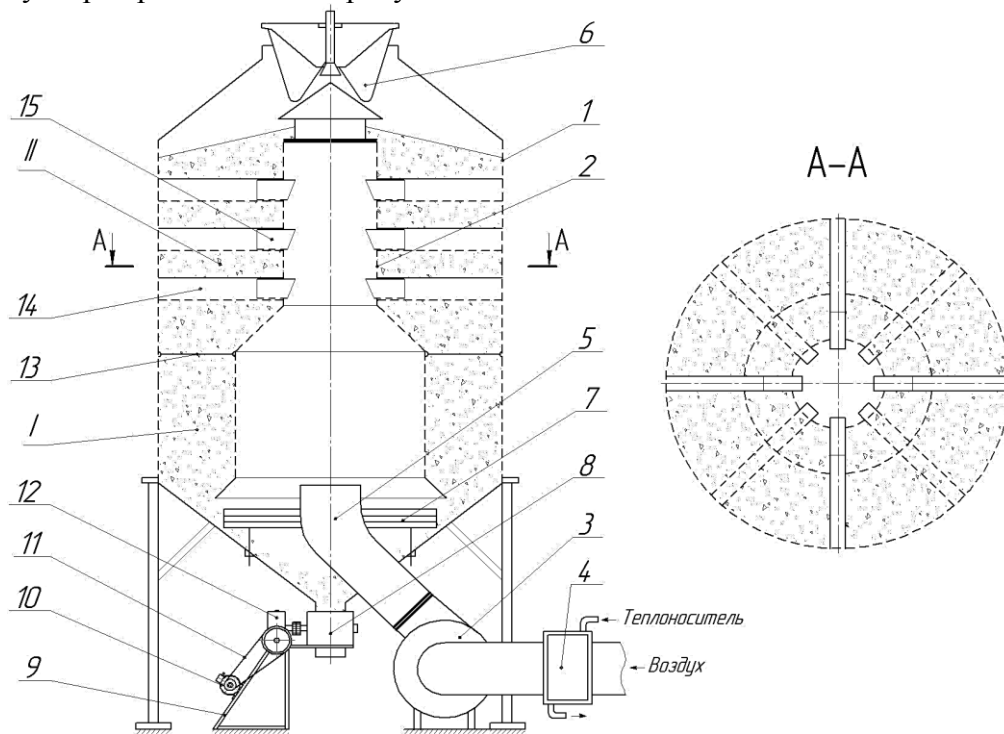
Эксплуатация бункеров активного вентилирования имеет ряд положительных особенностей, которые делают их широкое использование для сушки семян рапса вполне перспективным. Таковыми особенностями являются:

- малая занимаемая площадь бункерных установок;
- наличие мягких режимов сушки семян с большим временем сушки;
- послеуборочное дозревание семян во время сушки;
- высокая приспособленность для механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Пожалуй, главным недостатком вентилируемых бункеров является неравномерное распределение тёплого воздуха в толще семян и, как следствие, неравномерная влажность готовых семян. Также сюда можно отнести высокие энергозатраты процесса сушки, вызванные большой толщиной продуваемого семенного слоя в бункере.

Изучение работ других учёных по улучшению конструктивных параметров вентилируемых бункеров привело к разработке новой конструктивной схеме, которую предлагается использовать в вентилируемых бункерах и бункерных сушилках в последующих моделях, сделанных на базе отечественных бункеров БВ-25 и БВ-40. По предложенному техническому

решению был получен патент на полезную модель [4]. Предлагаемая конструкция вентилируемого бункера представлена на рисунке.



**Рис. Вентилируемый бункер для сушки семян**

1 – наружный цилиндр; 2 – центральная труба; 3 – вентилятор; 4 – теплообменник; 5 – патрубок; 6 – узел загрузки; 7 – кольцо регулирующее; 8 – роторный затвор; 9 – рама; 10 – электродвигатель; 11 – ременная передача; 12 – редуктор; 13 – растяжка; 14 – короб; 15 – вставка; (I) – зона сушки; (II) – зона предварительного нагрева

Вентилируемый бункер содержит наружный перфорированный цилиндр с коническим днищем 1, центральную воздухораспределительную трубу 2, соединённую с ней воздухоподающую систему, состоящую из вентилятора 3, теплообменника 4 и патрубка 5, узел загрузки 6 и выпускное устройство, образованное регулирующим кольцом 7, роторным затвором 8, приводом роторного затвора, состоящего из несущей рамы 9, электродвигателя 10, ременной передачи 11 и редуктора 12 (рис. 1).

В верхней части внутреннего объёма бункера расположены пятигранные воздухоподводящие короба 14. Короба представляют собой металлические каналы с открытым днищем, боковые стенки которых имеют отверстия небольшого диаметра для прохождения воздуха. Короба своей открытой боковиной крепятся при помощи вставки 15 по форме короба, входящей во внутрь центральной воздухораспределительной трубы 2 и образуя выступ для принудительного забора воздуха. Центральная воздухораспределительная труба не имеет внутри воздушного клапана и в верхней части наглухо закрыта.

Теплообменник 4 служит для нагрева воздуха, подаваемого в бункер. Для этой цели предполагается использовать солнечный коллектор необходимой расчётной мощности, что позволит значительно сэкономить электроэнергию и топливо, используемые для нагрева воздуха в существующих конструкциях сушилок. Теплообменник соединяется с солнечным коллектором посредством гибких шлангов, по которым циркулирует теплоноситель [4].

Отличительной особенностью конструкции является то, что сушильная камера условно разделяется на два объёма. Верхняя часть (зона II) служит для предварительного нагрева высушиваемого материала. В этой части располагаются пятигранные воздухоподводящие короба, задача которых заключается в обеспечении равномерного подвода нагретого воздуха в



слой семян. Их применение позволит повысить равномерность нагрева семян и снизить энергозатраты. Эффективность применения многоканальной системы подвода воздуха с использованием воздухоподводящих коробов на вентилируемых бункерах подтверждена ранее проведёнными исследованиями [5].

В нижней части сушильной камеры (зона I) происходит непосредственная сушка семян и доведение их до кондиционной влажности. За счёт увеличенного диаметра центральной трубы в нижней части установки, толщина продуваемого слоя становится небольшой (порядка 40 см), имеет место меньшее сопротивление движению воздуха, что создаёт благоприятные условия для быстрой и равномерной сушки семян.

Одним из главных достоинств вентилируемого бункера является его приспособленность к поточной обработке семян, что позволит обеспечить непрерывность процесса послеуборочной обработки семян на зерноочистительно-сушильном комплексе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интенсивная технология производства рапса / К.С. Орманджи [и др.]. - М.: Росагропромиздат, 1990. - 142 с.
2. Морозов В.В. Технология производства и сушки семян рапса / В.В. Морозов, Н.М. Максимов. – Великие Луки: Изд-во ФГБОУ ВПО «Великолукская ГСХА», 2014. – 184 с.
3. Морозов В. В. Зерноочистительно-сушильные комплексы и поточные линии / В. В. Морозов, Н. Я. Щепилов. - Великие Луки: - РИО ВГСХА, 2002. - 366 с.
4. Вентилируемый бункер для сушки семян: пат. на полезную модель №161411 Рос. Федерация: МПК А01F 25/14 (2006.01), E04H 7/22 (2006.01)/ В.В. Морозов, Н.М. Максимов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. - №2015141666/13; заявл. 30.09.2015; опубл. 20.04.2016, Бюл. № 11. - 3 с.: ил.
5. Морозов В.В. Энергосберегающая сушка семян рапса в установках бункерного типа / В.В. Морозов, Н.М. Максимов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. - №5. – С. 13-14.

УДК 631.363

ГРНТИ 55.57.39

#### РАСЧЕТ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СОЕВО-КОРНЕПЛОДНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Маркин Д.А., аспирант 3 года обучения

Научный руководитель – Вараксин С.В., канд. техн. наук., доцент

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

**Аннотация.** В статье представлена конструкция устройства для извлечения питательных веществ из соево-корнеплодных композиций и ее расчет для молодняка сельскохозяйственных животных.

**Ключевые слова:** измельчающе-экстракционное устройство, заменитель молочных кормов, соево-корнеплодная композиция, белок, соя

Соя – важнейшая белково-маслянистая культура многофункционального применения в народном хозяйстве. По богатству и многообразию содержащихся в зерне полезных компонентов ей нет равных среди всех сельскохозяйственных культур. Наиболее эффективный путь использования семян сои на корм сельскохозяйственным животным - это приготовление заменителя молочных кормов (ЗМК), которое по своим достоинствам близко к коровьему. Его

применяют для выпаивания телят и поросят, что дает возможность экономить значительное количество коровьего молока.

Для приготовления ЗМК и извлечения питательных веществ из соевого зерна и корнеплодных продуктов, необходимо применение измельчающих устройств обеспечивающие необходимый помол.

При рассмотрении процесса извлечения питательных веществ из соево-корнеплодная композиция (СКК) будем исходить из того допущения, что скорость приращения концентрации веществ  $\frac{dK}{dt}$  пропорциональна достигнутому уровню питательных веществ, т.е., что относительная скорость роста  $\frac{1}{K} \cdot \frac{dK}{dt}$  остается постоянной.

Закон, определяющий достигнутый уровень концентрации питательных веществ в зависимости от времени их экстракции находится из дифференциального уравнения:

$$\frac{1}{K} \cdot \frac{dK}{dt} = \gamma \text{ или } \frac{dK}{dt} = K \cdot \gamma, \quad (1)$$

где  $\gamma$  – эмпирический коэффициент, характеризующий состав сырья в исходных композициях ( $\gamma > 0$ ).

При резком изменении условий экстракции, что характерно для момента выхода пульпы из междискового пространства, экспоненциальный закон роста концентрации не может сохраниться. В этой связи процесс извлечения питательных веществ можно представить следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dK}{dt} = \gamma \cdot K(A - K) (\gamma > 0; 0 < K < A), \quad (2)$$

где  $A$  – характеризует максимальное значение концентрации питательных веществ в экстрагенте (воде)

Относительная скорость роста концентрации питательных веществ в данном случае приобретает характер линейной:

$$\frac{1}{K} \cdot \frac{dK}{dt} = \gamma(A - K), \quad (3)$$

Данное уравнение есть уравнение с разделяющимися переменными.

Разделив переменные и взяв интегралы от обеих его частей получим, что:

$$K = \frac{A}{1 + c \cdot e^{-A\gamma t}}, \quad (4)$$

Анализ данного выражения показывает, что основными факторами, влияющими на эффективность процесса извлечения питательных веществ из соево-корнеплодной композиции, являются продолжительность экстракции (время омывания частиц водой), а также параметр  $A$ , который характеризует интенсивность извлечения питательных веществ в начальный момент прохождения экстракционного процесса.

Следовательно, с целью повышения эффективности в части извлечения большого количества питательных веществ за более короткий промежуток времени, необходимо создание измельчающе-экстракционного устройства, обеспечивающего интенсивное воздействие его рабочего органа на измельчаемый продукт, быстрое разрушение его на более мелкие частицы и интенсивное их омывание водой. Данным требованиям в полной мере отвечает дисковый рабочий орган с активной стирающей поверхностью в виде металлического ворса, размещенного на дисках (верхнем и нижнем) кольцеобразно (рис. 1).

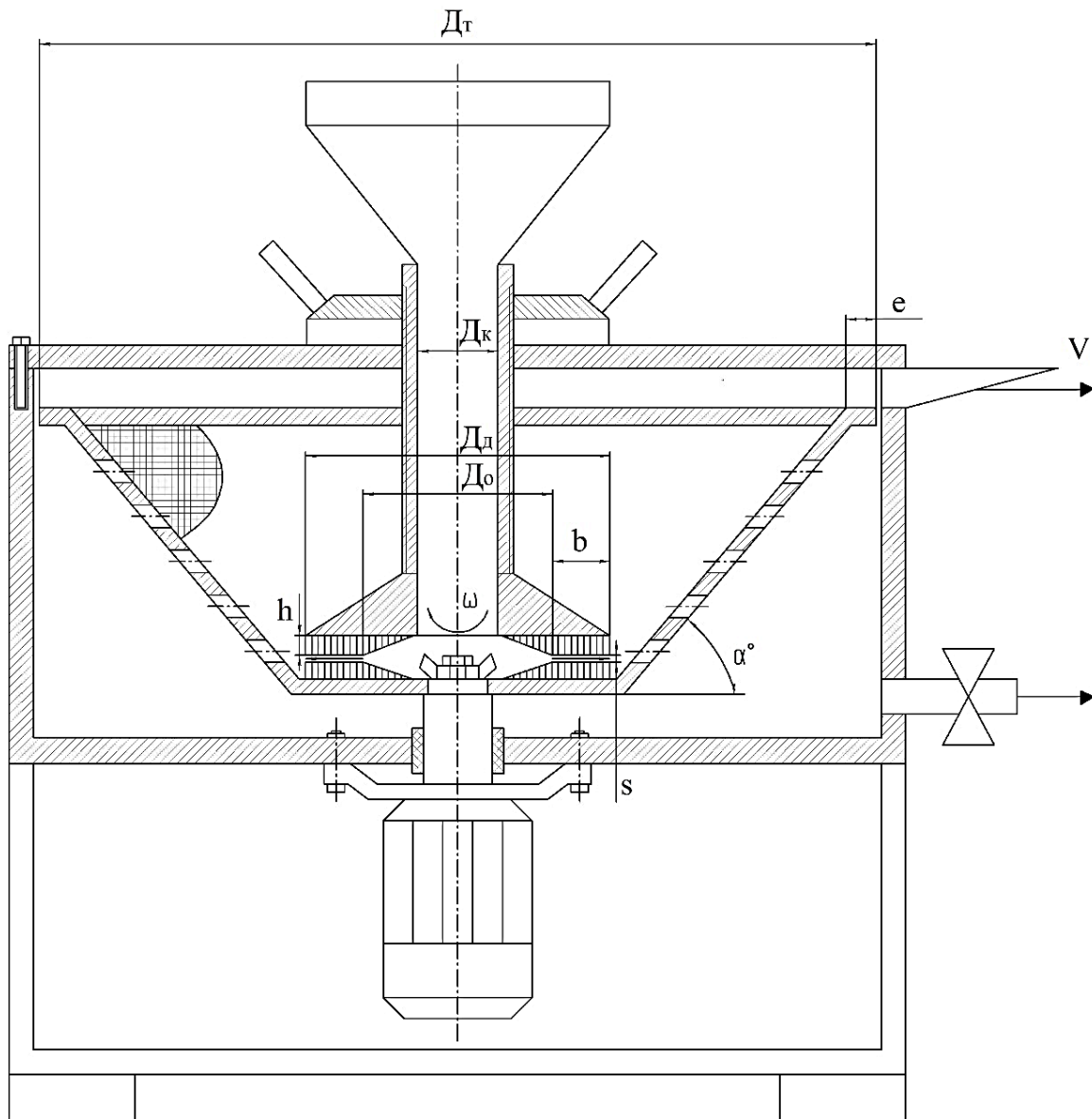
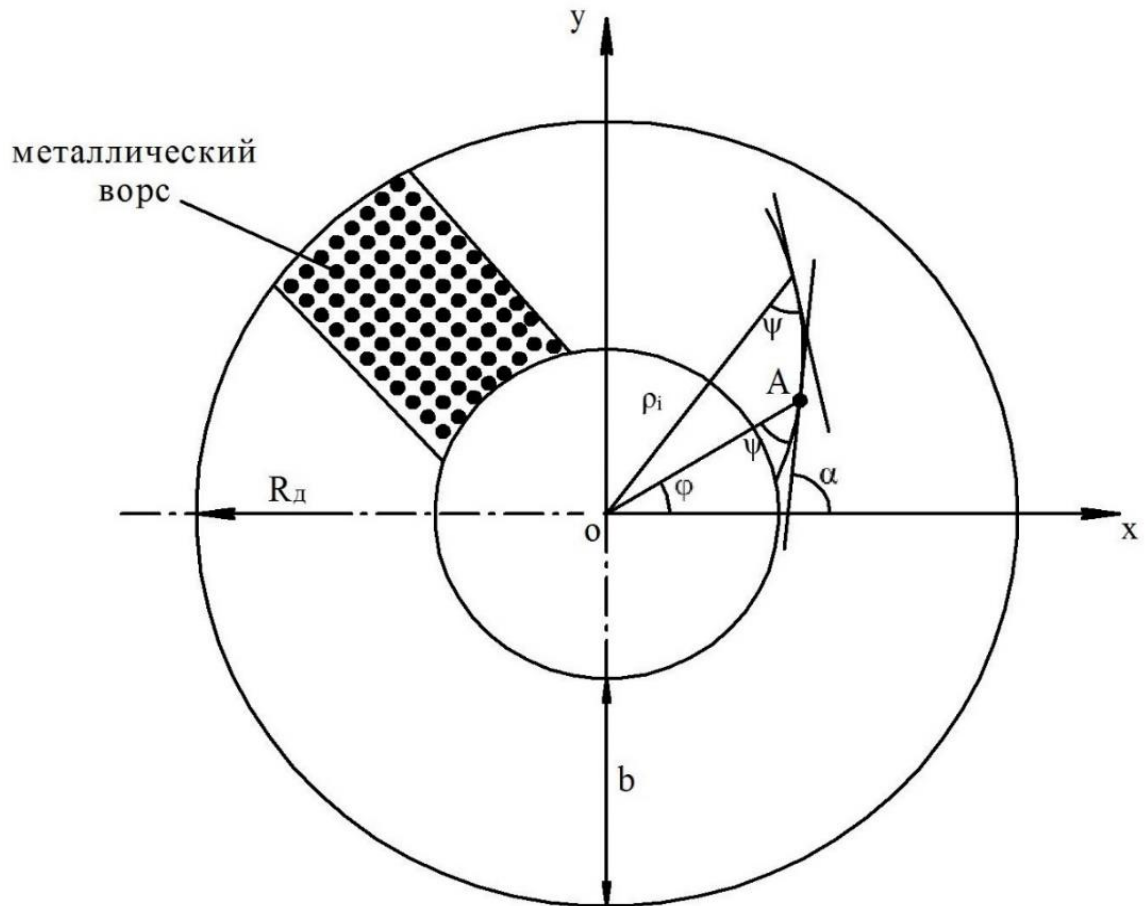


Рис. 1 - Схема к расчету параметров устройства (ИЭУ)

В соответствии с решаемой технической задачей необходимо найти траекторию движения частицы по ворсистой поверхности нижнего диска, имеющего радиус –  $R_d$  при условии, что верхний диск неподвижен, а нижний вращается с угловой скоростью –  $\omega$ .

Примем точку  $O$  за начало координат, а за угол  $\alpha$ , угол образованный с осью  $OX$  касательной в произвольной точке  $A(x; y)$  искомой кривой. При этом, через угол  $\varphi$  обозначим угол, образованный с осью  $OX$  радиусом-вектором этой точки. В этой связи имеем, что  $\alpha = \varphi + \psi$  (рис. 2).



**Рис. 2. Схема к определению уравнения траектории движения частиц пульпы в водно-соево-корнеплодной композиции**

Таким образом, теоретическим анализом подтверждена гипотеза о том, что в данном рабочем органе в составе водно-соево-корнеплодной пульпы частицы продукта движутся по траектории являющейся логарифмической спиралью.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронюк, П.М., Пьянков А.М., Мальцева Л.В. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. Методы исследования, приборы, характеристики. - М.: Колос, 1970. - 436 с.
2. Девяткин, А.И. Рациональное использование кормов. – Рациональное использование кормов. – М.: Росагропромиздат 1990 – 169 с.
3. Кузьминский Р.В., Мыриков В.Н. Соя в пищевых продуктах // Пищ. промышленность. 1997. №3. - 64 – 65 с.
4. Лавриненко, Г. Т. Повысить эффективность научных исследований по сое / Г. Т. Лавриненко // Селекция и семеноводство. – 1978. – № 1. – С. 76–77.
5. Рунов Б. А. Соя - ценный источник белка и масла. // Хранение и переработка с. х. сырья, 1994. - 13-15 с.

УДК 631.31  
ГРНТИ 55.57.31

## КАК ПОВЫСИТЬ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРОВ

Масленников С.А., магистрант,

Научный руководитель – Петровский Д.И., канд. техн. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет –

МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

**Аннотация.** В статье изложены характер износов стрелчатых лап культиваторов, приведены критерии их замены в результате изнашивания, даны основные направления повышения долговечности рабочих органов.

**Ключевые слова:** почва, обработка, стрелчатая лапа культиватора, долговечность.

Стрелчатая лапа является основным рабочим органом культиваторов для сплошной и междурядной обработки почвы. Основное её назначение – борьба с сорной растительностью и рыхление почвы.

Размеры и форма стрелчатой лапы характеризуются углом раствора  $2\gamma$ , углом крошения  $\beta$ , углом заточки  $\acute{i}$ , шириной крыла  $a$  и шириной захвата  $b$ .

По мере эксплуатации, в результате изнашивания, практически все эти параметры изменяются, снижая работоспособность лапы. В результате изнашивания носовой части увеличивается радиус режущей кромки, косое резание переходит в категорию фронтального резания, в результате чего повышается сопротивление, снижается заглубляющая способность лапы, нарушается равномерность глубины обработки.

В результате износа крыльев лапы по ширине возникает нарушение сплошности обработки за счёт уменьшения ширины захвата и ликвидации зоны перекрытия обработки почвы лапами первого и второго рядов.

По мере изнашивания режущей кромки лезвия, увеличивается её толщина, ухудшается её режущая способность и снижается глубина обработки на твёрдых участках.

Долговечность лапы по износу носовой части и износу крыла по ширине можно определить по выражению [1]:

$$T = \frac{W_{np} \cdot \varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot V_k}, \text{ га} \quad (1)$$

Долговечность лапы по износу лезвия крыла лапы можно определить по выражению:

$$T = \frac{(a - c) \cdot \varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot V_k \cdot tgi}, \text{ га} \quad (2)$$

где  $W_{np}$  – предельный износ носовой части (или крыла по ширине) лапы, см;  
 $\varepsilon_{эм}$  – относительная износостойкость материала при эталонном давлении абразива (0,1 МПа);  
 $\eta_2$  – коэффициент, учитывающий изменение относительной износостойкости материала в зависимости от давления абразива;  
 $A$  – производительность лапы, га/ч;  
 0,016 – коэффициент пропорциональности изнашивания эталонного образца (сталь 45 в состоянии поставки) в эталонных условиях (при давлении абразива 0,1 МПа), см/МПа·км;  
 $m_{эм}$  – относительная изнашивающая способность почвы при эталонном давлении абразива;

$\eta_1$  – коэффициент, учитывающий изменение изнашивающей способности почвы в зависимости от давления абразива;

$p$  – давление почвы (абразива) в точке наибольшего изнашивания, МПа;

$\chi$  – отношение поступательной скорости культиватора к скорости перемещения пласта почвы по поверхности лапы;

$V_k$  – поступательная скорость культиватора, км/ч;

$a$  – предельная толщина лезвия лапы, см;

$c$  – начальная толщина лезвия лапы, см;

$i$  – угол заточки лезвия лапы, град.

Поправочные коэффициенты  $\eta_2$  и  $\eta_1$  определяются по выражениям:

$$\eta_2 = 1,75p + 0,825 \quad (3)$$

$$\eta_1 = 9,5p + 0,04 \quad (4)$$

$$\chi = \cos \gamma \cdot \cos \beta \quad (5)$$

где  $\gamma$  – половина угла раствора лапы, град.;

$\beta$  – угол крошения лапы, град.

Производительность лапы определяется по формуле:

$$A = \frac{b \cdot V_k}{10}, \text{ га/ч} \quad (6)$$

где  $b$  – ширина захвата лапы, м.

Относительная изнашивающая способность почв определяется из выражения:

$$m_{эм} = \frac{\Delta q}{\Delta q_{эм}}, \quad (7)$$

где  $\Delta q$  – интенсивность изнашивания эталонного материала (сталь 45 твёрдостью HRB 90) в исследуемой почве;

$\Delta q_{эм}$  – интенсивность изнашивания того же образца в эталонной почве (частицы кварца).

Если принять изнашивающую способность кварцевых частиц за 1, относительная изнашивающая способность натуральных почв с различным фракционным составом будет соответствовать изнашивающей способности смесей.

Значения относительной изнашивающей способности смесей песка и глины по фракционному составу приведены в таблице.

Таблица

Относительная изнашивающая способность почв по фракционному составу  
(эталон – кварц, давление – 0,1 МПа)

Тип почвы	Среднее содержание, %		Относительная изнашивающая способность, m
	песка	глины	
Песчаная	95	5	0,87
Супесчаная	85	15	0,62
Суглинистая (лёгкая)	75	25	0,42
Суглинистая (средняя)	65	35	0,32
Суглинистая (тяжёлая)	50	50	0,22
Глинистая (лёгкая)	35	65	0,15
Глинистая (средняя)	25	75	0,10
Глинистая (тяжёлая)	10	90	0,06
Кварцевые частицы			1,0

Давление почвы, действующее на лапу, определяется по эмпирическим формулам: давление на носовой части, МПа:

$$p_n = 0,10 \dots 0,12(1 + 0,028 \cdot V_k) \cdot (1 + 0,01\beta) \cdot (3,5 + B^{1,3}) \quad (8)$$

давление на конце крыла лапы, МПа:

$$p_l = 0,025 \dots 0,035 \cdot (1 + 0,028 \cdot V_k) \cdot (1 + 0,01\beta) \cdot (3,5 + B^{1,3}) \quad (9)$$

где  $V_k$  – поступательная скорость движения культиватора, км/ч;  
 $\beta$  – угол крошения лапы, град.;  
 $B$  – твёрдость почвы, МПа.

Примерное значение относительной износостойкости стали, из которой изготавливается лапа, при давлении абразива  $P=0,1$  МПа можно определить из эмпирического выражения:

$$\varepsilon_o = 0,85 \cdot (0,24x_1 + 0,07x_2 + 0,11x_3 - 3,54), \quad (10)$$

где  $x_1$  – содержание углерода в стали, %;  
 $x_2$  – содержание хрома в стали, %;  
 $x_3$  – твёрдость стали в единицах HRC.

В настоящее время лапы культиваторов изготавливают в основном из стали 65Г. Их ресурс составляет, в зависимости от механического состава почвы, от 7 до 18 га [2].

Повысить их долговечность возможно различными способами:

- применением более износостойких сталей для изготовления лапы;
- различного вида наплавками или напылением на лезвийную часть лапы износостойких сплавов;
- закреплением на наиболее изнашиваемых точках накладных элементов и др.

Наиболее приемлемыми для изготовления лапы культиватора марками сталей являются 40ХС, 40Х, 65Г и 30ХГСА.

Для повышения долговечности наплавкой или напылением твёрдых сплавов лапа упрочняется наплавкой по всему режущему контуру толщиной 0,5 - 1,0 мм и шириной 15 - 20 мм.

При применении наплавки твёрдых сплавов для упрочнения режущих рабочих органов очень важно обеспечить нужную толщину наплавляемого слоя.

Срок службы лапы, упрочнённой наплавкой, не удовлетворяет условию равностойкости носка и лезвийной части крыльев, особенно при обработке песчаных, супесчаных и лёгких суглинистых почв. Замена лапы проводится, как правило, по причине износа носовой части.

Анализ изношенных лап показывает, что предельный износ носовой части составляет около 50 мм, а предельный износ крыла по ширине в его конце – примерно 20 - 25 мм.

Упрочнение носовой части лапы с помощью накладного элемента [7] заключается в закреплении механически, сваркой или пайкой заострённого бруса в форме полукруга или прямоугольника из сталей 9ХС, 30ХГСА и других легированных сталей длиной 60...90 мм, углом заострения – 25...30°. Выступание заострённой части накладного элемента от основания носовой части – 30...40 мм, ширина бруса – 0,1...0,15 от ширины захвата лапы, толщина бруса – 2,5...3,5 от толщины листа, из которого изготовлена лапа. Предпочтительным материалом для изготовления самой лапы вместо стали 65Г может быть рекомендована сталь 40ХС или 40Х при поверхностной твёрдости HRC 48...58.

При такой конструкции лапы накладной элемент легко внедряется в почву и рыхлит её, тем самым значительно снижая нагрузку на лезвийную часть крыла, что в свою очередь повышает ресурс всей лапы. Так как угол заострения накладного элемента составляет 30°, это обеспечивает хорошую заглубляемость лапы, а минимальный угол заточки лезвийной части

крыльев – 8° - достаточную их остроту даже при значительном их износе по ширине. Все это обеспечивает высокую работоспособность лапы длительный период времени без повышения тягового сопротивления. Носовая часть в этом случае практически не ограничивает ресурс лапы, её заменяют лишь в результате износа крыльев по ширине и уменьшения ширины захвата.

Выводы:

1. Для обеспечения высокой долговечности и работоспособности стрелчатых культиваторных лап их изготовление представляется целесообразным осуществлять из стали 40ХС вместо 65Г. К сожалению, эта сталь не выпускается в массовом порядке. Было бы целесообразно изготовить из неё опытные партии лап и поставить их на испытания. Из этой стали следует изготавливать и детали рабочих органов плугов (лемехи, отвалы, полевые доски).

2. Упрочнение наиболее изнашиваемой носовой части стрелчатых лап более целесообразно осуществлять накладными элементами в виде брусков. Такой метод упрочнения позволяет повысить их ресурс по сравнению с простой наплавкой лезвийной части крыльев не менее, чем в 2 раза.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков, В.С. Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин. Монография. М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2013. - 112 с.

2. Новиков, В.С. Высокоресурсные рабочие органы машин для основной обработки почвы [текст]:/ В.С. Новиков, Д.И. Петровский // В сборнике: Инновационные технологии для АПК юга России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 55-летию образования Адыгейского НИИСХ. 2016. - С. 79-82.

3. Новиков, В.С. Повышение ресурса стрелчатых лап культиваторов [текст]:/ В.С. Новиков, Д.И. Петровский // В сборнике: Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 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. Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, В.И. Оробинского, И.В. Баскакова. 2017. С. 54-62.

4. Петровский, Д.И. Технология повышения ресурса рабочих органов зарубежных почвообрабатывающих машин [текст]:/ Д.И. Петровский, В.С. Новиков // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. 2016. - С. 70-74

5. Новиков, В.С. Теоретические предпосылки повышения долговечности почворезущих рабочих органов [текст]:/ В.С. Новиков, Д.И. Петровский // Управление рисками в АПК. 2016. № 5. С. 41-50.

6. Ерохин, М.Н. Выбор марки стали для лемеха плуга [текст] / М.Н. Ерохин, В.С. Новиков, Д.А. Сабуркин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2008. -№1.-с. 5-8.

7. Патент на полезную модель №110894 РФ «Стрелчатая лапа культиватора» / В.С. Новиков, М.Н. Ерохин и др. - опубл. 10.12.2011. - Бюл. №34.



УДК 637.1.02(470.62)  
ГРНТИ 65.63.01

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ДОИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ  
ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ КУБАНИ**

**Морозова Н.Ю., магистрант**  
**Научный руководитель – Морозова Н.Д., ст. преподаватель,**  
**Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,**  
**г. Краснодар**

**Аннотация.** В статье рассматривается внедрение инновационных технологий доения в фермерских хозяйствах Кубани.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, фермерские хозяйства, доильные установки, вакуум, молоко, пульсатор.

Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 года на Кубани показала более 900 тысяч личных подсобных хозяйств, более 14 тысяч фермерских хозяйств. По данным Краснодарского статистического управления в 2016 году в регионе произвели 1,3 тыс. тонн молока, на долю хозяйств населения, фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей пришлось 35% производства молока. Крестьянские фермерские хозяйства в России показывают положительную динамику роста производства молока.

Администрация Кубани ставит задачу развития молочного производства в хозяйствах всех форм собственности. Одно из направлений – заполнение простаивающих скотомест, животноводческих ферм и образования новых хозяйств, включая фермерские. Государственная программа развития молочного животноводства предоставляет гранты на развитие семейных животноводческих ферм, которые используются на: строительство, реконструкцию, модернизацию животноводческих помещений; приобретение и монтаж технологического оборудования; создание объектов инженерной инфраструктуры (электроснабжения, водоснабжения, водоотведения, газоснабжения, дорог); приобретение скота. Следовательно, потребуется оборудование для новых животноводческих хозяйств и реконструируемых ферм.

Производство молока в фермерском хозяйстве диктует расширенные требования к оборудованию для доения. Машинное доение обеспечивает высокую производительность труда, увеличение надоев от коровы и повышение качества молока [2,5]. На рынке представлен широкий спектр продукции для механизации и автоматизации малых молочных ферм, проведения поэтапной реконструкции коровников. Высокотехнологичные доильные установки российского производства позволяют существенно снижать трудозатраты оператора доения и увеличивают нагрузку на одного человека до 50 коров.

Применение доильных установок на малых фермах позволяет: минимизировать влияние человеческого фактора на производство; уменьшить количество обслуживающего персонала на ферме; повысить привлекательность сельскохозяйственного труда, и как следствие, привлечь молодых специалистов для работы на селе.

Правильно подобранная доильная техника положительно влияет на продуктивность коров, снижает риск заболеваний коров маститом [4].

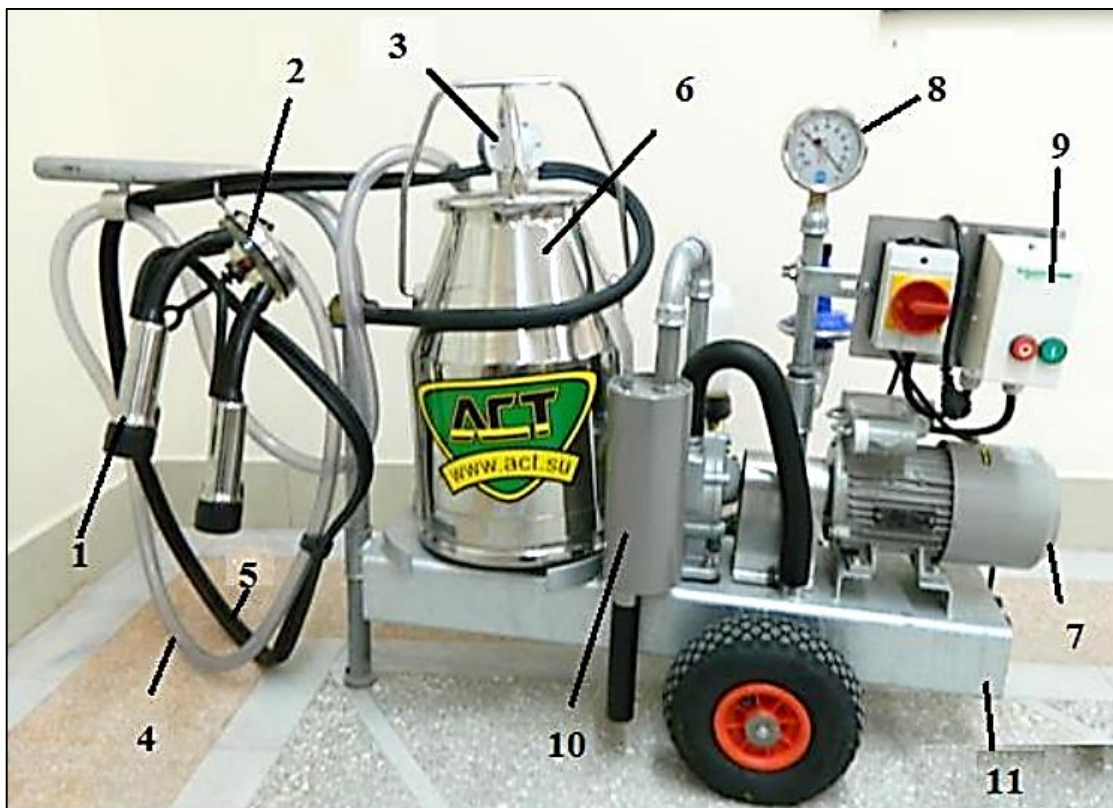
В Кубанском государственном аграрном университете им. И.Т. Трубилина на кафедре «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» в специализированной аудитории по животноводству проводятся лабораторные и практические занятия для студентов факультета механизации, электрификации, ветеринарии, зоотехнии и менеджмента, также курсов повышения квалификации работников агропромышленного комплекса на высокопроизводительном оборудовании, которое предоставлено фирмой «Агро-Строительные технологии» - оборудование для ухода за животными: доильные установки (Елочка, Минидояр MINICART – рис. 1, 2), оборудование для водоснабжения и автопоения (автопоилки индивидуальные и групповые), микроклимата, удаления навоза (установки скреперные). Полученные знания обучающиеся используют при прохождении практики в хозяйствах края, а

фермеры для работы в своих хозяйствах. Использование инновационной техники и прогрессивных технологий позволяет увеличить продуктивность коров до 20 % [1].

Доильная техника, применяемая в хозяйствах, соответствует зоотехническим требованиям: показатель полноты и скорости доения, равномерность доения, отсутствие фактов соскальзывания стаканов с сосков, соответствие требованиям гигиены. В фермерских хозяйствах применяются установка для доения коров в молокопровод или передвижная доильная установка [3]. Необходимость использования молокопровода сводится не только к облегчению труда дояров и сокращению общей времени дойки. Основная цель, к которой стремится каждый фермер или руководитель хозяйства – это повышения качества и количества конечного продукта, в данном случае – выдоенного молока. Работа молокопровода позволяет решать эти задачи. Основным преимуществом доильных установок линейного типа при производстве молока является полное отсутствие контакта сырья с внешней средой.

Минидояр используется для доения коров при привязном содержании животных и раздаивая отелившихся коров (рис. 1). Минидояр соответствует всем требованиям для доильного оборудования (ISO 5707). Данное передвижное доильное устройство совместимо как с электрическим, так и с бензиновым двигателем. Минидояр MINICART позволяет доить 1 корову за 1 раз.

На молочно-товарных фермах на 50, 100, 200 голов (и выше) возникает необходимость автоматизации процесса доения. Для ферм с привязным содержанием скота решением является приобретение доильной установки линейного типа, или говоря проще – молокопровода. Конструкции магистралей современных молокопроводов, выполненные из нержавеющей стали, из стеклянных труб, молокопроводы из нержавеющей стали позволяют получать на выходе молоко высшего сорта с минимальной потерей жирности. Пищевая нержавейка рекомендована к использованию для всех устройств, осуществляющих транспортировку и хранение молока, и магистрали доильных установок не являются исключением.



**Рис. 1. Минидояр MINICART фирмы «SAC»:**

- 1 – доильный стакан; 2 – коллектор; 3 – пульсатор; 4 – шланг молочный;  
5 – шланг вакуумный; 6 – ведро доильное; 7 – насос вакуумный;  
8 – вакуум-регулятор; 9 – блок - управления; 10 – глушитель; 11 – тележка мобильная

Комплектация доильных аппаратов пульсаторами хорошего качества - эффективная работа доильной установки. Пульсатор (рис. 2) преобразует постоянный вакуум, создаваемый вакуум-насосом в пульсирующий. Пульсатор создает и поддерживает режим работы доильных стаканов.



**Рис. 2. Пульсатор мобильной доильной установки фирмы «SAC»**

Особенности и краткая техническая характеристика пульсаторов UNIPULS 2:

- плавная регулировка частоты пульсаций и баланса от 30 до 120 мин<sup>-1</sup>;
- используется с отечественными и иностранными доильными аппаратами попарного доения;
- имеет малую зависимость частоты пульсаций от температуры воздуха и уровня вакуума;
- работает от автономного источника питания;
- включается автоматически при подключении вакуума;
- уровень шума менее 70 дБ;
- вес 332 г;
- габаритные размеры 86×94×105 мм.

**Таблица 1**

**Техническая характеристика мобильной доильной установки**

Показатели	Минидояр MINICART
Режим работы	Двухтактный
Дополнительное оборудование	Система безопасности переполнения и фильтры, установленные на ведре
Исполнение доек	- одна корова; - две овцы; - две козы
Двигатель	220В и 380В, бензиновый или комбинированный
Количество ведер	Одно доильное

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Ю. Фролов, Н.Д. Морозова «Инновационные технологии производства молока в фермерском хозяйстве» / Научное обеспечение агропромышленного комплекса, 2016 г., с. 257-259;
2. В.Ю. Фролов, Н.Д. Морозова, Н.Ю. Морозова «К анализу способов автоматизации доения коров» / Научное обеспечение агропромышленного комплекса, 2016 г., с. 374-375;
3. В.Ю. Фролов, Н.Д. Морозова, Н.Ю. Морозова «Классификация пульсаторов доильных аппаратов» / Эффективное животноводство// 2016г., №6 ,с. 14-15;
4. Н.Д. Морозова, Н.Ю. Морозова «Требования к доильным установкам молочных ферм» / Новая наука: опыт, традиции, инновации// 2016 г., №6-1, с.39-41;

5. Н.Д. Морозова, П.К. Кулешов «Инновационные технологии доения овец» / Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства // 2013 г.

**УДК 621.436**  
**ГРНТИ 55.42.29**

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ**

**Москалев Р.О., магистрант,**

**Научный руководитель – Петровский Д.И., канд. техн. наук, доцент**

**Российский государственный аграрный университет –**

**МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва**

**Аннотация.** Рассмотрены существующие современные конструкции топливной аппаратуры дизелей. Приведён сравнительный анализ современных методов повышения эффективности топливной аппаратуры дизелей совершенствованием её параметров.

**Ключевые слова:** топливная аппаратура, Common Rail, прогнозы развития топливных систем, давление впрыска, электронное управление подачей топлива.

Доля дизелей в мировом технопарке продолжает расти, вместе с этим ужесточаются экологические нормы, что предполагает необходимость в постоянном совершенствовании топливной аппаратуры, а также методов и средств ее диагностики. Критериями совершенства качества работы топливной аппаратуры являются показатели экономичности дизеля, его мощности и шумности работы, величины выбросов вредных веществ с отработавшими газами, динамичности транспортного средства, надежности пуска и т.д. При этом за последние 10 лет происходит вытеснение вихрекамерных дизелей более современными, с открытой камерой сгорания. Это связано не только с введением более жестких экологических норм, но и с внедрением систем подачи топлива нового поколения [1, 9].

Как уже отмечалось, основными критериями совершенствования топливной аппаратуры являются показатели экономичности двигателя, жесткости сгорания, тепловым нагрузкам, мощности и шумности работы, величины выбросов вредных веществ с отработавшими газами, надежности пуска, коэффициента приспособляемости, динамичности транспортного средства, соблюдение ограничений по давлению в цилиндре, температуры газов перед турбиной. На основании изложенных выше критериев, есть возможность сформировать основные направления совершенствования топливной аппаратуры ближайшего будущего.

Управление характеристикой впрыска дает возможность значительно влиять на показатели дизеля. До недавнего времени имелись минимальные возможности влиять на характеристику впрыска, сегодня актуальна проблема управления ею по режимам работы двигателя [2, 6].

Повышение давления впрыска позволяет снизить выбросы частиц вредных веществ и расход топлива. Однако достаточно важным является не только высокий уровень давления впрыска, но и его оптимальные параметры в соответствии с режимом работы двигателя.

Оптимизация рабочего процесса и топливоподачи. Равномерность коэффициентов расхода и характеристик топливных струй может обеспечить только центрально и вертикально расположенная форсунка. Данное техническое решение становится типовым, несмотря на некоторые компоновочные и эксплуатационные неудобства.

Совершенствование рабочего процесса ведется постоянно, но основными проблемами выхода на оптимальное решение поставленных задач являются сложность моделирования

процессов, дефицит комплексных математических моделей, слишком высокая трудоемкость физической оптимизации. На данный момент актуальной является задача разработки дизеля, отвечающего предъявляемым требованиям экономичности и экологичности. Для решения существующих задач ведется подготовка новых математических моделей и ориентированного под них программного обеспечения [3, 7].

Электронное управление подачей топлива. Производство топливной аппаратуры с механической системой регулировки сворачивается. Использоваться они будут только на простейших дизелях или на специализированной технике. Повсеместное использование систем электронного управления ограничивается отсутствием быстродействующих электроклапанов, пьезоприводов, адаптированных ТНВД, а также отсутствия унифицированного программного обеспечения для управления подачей топлива.

Управление углом опережения впрыска. Без регулирования угла опережения впрыска по частоте вращения, поведение реального угла опережения впрыска качественно отличается от оптимального. Управление углом опережения впрыска – обязательное требование при проектировании систем топливной аппаратуры [4, 8].

Обеспечение стабильности впрыска и малых цикловых подач обеспечивает работу двигателя на холостом ходу, подачу запального впрыска и отсутствие послевпрысков.

Ускорение переходных процессов в топливной аппаратуре и формирование скоростной характеристики позволяет сократить переходные режимы дизеля. Формирование характеристик топливной аппаратуры помимо корректоров может решаться конструктивной оптимизацией топливной аппаратуры и внедрением электронного управления.

Использование альтернативного топлива диктуется требованиями новых экологических и экономических стандартов. Потенциальные альтернативные виды топлива, как правило, дают меньше выбросов, усиливающих смог, загрязнение воздуха и глобальное потепление, большинство альтернативных видов топлива производится из неисчерпаемых запасов, использование альтернативных видов топлива позволяет любому государству повысить энергетическую независимость и безопасность. Каждая разновидность альтернативного топлива обуславливает свои конструктивные особенности топливной аппаратуры.

Быстрое завершение впрыска необходимо для исключения образования крупных капель топлива, заброса газов в распылитель, т.е. для снижения расхода топлива и закоксовывания распылителей. Вопросу придает актуальность увеличение давления подачи топлива.

Обеспечение стабильного функционирования топливной аппаратуры в реальных условиях эксплуатации. В режиме реальной работы на дизеле не достигаются параметры подачи топлива при безмоторных испытаниях. Это связано с использованием некачественного топлива и низких температур эксплуатации дизелей [5].

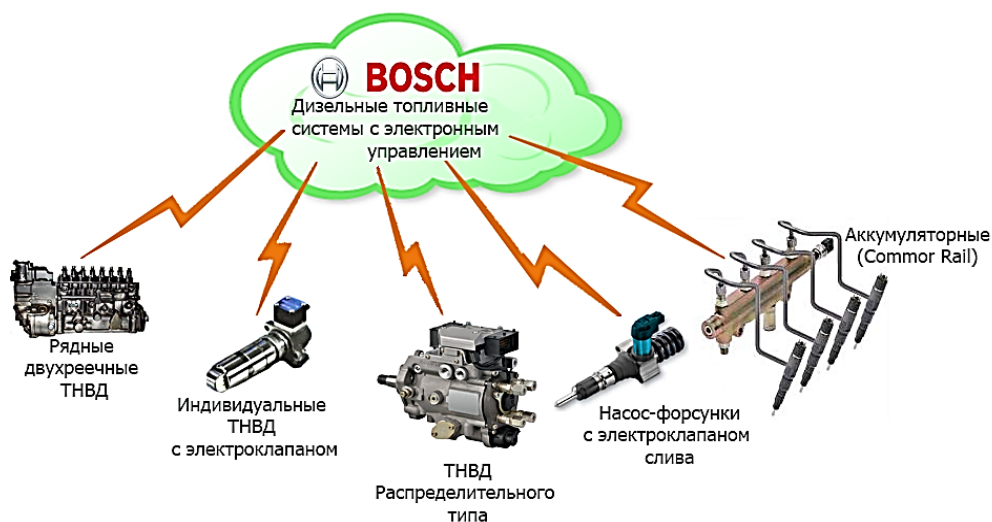


Рис. Типы современной топливной аппаратуры на примере продукции фирмы Bosch

В статье перечислены далеко не все направления совершенствования топливной аппаратуры, в том числе достаточно очевидные, такие, как дешевизна, простота, надежность и т.д. Большинство из выпускаемых на данный момент систем имеет свой набор достоинств и недостатков. Так многие из современных систем имеют электронное управление и давление впрыска 135...200 МПа. Некоторые направления разработки представлены на рисунке.

Каждый из современных типов топливной аппаратуры нашел свои предпочтительные области применения. Кроме того, для специализированных двигателей элементы и системы топливной аппаратуры конструируются индивидуально.

Совершенно очевидно, что системы подачи топлива с низким давлением перспектив не имеют. Системы первого поколения Common Rail с давлением впрыска до 135 МПа обеспечивают меньше требований перспективных норм Euro-4, чем насос-форсунки. Данная проблема решается производством топливной аппаратуры Common Rail с давлением впрыска 160 МПа и подготовкой к производству с давлением 180 МПа. Следует отметить, что Common Rail внедряется на дизелях самого различного назначения и является наиболее перспективной.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вашланов, П.В. Диагностика топливной аппаратуры с электронным управлением / П.В. Вашланов, Д.И. Петровский // Сельский механизатор. – 2012. – № 10. – С. 30-31.
2. Вашланов, П.В. Перспективы развития топливной аппаратуры дизелей [Текст] / П.В. Вашланов, Д.И. Петровский // Сельский механизатор. – 2013. – № 1 (47). – С. 6-7.
3. Корнеев, В.М. Влияние технического состояния форсунок на мощностные и экономические показатели дизеля / Д.И. Петровский, В.М. Корнеев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2004. – № 2. – С. 39.
4. Петровский, Д.И. Диагностирование топливной системы высокого давления дизелей по амплитудно-фазовым параметрам топливоподачи // Д.И. Петровский. – Дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2004. – 162 с.
5. Петровский, Д.И. Диагностирование топливной системы высокого давления дизелей по амплитудно-фазовым параметрам топливоподачи: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.03 – М.: 2004. – 20 с.
6. Петровский, Д.И. Методы диагностирования топливной аппаратуры дизелей / Д. И. Петровский, В.М. Корнеев // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, А. В. Дедова и др.. 2015. С. 243-247.
7. Петровский, Д.И. Платформа для проведения и анализа полевых испытаний / Д. И. Петровский, П.В. Вашланов // Сельский механизатор. 2013. – № 9. – С. 10.
8. Петровский, Д.И. Совершенствование методов оценки технического состояния топливной аппаратуры дизелей / Д.И. Петровский // В сборнике: Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева. 2015. С. 159-162.
9. Петровский, Д.И. Совершенствование форсунок и клапанов топливных систем COMMON RAIL / Д.И. Петровский, П.В. Вашланов // Сельский механизатор. – 2014. – №2. – С. 36.

УДК 631.354.026  
ГРНТИ 55.57.37

## КЛАССИФИКАЦИЯ ОЧЕСЫВАЮЩИХ ЖАТОК И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА УБОРКЕ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Мосяков М.А., аспирант

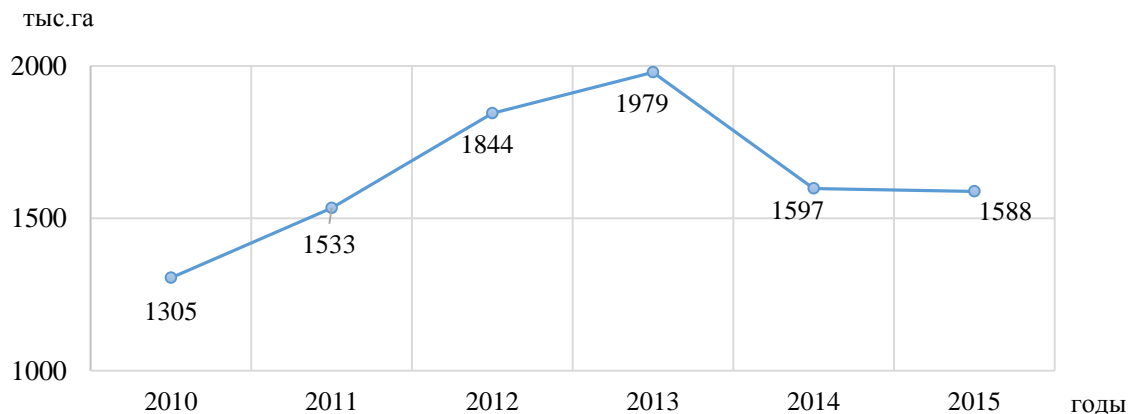
Научный руководитель – Алдошин Н.В., д-р техн. наук, профессор  
РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва

**Аннотация.** В статье проведен обзор применяемых технических решений уборки методом очеса растений на корню, позволяющий классифицировать данный вид устройств. Определено, что очесывающие жатки не являются универсальными уборочными устройствами и с их помощью можно убрать только вполне определенные виды культур. Бобовые и им подобные культуры могут очесываться с вероятными потерями до 10%, что не отвечает существующим агротребованиям. Выявлена, необходимость проведения исследования, связанных с подробным изучением взаимодействия различных очесывающих рабочих органов на уборке зернобобовых культур, с целью снижения повреждаемости и потерь зерна до соответствующих агротребованиям.

**Ключевые слова.** Зерноуборочный комбайн, зернобобовые культуры, очесывающая жатка, способы уборки.

В мировом земледелии зернобобовые занимают около 13% посева зерновых культур, тогда как в нашей стране доля этих культур в структуре менее чем 1%. Увеличение площади их посева позволило было снять проблему нехватки кормов в животноводстве и птицеводстве [1-2].

Зернобобовые культуры в Российской Федерации возделываются на площадях 1300 - 2000 тыс.га (рис.1).



**Рис. 1. Площадь посевов зернобобовых культур в России**

Сельхозпроизводители зачастую отказываются от возделывания зернобобовых культур из-за осложненного морфологическими особенностями строения растений, этапа – уборки.

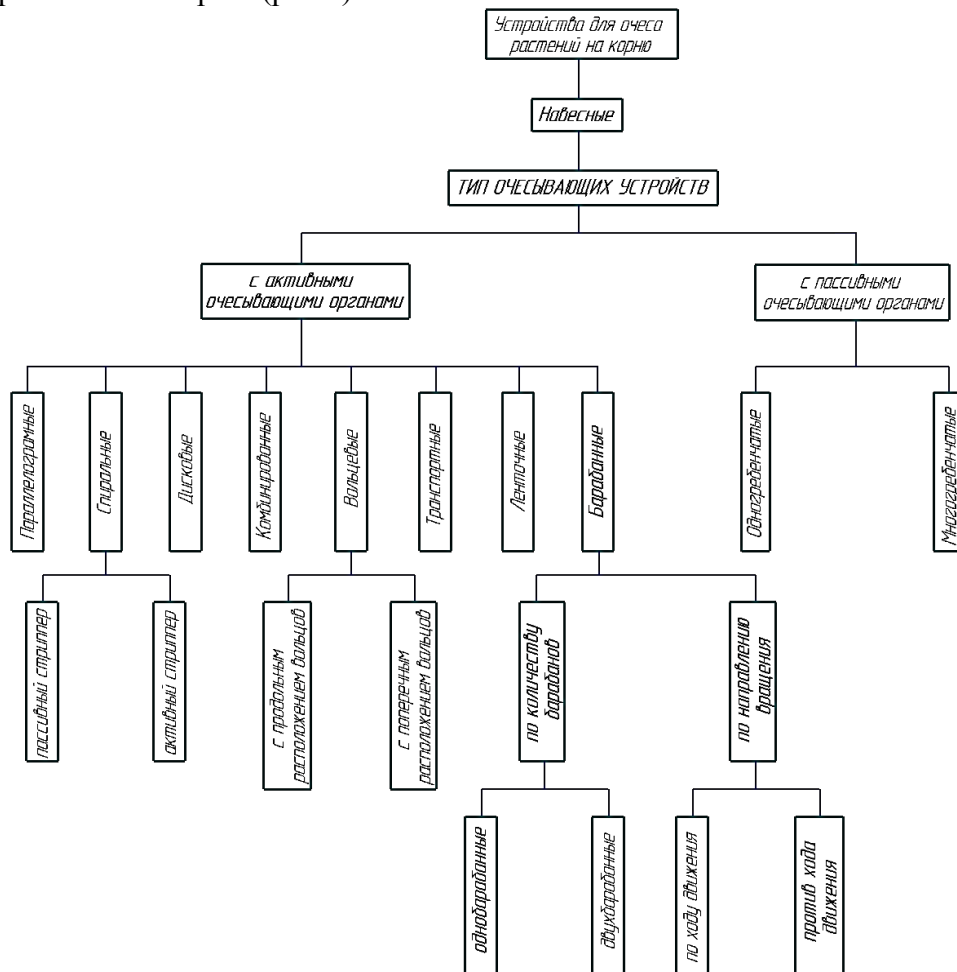
С целью снижения материальных и энергетических затрат, возникает необходимость постоянного совершенствования технологии уборочных работ за счет использования высокопроизводительных современных и перспективных технических средств. В частности, наиболее известным и научно обоснованным способом уборки является очес растений на корню [3-4].

Изучению процесса уборки зерновых культур методом очеса и совершенствованию конструкций очесывающих устройств посвящены работы Алакина В.М., Бурьянова А.И., Бурьянова М.А., Жалнина Э.В., Косилова Н.И., Кравчука В.И., Кушнарера А.С., Леженкина А.Н., Моисеенко О.В., Трубилина Е.И., Чуксина П.И., Шабанова П.А., и др. В настоящее время изучением технологии уборки методом очеса растений на корню и совершенствованию конструкций очесывающих устройств занимаются ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, СКНИИМЭСХ, ГОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», ФГБОУ ВПО «Челябинский ГАУ», ФГБОУ ВПО «Кубанский ГАУ», в Украине – УкрНИИПИТ им. Л. Погорелова [5].

Распространение технологии уборки культур методом очеса обусловлено тем, что такая технология имеет ряд достоинств:

- уменьшение загрузки транспортирующих и молотильных органов обрабатываемой массой;
- снижение нагрузки на сепарирующие рабочие органы;
- повышение производительности комбайна и, как следствие, сокращение сроков уборки.

Анализ применяемых технических решений позволяет классифицировать устройства для очеса растений на корню (рис.2).

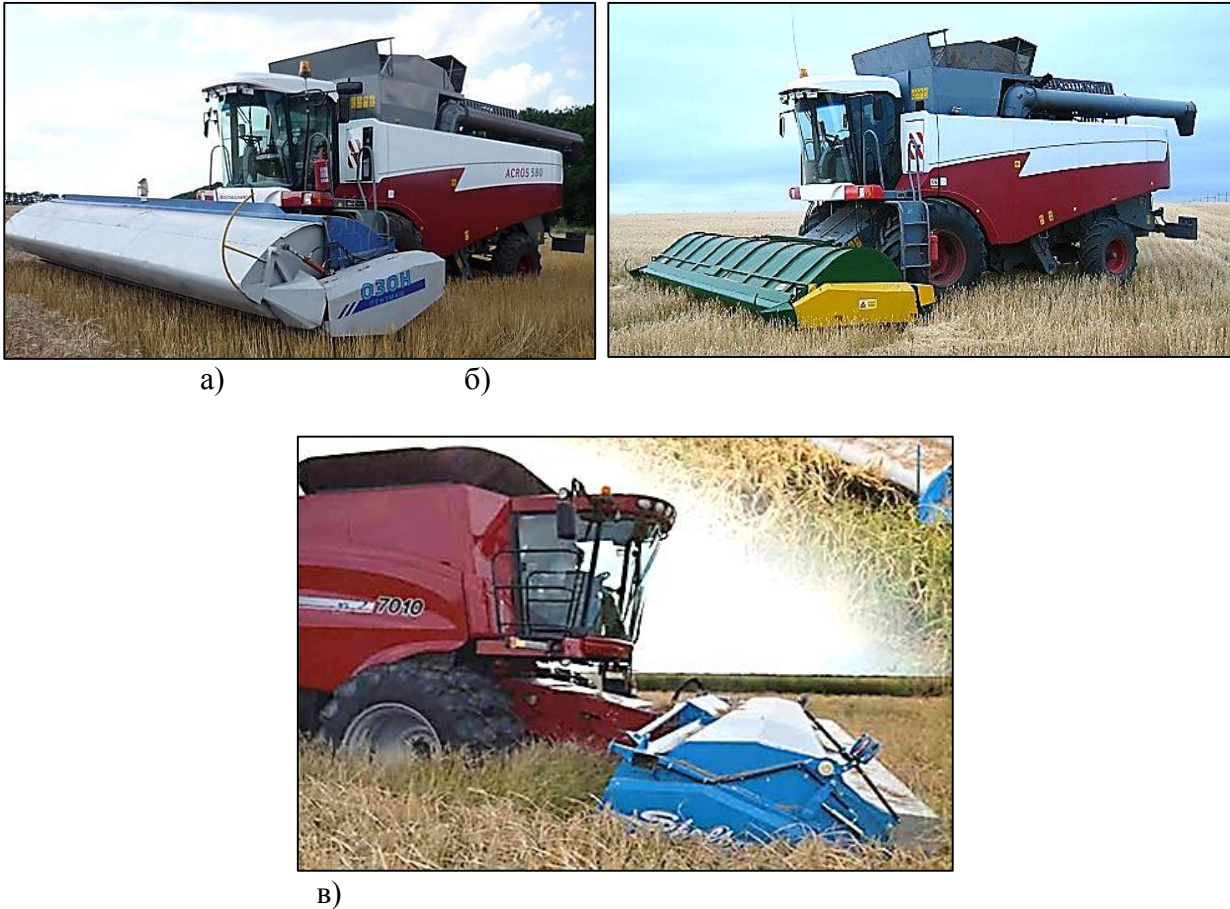


**Рис. 2. Устройства для очеса растений на корню**

Применяемые очесывающие жатки делятся на навесные и прицепные, которые различаются по типу очесывающего устройства, рабочих органов, способу сборки продуктов очеса. При этом машины выпускаются с устройствами подачи растений в зону очеса или без него.

На сегодняшний день на российском рынке наиболее известны очесывающие жатки марок «Озон» (Россия), «Славянка» (Украина), а также производства компании «Shelbourne» (Великобритания) (рис.3).





**Рис 3. Очесывающие жатки марок: а) «Озон», б) «Славянка», в) «Shelbourne»**

Основное различие всех представленных моделей заключается в количестве очесывающих роторов (барабанов), однако принцип работы у всех жаток одинаковый.

Двухроторные жатки убирают чище, но имеют в сравнении с однороторными вариантами меньшую скорость уборки, при этом в однороторной жатке могут быть немного выше потери.

В России двухроторные жатки выпускают «Пензмаш» (ОЗОН-4) и Красноярский завод комбайнов (ОКД-4). Схема исполнения модели «ОЗОН-4» практически аналогична конструкции мелитопольских МОНов, а жатки под маркой «ОКД-4» во многом напоминают украинскую Славянку (УАС-7) производства ПП «Агро-Союз», предназначенную для уборки злаковых культур и семенников трав прямым комбайнированием.

Следует отметить, что практически во всех случаях очес имеет место в так называемой технологии no-till, как являющийся одним из главных составляющих ресурсосберегающих технологий и являющийся хорошим средством борьбы с эрозией почв. Более широкое применение очеса сдерживается отсутствием научных исследований по его внедрению в интенсивную и минимальную технологию возделывания сельскохозяйственных культур.

Агротехнические требования по уровню потерь зерна не всегда удается выполнить, несмотря на огромное количество проведенных исследований в данной области. Анализ этих исследований показывает, что все они посвящены изучению режимов работы очесывающего барабана, в то время как многое зависит от параметров очесывающих органов, ведь именно от того как они взаимодействует с растительной массой зависит результат очеса растений на корню [6-7].

Очесывающие жатки не являются универсальными уборочными устройствами и с их помощью можно убрать только вполне определенные виды культур. Колосовые и метелочные культуры очесываются исключительно хорошо, без существенных потерь. Бобовые и им подобные культуры могут очесываться с вероятными потерями до 10%, что не отвечает существующим агротребованиям [8-9].

Основными агротехническими требованиями, предъявляемыми к работе очесывающей жатки, являются уровень потерь и степень повреждения зерна. Поэтому необходимо провести исследования, связанные с подробным изучением взаимодействия различных очесывающих рабочих органов с зернобобовыми культурами. Для определения оптимальных параметров очесывающих рабочих органов, позволяющих снизить повреждаемость и потери зерна до соответствующих агротребованиям.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алдошин, Н.В. Очесывающая жатка «Озон» на уборке смешанных посевов. /Н.В. Алдошин// Основные направления развития техники и технологии в АПК: материалы и доклады VII Всероссийской научно-практической конференции. – Княгинино: НГИЭУ, 2016. – С. 130-135.
2. Алдошин, Н.В. Уборка смешанных посевов зерновых культур способом очеса /Н.В. Алдошин// Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 288. Ч. II. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, С. 14-18. – ISBN 978-5-9675-1468-5.
3. Алдошин Н.В., Лылин Н.А., Мосяков М.А. Жатка «Озон» на уборке белого люпина // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: матер. Международной науч.-метод. конф. 10 января 2017. – Т. II. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С.102-109
4. Мосяков М.А. Энергосберегающие технологии на уборке зерновых культур / М.А. Мосяков // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: матер. Междунар. научно-практ. конф. (Россия, Москва, 24-25 мая 2016). – Москва: ФГБНУ ВИЭСХ, 2016. – С. 84-88
5. Фусточенко А.Ю. Повышение эффективности функционирования жатки очесывающего типа совершенствованием параметров и режимов работы обтекателя: дис. на соискание ученой степени к. т. наук. - Ростов-на-Дону, 2015. – С.157
6. Мосяков М.А. Особенности уборки зернобобовых культур: матер. Междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. 7-9 декабря 2016 г. - Ч.1 – Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. – С.298-302
7. Мосяков М.А. Перспективы развития комбайностроения. // О вопросах и проблемах современных сельскохозяйственных наук: матер. Междунар. научно-практ. конф. - 11 июля 2016. – Челябинск: ИЦРОН, 2016. – С. 6-10
8. Мосяков М.А. Оценка потерь и повреждаемости зерна при уборке зернобобовых культур: матер. Международной науч.-метод. конф. 10 января 2017. – Т. I. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С.232-238
9. Патент на полезную модель №164619 опубл. 10.09.2016. Бюл. №2 Очесывающий барабан. - / В.М. Лукомец, Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, М.А. Мосяков, Н.А. Лылин, Н.А. Аладьев, А.М. Воронов /

УДК 621.89.017  
ГРНТИ 55.03.11

## КАК ПОВЫСИТЬ ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА трибологических смазок

Петровский Д.И., канд. техн. наук, доцент

Научный руководитель – Гайдар С.М., д-р техн. наук, доцент,  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

**Аннотация.** Показаны преимущества легированных смазочных материалов, выбрана методика исследования смазочных материалов. Приведены результаты испытаний смазочных композиций, показаны основные зависимости параметров трения от внешней нагрузки.

**Ключевые слова:** износ, трибология, экспериментальные исследования, скорость изнашивания, момент сил трения.

Надёжность машин в значительной степени обусловлена надёжностью работы их подвижных соединений. Одним из факторов, снижающих надёжность техники, является износ трущихся поверхностей трибосопряжений [1 - 4]. Для уменьшения износа и увеличения срока службы техники в трибосопряжения их агрегатов вводят специальные смазочные композиции, основой которых являются минеральные или синтетические масла [5].

Минеральные масла получили широкое распространение ввиду их низкой стоимости, для получения же необходимых эксплуатационных свойств в эти масла добавляют широкий спектр присадок. Так, одни присадки улучшают вязкость масла, другие уменьшают износ и т.д.

Таким образом, проблема легирования минеральных масел остается актуальной. В данной работе были исследованы следующие смазочные композиции:

- масло трансмиссионное ТМ5-18;
- смазочная композиция ТМ5-18 + 10% Акор-1;
- смазочная композиция ТМ5-18 + 10% Телаз-ЛС.

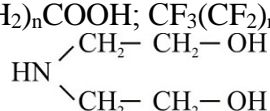
Антикоррозионная присадка АКОР-1 (ГОСТ 15171–78) изготавливается на основе нитрованных базовых масел марок М-8, М-11, АС-9,5 с добавлением 10 % стеариновой кислоты и последующей нейтрализацией гидроксидом кальция. Присадка представляет собой густую маслянистую жидкость черного цвета, прозрачную в тонком слое. Применяется в основном для приготовления рабоче-консервационных составов, 5...10 % добавляют к маслам, 3,5 % – к дизельному топливу. Для наружной консервации техники при хранении в помещениях и под навесом содержание АКОР-1 в свежих и отработанных маслах доводят до 20 % [6].

Технология синтеза присадки АКОР-1 разработана на основе исследований Крейна и Шехтера. Процесс получения состоит из следующих стадий: нитрование масла (М-8, М-11) 98%-ной азотной кислотой, смешение полупродукта с 60%-ной стеариновой кислотой, нейтрализация смеси оксидом кальция, сушка и центрифугирование полученной присадки [6].

Модификатор Телаз-ЛС представляет собой органические соединения, молекулы которых обладают хемосорбционной способностью, в качестве активного ингредиента используются карбоновые кислоты. При синтезе использованы карбоновые кислоты с углеводородными или перфторированными радикалами. Радикалы участвуют в формировании гидрофобной части молекулы [7, 8].

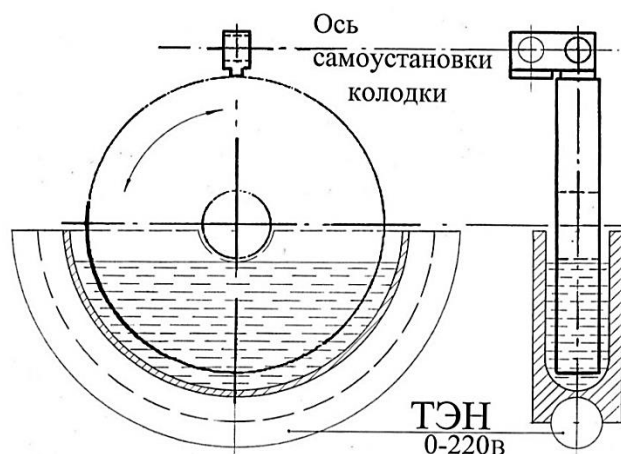
При синтезе использованы:

- карбоновые кислоты  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ;  $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n\text{COOH}$
- диэтаноламин
- борная кислота  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .



В результате синтеза получают органические соединения с асимметричной молекулярной структурой, содержащие гидрофобный радикал (для соединений с перфторированным радикалом он является лиофобным) и гидрофильную часть [9].

Испытания проводились на стандартной машине трения типа Амслер - «МИ», которая снабжена системами создания, поддержания и измерения температур, нормальных сил, линейных скоростей скольжения, моментов сил трения и скоростей изнашивания. Основные испытуемые параметры – трение и износ регистрируются с помощью двухканального самописца модели «2309» фирмы «Брюль и Кьер». Схема трения «колодка – ролик» с постоянными величинами коэффициентов взаимного перекрытия и площади соприкосновения независимо от износа, что является важным фактором достоверности получаемых экспериментальных результатов, представлена на рисунке.



**Рис. Испытания по схеме «колодка – ролик»**

Методика экспериментирования согласно ГОСТ 23216-84 заключается в организации вращения ролика, находящегося в ёмкости тороидальной формы, в которую вливается тщательно перемешанная смазочная композиция. Прикладывается нормальная сила, происходит контакт рабочих поверхностей самоустанавливающейся колодки и вращающегося ролика, после чего осуществляется синхронное измерение скорости изнашивания и момента сил трения в течение всего опыта без разъединения зоны трения.

Зона трения образована цилиндрическими поверхностями ролика и колодки. Радиус ролика  $R=35,0-0,1$  мм, площадь контакта колодки и ролика  $0,1654$  см<sup>2</sup>. Частота вращения вала  $n=100$  об/мин (линейная скорость  $0,37-0,01$  м/с), выбрана из условия гарантированного отсутствия гидродинамического режима смазки. Ряд нормальных сил, прикладываемых к испытуемым образцам – 311,5; 521,5; 731,5; 941,5; 1151,5 Н определен экспериментально, в том числе из условия гарантированного отсутствия признаков заедания.

В результате двух основных серий испытаний получены экспериментальные зависимости параметров трения от нормальной нагрузки. Итогом обработки зависимостей являются сводные таблицы 1 и 2.

**Таблица 1**

**Скорость изнашивания  $V_{изн}$ (мкм/час) и момент сил трения  $M_{тр}$  (Нм) при 100 об/мин.**

**I серия экспериментов**

Нормальные силы, Н	TM5-18		TM5-18+10% Акор-1		TM5-18+10% Телаз-ЛС	
	$V_{изн}$	$M_{тр}$	$V_{изн}$	$M_{тр}$	$V_{изн}$	$M_{тр}$
311,5	40,2	1,401	6,3	1,201	5,7	0,200
521,5	56,3	2,402	51,2	2,602	11,3	2,402
731,5	83,3	3,603	117,4	3,803	26,9	3,403
941,5	186,2	4,603	139,1	5,004	25,3	4,403
1151,5	238,2	5,604	169,6	6,405	29,2	5,804

Таблица 2

**Скорость изнашивания  $V_{изн}$  (мкм/час) при 100 об/мин.  
II серия экспериментов**

Нормальные силы, Н	ТМ5-18	ТМ5-18+10% Акор-1	ТМ5-18+10% Телаз-ЛС
731,5	70,0	35,8	29,2
941,5	118,7	104,5	30,5/10,1*
1151,5	145,9	122,7	9,7*

Примечание: \* – результаты получены после работы смазочной композиции при температуре 105°C.

Исследуемые смазочные композиции обнаружили различные уровни взаимодействия с трущимися поверхностями, и, соответственно, различного уровня воздействия на измеряемые параметры. Это выразилось в том, что все исследуемые смазочные материалы при одних и тех же условиях испытаний имеют незначительно отличающиеся друг от друга значения  $M_{тр}$ , но  $V_{изн}$  отличается существенно, в отдельных случаях на порядок.

Экспериментальные исследования, проведенные в испытательном узле трения «ролик – колодка» при описанных выше параметрах испытаний, позволяют сделать следующие основные выводы:

1) Смазочная композиция ТМ5-18+10% Телаз-ЛС во всем диапазоне нормальных сил демонстрирует:

– снижение  $V_{изн}$  по сравнению с чистым ТМ5-18 от 2 до 8 раз, а по сравнению со смазочной композицией ТМ5-18+10% Акор-1 от 1,1 до 6 раз;

– в целом композиция демонстрирует меньшие значения  $M_{тр}$ .

2) Трибохарактеристики смазочной композиции ТМ5-18+10% Телаз-ЛС после нагрева при температуре 105°C и последующего охлаждения демонстрирует уменьшение скорости изнашивания в 3 раза.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайдар, С.М. Теория и практика создания ингибиторов атмосферной коррозии / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, С.А. Гурьянов // Техника и оборудование для села. 2012. № 4. С. 8-10.

2. Гайдар С.М., Заяц Ю.А., Заяц Т.М., Власов А.О. Подходы к определению технического состояния транспортных средств // Грузовик. 2015. № 5. С. 27-30.

3. Гайдар С.М., Низамов Р.К., Голубев М.И. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов // Вестник Московского государственного университета леса – Лестной вестник. 2012. №7(90). С. 140-142.

4. Гайдар С.М., Низамов Р.К., Прохоренков В.Д., Кузнецова Е.Г. Инновационные консервационные составы для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии // Техника и оборудование для села. 2012. № 11 (184). С. 40-43.

5. Гайдар, С.М. Модификация консистентных смазок с использованием нанотехнологии [Текст] / С. М. Гайдар // Техника в сельском хозяйстве. – ISSN 0131-7105. – 2010. – №2. – С. 38–40.

6. Гайдар, С. М. Консистентные смазки с наномодифицированным дисульфидом молибдена [Текст] / С. М. Гайдар // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – ISSN 0206-572X. – 2010. – № 4. – С. 27–29.

7. Гайдар, С. М. Наномодифицированные твердые смазочные покрытия с полимерными связующими [Текст] / С. М. Гайдар // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – ISSN 1684-2561. – 2010. – № 8. – С. 29–32.

8. Гайдар, С. М. Анализ влияния антифрикционных препаратов на основе эпилама на рабочие характеристики двигателя внутреннего сгорания [Текст] / С. М. Гайдар, И. А. Захаров, С. Н. Дмитриев // Научно-технич. сб. ФГУ 21 НИИИ МО РФ. – Бронницы, 2008. – С. 43–47.

9. Петровский Д.И., Петровская Е.А., Пыдрин А.В. Перспективные материалы для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии // Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал - 2016". 2016. С. 351-356.

УДК 621.891  
ГРНТИ 55.03.11

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАР ТРЕНИЯ

Петровская Е.А., аспирант,

Научный руководитель – Гайдар С.М., д-р техн. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет –

МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

**Аннотация.** В статье показана перспектива модификации поверхностей пар трения за счет формирования мономолекулярной защитной плёнки для уменьшения износа. Приведены технологии нанесения мономолекулярной защитной плёнки. Выбраны методика и схема испытания, позволившие получить достоверные результаты оценки эффективности влияния модификации поверхностей пар трения.

**Ключевые слова:** Поверхностно-активные вещества, трение, износ, пары трения, коррозионная стойкость.

Надежность машин в большей степени обусловлена безотказностью работы их подвижных соединений [4, 8]. Одним из основных факторов, ограничивающих надежность работы машин и механизмов, является износ контактирующих поверхностей трибосопряжений, что в значительной степени сказывается на ресурсе их работы. Поэтому для повышения долговечности деталей машин используют различные методы их упрочнения: термические, криогенные, физические, физико-химические, пластическую деформацию.

Физико-химические методы повышения износостойкости можно условно разделить на четыре основных класса [2, 7]:

1. Создание износостойкой пленки на поверхности;
2. Изменение химического состава поверхностного слоя;
3. Изменение энергетического запаса поверхностного слоя;
4. Формирование мономолекулярной плёнки на поверхности за счёт адсорбции органических соединений с дифильными молекулами.

Для снижения величины и стабилизации условий трения, предотвращения интенсивного износа в трибосопряжения вводят различные смазочные среды. Необходимо, чтобы слой смазки между поверхностями трибосопряжения имел достаточную толщину, обеспечивающую отсутствие соприкосновения вершин шероховатостей поверхностей, и таким образом препятствовал их изнашиванию. Такой вид смазки называют жидкостной или гидродинамической [6].

В современной металлургии большую часть выпускаемой продукции составляют черные сплавы. Наиболее распространёнными из всего ассортимента черных сплавов являются низкоуглеродистые стали. Их применяют для производства сварных конструкций, деталей, изготавливаемых методами пластического деформирования, а также различных деталей машин и механизмов (валы, оси, зубчатые колеса и т.д.) [1].

В то же время низкоуглеродистые стали не обладают высокой коррозионной стойкостью, что приводит к необходимости применения различных мер по защите деталей из этих сплавов и сборочных единиц, в которые они входят, от различных видов коррозии, в результате которой снижаются механические свойства и ресурс этих изделий. В условиях очень больших нагрузок или высоких местных контактных напряжений (особенно в контактах качения зубьев шестерён или роликовых подшипниках) пленка смазки становится очень тонкой, порядка 2,5 - 0,25 мкм, а местное давление очень большим. В этих условиях в середине

зоны контакта вязкость масла приближается к вязкости смолы. Смазка продолжает оставаться полностью гидродинамической. Эту область смазки называют «смазкой в тонком слое», а также «смешанная» или «квазигидродинамическая» смазка.

При дальнейшем уменьшении скорости скольжения или увеличении нагрузки масляный слой становится настолько тонким, что противоположные шероховатости обеих поверхностей трибосопряжения «цепляются» друг за друга, и существование сплошной масляной пленки делается невозможным. Нагрузку в этом случае несет молекулярный слой, обычно состоящий из молекул поверхностно активных веществ (ПАВ).

ПАВ являются вещества (синтетические или природные), способные адсорбироваться на поверхности раздела фаз, снижая поверхностную энергию. Эти вещества имеют дифильное строение: молекула ПАВ содержит гидрофобную часть и полярную группу той или иной природы ( $-\text{COOH}$ ,  $-\text{COF}$ ,  $-\text{H}_2\text{N}-$ ,  $-\text{HN}=\text{}$ ,  $\text{N}\equiv$ ,  $-\text{HO}$  и др.). Гидрофобная часть представляет углеводородный радикал  $\text{R}$  ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5$  и др.), содержащий от 8 до 30 углеродных атомов. Большой интерес представляют Фтор-ПАВы, содержащие фторированные углеводородные радикалы  $\text{R}$  ( $-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\dots$ ) [3].

Фтор-ПАВы обладают гораздо большей поверхностной активностью, чем углеводородные. Для создания условия адсорбции молекул на поверхности необходимо растворить ПАВ в рабочей среде или растворителе (моторное масло, топливо, минеральное масло и т.п.) для уменьшения межмолекулярного взаимодействия [5].

Адсорбция молекул ПАВ происходит за счет взаимодействия полярных групп с активными центрами, всегда существующими на твердой поверхности. Такими центрами могут быть пики и возвышения, имеющиеся на любой, даже самой гладкой поверхности. Вследствие малого радиуса действия адсорбционных сил, и в дальнейшем образование химических связей (хемосорбция) происходит насыщение активных центров поверхности, в результате образуется защитная мономолекулярная плёнка толщиной 3...6 нм [9].

Цель данной работы – исследование влияния защитной мономолекулярной плёнки Фтор-ПАВ на процессы трения и изнашивания поверхностей трибосопряжений в условиях трения.

При проведении исследований использовался раствор перфторированной кислоты в летучем растворителе. После нанесения композиции на образцы растворитель испаряется, а из молекул Фтор-ПАВ формируется мономолекулярная защитная пленка (МЗП) – происходит модификация поверхности. Кардинально изменяется энергетика обработанной поверхности. Так, поверхностная энергия металлов снижается с 1825 - 6000 мН/м ( $\text{эрг}/\text{см}^2$ ) до 4 - 6 мН/м. Последнее приводит к изменению эксплуатационных характеристик модифицированных изделий: снижается износ и коэффициент трения, момент трения покоя, повышается коррозионная стойкость и т.п.

Существуют три основных способа модификации поверхности [5]:

1) Метод окунания с последующей сушкой на воздухе;

2) Метод окунания с последующим термостатированием при температурах 100 - 150 °С в течение 1,0- 1,5 ч;

3) Метод кипячения в течение 0,5 - 1,0 ч с последующей сушкой на воздухе.

Расход композиции в первых двух случаях около 100 г/м<sup>2</sup>, в третьем – 30 г/м<sup>2</sup>.

Для оценки влияния термостатирования на качество МЗП было проведено сравнительное исследование образцов, подготовленных с помощью 1-го и 2-го способов. Полученные данные показывают, что термостатирование приводит к образованию более равномерной МЗП и способствует ее перераспределению на ранее непокрытые участки. Эффект зарастания МЗП непокрытых участков подтвердился в следующем эксперименте. Металлическую пластину покрывали МЗП таким образом, что на обеих ее поверхностях оставались изолированными по 15 участков диаметром 3 мм. Эти участки не были покрыты МЗП, что наглядно наблюдалось после стекания масла с пластины, предварительно погруженной в масляную

ванну. На этой же пластине после термостатирования обе ее поверхности, включая ранее изолированные участки, становились покрытыми пленкой МЗП.

Третий способ – кипячение, приводит, по-видимому, к такому же результату, как и второй – равномерному распределению пленки по поверхности металла. Преимущество этого способа – более экономное расходование композиции [8].

Представляет интерес кинетика нанесения МЗП. С помощью метода контактной разности потенциалов проведено исследование кинетики нанесения МЗП. Процесс нанесения МЗП практически заканчивается через 1,5 - 3,0 мин и дальнейшая выдержка в композиции не приводит к изменению контактной разности потенциалов [9].

В результате испытаний было установлено, что модифицированные поверхности пары трения диск-плоскость из сталей ШХ-15, при начальном давлении  $P=200$  МПа, износ в течение 15 - 20 минут первоначально возрастал приблизительно в 1,3 раза по сравнению с немодифицированными, а затем снижался в 1,4 - 1,5 раза и оставался постоянным на весь период испытаний. Соответственно изменялся и коэффициент трения.

Такое повышение износа и коэффициента трения объясняется тем, что в первоначальный период идет интенсивная приработка контактных поверхностей и скорость приработки узлов трения скольжения модифицированных поверхностей повышается в 4 и более раз.

Лабораторные триботехнические испытания показали влияние применения технологии модифицирования поверхностей пар трения, как на скорость приработки в начальный период (уменьшение в 4 и более раз), так и на снижение износа после приработки в 1,4 – 1,5 раз.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайдар, С.М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий Гайдар С.М. [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук (05.20.03) / Гайдар Сергей Михайлович; ФГБОУ ВПО МГАУ. – Москва, 2011. – 33 с.
2. Гайдар, С.М. Инновационные консервационные составы для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии [Текст] / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, В.Д. Прохоренков, Е.Г. Кузнецова // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 11 (184). – С. 40-43.
3. Гайдар, С.М. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов [Текст] / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, М.И. Голубев // Вестник Московского государственного университета леса – Лестной вестник. – 2012. – №7(90). – С. 140-142.
4. Гайдар, С.М. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении [Текст] / С.М. Гайдар, А.Г. Чумаков // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 10. – С. 12.
5. Гайдар, С.М. Подходы к определению технического состояния транспортных средств [Текст] / С.М. Гайдар, Ю.А. Заяц, Т.М. Заяц, А.О. Власов // Грузовик. – 2015. – № 5. – С. 27-30.
6. Гайдар, С.М. Теория и практика создания ингибиторов атмосферной коррозии [Текст] / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, С.А. Гурьянов // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 4. – С. 8-10.
7. Кузнецова, Е.Г. Консервационные составы на основе водорастворимых ингибиторов коррозии [Текст] / Е.Г. Кузнецова, Л.Г. Князева, В.Д. Прохоренков, С.М. Гайдар // Наука в центральной России. – 2013. – № 5. – С. 43-47.
8. Кузнецова, Е.Г. Защитная эффективность водорастворимых ингибиторов коррозии при консервации сельскохозяйственной техники [Текст] / Е.Г. Кузнецова, В.Д. Прохоренков, Л.Г. Князева, А.И. Петрашев, С.М. Гайдар // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 6. – С. 23-25.
9. Пучин, Е.А. Хранение и противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники: учебное пособие [Текст] / Е.А. Пучин, С.М. Гайдар. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 510 с.



УДК 621.891  
ГРНТИ 55.03.11

## ЗАЩИТА ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ РАБОЧЕ-КОНСЕРВАЦИОННЫМИ СОСТАВАМИ

Посунько И.А., аспирант,

Научный руководитель – Гайдар С.М., д-р техн. наук, доцент  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию антикоррозионных свойств рабоче-консервационных составов на основе отработанного полусинтетического масла с добавлением ингибиторов коррозии металла. Приведены результаты испытаний антикоррозионных композиций, даны рекомендации по консервации деталей и сборочных единиц.

**Ключевые слова:** коррозия, эксперимент, ингибитор, рабоче-консервационные составы, консервация.

В современной металлургии большую часть выпускаемой продукции составляют черные сплавы. Черные сплавы составляют более 90% всех используемых в мировой экономике металлов и сплавов. Широкое применение черных металлов в различных областях техники объясняется их ценными физическими и механическими свойствами, а также их сравнительно дешевой.

Наиболее распространёнными из всего ассортимента черных сплавов являются низкоуглеродистые стали. Они легко обрабатываются резанием, хорошо свариваются, обладают хорошими показателями ковкости и низкой ценой. Из таких сталей изготавливают различный горячекатаный рядовой прокат: балки, швеллеры, уголки, прутки, а также листы трубы и проволоку. Низкоуглеродистые стали применяют для производства сварных конструкций, деталей, изготавливаемых методами пластического деформирования, а также различных деталей машин и механизмов (валы, оси, зубчатые колеса и т.д.) [4, с. 54].

В то же время низкоуглеродистые стали не обладают высокой коррозионной стойкостью, что приводит к необходимости применения различных мер по защите деталей из этих сплавов и сборочных единиц, в которые они входят, от различных видов коррозии, в результате которой снижаются механические свойства и ресурс этих изделий [7, с. 134].

Принимая во внимание вышесказанное, разработка технологических мероприятий, повышающих коррозионную стойкость изделий из низкоуглеродистых сталей, являются актуальным на данный момент времени вопросом [6, с. 44].

Целью и задачами исследования являются разработка новых составов для защиты техники от коррозии и исследование их антикоррозионных свойств [1, с. 2].

Так как для внутренней консервации, которая является технологически более трудоемкой и сложной в практическом выполнении, зачастую используются рабочие и рабоче-консервационные составы на основе серийных масел, которые, как правило, уже отработали некоторый ресурс в данном узле [2, с. 141], для эксперимента были составлены композиции на основе товарного масла марки MANOL. Часть из этих составов была модифицирована добавлением распространенных ингибиторов коррозии отечественного производства Телаз-ЛС и АКОР-1 [3, с. 44].

Антикоррозионная присадка АКОР-1 (ГОСТ 15171–78) изготавливается на основе нитрованных базовых масел марок М-8, М-11, АС-9,5 с добавлением 10% стеариновой кислоты и последующей нейтрализацией гидроксидом кальция. Присадка представляет собой густую маслянистую жидкость черного цвета, прозрачную в тонком слое. Применяется в основном для приготовления рабоче-консервационных составов, 5...10 % добавляют к маслам, 3,5 % –

к дизельному топливу. Для наружной консервации техники при хранении в помещениях и под навесом содержание АКОР-1 в свежих и отработанных маслах доводят до 20 процентов [5, с. 12].

Ингибитор коррозии Телаз-ЛС представляет собой продукт конденсации карбоновых кислот с этаноламинами.

В результате синтеза получают органические соединения с асимметричной молекулярной структурой, содержащие гидрофобный радикал и гидрофильную часть.

Были получены и испытаны следующие составы:

- 1) Состав №1 – Масло MANOL TS-5;
- 2) Состав №2 – Масло MANOL TS-5 + 10% Телаз-ЛС;
- 3) Состав №3 – Масло MANOL TS-5 + 10% АКОР-1;
- 4) Состав №4 – Масло MANOL TS-5 с пробегом 90 моточасов;
- 5) Состав №5 – Масло MANOL TS-5 с пробегом 90 моточасов + 10% Телаз-ЛС;
- 6) Состав №6 – Масло MANOL TS-5 с пробегом 90 моточасов + 10% АКОР-1;
- 7) Состав №7 – Масло MANOL TS-5 с пробегом 250 моточасов;
- 8) Состав №8 – Масло MANOL TS-5 с пробегом 250 моточасов + 10% Телаз-ЛС;
- 9) Состав №9 – Масло MANOL TS-5 с пробегом 250 моточасов + 10% АКОР-1.

Испытания проводились согласно ГОСТ 9.054 на стальных образцах. Для каждой смазочной композиции было использовано по 3 образца, также были испытаны 3 контрольных образца без защитного покрытия. Оценивалось время появления первых очагов коррозии, динамика развития коррозионного поражения. Образцы снимались с испытания в соответствии с ГОСТ 9.054. Оценка велась по площади коррозионного разрушения.

Испытания проводились в камере солевого тумана DYCOMETAL серии SSC, заводской № 2563/07, аттестат ФБУ «РОСТЕСТ-Москва» АТ0015347.

Результаты по времени появления первых признаков коррозии и количеству циклов, которое выдержали испытанные консервационные составы, сведены в таблицу 1 и представлены на рисунках 1 и 2.

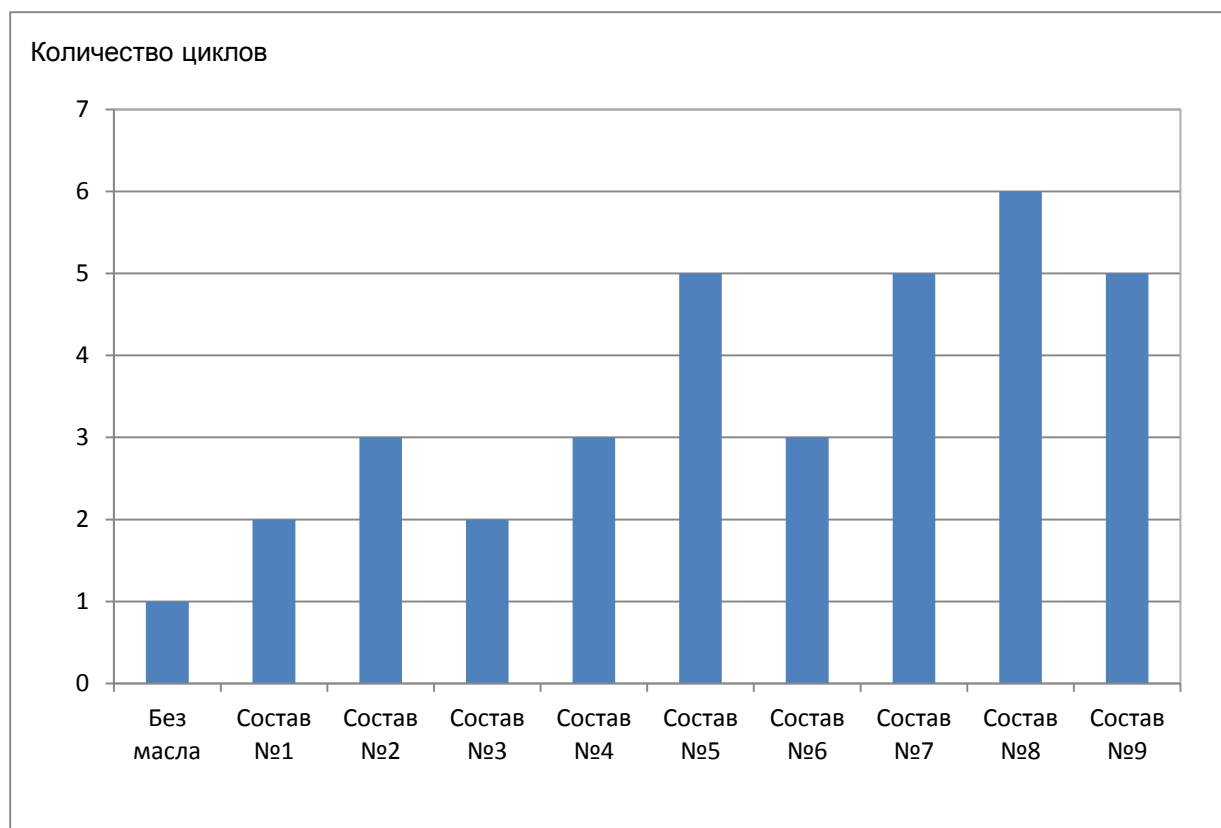


Рис. 1. Количество циклов до появления первых очагов коррозии

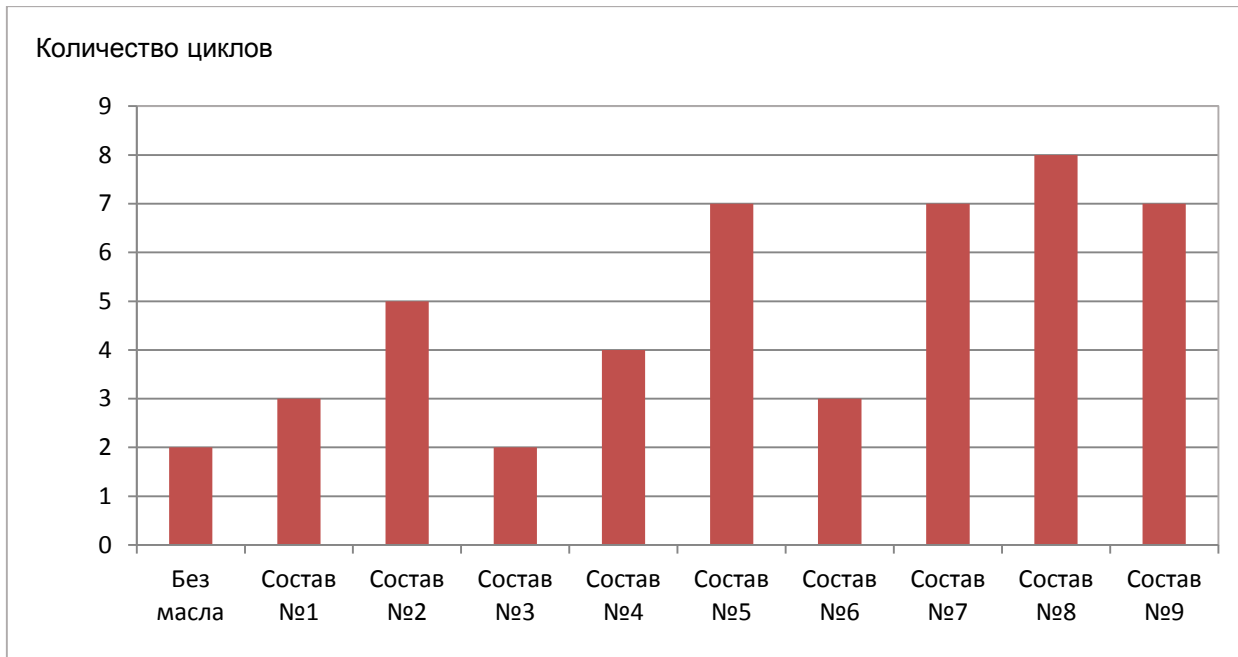


Рис. 2. Количество циклов, которое выдержало защитное покрытие

Таблица 1

Время появления первых очагов коррозии

№ образца	№ консервационного состава	Среднее время появления первых признаков коррозии, циклы	Среднее количество циклов, которое выдержала защитная композиция
1,2,3	Без маслосащитного покрытия	>1	2
4,5,6	№1	2	3
7,8,9	№2	3	5
10,11,12	№3	2	2
13,14,15	№4	3	4
16,17,18	№5	5	7
19,20,21	№6	3	3
22,23,24	№7	5	7
25,26,27	№8	6	8
28,29,30	№9	5	7

Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Наилучшими антикоррозионными свойствами среди исследованных смазочных композиций обладает композиция № 8.
2. У рабоче-консервационных материалов на базе масла MANOL TS-5, частично или полностью отработавших цикл между техническими обслуживаниями (чаще всего 250 мото-часов) коррозионно-защитные характеристики не ухудшаются.
3. Для консервации смазочной системы ДВС для создания рабоче-консервационного состава рекомендуется применять ингибитор коррозии Телаз-ЛС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайдар, С.М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий Гайдар С.М. [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук (05.20.03) / Гайдар Сергей Михайлович; ФГБОУ ВПО МГАУ. – Москва, 2011. – 33 с.

2. Гайдар, С.М. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов [Текст] / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, М.И. Голубев // Вестник Московского государственного университета леса – Лестной вестник. – 2012. – №7(90). – С. 140-142.
3. Гайдар, С.М. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении [Текст] / С.М. Гайдар, А.Г. Чумаков // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 10. – С. 12.
4. Коломейченко, А.В. Технология машиностроения. Лабораторный практикум [Текст] / А.В. Коломейченко, И.Н. Кравченко, Н.В. Титов, В.А. Тарасов, С.М. Гайдар, Т.С. Прокошина, А.Ф. Пузряков. – Санкт-Петербург: «Лань», 2015. – 272 с.
5. Кузнецова, Е.Г. Защитная эффективность водорастворимых ингибиторов коррозии при консервации сельскохозяйственной техники [Текст] / Е.Г. Кузнецова, В.Д. Прохоренков, Л.Г. Князева, А.И. Петрашев, С.М. Гайдар // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 6. – С. 23-25.
6. Кузнецова, Е.Г. Консервационные составы на основе водорастворимых ингибиторов коррозии [Текст] / Е.Г. Кузнецова, Л.Г. Князева, В.Д. Прохоренков, С.М. Гайдар // Наука в центральной России. – 2013. – № 5. – С. 43-47.
7. Пучин, Е.А. Хранение и противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники: учебное пособие [Текст] / Е.А. Пучин, С.М. Гайдар. – М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2011. – 510 с.

**УДК 631.363**  
**ГРНТИ 55.57.39**

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА В СОСТАВЕ КОРМОВ**  
**Припоров И.Е., канд. техн. наук, доцент**

**Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,**  
**г. Краснодар**

**Аннотация.** В статье рассматривается характеристика применения подсолнечного жмыха в рационах животных, технологические схемы его подготовки в кусковом и рассыпном видах, выявлена перспективная технология его приготовления и раздачи.

**Ключевые слова:** подсолнечный жмых, корм, крупный рогатый скот.

Крупному рогатому скоту в зависимости от возраста рекомендуется скармливать концентрированные корма среднего и крупного помола. Жмыхи для них дробят на частицы величиной 3–5 мм, их нельзя хранить долгое время в дробленном виде, так как быстро портятся вследствие содержания большого количества жира [1].

В основном жмых используется в комбикормовой промышленности, причем установлены ограничения при включении жмыха в рационы, так как он оказывает отрицательное влияние на качество молока, масла, сыра. Так, дойным коровам при получении молока для последующей реализации, допускается вводить в рацион до 4 кг подсолнечного жмыха, а при переработке молока на масло – не более 2,5 кг [2].

Подсолнечный жмых наиболее часто включают в рацион животных. Молодняку крупного рогатого скота дают до 1,0–1,5 кг, коровам – по 2,5–4,0 кг [1]. Скармливать жмых нужно в сухом виде после измельчения или смоченным незадолго перед раздачей животным. Размолотые подсолнечные жмыхи долго не хранятся, так как они гигроскопичны. Подсолнечный жмых предназначен для кормовых целей путем непосредственного введения в рацион животных (в хозяйствах, на фермах) и для производства комбинированной продукции [3].

Жмыхи, полученные из семян подсолнечника [4-9] и льна масличного сибирской селекции, имеют высокую энергетическую, протеиновую, липидную питательность, а также

макро- и микроэлементный, витаминный состав. Они являются перспективными ингредиентами комбикормов для сельскохозяйственных животных и птиц [10].

В условиях Зауралья и Западной Сибири для балансирования рационов по обменной энергии и протеину могут применяться жмыхи масличных культур: подсолнечника, рапса, льна, рыжика и сурепицы. Использование жмыхов масличных культур способствует повышению скорости роста и снижению затрат на производство прироста живой массы. Скармливание их в составе концентрированных кормов, является перспективным приемом повышения эффективности в период откорма молодняка крупного рогатого скота [1].

При организации кормовой базы особое внимание должно быть уделено улучшению качества кормов и прежде всего повышению в них протеина и незаменимых аминокислот. Проведенные научные исследования Лошкомойникова И. А. установили их дефицит в рационе животных в зимний период, составляет более 30 %. При обеспечении животных протеином по научно обоснованным зоотехническим нормам получение животноводческой продукции более 25–30 %, повысив при этом экономические показатели отрасли. Важным резервом увеличения производства протеина являются масличные культуры: подсолнечник, рапс, лен и др. В себе они сочетают большую потенциальную продуктивность семян с высоким содержанием масла и протеина при его оптимальной сбалансированности по аминокислотному составу. Продукты переработки семян масличных культур (жмыхи, шроты) являются высокоэнергетическими и протеиновыми компонентами рационов для сельскохозяйственных животных и птицы. В настоящее время имеются благоприятные условия для широкого использования в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы [1].

Профессор Е. А. Богданов (1916 г.) доказал эффективность скармливания дойным козкам льняного, конопляного, подсолнечного и др. жмыхов и влияние их на качество молока и продуктов его переработки [1].

За рубежом О. Кельнер (1927 г.) определил питательную ценность подсолнечного, льняного, соевого и др. жмыхов. Он установил наличие вредных и ядовитых веществ в ряде жмыхов (госсипол – в хлопчатниковом, эруковая кислота – в рапсовом, рицин – в клещевинном жмыхе) [11].

Качество жмыхов должно отвечать требованиям ГОСТа приведенных [12] в таблице.

Таблица 1

## Требования ГОСТа на качество жмыхов [12]

Жмых	Влажность не более, %	Пересчет на абсолютно сухое вещество	
		Сырой протеин не менее, %	Жир и экстрактивные вещества не более, %
Подсолнечный (ГОСТ 80-62)			
низколузговой	8	50	7
обыкновенный	8	44	7
Льняной (ГОСТ 10974-64)	8	34	7
Сурепный (ГОСТ 11204-65)	6–9	37	8
Рапсовый (ГОСТ 11048-64)	6–9	37	7,2

Анализ представленных данных (таблица) показывает, что подсолнечный и льняной жмыхи по ГОСТу должны быть влажностью не более 8 %, а остальные не более 6–9 %, сырого протеина в подсолнечном жмыхе составляет не менее 44 % для обыкновенного и не менее 50 % для низколузгового.

Жмыхи масличных культур могут быть в рассыпном, гранулированном или кусковом виде. Подготовку рассыпных жмыхов ведут по такой же технологической схеме, как кормовых продуктов пищевых производств. Жмыхи в кусковом виде измельчают в два прохода: жмыхоломачи (размер частиц не более 15–20 мм); молотковые дробилки, на которых материал доводится до крупности, требуемой рецептом [12].

Анализируя информацию, опубликованную по подсолнечному жмыху, технологию его приготовления и раздачи и применяемые технические средства, представим различные

схемы переработки семян подсолнечника для получения жмыха к скармливанию животным в различном виде:

кусковом:

1. прием вороха семян подсолнечника → очистка МВУ-1500 → двукратное прессование → жмых → выдача;

2. прием вороха семян подсолнечника → очистка МВУ-1500 → однократное прессование → жмых → дозирование → выдача;

3. прием вороха семян подсолнечника → очистка МВУ-1500 → двукратное прессование → жмых → смешивание → выдача;

4. прием вороха семян подсолнечника → очистка МВУ-1500 → однократное прессование → жмых → дозирование → смешивание → выдача;

рассыпном:

1. прием вороха семян подсолнечника → очистка МВУ-1500 → двукратное прессование → жмых → измельчение → выдача;

2. прием вороха семян подсолнечника → очистка МВУ-1500 → однократное прессование → жмых → измельчение → смешивание → выдача;

3. прием вороха семян подсолнечника → очистка МВУ-1500 → двукратное прессование → жмых → измельчение → дозирование → смешивание → выдача;

4. прием вороха семян подсолнечника → очистка МВУ-1500 → однократное прессование → жмых → двукратное измельчение → выдача;

**Заключение.** Анализ технологических схем подготовки подсолнечного жмыха показывает, что во всех вариантах обработки исходного материала присутствует прием вороха семян подсолнечника, очистка его на воздушно-решетной зерноочистительной машине МВУ-1500 от органической примеси (фрагменты стеблей и корзинок) и битых, щуплых и обрубленных семян, подача на переработку жмыха, как в кусковом, так и рассыпном видах.

Наиболее перспективной технологией приготовления и раздачи подсолнечного жмыха является в рассыпном виде.

Таким образом, решение вопросов механизации [13-19] подготовки подсолнечного жмыха к скармливанию КРС является актуальной проблемой и требует своего решения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Припоров, И.Е. Использование подсолнечного жмыха в рационе крупного рогатого скота // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 184-187.

2. <http://zooresurs.ru/korma/892-zhmykh.html>.

3. ГОСТ 80-96. Жмых подсолнечный. Технические условия. – 27.08.1996. – Взамен ГОСТ 80-62. – Минск, 1996. – С. 12–18.

4. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Моделирование процесса сепарирования семян подсолнечника в вертикальном пневмоканале ветро-решетных зерноочистительных машин // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. № 1 (146-147). С. 113-118.

5. Припоров И.Е., Кривогузов Д.Д. Повышение процесса разделения семян подсолнечника в универсальном семяочистительном комплексе на базе ЗАВ-20 // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (35). С. 72-76.

6. Припоров И.Е. Механико-технологическое обоснование процесса разделения компонентов вороха семян подсолнечника на воздушно-решетных зерноочистительных машинах. Краснодар: КубГАУ, 2016.

7. Трубилин Е.И., Припоров И.Е. Технические средства для послеуборочной обработки семян подсолнечника: учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2015.

8. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Качественные показатели работы фотосепаратора по фракционной технологии при разделении семян подсолнечника // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 1-3 (32). С. 23-25.

9. Припоров И.Е., Садыкова М.А. Усовершенствование работы фотоэлектронного сепаратора при разделении семян подсолнечника // Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1486-1498.

10. Шмаков П. Ф., Чаунина Е. А., Лошкомойников И. А. и др. Состав жмыхов и масел, полученных из семян сортов подсолнечника и льна масличного Сибирской селекции // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2014. № 5. С. 61-70.

11. Чиков А. Е., Осепчук Д. В., Кононенко С. И. и др. Использование жировых добавок в кормлении свиней и птиц / под общ. ред. д-ра с.-х. наук Л.Г. Горковенко. Краснодар: ГНУ СКНИИЖ, 2012. С. 30.

12. Васильев С. Н., Эленшлегер А. А., Золаторев С. В., Булгаков А. М. Производство и использование комбикормов в коллективных и фермерских хозяйствах: учеб. пособие / под общ. Ред. И. Я. Федоренко. Барнаул, 2003. 150 с.

13. Припоров, Е.В. Сошники зерновых сеялок ресурсосберегающих технологий // В сборнике: Связь теории и практики научных исследований Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 63-66.

14. Припоров, Е.В. Определение энергосберегающего режима работы тягового агрегата // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 92-95.

15. Припоров Е.В., Картохин С.Н. Центробежный аппарат с подачей материала вдоль лопаток // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1499-1511.

16. Патент на изобретение RUS 2177216. Устройство для поверхностного рассева минеральных удобрений и других сыпучих материалов. Якимов Ю.И., Иванов В.П., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. опубл. 14.03.2000.

17. Припоров, Е.В. Анализ дисковых агрегатов для поверхностной обработки почвы // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 81-84.

18. Патент на изобретение RUS 2177217. Центробежный рабочий орган для рассева сыпучего материала. Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Иванов В.П., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. опубл. 14.03.2000.

19. Припоров, Е.В. Пути снижения эксплуатационных затрат на работу агрегата // В сборнике: Научные механизмы решения проблем инновационного развития сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 79-82.

**УДК 631.316**  
**ГРНТИ 55.57.31**

### **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КУЛЬТИВАТОРА С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

**Продовиков Д.С., магистрант**

**Научный руководитель – Тарасенко Б.Ф., д-р техн. наук, доцент**  
**Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,**  
**г. Краснодар**

**Аннотация.** В статье приведен проведенный с помощью модернизированной целевой функции анализ операции обработки почвы перед посевом, на основе которого выявлено, что на ущерб влияют агросроки, что необходима модернизация средств культивации и предложен культиватор с активными рабочими органами. Для повышения надежности, осуществлено изучение данной проблемы, найдена и предложена методика предупреждение поломок в системе трибологической пары «шестерня-зубчатая рейка».

**Ключевые слова:** агросроки, ущерб, культиватор, активные рабочие органы, трибологическая пара «шестерня-зубчатая рейка», надежность.

Известно, например, из научных источников [1, 2], что система земледелия создана при возделывании сельскохозяйственных культур для производства продукции растениеводства и представлена в основном распашкой и использованием почв. Основной задачей распашки является необходимость изменения структурного состава пахотного слоя почвы, который должен обеспечить оптимальные условия роста и развития растений в конкретных условиях каждого поля. Распашка (почвообработка) по операциям подразделяется на традиционную, почвозащитную, совмещенную и нулевую (прямой сев). Традиционная содержит следующие операции: лущение (лемешное, дисковое), вспашку (до 20 см для зерновых), боронование (дисковое, зубовое), культивацию (до 8 см), и посев. Особенность операции культивации заключается в повышенных требованиях к агросрокам, что выражается увеличением значения коэффициента интенсивности потерь урожая при отклонении агросроков [3, 4, 5, 6]. Для анализа работы данных агрегатов предложена модернизированная целевая функция, которая имеет вид:

$$\begin{cases} \Phi = Z_{ГСМ} - Y_{ОБЩ} \Rightarrow 0 \\ Z_{ГСМ} + Y_{ОБЩ} \Rightarrow \min \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} \phi = C_T \cdot (a_k \cdot Q_k + b_k \cdot \Gamma_{сл}) - y_k \cdot C_k \cdot k_u \cdot \left( \frac{S_{п}}{Q_a \cdot N_a} - n_{норм} \right) \Rightarrow 0 \\ C_T \cdot (a_k \cdot Q_{ан} + b_k \cdot \Gamma_{сл}) + y_k \cdot C_k \cdot \left[ k_u \cdot \left( \frac{S_{п}}{Q_a \cdot N_a} - n_{норм} \right) + \Delta \rho_{факт} \cdot k_{су} \right] \Rightarrow \min \end{cases}, \quad (1)$$

где  $Z_{ГСМ}$  – затраты на топливо смазочные материалы, руб.;

$Y_{ОБЩ}$  – ущерб, р.;

$C_T$  – цена топлива, р./л;

$Q_{ан}$  – норма выработки, га/смену;

$\Gamma_{сл}$  – группа сложности, о.е.;

$y_k$  – урожайность культуры, ц/га;

$C_k$  – цена культуры, р./ц;

$k_u$  – коэффициент интенсивности потерь урожая при отклонении агросроков;

$N_a$  – количество агрегатов,  $n_{норм}$  – нормативное количество смен;

$\Delta \rho_{факт}$  – фактическое увеличение плотности почвы, г/см<sup>3</sup>;

$k_{су}$  – коэффициент снижения урожайности с учетом уплотнения почвы, см<sup>3</sup>/г;

$a_k, b_k$  – коэффициенты уравнения аппроксимации для удельного расхода топлива.

Решение данной функции проводилось по методу Монте-Карло (Monte-Carlo Simulation) с использованием специальной надстройки в Excel, которое позволяет построить математическую модель с неопределенными значениями параметров, и, зная вероятностные их распределения, а также связь между изменениями параметров (корреляцию) получить вероятностное значение нужного параметра. В результате получены зависимости затрат на топливо и компенсацию ущерба от количества агрегатов при культивации с почвообрабатывающими орудиями КСП-4-3, КСП-4-2 и разными тракторами (рис.1), а также затрат на топ-



ливо и компенсацию ущербов от количества агрегатов при культивации с почвообрабатывающим орудием Кр-6 и разными тракторами, для нормативного значения смен равного 4 (рис.2).

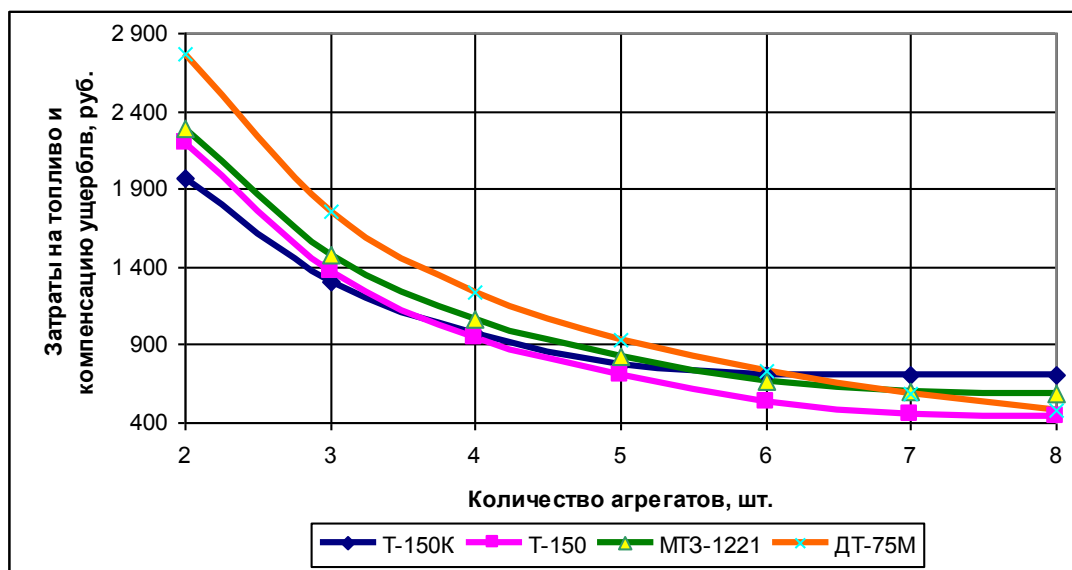


Рис. 1. График затрат на топливо и компенсацию ущербов от количества агрегатов при культивации с орудиями КСП-4-3, КСП-4-2

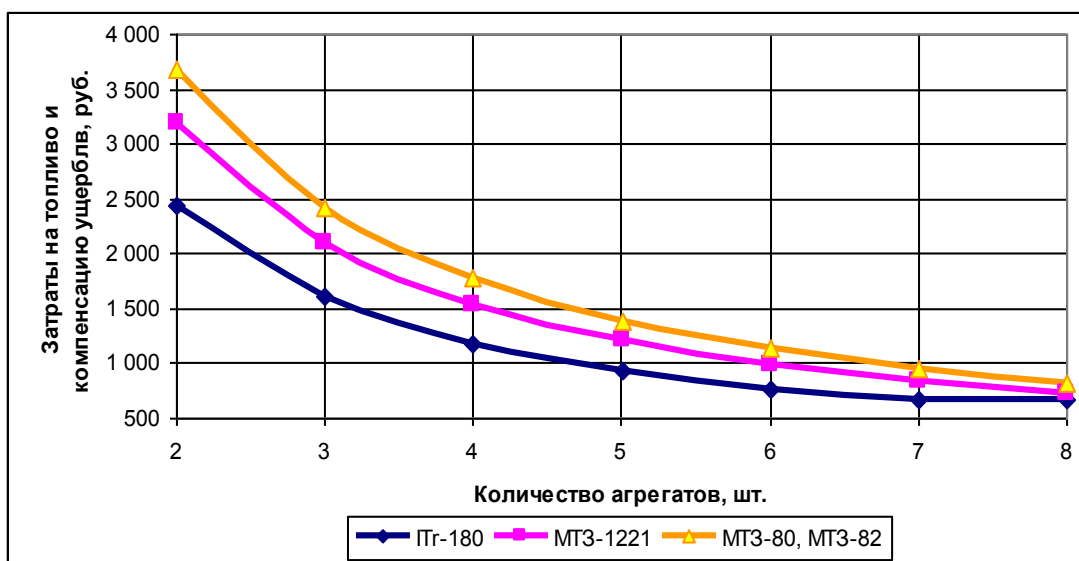
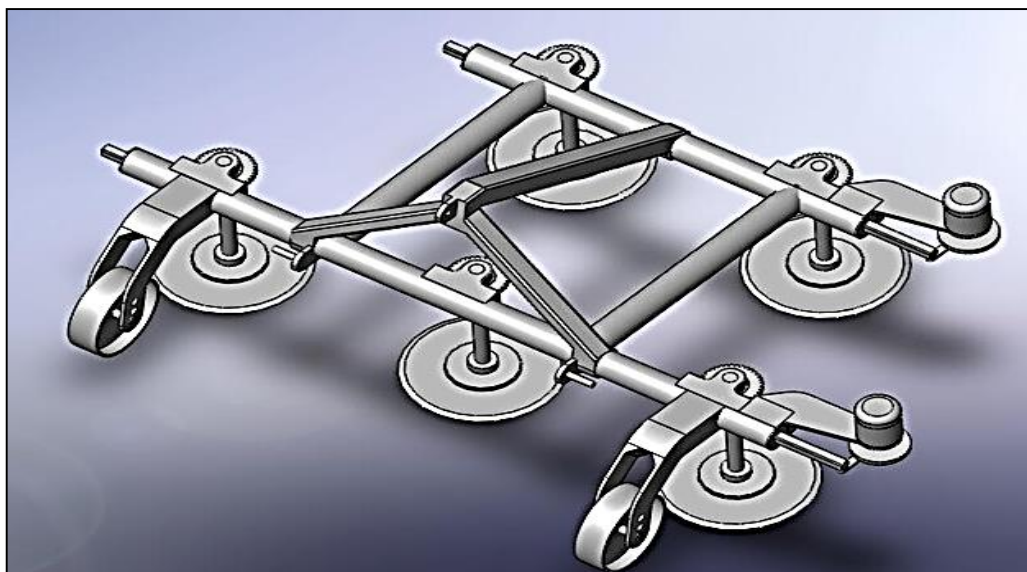


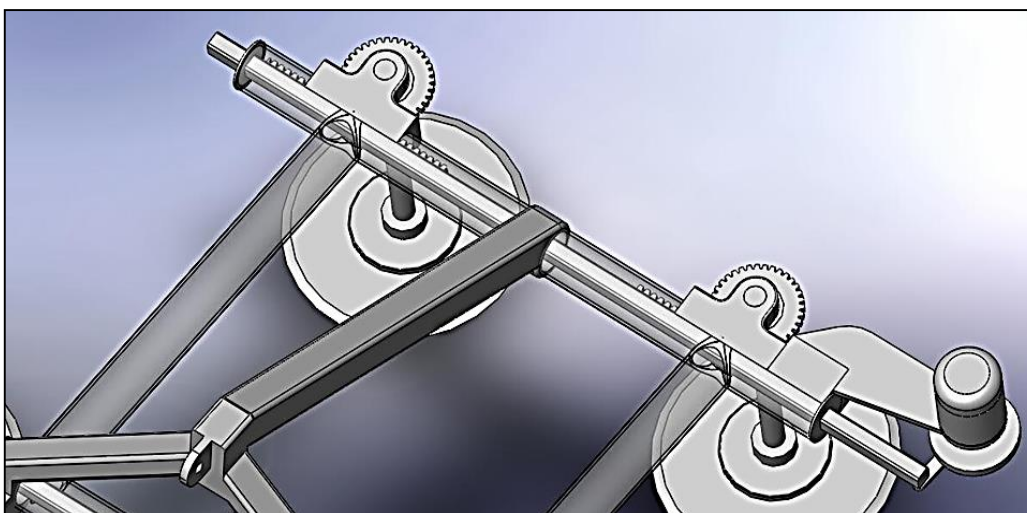
Рис. 2. График затрат на топливо и компенсацию ущербов от количества агрегатов при культивации с орудием Кр-6

Из полученных зависимостей видно, что есть необходимость в модернизации средств культивации (так как для культиватора КСП затраты составляют 2700 руб., а для Кр-6 – 3700 руб.), также необходимо повысить качество подготовки поля к посеву – произвести очистку поля от появившейся сорной растительности.

На основании этого и проведенных поисковых исследований [7, 8] разработан «Культиватор с активными рабочими органами» (рис.3).



а



б

**Рис. 3. «Культиватор с активными рабочими органами»**  
а – вид сверху; б – трибологическая пара – «шестерня-зубчатая рейка»

Культиватор с активными рабочими органами оснащен трибологическими парами – «шестерня-зубчатая рейка». Культиватор работает следующим образом. В поле, на настроенном с помощью опорных колес, на заданную глубину (6-8 см) обработки почвы, механизатор включает от энергосистемы трактора мотор редукторы, которые вращают кривошип, а шатуны передают ползунам с рейками возвратно поступательное движение. Звездочки, входящие в зацепление с рейками, соответственно передают вращение стойкам и дисковым ножам. Благодаря поступательному движению и наклону дисковых ножей последние заглубляются, а благодаря их заточке и возвратно вращательному движению обеспечивается более полное срезание корневищ сорных растений и повышается качество предпосевной обработки почвы.

Однако при эксплуатации указанного культиватора происходит износ зубцов пары «шестерня-зубчатая рейка», что сопровождается различными трибологическими дефектами. Чаще всего ими оказывается износ и поломка зубьев, реж – трещины в ободе шестерни, рейке и ступице.

Целью исследований является повышение надежности культиватора с активными рабочими органами, качества сельскохозяйственной техники.

Задачи исследований изучить проблему повышения надежности сельскохозяйственной техники, найти способы предупреждение поломок в системе трибологической пары «шестерня-зубчатая рейка».

Реализация задач исследований. Нами изучено, что важнейшим направлением повышения ресурса и надежности техники является поверхностная обработка их основных деталей - нанесение специальных покрытий, упрочнение и модификация рабочих поверхностей деталей, что -80% деталей повреждается при их контактных взаимодействиях в процессе эксплуатации. Повышение качества сельскохозяйственной техники, надежности, экономичности – одна из важнейших задач сельскохозяйственного машиностроения, которая решается комплексной механизацией и автоматизацией изготовления оборудования, и усовершенствованием технического контроля готовых изделий. Показатели надежности машин зависят от применяемых методов изготовления заготовок, обработки деталей, сборки машин, испытаний и контроля. Сельскохозяйственные машины и оборудование изготавливаются из материалов, физические и механические свойства которых хорошо известны. В настоящее время широкое распространение находят материалы с большой прочностью и износостойкостью - порошковые, стружковые и композитные. Для выбора материала необходима оценка износа зубцов трибологической пары «шестерня-зубчатая рейка» т.е. необходимо определить заданный допустимый износ.

Для оценки износа зубцов трибологической пары «шестерня-зубчатая рейка» культиватора с активными рабочими органами воспользуемся методикой, представленной Т.М. Кадильниковой и Л.Ф. Сушко [9], и проведем расчеты согласно следующему алгоритму.

1. Для оценки износа зубцов применяется система линейных дифференциальных уравнений:

$$\frac{1}{v} \frac{dh_k}{dt} \Phi_k(\tau) = 1, \quad k = 1, 2, \quad (1)$$

где  $h_k$  – линейный износ материала;

$t$  – продолжительность процесса изнашивания;

$v$  – скорость скольжения;

$\tau$  – удельная сила трения;

$\Phi_k(\tau)$  – интегральная функция износостойкости материалов в принятой паре трения при заданных условиях трения;

$k$  – нумерация элементов трибосистемы.

2. Удельная сила трения определяется по закону Кулона:

$$\tau = f \cdot p, \quad (2)$$

где  $p$  – контактное давление;

$f$  – коэффициент трения скольжения.

3. Для аппроксимации исследуемых значений функции износостойкости, так как для изготовления шестерен и рейки культиватора с активными рабочими органами должны применяться материалы с высокой прочностью, используется соотношение:

$$\Phi_k(\tau) = C_k \left( \frac{\tau_s}{\tau} \right)^{m_k}, \quad (3)$$

где  $C_k, m_k$  – параметры износостойкости материалов;

$\tau_s$  – предел прочности материала на срез.

4. Предел прочности  $\tau_s$  находят согласно гипотезе Треска-Сен-Венана:

$$\tau_s = \left( \frac{\sigma_{0,2}}{2} \right), \quad (4)$$

где  $\sigma_{0,2}$  – условный предел упругости исследуемого материала при растяжении, который определяется как

$$\sigma_{0,2} = 0,7\sigma_B,$$

где  $\sigma_B$  – предел прочности материала при растяжении.

5. Экспериментальные значения функции  $\Phi_k(\tau)$  для различных уровней нагрузки  $j$  ( $j = 1, 2, 3 \dots$ ) определяются по формуле:

$$\Phi_{kj}(\tau_j) = \frac{L}{h_j}, \quad (5)$$

где  $L$  – путь трения;

$h_j$  – линейный износ трибологической пары, определяемый их микрометрированием или по установленному массовому износу.

6. Разделяя переменные в (1), с учетом (3), получим продолжительность процесса изнашивания:

$$t = \frac{C_k t_s^{m_k}}{v} \int_0^{h_k} \tau^{m_k} dh_k, \quad (6)$$

где  $h_k$  – заданный допустимый износ.

7. Если для трибологической системы «шестерня - зубчатая рейка» примем, что удельная сила трения  $\tau$  и контактное давление  $p$  остаются постоянными при изнашивании, то уравнение (6) принимает вид:

$$t_k = \frac{C_k}{v} \left( \frac{\tau_s}{\tau} \right)^{m_k}. \quad (7)$$

8. Так как выражение (7) определяет функцию долговечности трибологической пары «шестерня – зубчатая рейка», то из него получим выражение для функции износа трибологической пары:

$$h_k = \frac{v t_k}{C_k} \left( \frac{\tau}{\tau_s} \right)^{m_k}, \quad (8)$$

9. Для определения максимального контактного давления в  $j$ -й точке зацепления используется формула Герца:

$$p_{jmin} = 0,48 \sqrt{\frac{NE}{l_{min} p_j}}, \quad (9)$$

где  $E$  – модуль упругости материала;

$l_{min}$  – минимальная длина контактных линий в зацеплении;

$p_j$  – приведенный радиус кривизны профилей зубцов в нормальном сечении;

$N$  – нормальная приложенная нагрузка.

**Выводы.** Изучены некоторые вопросы повышения качества сельскохозяйственной техники, надежности; найдена методика оценки износа зубцов трибологической пары «шестерня-зубчатая рейка» культиватора с активными рабочими органами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасенко Б.Ф. Конструктивно-технологические решения энергосберегающего комплекса машин для предупреждения деградации почв в Краснодарском крае: монография / Б. Ф. Тарасенко; КубГАУ – Краснодар, 2012. – 280 с.

2. Оськин, С.В. Имитационное моделирование при анализе эффективности почвообрабатывающих агрегатов. / С. В. Оськин, Б. Ф. Тарасенко, В. Н. Плешаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. – №102 (08). – 24 с.;

3. Оськин С.В., Тарасенко Б.Ф. Имитационное моделирование при формировании эффективных комплексов почвообрабатывающих агрегатов – еще один шаг к точному земледелию: монография / С. В. Оськин, Б. Ф. Тарасенко. - Краснодар: КубГАУ, 2014.- 287 с.

4. Тарасенко Б.Ф. Формирование ресурсосберегающих комплексов агрегатов для обработки почвы на основе имитационного моделирования в условиях степной зоны северного Кавказа: дис. ... д-ра т.-х. наук / Б.Ф. Тарасенко. – Краснодар, 2015. – 370 с.

5. Тарасенко Б.Ф. Формирование ресурсосберегающих комплексов агрегатов для обработки почвы на основе имитационного моделирования в условиях степной зоны северного Кавказа: автореф. дис. ... д-ра т.-х. наук / Б.Ф. Тарасенко. – Краснодар, 2015. – 44 с.

6. Оськин С.В. Эффективные комплексы почвообрабатывающих агрегатов / С. В. Оськин, Б. Ф. Тарасенко: монография / – Краснодар: Куб ГАУ, Типография ООО «Крон», 2016 г, –381 с.

7. Патент РФ №2468558, МПК А01В35/20 А01В39/20. Устройство для безотвальной обработки почвы / Б.Ф. Тарасенко, В.В. Цыбулевский, С. А. Моргунов; патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГАУ; опубл. 10.12.2012.

8. Патент РФ №2404558, МПК А01В35/00. Устройство для безотвальной обработки почвы / Б.Ф. Тарасенко, А.Н. Медовник, А.С. Орлов и др.; патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГАУ; опубл. 27.11.2010, БИ №33.

9. Кадильникова Т. М., Сушко Л. Ф. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2014, № 1 (49), С. 105-111.

**УДК 658.562.012.7**

**ГРНТИ 73.01.81**

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА РЕМОНТА МАШИН  
НА ПРИМЕРЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРИЕМОЧНОГО КОНТРОЛЯ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АПК**

**Пчелкин А.А., аспирант**

**Научный руководитель – Шкаруба Н.Ж., канд.техн.наук, профессор  
РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва**

**Аннотация.** В статье рассматриваются методы оценки уровня качества ремонта машин, а также раскрыта сущность статистического приемочного контроля применимо к деталям машин на типовом предприятии технического сервиса АПК.

**Ключевые слова:** качество, ремонт, машины, статистика, эффективность, машины, детали, погрешность, ГОСТ

В соответствии с ГОСТ 15467-70 под качеством капитально отремонтированной машины следует понимать совокупность свойств отремонтированной машины, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением [1].

Машина обладает различными свойствами, определение количественных характеристик которых для оценки качества очень затруднительно. Поэтому для оценки качества отремонтированной машины выбирают наиболее характерные показатели.

В зависимости от того, какую совокупность свойств показатели характеризуют, их разделяют на единичные и комплексные [2].

Метрологическое обеспечение – установление и применение научных и организационных основ; технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений [3].

Оценка уровня качества изделий согласно ГОСТ 16431-70 может производиться тремя методами: дифференциальным, комплексным и смешанным [4]. Чтобы обеспечить требуемые показатели качества при ремонте необходимо определить оптимальный межремонтный ресурс и параметр потока отказов для отремонтированных машин и агрегатов, которая является одним из важнейших задач общей проблемы повышения качества ремонта.

Надежность отремонтированных машин и агрегатов во многом зависит от точности обработки деталей, сборки узлов и агрегатов. Однако, точность обработки и сборки оказывает влияние на стоимость ремонта. Определение допустимой погрешности сборочных единиц и деталей позволяет расширить возможности повторного использования деталей без ремонтных воздействий, снизить за счет этого затраты на ремонт, не снижая заданного уровня качества. Причем допустимая погрешность детали и придельные ее размеры должны быть рациональными и назначаться в зависимости от величины допустимой ошибки механизма, величина которой определяется всеми первичными ошибками.

Выбор технологических способов, обеспечивающих требуемую долговечность отремонтированных изделий, зависит от состояния ремонтного фонда [5], физико-механических характеристик материалов, конструктивных форм и размеров детали, требуемой точности восстановления изношенных поверхностей, программы и производственных возможностей авторемонтного предприятия.

Под управлением качества понимается установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества изделий при разработке, производстве и эксплуатации, осуществляемые путем систематического контроля качества и воздействия на условия и факторы, влияющие на качества изделий [6]. Отсюда следует, что для повышения качества капитально отремонтированной машины необходимо объединение всех мероприятий в единую систему, включающую комплекс организационных, технологических, экономических и общественно-социальных мероприятий [7].

Приемочный контроль - это контроль готовой продукции после завершения всех технологических операций, по результатам которого принимается решения о пригодности продукции к использованию [8]. Приемочный контроль качества, при котором суждение о качестве партии, выносится, на основании контроля части изделий из партии называется статистическим приемочным контролем.

Сущность статистического приемочного контроля заключается в том, что из партии изделий объемом случайным образом отбирают выборку количестве изделий, причем значительно меньше.

Приемочный контроль проводится следующим образом. Отбирается 50 деталей с выясненным вердиктом (годно оно или нет), которые должны пройти последний уровень контроля – приемочный. Во время работы каждому контролеру по три раза в разное время его смены подбрасывать наша отобранная деталь и записывается его решение о пригодности детали. Истинное значение пригодности, количества деталей, а так же количество «попыток» проконтролировать контролеру, естественно, не сообщается. Таким образом, получим, что один контролер посмотрит каждую деталь 3 раза. В итоге, рабочий «проконтролирует» 150 деталей.

Анализируя работу оператора можно увидеть, прошло ли наша деталь проверку на годность все три раза. Изначально годная деталь могла при любой из последующих проверок не пройти ее, или, наоборот, бракованная деталь могла попасть в продажу. Бракованная деталь, скорее всего, будет либо не продано, либо возвращено в магазин и получается, что она не принесет прибыли предприятию. Таким образом, наглядно показана изменчивость данной системы контроля внешнего вида детали.

Учитывая влияние контроля качества на экономические показатели производителей и потребителей продукции, анализ эффективности статистических методов контроля, осуществляется сравнением вариантов до и после внедрения статистических методов контроля по производительности труда, текущим затратам на контроль, себестоимости продукции браку, рекламации и рентабельности производства [9].

Характеристики свойства надежности отремонтированных машин и агрегатов обычно определяют при стендовых, полигонных и эксплуатационных испытаниях.

При испытаниях на надежность решается широкий круг задач, к которым относятся: оценка достигнутых показателей надежности составных элементов машины [10]: контроль

соответствия отремонтированной машины при агрегате заданным требованиям к надежности [11]; выявление слабых мест и последующая разработка мероприятий по повышению надежности.

Оценка износостойкости поверхностей восстановленных деталей различными методами осуществляется ускоренными стендовыми испытаниями путем имитации отдельных видов нагрузок и их условий работы [12].

Технологическими показателями качества являются ошибки механизмов, оцениваемыми замыкающими звеньями соответствующих размерных цепей [13]. Величина технологических показателей существенно влияют на величину выходных показателей агрегата или машины. С помощью математической модели по известным значениям технологических показателей можно прогнозировать качество отремонтированных изделий [14].

В научном исследовании большая роль принадлежит эксперименту которая представляет собой организованное на строго научных основах испытание изучаемого объекта, с имитацией определенных условий, позволяющих наблюдать явления, фиксировать необходимые количественные показатели [15]. Одним из главных вопросов на стадии подготовки к экспериментальному исследованию является выбор параметров оптимизации, факторов и уровней их варьирования. В зависимости от цели экспериментального исследования и объекта параметры оптимизации могут быть весьма разнообразными. При выборе факторов рекомендуется сначала ввести в рассмотрение максимально возможное число факторов, наиболее полно характеризующих состояние процесса по результатам изучения литературы, ранее выполненным исследованиям и предложениям специалистов [16]. В дальнейшем с целью сокращения объема экспериментального исследования, используя методы оттаивающих экспериментов можно исключить несущественные факторы [17]. Для описания структуры функциональных связей между варьируемым составом значимых факторов и выходным параметрам процесса используется математическая модель [17]. В том случае, если математическая модель технологического исследования содержит несколько управляемых, независимых между собой факторов, то для минимизации число опытов и упрощения статистической обработки и анализа повышения достоверности результатов эксперимента проводят планируемые многофакторные эксперименты [20].

В тех случаях, когда исследователь не может активно вмешиваться в поведение объекта из-за невозможности управлять изменением факторов, проводятся пассивные эксперименты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением N 1)
2. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Экономика качества. Saarbrucken. 2015. 305 с.
3. Бондарева Г.И. Основы надежности технических систем. М. 2008. 177с.
4. ГОСТ 16431-70 Качество продукции. Показатели качества и методы оценки уровня качества продукции. Термины и определения
5. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Статистические методы контроля и управления качеством. М. 2014. 140 с.
6. Леонов О.А. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. М., 2010. 116 с.
7. Белов В.М. и др. Сборник задач по метрологии, стандартизации и сертификации. М., 2001. 140 с.
8. Леонов О.А., Темасова Г.Н., Вергазова Ю.Г. Управление качеством. М. 2015. 180 с.
9. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Темасова Г.Н. Курсовое проектирование по метрологии, стандартизации и сертификации. М.: МГАУ, 2011. 120 с.
10. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Методы и средства измерений. М., 2014. 256 с.
11. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Результаты экономической оптимизации выбора средств измерений при контроле качества технологических процессов в ремонтном производстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2007. № 5. С. 109-112.

12. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Теория и практика оценки погрешностей средств измерений мощности и расхода топлива при ремонте двигателей внутреннего сгорания // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 1. С. 95-97.
13. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г. Динамика затрат на качество ремонтных предприятий // Символ науки. 2015. №12-1. С.62-64.
14. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2012. № 1. С. 128-129.
15. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Использование диаграммы Парето при расчете внешних потерь от брака // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 81-82.
16. С.А.Абакиров, У.А.Калназаров. Ремонт автомобилей. Специальный курс. Программа курса и методические указания для студентов ИДО и ПК специальности 552101.01 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / КГТУ им. И.Раззакова; сост.:– Б.: ИЦ «Текник», 2011. – 17 с.
17. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 75-77.
18. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Особенности обеспечения качества ремонта сельскохозяйственной техники на современном этапе // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2005. № 1. С. 9-12.
19. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж., Вергазова Ю.Г. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте // Тракторы и сельхозмашины. 2016. №3. С.30-32.
20. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Взаимосвязь точности и надежности соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2006. №2. С.22-25.

**УДК 631.363:636.085.53**

**ГРНТИ 55.57.43**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ СОЕВОЙ ПОЛОВЫ**

**Усанов В.С., науч. сотр. отдела**

**механизации животноводства и кормопроизводства;**

**Шульженко Е.А., науч. сотр. отдела**

**механизации животноводства и кормопроизводства,**

**Дальневосточный НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства,**

**г. Благовещенск**

**Аннотация.** Одним из основополагающих факторов развития животноводства, повышения его эффективности и валового производства, является улучшение кормовой базы. Соевая полова является ценным кормом для сельскохозяйственных животных. Прессование половы позволяет уменьшить объем растительного материала, снизить расходы на её хранение и транспортировку, улучшить сохранность при хранении. В 2016 г. по результатам проведенных опытов было выявлено, что связанное состояние половы достигается при давлении 14,34 – 20,08 кгс/см<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** Соевая полова, прессование, давление, плотность.

Побочным продуктом производства сои является полова, как незерновая часть урожая, она может быть использована для удовлетворения нужд животноводства в обеспечении полнорационного кормления скота.



Анализ биологического урожая сои за период уборки 2000-2010 гг. показал [3], что выход половы к зерну составляет в среднем 48,0% с кормовым достоинством 0,56 овсяной кормовой единицы. Полова богаче питательными веществами, чем солома, лучше переваривается и поедается животными, может скармливаться как отдельно, так и в смеси с концентратами и сочными кормами. Актуальность использования половы вызвана не только необходимостью повышения продуктивности отрасли животноводства, но и меньшими затратами на ее получение по сравнению с заготовкой сена и соломы. Однако, применение половы на кормовые цели затрудняется из-за ее малого объемного веса и, как следствие, высоких затрат на транспортировку и хранение, а также отсутствия специальных средств для обработки соевой половы.

Ворох половы представляет собой сложную смесь из разных по размерам частиц, а также пустот, заполненных воздухом. Анализ соевой половы показывает, что основными ее компонентами являются перетертые стебли, створки, листья, семена сорных растений, 22,4% составляют крупные стебли растений сои и сорняков размером от 60 до 160 мм. Эта фракция создает особые условия, препятствующие свободному ее уплотнению. При изучении процесса сбора и сжатия половы важными показателями являются ее влажность и плотность. Влажность вороха при уборке сои колеблется в пределах от 10,5% до 27,7%, плотность половы изменяется, в зависимости от влажности половы и воздуха, от 21,0 кг/м<sup>3</sup> при влажности 10,5% до 61 кг/м<sup>3</sup> при влажности 27,7%.

Снижение расходов на хранение и транспортировку соевой половы, можно добиться путем ее прессования.

Технологии брикетирования и гранулирования растительных материалов являются более сложными и энергозатратными, при высокой стоимости и низкой производительности технологического оборудования.

Поэтому разработка эффективной, рентабельной и менее энергозатратной технологической линии и оборудования, предназначенных для уплотнения соевой половы, является актуальным.

Отделом «Механизации животноводства и кормопроизводства» ФГБНУ ДальНИМЭСХ были проведены предварительные опыты для определения оптимальных технологических режимов установки для уплотнения соевой половы, при которых изменялись:

- Влажность соевой половы  $W$ , (от 10 до 30%);
- Плотность соевой половы до и после прессования  $\rho$ , кг/см<sup>3</sup>;
- Усилие прессования  $F$ , тс; (от 0,5 до 6,5 тс);
- Удельное давление прессования -  $P_{уд}$ , кгс/см<sup>2</sup>; (от 2,9 до 37,3 кгс/см<sup>2</sup>).

Реализация опытов происходила в тензометрической лаборатории ФГБНУ ДальНИМЭСХ на специальном измерительном стенде БИК-М (рис. 1), предназначенном для определения давления и усилия прессования, с возможностью изменения усилия до 10 тс, а также регистрации выходных данных с помощью компьютерной программы АСТest. Для проведения опытов была изготовлена пресс-форма, состоящая из полого цилиндра и шайбы (рис. 2).

Исследованию подвергались неизмельченные чистые створки половы и стебельно-бобовая часть.

В качестве факторов отклика измерялись и рассчитывались следующие показатели:

1. Усадка спрессованной массы в ходе прессования –  $h$ , мм;
2. Усадка спрессованной массы после прессования –  $h_y$ , мм;
3. Плотность соевой половы до прессования  $\rho_n$ , кг/см<sup>3</sup>;
4. Плотность соевой половы после прессования  $\rho_k$ , кг/см<sup>3</sup>;
5. Усилие прессования  $F$ , тс;
6. Удельное давление прессования -  $P_{уд}$ , кгс/см<sup>2</sup>.



**Рис. 1. Экспериментальный стенд для прессования соевой половы**



**Рис. 2. пресс-форма с прессующей шайбой**

Визуально, после снятия давления, фиксировалось состояние полученного брикета с целью его оценки на пригодность для дальнейшей упаковки.

При прессовании створок влажностью 7,6% и начальной плотностью 16 кг/м<sup>3</sup> с удельным давлением 11,47 кгс/см<sup>2</sup>, был получен отрицательный результат – брикет из соевой половы после прессования почти сразу же терял свою форму и рассыпался (рис. 3).

Результаты прессования стебельно-бобовой части при различной влажности, и усилиях до 5 тс, представлены в таблице и на рисунке 4.



**Рис. 3. Внешний вид соевой половы после прессования с усилием 2 тс ( $P_{уд} = 11,47 \text{ кгс/см}^2$ )**



**Рис. 4. Внешний вид соевой половы (стебельно-бобовая часть) после прессования при влажности 14,7 % и усилии 3,5 тс ( $P_{уд} = 20,08 \text{ кгс/см}^2$ )**

**Таблица**

**Результаты прессования половы при максимальном усилии 5 тс**

1. Исходные данные: стебельно-бобовая часть сои, влажность 9,5 %, $m = 0,153 \text{ кг}$ , $F_{\text{max}} = 5 \text{ тс}$ , $P_{уд, \text{max}} = 28,69 \text{ кгс/см}^2$ Конечные данные: $h_y = 28 \text{ мм}$ , $h = 18,5 \text{ мм}$ ; $\rho_k = 313,4 \text{ кг/см}^3$ , $\rho_{\text{max}} = 465,1 \text{ кг/см}^3$ ; результат прессования положительный										
Усилие $F$ , тс	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Давление $P_{уд}$ , кгс/см <sup>2</sup>	2,87	5,74	8,6	11,48	14,34	17,21	20,08	22,95	25,82	28,69
Длина хода пуансона $L$ , мм	90,5	101,5	104,5	106,5	108,5	109,5	110,5	111	111,5	112
Усадка фактическая $h$ , мм	40	29	26	24	22	21	20	19,5	19	18,5
Плотность половы $\rho$ , кг/см <sup>3</sup>	215,1	296,7	330,9	358,5	391,0	409,7	430,2	441,2	452,9	465,1
2. Исходные данные: стебельно-бобовая часть сои, влажность 18,7 %, $m = 0,168 \text{ кг}$ , $F_{\text{max}} = 5 \text{ тс}$ , $P_{уд, \text{max}} = 28,69 \text{ кгс/см}^2$ Конечные данные: $h_y = 24 \text{ мм}$ , $h = 16$ ; $\rho_k = 401,5 \text{ кг/см}^3$ , $\rho_{\text{max}} = 537,8 \text{ кг/см}^3$ ; результат прессования положительный										
Усилие $F$ , тс	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Давление $P_{уд}$ , кгс/см <sup>2</sup>	2,87	5,74	8,6	11,48	14,34	17,21	20,08	22,95	25,82	28,69
Длина хода пуансона $L$ , мм	94,5	103,5	106,5	108,5	110,5	111,5	112,5	113,5	114	114,5
Усадка фактическая $h$ , мм	36	27	24	22	20	19	18	17	16,5	16
Плотность половы $\rho$ , кг/см <sup>3</sup>	239	318,7	344,1	391,0	430,2	452,9	465,1	478	506	537,8
3. Исходные данные: стебельно-бобовая часть сои, влажность 27,7 %, $m = 0,183 \text{ кг}$ , $F_{\text{max}} = 5 \text{ тс}$ , $P_{уд, \text{max}} = 28,69 \text{ кгс/см}^2$ Конечные данные: $h_y = 21 \text{ мм}$ , $h = 13$ ; $\rho_k = 499,8 \text{ кг/см}^3$ , $\rho_{\text{max}} = 662 \text{ кг/см}^3$ ; результат прессования положительный										
Усилие $F$ , тс	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Давление $P_{уд}$ , кгс/см <sup>2</sup>	2,87	5,74	8,6	11,48	14,34	17,21	20,08	22,95	25,82	28,69
Длина хода пуансона $L$ , мм	98,5	106,5	108,5	110,5	112,5	113,5	114,5	115,5	116,5	117,5
Усадка фактическая $h$ , мм	32	24	22	20	18	17	16	15	14	13
Плотность половы $\rho$ , кг/см <sup>3</sup>	268,9	358,5	391,0	430,2	478	506	537,8	573,6	614,5	662

В результате проведенных опытов было выявлено, что связанное состояние материала (половы) достигается при усилии 2,5 – 5 тс (давлении 14,34 – 28,69 кгс/см<sup>2</sup>). При этом конечная плотность половы после прессования составляла 391 – 662 кг/м<sup>3</sup>. После давления 20,08 кгс/см<sup>2</sup>, дальнейшее увеличение усилия (давления), увеличивает усадку материала и соответственно его плотность, но не приводит к существенному конечному сжатию материала, так как при снятии давления под воздействием упругих свойств створок и стеблей половы, происходит появления пористых промежутков и уменьшение конечной плотности.

Материал с влажностью 9,5 – 27,7 % способен к формированию спрессованной связанной формы при давлении прессования 14,34 кгс/см<sup>2</sup> и выше. Установлено, что при повышении влажности образца, в выше названном диапазоне, увеличивается фактическая и конечная усадка, так как требуется меньше давления для прессования. Так же разница во влажности определяет устойчивость спрессованной формы непосредственно после прессования, более

сухой материал (влажностью 9,5-12%) легче рассыпается под воздействием внешних факторов (вибрации, ударов). Поэтому для предотвращения разрушаемости сформированного брикета в процессе транспортировки и хранения предлагается в дальнейшем, после прессования, плотно ее упаковывать в полиэтиленовую пленку или обвязывать веревкой (жгутом). Это позволит сохранить форму брикета, увеличить срок хранения и исключить потери.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кормление сельскохозяйственных животных: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калуга: Издательство научной литературы Н.Ф. Бочкарев, 2007. – 608 с.
2. Краснощекова, Т.А. Нормированное кормление сельскохозяйственных животных: учебное пособие для сельскохозяйственных вузов / Т.А. Краснощекова, Р.Л. Шарвадзе, Е.В. Туаева, И.Д. Арнаутовский. – Благовещенск: ДальГАУ, 2011. – 188 с.
3. Присяжная С.П. Совершенствование технологии сбора половы с измельчением и разбрасыванием соломы при комбайновой уборке сои: монография/ – Благовещенск: ДальГАУ, 2013. – 202 с.
4. Рекомендации по обработке кормов в кормоцехах на фермах крупного рогатого скота. – М.: Колос, 1975. – 68 с.11

**УДК 631.3.004.6**

**ГРНТИ 68.85.35**

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН АПК**

**Чеха А.А., студент,**

**Научный руководитель – Петровский Д.И., канд. техн. наук, доцент**

**Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва**

**Аннотация.** Приведён анализ современного состояния вопроса оценки технического состояния машин в сельском хозяйстве. Дана оценка применимости способов и средств диагностирования машин в условиях эксплуатации и перспективы их развития и совершенствования.

**Ключевые слова:** оценка технического состояния, диагностирование, средства диагностики машин, диагностические параметры, безотказность.

Решающим условием внедрения эффективного технического обслуживания и ремонта машин, управления их техническим состоянием является применение методов и средств диагностирования машин. В результате внедрения диагностических средств резко снижаются простои из-за неисправностей, увеличивается межремонтная наработка, повышается производительность машин. Вместе с тем существуют и недостатки имеющихся диагностических средств. Наиболее серьёзный из них – значительная трудоёмкость диагностирования сельскохозяйственных машин [3, 5].

В этой связи задача ближайшего будущего – поддержание существующего парка сельскохозяйственных машин в работоспособном состоянии и принятие решения о техническом воздействии по итогам диагностирования – должна быть решена как за счет повышения производительности диагностических приборов, так и за счет сокращения трудоемкости диагностирования [1, 2].

Основной резерв повышения производительности диагностических средств связан со снижением времени на установку и снятие переходных устройств. Применение при диагно-

стировании накладываемых или бесконтактных первичных измерительных преобразователей вместо встраиваемых снижает в несколько раз время диагностирования. Это может быть достигнуто при использовании электронных средств измерений [7, 9].

В аппаратурной реализации методов диагностирования можно выделить три перспективных направления: разработка простых и надежных электронных приборов и устройств, основанных преимущественно на механических средствах измерений, применяемых при ТО-1; разработка простых и универсальных электронных приборов для хозяйственных работ, а также для предремонтного диагностирования и их ремонта; разработка многофункциональных автоматизированных систем диагностирования, применяемых при ТО-3, а также для оценки качества изготовления и ремонта машин [4, 6, 8].

Выполнение комплексных направленных исследований по решению перечисленных задач позволит обеспечить резкое увеличение безотказности, фактической межремонтной наработки, снижение стоимости технического обслуживания и ремонта машин.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вашланов, П.В. Диагностика топливной аппаратуры с электронным управлением [Текст] / П.В. Вашланов, Д.И. Петровский // Сельский механизатор. – 2012. – № 10. – С. 30-31.
2. Вашланов, П.В. Перспективы развития топливной аппаратуры дизелей [Текст] / П.В. Вашланов, Д.И. Петровский // Сельский механизатор. – 2013. – № 1 (47). – С. 6-7.
3. Корнеев, В.М. Влияние технического состояния форсунок на мощностные и экономические показатели дизеля [Текст] / Д.И. Петровский, В.М. Корнеев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2004. – № 2. – С. 39.
4. Петровский, Д.И. Диагностирование топливной системы высокого давления дизелей по амплитудно-фазовым параметрам топливоподачи // Д.И. Петровский. – Дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2004. – 162 с.
5. Петровский, Д.И. Диагностирование топливной системы высокого давления дизелей по амплитудно-фазовым параметрам топливоподачи: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.03 – М.: 2004. – 20 с.
6. Петровский, Д.И. Методы диагностирования топливной аппаратуры дизелей [Текст] / Д.И. Петровский, В.М. Корнеев // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Под общей редакцией Н. И. Бухтоярова, Н. М. Дерканосовой, А. В. Дедова и др.. 2015. С. 243-247.
7. Петровский, Д.И. Платформа для проведения и анализа полевых испытаний [Текст] / Д.И. Петровский, П.В. Вашланов // Сельский механизатор. 2013. – № 9. – С. 10.
8. Петровский, Д.И. Совершенствование методов оценки технического состояния топливной аппаратуры дизелей [Текст] / Д.И. Петровский // В сборнике: Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева. 2015. С. 159-162.
9. Петровский, Д.И. Совершенствование форсунок и клапанов топливных систем COMMON RAIL [Текст] / Д.И. Петровский, П.В. Вашланов // Сельский механизатор. – 2014. – № 2. – С. 36.

УДК 631.3.02  
ГРНТИ 455.577

## О СОХРАНЯЕМОСТИ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ АПК

Щукин А.Г., магистрант,

Научный руководитель – Гайдар С.М., д-р техн. наук, доцент

Российский государственный аграрный университет –

МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

**Аннотация.** Рассмотрены общие вопросы изнашивания элементов цепных передач сельскохозяйственных машин, а также факторы, влияющие на долговечность приводных цепей.

**Ключевые слова:** цепные передачи, приводные цепи, долговечность, повышение сохраняемости цепных передач.

Цепные передачи являются неотъемлемой частью подавляющего большинства сельскохозяйственных машин и орудий различного назначения.

По данным завода «Краснодарсельмаш», основной продукцией которого являются сельскохозяйственные втулочно-роликовые цепи, цепные передачи применяются в сельскохозяйственных машинах, орудиях и технологическом оборудовании более чем в 240 наименований [1, 7].

Современный цепной привод в сельскохозяйственных машинах и орудиях осуществляется, в основном, втулочно-роликовыми цепями.

Сельскохозяйственные цепные передачи используются в специфических условиях, отличающихся от условий в других производственных отраслях, причём преимущественно в худшую сторону. Прежде всего, подавляющее большинство цепных передач применяется в мобильных машинах, используемых сезонно [4, 9].

Для обеспечения смазки цепных передач сельскохозяйственного назначения, учитывая их открытое (вне специальных корпусов) исполнение, техническими условиями предписан самый примитивный и не эффективный способ - периодическим поливом жидким смазочным материалом. При этом периодичность смазки предписывается ежесменной, что неприемлемо для персонала, использующего машину или орудие сезонно, со срочным, высоким напряжением работ. По этой причине сложилась практика неприменения смазки для сельскохозяйственных цепных передач, это в 3...6 раз снижает срок их службы, что при высокой стоимости деталей передачи не может считаться приемлемым. Кроме того, рекомендованный способ смазки неприемлем и по экологическим соображениям, так как там, где он применяется, полезно используется не более 2% смазочного материала. Остальная часть загрязняет машины и попадает непосредственно в окружающую среду.

В практике эксплуатации устройств на базе цепей применимость смазки, как способа повышения их долговечности, в большей степени относится к цепным передачам, то есть к приводным цепям. Относительно необходимости смазки в цепных передачах, работающих в условиях абразивного загрязнения, имеются противоречивые сведения. При этом превалирует мнение, что применение смазки при наличии абразива увеличивает интенсивность изнашивания шарниров цепи.

В зарубежной практике существует однозначное мнение о необходимости применения смазки при наличии абразивного загрязнения. Даже при загрязнении цепи песком силы трения в шарнире с применением смазки в 4...5 раз меньше, чем в её отсутствие.

При периодической смазке поливом, рекомендуемой существующими техническими требованиями через каждые 8...10 часов, пылевые (абразивные) частицы, налипающие на

наружные поверхности цепи, увлекаются смазочным материалом в рабочую зону шарниров, каждый раз доставляя туда новые порции активных абразивных частиц.

Отсюда следует вывод о том, что такой способ смазки является неприемлемым. Необходим поиск новых, более совершенных способов смазки открытых передач, работающих в условиях абразивного загрязнения.

В связи с этим применение смазки сельскохозяйственных цепных передач представляется необходимым, но требуются поиски и разработки новых смазочных материалов на весь сезон работы машины [2, 8].

В практике эксплуатации цепных передач имеется несколько способов их смазки [3, 10]:

- ручная,
- консистентная внутришарнирная,
- капельная,
- картерная в масляной ванне,
- струйная (быстрокапельная),
- центробежная смазка разбрызгиванием,
- циркуляционная центробежная,
- циркуляционная распылением.

Общеизвестно, что все сельскохозяйственные цепные передачи имеют открытое исполнение. Поэтому из перечисленных способов возможны и рекомендованы только первые два. По первому способу смазку положено наносить на цепь кистью или поливом из маслёнки через каждые 8...10 часов работы. По второму способу её рекомендуется выполнять путём погружения очищенной от загрязнения цепи в специальный состав, нагретый до температуры, способной разжижить смазку и обеспечить проникновение её внутрь шарниров. Выдерживать цепь в составе рекомендуется до загустения состава. Периодичность операции - каждые 60...80 часов.

Следует отметить, что обе эти рекомендации не отвечают современным требованиям ни с точки зрения минимизации уходовых работ за машинами и орудиями, ни по экологическим соображениям.

Проваривание в процессе использования машины или орудия требует демонтажа передачи и существенных затрат времени на организацию и обеспечение процесса при экономически нецелесообразном использовании дорогостоящего смазочного материала и значительном простое машин.

Полив же передачи жидкой смазкой вообще противоречит всем экологическим нормам. Смазочный материал, разбрасываемый работающей во время полива передачей, загрязняет близлежащие части машины или орудия, которые затем обволакиваются пылью и требуют дополнительных издержек на очистку машины с образованием значительного количества продуктов загрязнения, требующих утилизации. Полезное использование смазывающего материала при поливе составляет не более 1 - 2 % от расходуемого. Остальная его часть, так или иначе, попадает в окружающую среду, вызывая её загрязнение.

Таким образом, рекомендуемые способы смазки сельскохозяйственных цепных передач весьма не совершенны и неприемлемы ни по организационным, ни по техническим и экологическим соображениям. В связи с этим совершенно необходим поиск решений по обеспечению надёжной смазки для сельскохозяйственных цепных передач, периодичность которых была бы не менее сезона эксплуатации машины.

Придавая важное значение вопросам повышения долговечности сельскохозяйственных цепных передач, в работе [6] определены сроки службы цепей современных сельскохозяйственных машин в течение года, анализ данных показывает, что наибольшую годовую наработку имеют цепные передачи зерноуборочных комбайнов около 375 часов.

Факторы, влияющие на долговечность цепных передач весьма многочисленны и разнообразны. Вместе с тем, большой опыт применения цепных передач показывает, что основные

факторы, влияющие на износ элементов цепных передач, можно по некоторым признакам классификации разделить на три группы [5]:

- конструктивные;
- технологические;
- эксплуатационные.

Смазка – один из важнейших факторов, влияющих на долговечность цепной передачи. Наличие смазки в шарнирах повышает износостойкость цепи, коэффициент полезного действия цепи и уменьшает ее нагрев.

Оценить отдельно влияние смазки на долговечность открытой передачи весьма сложная задача, так как сельскохозяйственные передачи не защищены от попадания абразивов в шарниры. Поэтому необходимо рассматривать влияние смазки в совокупности с действием абразива.

Отрицательное влияние абразивного загрязнения на износ деталей машин известно давно. Проведённое ВНИИПТМАШем исследование цепей показало, что абразивное загрязнение приводит к сокращению их долговечности в десятки и сотни раз [11].

Исключительно низкую долговечность имеют, например, цепи сельскохозяйственных машин [2, 4], цепные передачи которых по расчётным данным должны обеспечивать требуемую долговечность не менее 2000 - 2500 часов работы при увеличении среднего шага до 3-4 % от начального. Обычно их фактический ресурс не превышает 750...1000 часов [4].

При работе в условиях абразивного загрязнения своеобразное влияние на износ оказывает также вид смазочного материала. Одним из важнейших факторов, определяющих долговечность цепных передач, является род и характер смазки [6].

Пластичная смазка защищает шарниры от попадания абразивных частиц, в зазоры между трущимися деталями, снижая износ, а жидкая смазка, при периодическом смазывании цепей, наоборот, способствует проникновению их в зазоры. По этой причине износ периодически смазываемых маслом цепей, при интенсивном абразивном загрязнении, иногда оказывается больше, чем несмазываемых [7].

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что смазка цепных передач, работающих в условиях абразивного загрязнения необходима, причём необходимо применение консистентной смазки, рассчитанной на весь срок службы цепной передачи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайдар, С.М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий Гайдар С.М. [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук (05.20.03) / Гайдар Сергей Михайлович; ФГБОУ ВПО МГАУ. – Москва, 2011. – 33 с.
2. Гайдар, С.М. Инновационные консервационные составы для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии [Текст] / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, В.Д. Прохоренков, Е.Г. Кузнецова // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 11 (184). – С. 40-43.
3. Гайдар, С.М. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов [Текст] / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, М.И. Голубев // Вестник Московского государственного университета леса – Лестной вестник. – 2012. – №7(90). – С. 140-142.
4. Гайдар, С.М. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении [Текст] / С.М. Гайдар, А.Г. Чумаков // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 10. – С. 12.
5. Гайдар, С.М. Подходы к определению технического состояния транспортных средств [Текст] / С.М. Гайдар, Ю.А. Заяц, Т.М. Заяц, А.О. Власов // Грузовик. – 2015. – № 5. – С. 27-30.
6. Гайдар, С.М. Теория и практика создания ингибиторов атмосферной коррозии [Текст] / С.М. Гайдар, Р.К. Низамов, С.А. Гурьянов // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 4. – С. 8-10.



7. Коломейченко, А.В. Технология машиностроения. Лабораторный практикум [Текст] / А.В. Коломейченко, И.Н. Кравченко, Н.В. Титов, В.А. Тарасов, С.М. Гайдар, Т.С. Прокошина, А.Ф. Пузряков. – Санкт-Петербург: «Лань», 2015. – 272 с.

8. Кузнецова, Е.Г. Защитная эффективность водорастворимых ингибиторов коррозии при консервации сельскохозяйственной техники [Текст] / Е.Г. Кузнецова, В.Д. Прохоренков, Л.Г. Князева, А.И. Петрашев, С.М. Гайдар // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 6. – С. 23-25.

9. Кузнецова, Е.Г. Консервационные составы на основе водорастворимых ингибиторов коррозии [Текст] / Е.Г. Кузнецова, Л.Г. Князева, В.Д. Прохоренков, С.М. Гайдар // Наука в центральной России. – 2013. – № 5. – С. 43-47.

10. Петровская, Е.А. Повышение коррозионной стойкости оборудования, работающего в агрессивных средах АПК путём применения полифункциональных ингибиторов [Текст] / Петровская Е.А., Д.И. Петровский, С.М. Гайдар // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. 2016. С. 74-77.

11. Пучин, Е.А. Хранение и противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники: учебное пособие [Текст] / Е.А. Пучин, С.М. Гайдар. – М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2011. – 510 с.

*Научное издание*

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

*Материалы  
всероссийской научно-практической конференции  
(Благовещенск, 19 апреля 2017 г.)*

Том 4  
Основные направления развития механизации АПК

*Статьи публикуются в авторской редакции*

*Компьютерная верстка О.Ю. Лупановой, Н.Н. Федотовой*

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г. Подписано к печати 18.05.2017 г.  
Формат 60×90/8. Уч.-изд.л. – 8,8. Усл.-п.л. – 12,5. Тираж 50 экз. Заказ 330.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства Дальневосточного ГАУ  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86