

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»**



**МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО И ЛЕСНОГО  
КОМПЛЕКСОВ – РЕГИОНАМ**

*Том 2. Часть 1. Технические науки*

*Сборник научных трудов по результатам работы V  
международной молодежной научно-практической конференции*



**Вологда–Молочное  
2020**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

**Молодые исследователи  
агропромышленного и лесного  
комплексов – регионам**

*Том 2. Часть 1. Технические науки*

*Сборник научных трудов  
по результатам работы V международной молодежной  
научно-практической конференции*

Вологда–Молочное  
2020

ББК 65.9  
М 75

**Редакционная коллегия:**

к.с.-х.н., доцент **В.В. Суров** – ответственный редактор;

к.т.н., доцент **А.А. Кузин**;

к.т.н., доцент **А.С. Михайлов**;

к.т.н., доцент **Н.Н. Кузнецов**;

к.т.н., доцент **А.Л. Бирюков**.

**М 75 Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы V международной молодежной научно-практической конференции.** – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020. – 270 с.

ISBN 978-5-98076-321-3

Сборник составлен по материалам работы V международной молодежной научно-практической конференции «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам», состоявшейся 23 апреля 2020 года на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

В сборнике представлены статьи студентов, аспирантов, молодых преподавателей и ученых России, Белоруссии и Казахстана, в которых рассматриваются актуальные вопросы сельскохозяйственного производства в области агроинженерии.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов сельскохозяйственных и смежных предприятий, научных работников, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов сельскохозяйственных специальностей.

Статьи печатаются в авторской редакции без дополнительной корректуры. За достоверность материалов ответственность несут авторы.

ББК 65.9

ISBN 978-5-98076-321-3

© ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020

# АГРОИНЖЕНЕРИЯ

УДК 631.171

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

*Аникин Николай Викторович, студент-магистрант  
Шемякин Александр Владимирович, науч. рук., д.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

**Аннотация:** *повышение надежности транспортно-технологических машин в процессе эксплуатации и хранения является важной задачей. Для предупреждения разрушения конструктивных элементов машин в период длительного хранения требуется проведение качественной противокоррозионной обработки машин. В статье рассматривается способ повышения эффективности защиты машин от коррозии.*

**Ключевые слова:** *надежность, коррозия, защита, транспортно-технологические машины*

Поддержания эксплуатационных характеристик транспортно-технологических машин на высоком уровне инженерными службами сельскохозяйственных предприятий проводится комплекс организационно-технических мероприятий. Обеспечение надежной защиты техники в межсезонный период зависит от качества проведения противокоррозионной обработки металлических конструкций машин. Рассмотрим подробнее влияние коррозионного процесса на эксплуатационную надежность транспортно-технологических машин.

Коррозия – это разрушение материалов в результате химического взаимодействия с окружающей их средой. Коррозия является повсеместной и разрушает все секторы мировой экономики, от которой не застраховано и сельскохозяйственное производство. Последствия коррозии разнообразны и их влияние на безопасность, надежность и эффективность эксплуатации оборудования или конструкций зачастую более серьезна, чем простая потеря массы металла [5,6]. Скорость коррозии определяет, как долго технологическое оборудование будет исправно и может безопасно эксплуатироваться.

Коррозия является одной из самых распространенных и важных проблем в сельскохозяйственном машиностроении, т.к. вызывает снижение эксплуатационной надежности сельскохозяйственной техники.

Многие химикаты, которые используются в сельском хозяйстве, включая удобрения, консерванты, химикаты для борьбы с вредителями и болезнями могут быть катализаторами коррозионного разрушения техники.

Одним из видов коррозионного разрушения конструктивных элементов машин, эксплуатируемых в сельскохозяйственном производстве, является щелевая коррозия. Данный вид коррозии относится к коррозии, происходящей в замкнутых пространствах, к которым ограничен доступ рабочей жидкости из окружающей среды. Эти пространства обычно называют щелями. Примерами щелей являются зазоры и зоны контакта между деталями, под прокладками или уплотнениями, внутри трещин и швов, пространства, заполненные отложениями.

Промышленностью выпускается большой ассортимент разнообразных по составу и консистенции защитных покрытий. Эффективность использования данных материалов зачастую зависит от ряда субъективных факторов (например, качества подготовки защищаемой поверхности, квалификации работников, осуществляющих нанесение консерванта, соблюдения технологического процесса), а также условий хранения техники (в закрытом помещении, под навесом или на открытой площадке) [1-3]. Немаловажно также обеспечение максимальной герметизации металлических поверхностей машин от проникновения влаги и других разрушающих компонентов окружающей среды [4-6].

Для повышения герметизирующей способности консервационных составов предлагаем использовать наполнители – твердые высокодисперсные вещества, практически нерастворимые в дисперсной среде и всегда образующие в материалах самостоятельную фазу с частицами, по размеру значительно превышающим частицы загустителя. В качестве наполнителей могут быть использованы порошки некоторых металлов (алюминия, цинка) [7].

Преимуществом наполненных защитных материалов является возможность самоуплотняться после пропуски среды, что объясняется увеличением частиц наполнителя средой и уплотнением ими места пропуски. Чем меньше размер частицы наполнителя, тем более плотную и компактную упаковку создает наполненный консервант. Наполнители не только улучшают свойства данных материалов, но и нередко придают им такие, которые не могут быть достигнуты другими методами (герметизирующее действие, электропроводность). Влияние наполнителей на диффузионные свойства консервационных композиционных составов заключается в том, что частицы наполнителя представляют собой барьерные препятствия, удлиняющие путь молекул электролитов (воды) и кислорода воздуха, диффундирующих к поверхности защищаемого металла.

Проведенные исследования показали что, эффект улучшения защитных свойств консервантов (снижение площади и скорости коррозионных поражений) растет с повышением объемной (массовой) доли порошка протекторного металла (наполнителя) в покрытии в интервале от 0 до 10%. Дальнейшее увеличение доли протектора ведет к ряду случаев к незначительному уменьшению данного эффекта, так как при сравнительно невы-

соких значениях доли протекторного наполнителя повышение этой доли приводит к улучшению электрического контакта между частицами порошка, что соответствует повышению электропроводности “цепочек” частиц и обуславливает их работу как протекторов. Увеличение концентрации наполнителя в консервационном составе выше некоторого критического значения приводит к ослаблению механического (а, следовательно, и электрического) сцепления (контакта) между частицами порошка из-за недостаточного количества связующего, образованию несплошностей в покрытии и к усилению проникновения коррозионной среды к защищаемой поверхности [8-10].

Добавка протекторного порошка в качестве наполнителя к консервационным покрытиям обеспечивает увеличение защитной способности последних во всем интервале исследуемых параметров и условий эксперимента. Наиболее вероятным объяснением этого эффекта является электрохимический (протекторный) механизм действия указанных порошков в составе покрытия [11-15]. Данный эффект вызван также уплотнением покрытия за счет продуктов коррозии частиц протекторного металла и затруднением миграции электролита через покрытие из-за наличия частиц металла.

Совершенствование технологического процесса противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники путем введения металлических наполнителей в состав консервационных материалов является перспективным направлением улучшения качества защиты металлических элементов машин от коррозионного разрушения при длительном хранении. В дальнейшем исследования в данном направлении будут продолжены с целью определения оптимального процентного содержания наполнителей в защитном консервационном составе.

### **Список литературы**

1. Шемякин, А.В. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Е.Г. Кузин // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.
2. Морозова, Н.М. Методика оценки технологии хранения сельскохозяйственных машин / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы нац. науч.-практ. конф.. – Рязань, 2016. – С. 140-144.
3. Десятов, Ю.В. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении / Ю.В. Десятов, В.В. Терентьев, М.Б. Латышенко // В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 184-185
4. Морозова, Н.М. Анализ консервационных материалов для защиты сель-

скохозяйственной техники от коррозии / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России Материалы нац. науч.-практ. конф. – Рязань, 2016. – С. 135-140.

5. Терентьев, В.В. Проблемы подготовки сельскохозяйственных машин к длительному хранению в условиях малых и фермерских хозяйств / В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, А.В. Кирилин // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой межд. науч.-практ. конф. – Рязань, 2017. – С. 325-328.

6. Терентьев, В.В. Обеспечение противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники при хранении / В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // В сб.: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. Материалы науч.-практ. конф. – 2017. – С. 472-475.

7. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – №1. – С. 11-14.

8. Зарубин, И.В. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / И.В. Зарубин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения: Материалы Международной науч.-практ. конф. – Саратов, 2010. – Т.3 – С. 299-300

9. Будылкин, А.А. Роль наполнителя в составе жидкого консерванта для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / А.А. Будылкин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения: материалы Международной науч.-практ. конф. – Саратов, 2010. – Т.3 – С. 281-282

10. Терентьев, В.В. Роль наполнителя в составе жидкого консервационного материала / В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок // В сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – Рязань, 1999. – С. 86-88.

11. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39

12. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев. – Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – № 1. – С. 50-56.

13. Терентьев, В.В. Разработка установки для двухслойной консервации сельскохозяйственной техники и обоснование режимов ее работы: дис. ... канд. техн. наук / В.В. Терентьев; – Рязань, 1999. – 173 с.

14. Борычев, С.Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии / С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 90–94.

15. Шемякин, А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами / А.В.Шемякин, М.Б. Латышенко, В.В. Терентьев. – Известия Юго-Западного государственного университета – 2016. – № 2. – С. 87-91.

УДК 621.791.92 : 621.81

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛОВ РОТОРОВ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ

*Афанасенко Дмитрий Евгеньевич, студент-магистрант  
Щурский Денис Сергеевич, студент-магистрант  
Миранович Алексей Валерьевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация: в статье представлены результаты оценки влияния технологических параметров магнитно-электрического упрочнения на эксплуатационные и физико-механические свойства рабочих поверхностей деталей электронасосов.*

*Ключевые слова: погружной электронасос, вал ротора, рабочая поверхность, технологический параметр, магнитно-электрическое упрочнение, статистическая модель второго порядка, многопараметрическая оптимизация*

Одними из наиболее широко используемых машин, работающих в контакте с агрессивными средами, в том числе и на предприятиях агропромышленного комплекса являются погружные электронасосы [1, 2]. Для них характерны тяжелые условия работы: пусковые нагрузки, запескованность скважин, повышенное содержание солей, щелочей и других примесей в воде. Это существенно снижает надежность работы сборочных единиц и отдельных деталей погружных электронасосов. Следует отметить, что достаточно часто электродвигатели насосов выходят из строя в результате механических повреждений и износа рабочей поверхности втулки радиального подшипника и распорной втулки, износа посадочного места вала ротора под втулку подшипника и пяту [1]. Для устранения этих дефектов необходимо обеспечить правильный выбор и оптимизацию рационального способа восстановления изношенных деталей ротора погружного электродвигателя с учетом условия работы, степени износа и состояния рабочих поверхностей, конструктивных параметров, материала детали.

Известно [1, 3], что одними из основных способов восстановления



деталей погружных электродвигателей являются: вибродуговая наплавка, электроконтактная приварка, наплавка под слоем флюса и в среде защитных газов. Для них характерны такие основные недостатки, как невысокая усталостная прочность наплавляемых деталей, высокое термическое воздействие на деталь и расплавление основного металла [3, 4].

В соответствии с проведенными расчетами [5, 6] одним из рациональных способов восстановления рабочих поверхностей валов ротора под втулку подшипника и наружной поверхности втулки подшипника нанесением износостойких покрытий является магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ). Основными преимуществами МЭУ являются: высокая прочность сцепления нанесенного слоя с основой, минимальное тепловыделение и расплавление материала основы, отсутствие деформации обрабатываемой детали и небольшие припуски на последующую механическую обработку, отсутствие необходимости специальной предварительной подготовки обрабатываемых поверхностей. Возможность осуществления процесса МЭУ на одном технологическом оборудовании с финишной магнитно-абразивной обработкой (МАО) [5, 6].

В работе для оценки влияния технологических параметров МЭУ на эксплуатационные и физико-механические свойства поверхностей деталей проведены исследования с применением метода на основе многопараметрической оптимизации режима нанесения покрытий с использованием детерминированного и стохастического подходов [7, 8].

Анализ априорной информации и проведенные ранее исследования [5, 6] показали, что процесс МЭУ полно описывается статистическими моделями второго порядка, полученными по матрице центрального композиционного ротатбельного равномерного плана (ЦКРУП). В качестве параметров оптимизации МЭУ взяты следующие параметры: производительность процесса  $Q$  (приращение массы покрытия на образцах) и относительная износостойкость покрытия  $\varepsilon$ . Испытания износостойкости образцов с покрытиями проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 23.224-86 «Обеспечение износостойкости изделий. Методы оценки износостойкости восстановленных деталей» на машине трения модели 2070 СМТ-1 по стандартной методике по схемам «диск-колодка» при сравнительной оценке износостойкости покрытий при трении скольжения. Образцы взвешивались на лабораторных весах ВЛА-200-2М с точностью до 0,001 г.

Независимыми переменными приняты следующие факторы: плотность разрядного тока  $i$ , А/мм<sup>2</sup>; величина рабочего зазора  $\delta$ , мм; скорость подачи  $S$ , мм/об; окружная скорость заготовки  $V$ , м/с; расход композиционного порошка  $q$ , г/с·мм<sup>2</sup>. Постоянными взяты факторы: магнитная индукция в рабочем зазоре  $B = 0,9$  Тл; размер зерен ферромагнитного порошка (ФМП)  $\Delta = 240 - 320$  мкм; расход рабочей жидкости  $q = 2,3 \cdot 10^{-3}$

$^3\text{дм}^3/(\text{с}\cdot\text{мм}^2)$ , СОЖ – 5%-й раствор товарного эмульсола Э2 в воде. Оптимальный технологический режим МЭУ на установке с постоянными магнитами определяли для ФМП: ФБХ-6-2 и Н70Х17С4Р4.

Выбор вышеуказанных материалов для сравнения эффективности нанесения покрытий обусловлен тем, что: сплав ФБХ 6-2 обеспечивает получение покрытий, сохраняющих высокую твердость, плотность и износостойкость до температуры, не превышающей 550 °С в сопряжениях пар трения; многокомпонентный композиционный порошок Н70Х17С4Р4 позволяют получить покрытия с достаточно высокой твердостью и высокими триботехническими свойствами.

Экспериментальные исследования проводили на образцах из стали 45 ГОСТ 1050-88, представляющих собой кольца с наружным диаметром 40,0 мм, внутренним – 16,0 мм и высотой 12,0 мм. Образцы подвергали нормализации и обрабатывали до шероховатости поверхности  $Ra = 12,5$  мкм.

Степень влияния технологических факторов МЭУ на параметры оптимизации  $Q$  и  $\epsilon$  определяли по величине коэффициентов моделей (1)–(4). Для этого из общей модели для параметра оптимизации составлялось уравнение регрессии с двумя переменными. При этом в уравнении аргументом служит один из факторов, а функцию отклика выполняет параметр оптимизации. Оставшиеся факторы фиксируются на нулевом уровне.

Многопараметрическую оптимизацию процесса МЭУ проводили по двум параметрам ( $Y_1=Q$ ,  $Y_2=\epsilon$ ). Для этого использовали комплексный показатель [6–8], в качестве которого была принята обобщенная функция желательности Харрингтона [6].

С учетом работ [5, 6] установили условия проведения эксперимента для получения статистических моделей нанесения износостойких покрытий МЭУ (таблица 1). Все опыты рандомизировались во времени при помощи таблицы случайных чисел.

Таблица 1 – Условия проведения опытов

Уровень факторов	Технологические факторы				
	$i$ , А/мм <sup>2</sup>	$\delta$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/с	$q$ , г/(с·мм <sup>2</sup> ) ·10 <sup>-3</sup>
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
Основной (0)	1,80	2,00	0,25	0,06	2,55
Верхний (+1)	2,20	2,50	0,35	0,08	3,00
Нижний (-1)	1,40	1,50	0,15	0,04	2,10
Звездная точка (+ $\alpha$ )	2,60	3,00	0,45	0,10	3,45
Звездная точка (- $\alpha$ )	1,00	1,00	0,05	0,02	1,65
Интервалы варьирования:					
основной	0,40	0,50	0,10	0,02	0,45
по $\alpha$	0,80	1,00	0,20	0,04	0,90

Обработка результатов экспериментов, полученных по матрице ЦКРУП второго порядка, с использованием прикладных программ Mathcad и Excel пакета MS Office, работающих в среде Windows, позволила получить статистические модели, определяющие зависимости производительности процесса МЭУ Q от технологических факторов.

$$Y_1=Q_{\text{ФБХ-6-2}}=222,914+1,214 \cdot X_1-0,412 \cdot X_2-1,721 \cdot X_3-2,015 \cdot X_4+0,693 \cdot X_5-5,102 \cdot X_1 X_2+0,108 \cdot X_1 X_3^*+4,541 \cdot X_1 X_4+5,516 \cdot X_1 X_5+1,824 \cdot X_2 X_3+5,327 \cdot X_2 X_4-4,519 \cdot X_2 X_5-6,012 \cdot X_3 X_4+0,114 \cdot X_3 X_5-4,967 \cdot X_4 X_5-0,986 \cdot X_1^2-0,514 \cdot X_2^2-0,313 \cdot X_3^2-0,603 \cdot X_4^2-0,997 \cdot X_5^2; \quad (1)$$

$$Y_1=Q_{\text{Н70Х17С4Р4}}=217,987+0,986 \cdot X_1-0,963 \cdot X_2-1,384 \cdot X_3-1,987 \cdot X_4+0,298 \cdot X_5-3,858 \cdot X_1 X_2-0,101 \cdot X_1 X_3^*-4,257 \cdot X_1 X_4-5,158 \cdot X_1 X_5-1,248 \cdot X_2 X_3+4,879 \cdot X_2 X_4-4,027 \cdot X_2 X_5-5,849 \cdot X_3 X_4+0,108 \cdot X_3 X_5-4,983 \cdot X_4 X_5-0,886 \cdot X_1^2-0,399 \cdot X_2^2-0,276 \cdot X_3^2-0,498 \cdot X_4^2-1,509 \cdot X_5^2. \quad (2)$$

Модели, определяющие характер зависимости относительной износоустойчивости покрытия  $\varepsilon$  от технологических факторов МЭУ для исследуемых ФМП, представлены ниже.

$$Y_2=\varepsilon_{\text{ФБХ-6-2}}=2,137+0,165 \cdot X_1+0,028 \cdot X_2-0,187 \cdot X_3-0,091 \cdot X_4-0,035 \cdot X_5+0,151 \cdot X_1 X_2-0,655 \cdot X_1 X_3+0,158 \cdot X_1 X_4-0,177 \cdot X_1 X_5-0,315 \cdot X_2 X_3+0,068 \cdot X_2 X_4-0,144 \cdot X_2 X_5-0,181 \cdot X_3 X_4-0,075 \cdot X_3 X_5^*-0,212 \cdot X_4 X_5-0,102 \cdot X_1^2-0,019 \cdot X_2^2-0,059 \cdot X_3^2-0,026 \cdot X_4^2-0,028 \cdot X_5^2; \quad (3)$$

$$Y_2=\varepsilon_{\text{Н70Х17С4Р4}}=2,264+0,179 \cdot X_1-0,018 \cdot X_2-0,204 \cdot X_3-0,108 \cdot X_4^*-0,047 \cdot X_5+0,187 \cdot X_1 X_2-0,655 \cdot X_1 X_3^*-0,101 \cdot X_1 X_4-0,207 \cdot X_1 X_5-0,217 \cdot X_2 X_3+0,113 \cdot X_2 X_4-0,203 \cdot X_2 X_5-0,115 \cdot X_3 X_4+0,095 \cdot X_3 X_5+0,277 \cdot X_4 X_5-0,081 \cdot X_1^2-0,015 \cdot X_2^2-0,083 \cdot X_3^2-0,069 \cdot X_4^2-0,021 \cdot X_5^2. \quad (4)$$

Выявлено, что не все коэффициенты регрессии (1)–(4) значимы с 95%-й доверительной вероятностью по критерию Стьюдента (\* – коэффициент не значим). Также установлено, что модели адекватны при 5%-м уровне значимости по критерию Фишера. Таким образом, получены модели процесса МЭУ (1)–(4), которые позволяют установить степень влияния технологических факторов на параметры оптимизации и определить оптимальный режим нанесения покрытий.

Из анализа статистических моделей (1)–(4) и данных таблицы 2 следует, что в порядке убывания значимости факторы по влиянию на исследуемые параметры можно расположить в следующие ряды:

$$Y_1=Q: V \rightarrow S \rightarrow i \rightarrow q \rightarrow \delta; \quad Y_2=\varepsilon: S \rightarrow i \rightarrow V \rightarrow q \rightarrow \delta.$$

Наибольшее влияние на производительность процесса МЭУ Q оказывает окружная скорость заготовки V и скорость продольной подачи S. Далее в порядке убывания следуют плотность разрядного тока i, расход

композиционного порошка  $q$ , величина рабочего зазора  $\delta$ . На относительную износостойкость  $\varepsilon$  оказывает значительное влияние скорость продольной подачи, плотность разрядного тока  $i$ . Затем по степени значимости располагаются в ряд окружная скорость заготовки  $V$ , величина рабочего зазора  $\delta$  и расход композиционного порошка  $q$  (таблица 2).

Исследованиями установлено, что влияние скоростей  $V$  и  $S$  на производительность процесса и относительную износостойкость самое большое из всех рассматриваемых технологических факторов, при изменении подачи в пределах от 0,05 до 0,25 мм/об и окружной скорости от 0,02 до 0,06 м/с они оказывают значительное влияние на эксплуатационные показатели. Однако при дальнейшем увеличении более 0,35 мм/об и 0,08 м/с происходит заметное ухудшение производительности процесса МЭУ и относительной износостойкости. Оптимальными параметрами являются продольная подача и окружная скорость, при которых удовлетворяются следующие условия:  $0,04 < V < 0,06$  м/с;  $0,15 < S < 0,25$  мм/об.

Таблица 2 – Влияние технологических факторов на параметры МЭУ

Технологические факторы	Степень влияния факторов на параметры оптимизации, %			
	$Y_1=Q$		$Y_2=\varepsilon$	
	ФБХ-6-2	H70X17C4P4	ФБХ-6-2	H70X17C4P4
Плотность разрядного тока, $i$ .	19,07	19,49	32,6	32,12
Величина рабочего зазора, $\delta$	6,48	7,96	5,53	3,23
Скорость продольной подачи, $S$	25,30	27,35	36,96	36,69
Окружная скорость заготовки, $V$	31,67	36,27	17,98	19,42
Расход композиционного порошка, $q$	17,48	8,93	6,93	8,54

Плотность разрядного тока оказывает значительное влияние, как на относительную износостойкость, так и на производительность процесса. Так при увеличении плотности разрядного тока производительность возрастает, так как нагрев и расплавление цепочек-микроэлектродов ФМП возрастает за счет преобразования электрической энергии в тепловую. Однако при превышении максимального значения плотности тока производительность снижается, так как согласно [4] повышается вероятность возникновения электрического разряда у поверхности полюсного наконечника из-за увеличения коэффициента передачи энергии. Оптимальные значения плотности разрядного тока  $i$  для исследуемых ферропорошков находятся в пределах  $1,7 < i < 2,0$  А/мм<sup>2</sup>.

Наиболее благоприятные значения расхода порошков, обеспечивающие наибольшую производительность и относительную износостойкость покрытия, следующие:  $qQ_{\text{ФБХ-6-2}} = 2,81 \cdot 10^{-3} \text{ г}/(\text{с} \cdot \text{мм}^2)$ ;  $qQ_{\text{H70X17C4P4}} = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ г}/(\text{с} \cdot \text{мм}^2)$  и  $q\varepsilon_{\text{ФБХ-6-2}} = 2,92 \cdot 10^{-3} \text{ г}/(\text{с} \cdot \text{мм}^2)$ ;  $q\varepsilon_{\text{H70X17C4P4}} = 2,85 \cdot 10^{-3} \text{ г}/(\text{с} \cdot \text{мм}^2)$ .

Исследованиями установлено, что при малых значениях рабочего зазора влияние последнего на эксплуатационные параметры незначительно. Объясняется это тем, что образуется большое количество цепочек-электродов за счет удержания постоянным магнитным полем порошка в рабочем зазоре.

Из приведенных данных следует, что значения расхода композиционных порошков отличаются незначительно. Количество передаваемой энергии композиционному порошку и перенос материала порошка на обрабатываемую деталь вследствие этого снижается. При увеличении рабочего зазора снижаются производительность и износостойкость из-за большой длины цепочек-микроэлектродов. Анализ статистических моделей (1)–(4) показывает, что рабочий зазор находится в пределах  $1,5 < \delta < 2,5$  мм.

С учетом ограничений технологических факторов МЭУ, определены варианты режимов нанесения покрытий для исследуемых композиционных порошков (таблицы 3–5). Обработку данных производили с использованием пакета прикладных программ Mathcad и Excel пакета MS Office, работающих в среде Windows. Приняли режим МЭУ за оптимальный, который имеет наибольшую желательность.

Таблица 3 – Поиск оптимального режима нанесения порошка ФБХ-6-2

Номер варианта	Кодированные значения варьируемых факторов					Значения параметров оптимизации		Желательность D
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	
1	-0,056	0,56	0,393	-0,141	-0,169	223,518	2,099	0,757
2	0,170	-1,106	-0,649	-0,139	1,030	235,475	2,196	0,856

Таблица 4 – Поиск оптимального режима нанесения порошка H70X17C4P4

Номер варианта	Кодированные значения варьируемых факторов					Значения параметров оптимизации		Желательность D
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	
1	0,156	-0,962	-1,944	0,164	0,782	219,944	2,072	0,747
2	0,279	-1,119	-0,303	-0,231	0,702	223,583	2,306	0,863

Исследованиями установлено, что значения оптимальных режимов нанесения имеют незначительные отличия (таблица 5), а по некоторым факторам почти совпадают.

Таблица 5 – Оптимальные значения режима МЭУ

Исследуемый порошок	Оптимальные значения факторов				
	$i$ , А/мм <sup>2</sup>	$\delta$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/с	$q$ , г/(с·мм <sup>2</sup> )
ФБХ-6-2	1,87	1,55	0,185	0,057	$2,95 \cdot 10^{-3}$
H70X17C4P4	1,91	1,50	0,220	0,055	$2,86 \cdot 10^{-3}$

Таким образом, с помощью многопараметрической оптимизации и принятых ограничений для нанесения различных композиционных ферромагнитных порошков, можно рекомендовать следующий режим:  $i = 1,73$ – $1,91$  А/мм<sup>2</sup>;  $\delta = 1,50$ – $2,21$  мм;  $S = 0,185$ – $0,276$  мм/об;  $V = 0,055$ – $0,057$  м/с;  $q = (2,86$ – $2,95) \cdot 10^{-3}$  г/(с·мм<sup>2</sup>).

### Список литературы

1. Ивашко, В. С. Водоснабжение животноводческих комплексов с применением погружных электронасосных агрегатов: монография / В.С. Ивашко и др. ; под науч. ред. В. К. Пестиса. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 251 с.
2. Козорез, А.С. Эксплуатация и технический сервис. Погружные скважинные электронасосные агрегаты / А.С. Козорез, В.С. Ивашко. – Минск: Изд-во РУП «Институт энергетики АПК НАН Беларуси», 2006. – 186 с.
3. Лялякин, В.П. Современные методы восстановления и упрочнения деталей машин / В.П. Лялякин. – М.: Машиностроение, 1988. – 42 с.
4. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин и др.; под общ. ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
5. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк : ПГУ, 1999. – 240 с.
6. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск: БГАТУ, 2016. – 236 с.
7. Ящерицын, П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 236 с.
8. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

УДК 579.64

### СОЗДАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ЭКСПРЕССИОННОЙ СИСТЕМЫ С ГЕНОМ ЩЕЛОЧНОЙ ФИТАЗЫ *BACILLUS GINSENGIHUMI* И СИГНАЛЬНЫМ ПЕПТИДОМ *KILLER* НА ОСНОВЕ МЕТИЛОТРОФНЫХ ДРОЖЖЕЙ *PICCHIA PASRTORIS*

*Белей Елена Витальевна, студент-магистрант  
Иткина Дарья Леонидовна, аспирант  
Шаринова Маргарита Рашидовна, науч. рук., д.б.н., профессор  
ФГАОУ ВО КФУ, г. Казань, Россия*

**Аннотация:** *в питании сельскохозяйственных животных и птиц с однокамерными желудками резко возникает значительная потребность в фосфоре, как в питательном элементе вследствие недостатка работы эндогенных ферментов их желудочно-кишечного тракта. Рекомбинантные штаммы дрожжей *Pichia pastoris* продуцируют щелочные фитазы *Bacillus ginsengihimi*, которые являются ферментами катализирующими высвобождение фосфора. Изучение экспрессии рекомбинантных бактериальных фитаз приведет к решению биотехнологической проблемы по улучшению качества кормовой продукции в сельском хозяйстве.*

**Ключевые слова:** *фосфор, сельскохозяйственные животные и птицы, ферменты, щелочные фитазы, рекомбинантные штаммы*

Фосфор представляет собой значимый структурный макроэлемент, составляющий клеточные компоненты (нуклеиновые кислоты, фосфолипиды, ферменты) и активно участвующий в процессах обмена веществ всех живых организмов. Основным источником фосфора в растительной пище являются соли фитиновой (мио-инозитгексафосфорной) кислоты – фитаты.

В питании фитаты играют роль антинутриента, так как способны к образованию труднорастворимых комплексов с ионами кальция, цинка и железа, что резко снижает всасывание этих важных минеральных веществ в кишечнике. Тем самым такая особенность фитатов ухудшает питательную ценность кормов, а неусвоенный фосфор, выделяемый животными в окружающую среду в избытке, представляет значительную экологическую проблему [1].

Сельскохозяйственные животные и птицы с однокамерным желудком, не приспособлены к гидролизу фитатов, из-за отсутствия или недостаточного количества фитатдеградирующих ферментов в желудочно-кишечном тракте. В настоящее время актуальным становится поиск продуцентов ферментов – фитаз, катализирующих отщепление неорганического фосфата от фитатов.

Фитазы (мио-инозитол-1,2,3,4,5,6-гексакисфосфат-фосфогидролазы) – это особая группа ферментов фосфатаз, обладающих способностью катализировать последовательный гидролиз фитатов на менее фосфорилированные производственные инозитола с высвобождением неорганического фосфата. Добавление экзогенной фитазы как пищевой добавки, при производстве корма для сельскохозяйственных животных и птиц, неспособных

усваивать фитаты в труднодоступной форме, позволит решить проблему дефицита фосфора в питании животных.

В настоящее время известно о существовании трех классов фитазных ферментов, среди которых самую большую группу представляют фитазы, продуцируемые грибами и бактериями [2].

Бактериальные щелочные фитазы (бета-пропеллерные) отличаются высокой термостабильностью с температурным оптимумом от 55° до 70°, оптимальным рН в нейтральном диапазоне и высокими катализирующими свойствами. Экспрессионная система на основе дрожжевых клеток *Pichia pastoris* является преимущественной в биотехнологии за счет высоко уровня выхода фермента, легкости отбора экспрессионных клонов при ауксотрофии по аденину, которая обеспечивает высокую стабильность трансформантов во время экспрессии, а так же за счет использования дрожжевых векторов *pPink-НС* и *pPink-LC*, которые увеличивают выход трансформантов при использовании разнообразного набора высокоэффективных сигнальных последовательностей [3].

Целью данной работы явилось получение рекомбинантных штаммов *Pichia pastoris*, содержащих генетическую конструкцию оптимизированного гена фитазы *B.ginsengihumi* (*PhyC*) под контролем индуцибельного промотора АОХ1 и сигнального пептида *killer*, с использованием интегративных бинарных дрожжевых векторов, для стабильной и эффективной экспрессии бактериального фермента, его выделения и очистки, с целью применения их белков в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных.

Для экспрессии бактериальных ферментов в дрожжевых клетках *Pichia pastoris* была выбрана последовательность гена *phyC* бета-пропеллерной фитазы *Bacillus ginsengihumi* М2.11. Для корректной экспрессии целевых белков проводили клонирование в интегративные дрожжевые вектора *pPINK-НС* (высококопийный вектор) и *pPINK-LC* (низкокопийный вектор), а так же нуклеотидную последовательность высокоэффективного сигнального пептида *killer*.

Проводили трехступечатое лигирование вектора (*pPINK-НС/ pPINK-LC*), последовательности сигнального пептида и гена фитазы (*phyC*), с последующей трансформацией лигазной смеси в клетки *E.coli DH5α*. Отбор трансформантов проводили на среде LA с добавлением ампициллина (100 мкг/мл). Наличие встроенной генетической конструкции идентифицировали с помощью ПЦР-анализа колоний трансформантов и визуализировали при помощи гель электрофореза.

С помощью метода электропорации были получены рекомбинантные штаммы *Pichia pastoris* с соответствующими генетическими структурами (*pPINK-НС/ pPINK-LC*, ген *phyC* и *killer*) под контролем индуцибельного дрожжевого промотора гена АОХ1, содержащий области, обеспечивающие активацию транскрипции в присутствии метанола в культуральной среде, а



также область инициации транскрипции. Из отобранных белых колоний трансформантов, наличие встроенной конструкции было подтверждено с помощью ПЦР-анализа и визуализировано при помощи гелевого электрофореза, для подтверждения успешной интеграции. В результате исследований экспрессированный белок был детектирован с помощью белкового электрофореза и вестерн-блот.

Дальнейшее исследование экспрессируемого бактериального белка и изучение его биохимических и энзиматических свойств станет предпосылкой для разработки биотехнологического решения проблемы в сельском хозяйстве по улучшению качества кормовой продукции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90208.

### Список литературы

1. Haefner, S. Biotechnological production and applications of phytases / S. Haefner, A. Knietsch, E. Scholten, J. Braun, M. Lohscheidt, O. Zelder // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2005. – Vol. 68. – No. 5. – P. 588–597.
2. Lei, X.G. Phytase enzymology, applications, and biotechnology / X.F. Lei, J.M. Porres // Biotechnology Letters. – 2003. – Vol. 25. – No. 2. – P. 1787–1794.
3. PichiaPink™ Expression System. For high-level and large-scale expression and secretion of bioactive recombinant proteins in Pichia pastoris / Ausubel F.M. et al. // Life Technologies Corporation. – 2014.

УДК 633.521

### ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА

*Булатов Александр Михайлович, студент-магистрант  
Трушанин Андрей Сергеевич, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в статье представлены основные проблемы развития производства и переработки льна.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство, льноводство, проблемы развития

Льноводство – важнейшая отрасль сельского хозяйства нашей страны. Лен является системообразующим в сельском хозяйстве, текстильной, швейной, пищевой, фармацевтической и медицинской промышленности, а также в строительной индустрии и производстве целлюлозы для изготов-

ления продукции оборонного назначения [1-5].

Социальное значение льняного комплекса проявляется в возможности более полного использования трудовых ресурсов и повышения уровня занятости сельского населения. Особенно это важно для Центрального и Северо-Западного федеральных округов, ряда Сибирских регионов, где низкоплодородные почвы малопригодны для выращивания других сельскохозяйственных культур [6-10].

Несмотря на то, что лен является высокодоходной культурой, в последние годы происходит спад его производства, остается низким качество льносырья и льноволокна, сокращается экспорт тканей и изделий из льна. Из-за сложившихся крайне тяжелых экономических условий в льносеющих хозяйствах, предельного износа техники и недостатка оборотных средств разрушена организационно-хозяйственная структура льноводства. Основные льносеющие регионы, ранее производившие больше половины объема российского льна, прекратили его производство. В 2012 г. более 80% посевов льна приходилось на льнозаводы, при этом не соблюдались элементарные севообороты и интенсивные, тем более инновационные технологии. Одна из главных причин этого – высокая трудоемкость: например, трудовые затраты на 1 га посевов льна-долгунца в 3,3-3,5 раза больше, чем на такую же площадь зерновых культур. Посевные площади в последние десять лет сократились со 120 до 50 тыс. га, а урожайность льноволокна повысилась с 6,6 до 9 ц/га [1].

В Вологодской области на поддержку льноводства выделяются значительные денежные средства. В январе 2008 года стартовала областная целевая программа «Развитие льняного комплекса Вологодской области на 2008-2012 годы». Продолжением её явилась подпрограмма, заработавшая с января 2013 года и реализуемая в рамках государственной программы «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013-2020 годы» [1].

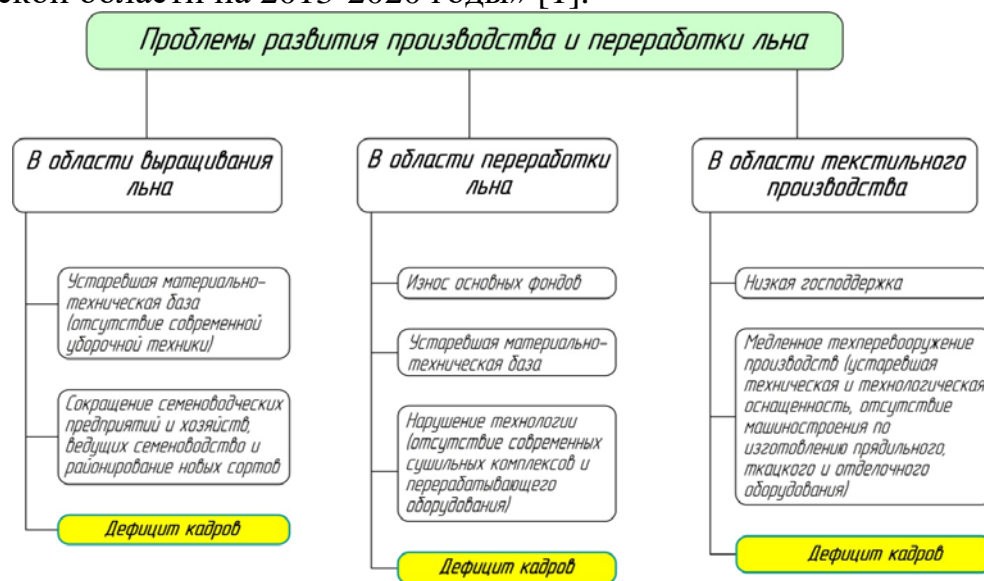


Рис. 1. Проблемы развития производства и переработки льна

Однако огромные финансовые вливания не являются залогом эффективности льняной отрасли, в ней много проблем. Основные проблемы развития производства и переработки льна представлены на рисунке 1.

Анализируя данные представленные на рисунке 1 можно сделать заключение, что одна из проблем развития производства и переработки льна отсутствие в отрасли достаточного количества высококвалифицированных кадров.

В результате совещаний «О развитии льноводства и других отраслей АПК» проходившем поочередно в нескольких регионах РФ в период 2017-2018 гг. предусмотрено увеличение посевных площадей под лен-долгунец к 2020 г. в два раза – до 100 тыс. га по РФ и до 10 тыс. га по Вологодской области.

Рост валового объёма производства льносырья требует совершенствования технологий возделывания льна-долгунца, обновления и полного обеспечения техникой с.-х. предприятий, занимающихся возделыванием льна, научно обоснованного применения удобрений, способствующему повышению урожайности волокна и его качества. А также требуется подготовка высококачественных специалистов по льноводству.

Необходимо осуществить подготовку специалистов-льноводов как для сельскохозяйственных предприятий и льнозаводов региона, так и для государственных предприятий, таких как Россельхознадзор, Россельхозцентр, Госкомиссия по сортоиспытанию селекционных достижений.

В ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА планируется организовать обучение по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» профиль «Льноводство» для подготовки будущих специалистов в области производства льнопродукции. Для этого Вологодская ГМХА имеет педагогические кадровые, учебные и материально-технические ресурсы.

С 2008 года на базе Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина проводилось обучение студентов с углубленной специализацией «Льноводство». За три курса было подготовлено 37 специалистов с высшим образованием. В 2010 году в связи с невостребованностью сельхозорганизациями обучение было прекращено. При этом госзаданий министерства сельского хозяйства на продолжение обучения Академии не поступало.

Осуществление подготовки квалифицированных кадров для отрасли, специализирующейся на возделывании и получении продукции льноводства, в Вологодской ГМХА возможно на факультете агрономии и лесного хозяйства. Осуществление подготовки квалифицированных кадров для отрасли, специализирующейся на переработке продукции льноводства возможно на инженерном факультете. Факультет имеет необходимую материально-техническую базу для реализации разрабатываемого профиля подготовки «Машины и оборудование для хранения и переработки льна» и вы-

сококвалифицированный профессорско-преподавательский состав.

### Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с.
2. Пат. 2524265 Российская Федерация, МПК8 А01F25/08. Устройство для сушки рулонов льна / Шушков Р.А., Оробинский Д.Ф., Кузнецов Н.Н., Попов В.Д., Зыков А.В., Власенков А.Н.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии). – №2012152685/13; заявл. 06.12.2012; опубл. 27.07.2014, бюл. № 21.
3. Шушков, Р.А. Искусственное досушивание рулонов льнотресты, как элемент технологии уборочных работ / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – Ч. 1. – С. 348-351.
4. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сборник научных трудов. – СПб.: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.
5. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сборник научных трудов. – СПб.: СПбГАУ, 2013. – Ч. 1. – С. 408-412.
6. Шушков, Р.А. Распределительное устройство для досушивания рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 5. – С. 44-46.
7. Шушков, Р.А. Исследование распределения теплоносителя в процессе досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: сборник научных трудов. – СПб.: СПбГАУ, 2013. – С. 222-225.
8. Оробинский, Д.Ф. Универсальный пункт сушки льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 3. – С. 2-4.
9. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 5. – С. 136-142.

10. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочных операций заготовки льняного сырья / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Вопросы территориального развития. – 2013. – № 9. – 7 с.

**УДК 631.3.02**

## **ВЯЗКОЕ И ХРУПКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ**

*Бут-Гусаим Вадим Николаевич, студент-бакалавр  
Колоско Дина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в статье рассмотрены особенности пластических и хрупких деформаций деталей сельскохозяйственной техники и тракторов. Приведены признаки и примеры вязкого и хрупкого разрушения деталей. Проанализировано влияние повышения жесткости конструкции на прочность деталей сельскохозяйственных машин и агрегатов.*

***Ключевые слова:** пластические и хрупкие деформации, вязкое и хрупкое разрушение, утрата работоспособности, нормальные и касательные напряжения, жесткость конструкции, динамический коэффициент*

Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение является одной из важнейших отраслей промышленности Республики Беларусь. На предприятиях Министерства промышленности Беларуси в настоящее время производится более 350 моделей техники для агропромышленного комплекса и перерабатывающей отрасли. На сегодняшний день обеспечивается практически вся республиканская потребность в сельхозмашинах для растениеводства. Белорусское тракторное и сельскохозяйственное машиностроение является ведущей отраслью экономики нашей страны, одним из главных источников национального дохода.

На территории Беларуси сельскохозяйственная техника эксплуатируется в тяжелых условиях, потому что 68% территории и почти 90% пашни занимают дерново-подзолистые заболочиваемые почвы. Обработка почвы – важная и энергоемкая часть технологического процесса в сельском хозяйстве. В процессе эксплуатации сельскохозяйственных машин их детали и узлы изменяют свои первоначальные размеры и форму, утрачивая при этом частично или полностью работоспособность, что снижает технико-экономические показатели. При повышении сопротивления почвы обработке, резанию и другим операциям повышаются механические нагрузки на детали обрабатываемых машин, вызывающие возрастание количества поломок и преждевременный выход машин из строя.

Прочность конструкций определяется с использованием теорий прочности, основанных на различных гипотезах о переходе материала в опасное состояние. Материалы подразделяются на разрушающиеся хрупко и пластично. При изменении условий испытаний один и тот же материал может разрушаться и хрупко, и пластично. Например, углеродистая сталь, пластичная при температуре 20°С, разрушается хрупко при температуре жидкого азота –196°С. Чугун, хрупкий при растяжении и кручении, разрушается пластично при сжатии.

Пластическая деформация вызывается касательными напряжениями  $\tau$ , разрушение при этом происходит путем сдвига частиц материала в плоскостях действия наибольших касательных напряжений, расположенных под углом 45° к оси (рисунок 1).

Пластическое разрушение имеет сложный характер: при образовании и развитии трещин пластическая деформация вызывается  $\tau$ ; разделение тела на части в последний момент разрушения обусловлено нормальными напряжениями  $\sigma$ . Пренебрегая моментом разрушения, можно считать, что пластическое разрушение вызывается касательными напряжениями и называется срезом. Пластическому разрушению предшествует появление видимых пластических деформаций, поэтому его можно предотвратить.

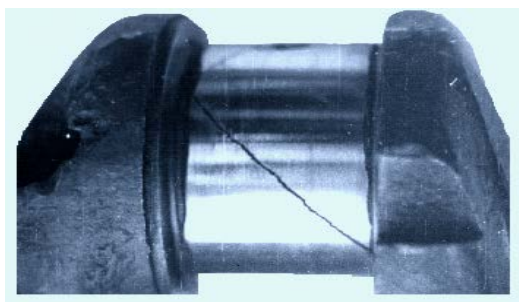


Рис. 1. Трещина в шатунной шейке коленчатого вала от действия касательных напряжений

Хрупкое разрушение вызывается нормальными напряжениями  $\sigma$  и называется отрывом. Оно происходит внезапно и часто сопровождается катастрофическими последствиями. Задачей конструкторов и эксплуатационников является избежание опасности перехода материала из пластического состояния в хрупкое.

Знание признаков хрупкого и пластического разрушения важно при анализе изломов конструкции, позволяющего определить характер разрушения, вид нагрузки, ее величину и время действия. Признаки указанных видов разрушения приведены в таблице 1 [1].

Вязкое разрушение сопровождается интенсивной пластической деформацией материала детали. Излом имеет волокнистое строение и не имеет кристаллического блеска, вследствие сильной деформации зерен (рисунок 2). Неровные участки рассеивают свет и поверхность излома ка-

жется матовой. Причиной образования деформации является воздействие значительных кратковременных сил, возникающих при заклинивании механизма или нарушениях технологического режима [3].

Таблица 1 – Признаки пластического и хрупкого разрушения

Признак	Вязкое разрушение	Хрупкое разрушение
Пластические деформации	есть	нет
Разрушающие напряжения	касательные $\tau$	нормальные $\sigma$
Вид излома (для металлических конструкций)	матовый, волокнистый	блестящий, кристаллический

Вязкое разрушение имеет место и при длительном действии сил, вызывающих напряжения, превосходящие предел текучести материала детали. Признаком вязкого излома является наличие боковых скосов по его краю.



Рис. 2. Вязкое разрушения шатуна двигателя

Если при эксплуатации произошла поломка детали в нескольких местах, следовательно, были первичные изломы, которые повлекли за собой последующие разрушение, обычно бывающее вязкими. Такое происходит в редких случаях вследствие грубых ошибок, допущенных при расчетах на прочность, монтаже (сборке) или эксплуатации. Относительно медленно развивающаяся вязкая трещина либо заблаговременно обнаруживается, либо из-за чрезмерной пластической деформации деталь еще до ее полного разрушения перестает выполнять свои функции. Полное разрушение происходит редко вследствие заблаговременного обнаружения при визуальном осмотре.

Хрупкое разрушение происходит внезапно при мгновенном приложении нагрузки или под действием кратковременных ударных нагрузок при малой степени местной пластической деформации. Излом имеет ярко выраженное кристаллическое строение у недеформируемых материалов и гладкое от сдвига у деформируемых материалов. Кромки изломов гладкие, ровные без скосов или с небольшими скосами. Скос на хрупком изломе

указывает место долома, то есть окончание разрушения (рисунок 3). Участок без скоса (или с меньшим скосом) обычно примыкает к фокусу излома.

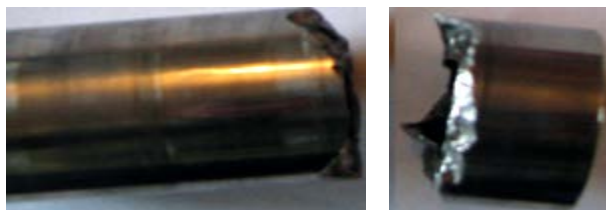


Рис. 3. Разрушение поршневого пальца

Хрупкие разрушения в большинстве случаев начинают развиваться в зонах концентрации напряжений, в местах приварки элементов жёсткости, пересечения сварных швов, у отверстий и галтелей, в зонах резкого изменения толщины. Очагами хрупких разрушений металлоконструкций часто являются дефекты сварки – горячие и холодные трещины, непровары, подрезы, шлаковые включения, поры, расслоения металла (рисунок 4) [2].



Рис. 4. Хрупкое разрушение продольной тяги навесного устройства

Указанная продольная тяга показана на схеме терхточечного навесного устройства на рисунке 5. Эта конструкция имеет дополнительные связи для увеличения жесткости, предохранения ее от разрушения при нарушении одной из связей, рационального распределения усилий по элементам конструкции и достижения значительной экономии металла.

Увеличение жесткости конструкции не желательно при работе техники в реальных полевых условиях, так как существует множество различных естественных препятствий (камней, корней деревьев), взаимодействие с которыми вызывает динамические ударные нагрузки.

В формуле динамического коэффициента при горизонтальном ударе деформация  $\Delta_{cm}$ , определяемая при статическом взаимодействии, расположена в знаменателе.

$$k_g = 1 + \sqrt{1 + \frac{v^2}{g \cdot \Delta_{cm}}} \quad (1)$$



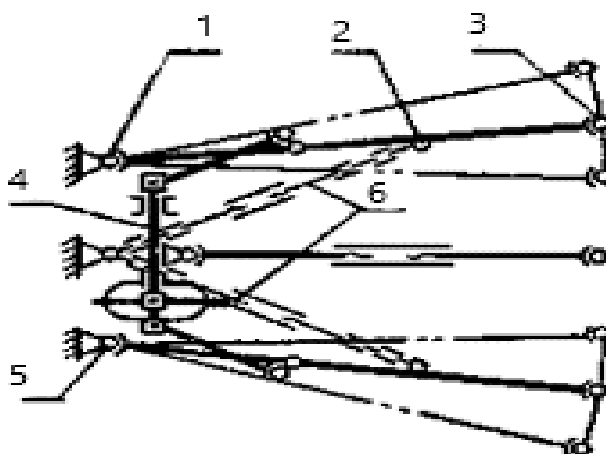


Рис. 5. Схема трехточечного навесного устройства:  
 1,3,5 – присоединительные шарниры, 2 – продольные тяги,  
 4 – подъемный вал, 6 – ограничительные цепи.

Жесткость подразумевает уменьшение деформаций элементов конструкций, пониженное значение  $\Delta_{cm}$  приводит к значительному увеличению динамического коэффициента  $k_g$ . Это увеличивает возникающие напряжения и динамическую нагрузку на величину численного значения этого коэффициента, достигающего иногда значений 20-30.

$$\sigma_{\partial} = \sigma_{cm} \cdot k_{\partial}; \quad F_{\partial} = F_{cm} \cdot k_{\partial} \quad (2)$$

При работе на навеску действуют ударные динамические нагрузки, появление которых не желательно, так как приводит к её разрушению.

Хрупкое разрушение, в отличие от вязкого, свойственно деталям машин и агрегатов сельскохозяйственного профиля, испытывающих в процессе эксплуатации вследствие наличия естественных препятствий действие многократных ударных нагрузок.

Одной из вероятных причин разрушения деталей машин является наличие в конструкциях сельскохозяйственной техники дополнительных связей, позволяющих рационально распределять усилия по элементам конструкций и достигать значительной экономии материалов, но повышающих жесткость.

Для предотвращения разрушений следует использовать следующие рекомендации:

- ограничение нагрузки на детали машин применением специальных предохранительных устройств (срезных штифтов, шпилек, предохранительных муфт);
- изготовление детали из материалов с повышенными механическими свойствами, применять эффективные методы термической обработки;
- применение наклепа в наиболее нагруженных сечениях для уменьшения напряжений в детали при работе.

## Список литературы

1. Макаров, Е.Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad / Е.Г. Макаров, – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Ремонтно-тракторная мастерская: форум Fermer.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fermer.ru/forum/rtm-remontno-traktornaya-masterskaya/134693?page=90> .
3. Боровицкий, В.И. Механическое оборудование: техническое обслуживание и ремонт / В.И. Боровицкий, В.А. Сидоров, – Донецк: Юго-восток, 2011. – 238 с.

УДК 631.22.018

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОМОГЕНИЗАТОРА ДЛЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

*Веселовский Глеб Валерьевич, студент-бакалавр  
Скорб Игорь Игоревич, науч. рук., ст. преп.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* проведены экспериментальные исследования процесса гомогенизации жидкого навоза в замкнутом открытом канале мешалкой с лопастным рабочим органом и определены ее некоторые оптимальные параметры.

*Ключевые слова:* навоз, расслоение, влажность, гомогенизация, мешалка, лопасть

Гомогенизация навоза в каналах гидравлических систем является важной технологической операцией, обеспечивающей полноту уборки навоза из таких каналов и влияющей на микроклимат в животноводческом помещении [1].

При оптимизации конструкции мешалки для гомогенизации жидкого навоза необходимо рассматривать множество факторов. Поэтому для поиска этих параметров используем метод математического планирования эксперимента. Движение к оптимуму возможно, если выбрать один параметр оптимизации, а другие характеристики процесса принять в качестве ограничений [2].

Эффективность технологического процесса характеризуется двумя показателями – энергоемкостью процесса и качеством гомогенизации. Однако координаты экстремумов этих функций обычно не совпадают. Поэтому в качестве целевой функции целесообразно принять качество гомогенизации навоза обеспечивающее его гидротранспортабельность с наименьшими затратами энергии.

С целью обоснования конструктивных и режимных параметров мешалки проведены экспериментальные исследования, программой которых предусматривалось:

- Выявление априорным ранжированием факторов, оказывающих наибольшее влияние на качество гомогенизации навоза.
- Проведение многофакторного эксперимента с использованием центрального композиционного ортогонального плана второго порядка  $2^3$ .
- Обработка полученных экспериментальных данных.
- Построение поверхностей отклика, отображающих зависимость количества сухого вещества в осадке от факторов, установленных в результате априорного ранжирования.

На первом этапе исследований определена область факторного пространства, в котором количество сухого вещества в навозе соответствует влажности 92%, при которой обеспечивается гидротранспортабельность жидкого навоза.

Осуществлен отбор факторов, предположительно наиболее сильно влияющих на качество гомогенизации (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы, влияющие на качество гомогенизации навоза

Обозначение факторов	Наименование фактора
1. Физико-механические свойства среды	
$x_1$	Влажность
2. Параметры экспериментальной установки	
$x_2$	Частота вращения мешалки
$x_3$	Угол установки лопастей мешалки
$x_4$	Количество лопастей
$x_5$	Диаметр мешалки

На основании поисковых опытов и анализа конструкции мешалки, установлено, что такие факторы, как частота вращения винта  $\omega$  ( $мин^{-1}$ ), угол установки лопастей  $\alpha$  ( $град$ ), количество лопастей  $z$  ( $шт$ ) являются наиболее значимыми и недостаточно изученными.

Для проведения многофакторного эксперимента целесообразно использовать центральный композиционный ортогональный план второго порядка  $2^3$ . Уровни варьирования факторов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Кодирование варьируемых факторов

Показатель	Варьируемые факторы		
	$\omega$ , частота вращения мешалки, $мин^{-1}$	$Z$ , число лопастей мешалки, $шт$	$\alpha$ , угол установки лопастей мешалки, $град$
Кодовое обозначение факторов	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Основные уровни ( $x_i = 0$ )	750	3	25
Интервалы варьирования	250	1	10
Нижние уровни ( $x_i = -1$ )	500	2	15
Верхние уровни ( $x_i = +1$ )	1000	4	35

Основой эксперимента является матрица, представленная в таблице 3 и содержащая условия проведения всех опытов в соответствии с намеченным планом.

Таблица 3 – Построение трехфакторного плана первого порядка

№ опыта	$x_1$	$x_2$	$x_3$	№ опыта	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	-1	-1	-1	5	-1	-1	+1
2	+1	-1	-1	6	+1	-1	+1
3	-1	+1	-1	7	-1	+1	+1
4	+1	+1	-1	8	+1	+1	+1

Экспериментальные исследования выполнялась на специально изготовленной установке (рисунок 1).

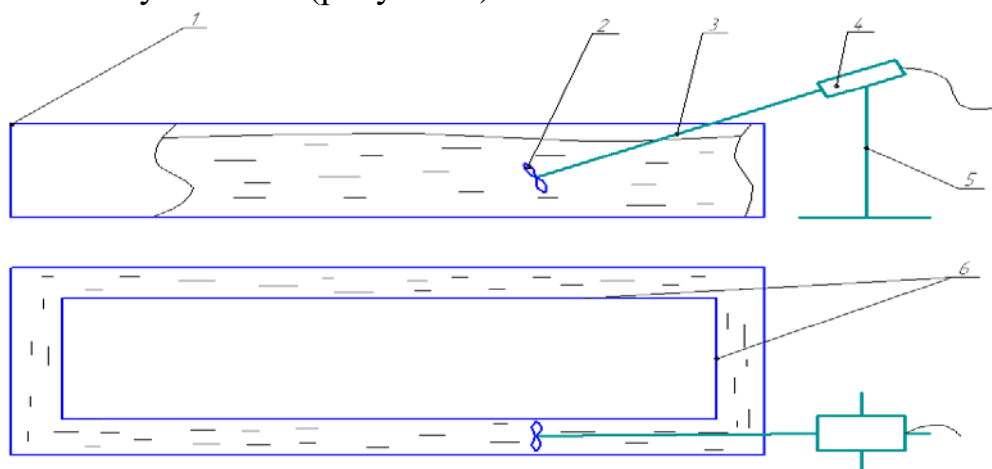


Рис.1. Схема лабораторной модельной установки:

1 – резервуар; 2 – мешалка; 3 – вал; 4 – электродвигатель; 5 – стойка;  
6 – перегородка

Установка создана с учетом основных законов теории подобия. При сохранении геометрического подобия выдерживалось и гидродинамическое.

Экспериментальная установка состоит из резервуара 1 (размером 2х0,6х0,3м), в котором имеются перегородки 6, стойки 5 на которой крепится электродвигатель 4 с валом 3, на конце которого крепится лопастная мешалка 2. Подставка имеет поворотную верхнюю часть, с помощью которой можно изменять угол наклона вала гомогенизатора в резервуаре. Изготовлено 28 экспериментальных насадок отличающимися количеством лопастей, разным углом их атаки и диаметром.

Для измерения частоты вращения вала использовался электронный бесконтактный тахометр DeLaval VPR100.

Из литературных источников известно, что навоз становится гидротранспортабельным при влажности 92% [2]. Для проведения исследований был изготовлен аналог жидкого навоза, в состав которого

входили: вода, торфокрошка и 5% от всей массы силикатного клея. Готовый аналог жидкого навоза загружался в лабораторную установку и выдерживался 48 часов. За это время происходило его расслоение на два слоя: нижний осадочный слой (осадок) и верхний слой (жидкая фракция). Измерения показали, что влажность нижнего осадочного слоя составила 78%, верхнего слоя – 99%. Далее в смесь погружалась мешалка и осуществлялась гомогенизация.

Проведенный анализ конструкций существующих перемешивающих устройств и поисковые исследования показали, что для достижения требуемой равномерности диспергирования в качестве рабочего органа эффективно использовать лопастную мешалку. По сравнению с другими конструкциями мешалок (турбинной, фрезерной и т.д.) лопастная более активно воздействует на массу и создает наибольший гидравлический напор.

Все дальнейшие опыты по изучению диспергирования и энергоемкости процесса проводились с данным типом рабочего органа.

Таким образом, описанная установка позволяет проводить исследования процесса гомогенизации жидкого навоза.

Для построения и анализа регрессионной модели используем результаты опытов, полученных согласно плану полного трехфакторного эксперимента и композиционного плана (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты экспериментов по линейному плану

№ опыта	$y_1$	$y_2$	$y_3$	№ опыта	$y_1$	$y_2$	$y_3$
1	3,9	3,5	3,6	5	3,0	3,1	3,3
2	3,1	3,1	3,0	6	2,7	2,9	2,7
3	3,2	3,3	3,2	7	3,4	3,2	3,3
4	3,4	3,6	3,1	8	2,4	2,3	2,4

Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась в соответствии с принятыми правилами теории вероятностей и математической статистики и использованием математического пакета MathCad. Статистическая обработка проводится с целью проверки его адекватности экспериментальным данным.

В результате получили уравнение регрессии в раскодированном виде:

$$y = 3,5475 + 0,000156\omega + 0,0091\alpha - 0,0000416\omega\alpha.$$

Для анализа полученного уравнения регрессии построены поверхности отклика, представленные на рисунках 2, 3, 4.

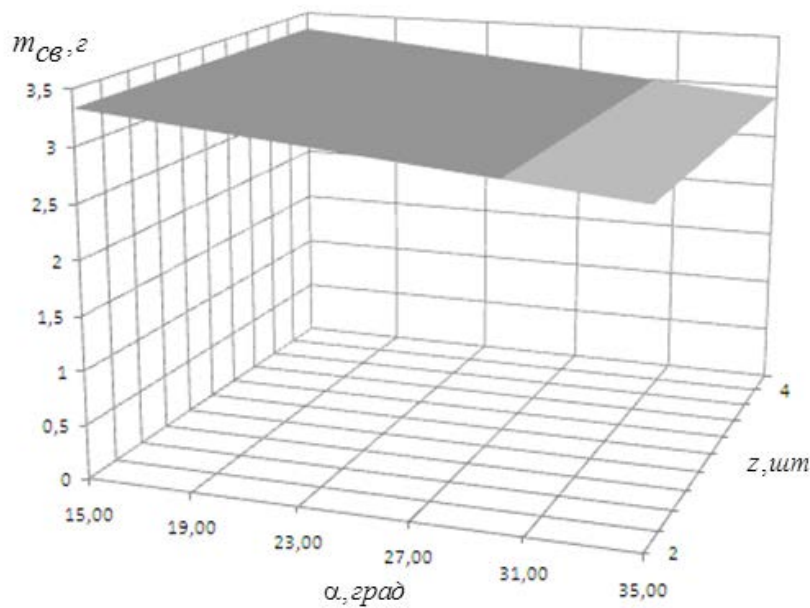


Рис. 2. Зависимость количества сухого вещества в осадке от угла установки лопастей и их количества

При анализе поверхностей отклика учитываем, что функция отклика  $y$  – количество сухого вещества в осадке  $m_{св}$ , должна соответствовать гидротранспортабельности осадка жидкого навоза, а именно, количество сухого вещества в осадке должно соответствовать влажности осадка 92%. Опытным путем было установлено, что при влажности осадка 92% масса сухого вещества в пробе составляла не более 2,4 грамма.

Из графика на рисунке 2 видно, что значение параметра  $y$  соответствует гидротранспортабельности при угле установки лопастей  $\alpha$ , находящегося в пределах 33–35 градусов и практически не зависит от количества лопастей  $z$ .

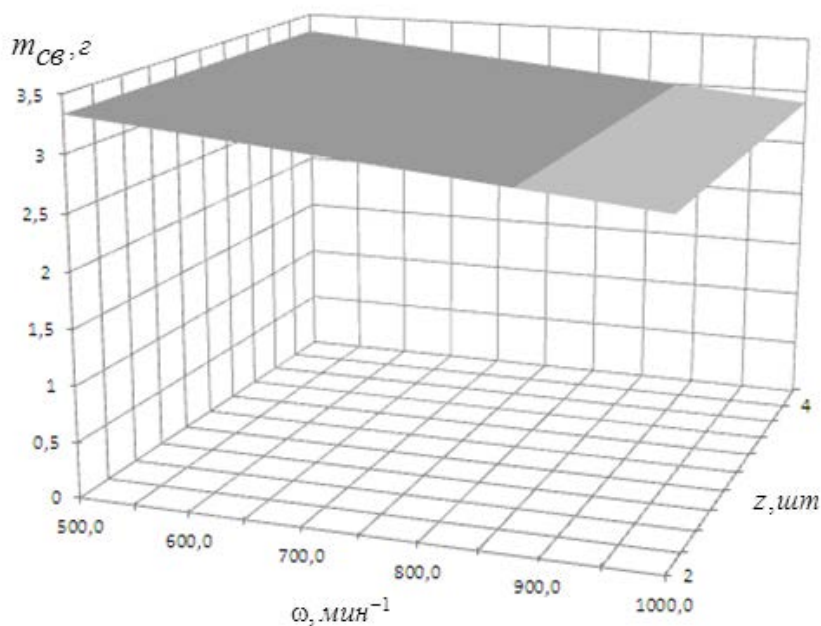


Рис. 3. Зависимость количества сухого вещества в осадке от частоты вращения мешалки гомогенизатора и количества лопастей на нем

Анализ графика на рисунке 3 показал, что значение параметра  $y$  соответствует гидротранспортабельности навоза при частоте вращения рабочего органа мешалки  $\omega$ , находящейся в пределах 950 – 1000  $\text{мин}^{-1}$  и практически не зависит от количества лопастей  $z$ .

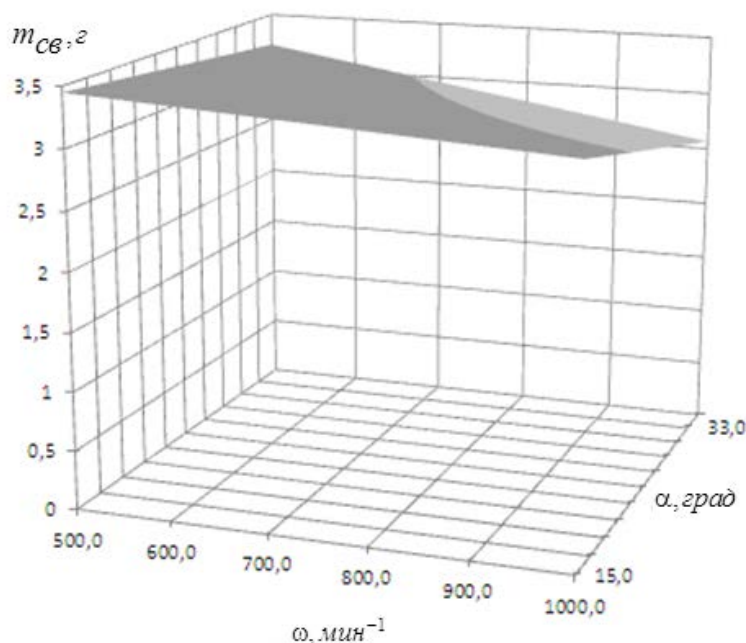


Рис. 4. Зависимость количества сухого вещества в осадке от частоты вращения мешалки гомогенизатора и угла установки лопастей

В результате анализа графика на рисунке 4 было установлено, что значение параметра  $y$  обеспечивает гидротранспортабельность навоза при частоте вращения рабочего органа мешалки  $\omega$ , находящейся в пределах 950–1000  $\text{мин}^{-1}$  и угле установки лопастей  $\alpha$ , находящегося в пределах 33 – 35  $\text{градусов}$ .

Полученные зависимости (рисунки 2 – 4) позволяют определить рациональные значения факторов для достижения гидротранспортабельности жидкого навоза в каналах гидравлических систем уборки навоза. Частота вращения рабочего органа мешалки должна находиться в пределах 950–1000  $\text{мин}^{-1}$ , угол установки лопастей – 33 – 35  $\text{градусов}$ , количество лопастей существенного влияния не оказывает.

### Список литературы

1. Семенов, М.Я. Бесподстилочный навоз и его использование для удобрения / Пер. с нем. под ред. М. Я. Семенова. М.: Колос, 1978. – 271 с.
2. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. –Л.: Колос, 1980.–168 с.

УДК 631.3

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА НА ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Галимов Руфан Рамильевич, м.н.с.*

*Максимович Кирилл Юрьевич, м.н.с.*

*Каличкин Владимир Климентьевич, науч. рук., д.с.-х.н.,*

*главный научный сотрудник,*

*ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий*

*Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия*

**Аннотация:** в данной работе рассматривается состояние машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий на территории Новосибирской области. Приведены показатели обеспеченности сельскохозяйственной техникой районов Новосибирской области. Выявлены сложности, сдерживающие обновление и обслуживание технических средств в регионе.

**Ключевые слова:** сельхозтоваропроизводитель, машинно-тракторный парк, агрегаты, обновление парка, МТА

**Введение.** Материально-техническое оснащение сельхозпредприятий, является важнейшим компонентом производительных сил и имеет многофункциональное значение в развитии аграрного сектора. В составе материально-технической базы предприятий АПК, первостепенную роль играют средства производства. Низкий уровень технического обеспечения современного сельскохозяйственного производства не позволяет увеличить производительность труда и объемы производства. Система обновления МТП по линии государственных поставок прекратила свое существование и сегодня, сельхозпредприятия сами участвуют в процессе обновления и обслуживания своего машинного парка.

Технический ресурс на основе старой техники иссяк и ему некуда расти. Аграрное предприятие вынуждено закупать дорогостоящую высокопроизводительную технику в больших количествах. При анализе состояния машинно-тракторного парка, выявились требования новых подходов в решении транспортных задач, способствующих коренному улучшению работы. Ввиду того, что отечественное машиностроение находится в глубоком кризисе, а импортная техника является дорогостоящей, предприятия сами решают, каким образом применять устаревшую технику или использовать новую с учетом сложившейся ситуации. Актуальность нашего исследования обусловлено и тем, что в большинстве сельскохозяйственных предприятий Новосибирской области стоит проблема не только обновления парка технических средств, но и ремонта, и полного обслуживания импортной техники.



Целью данной работы является: анализ состояния машинно-тракторного парка на территории Новосибирской области.

Поставленная цель решается посредством следующих задач: изучить статистические данные по машинно-тракторному парку на территории Новосибирской области; проанализировать динамику изменений и выявить основные проблемы, касающиеся обновления и обслуживания машинно-тракторного парка.

*Материал и методы исследований.* В основу исследования заложены данные хозяйств на территории Новосибирской области за последние несколько лет. Изучены десятки фермерских хозяйств и предприятий. Подробно и детально были изучены – ЗАО «Ирмень», ООО «Русское поле». Все работы проводились, как в осенний период агрономических работ, так и до начала весенних работ.

Данные были получены путем изучения парка МТА, детальный разбор агроприемов, изучения баланса техники на предприятиях и по данным Росстата. Анализ полученных данных производилась с помощью статистической обработки. Так же были использованы такие методы научного исследования, как анализ отечественной и зарубежной научной литературы, нормативно-правовой базы, контент-анализ, аналитические и сравнительные методы.

*Результаты и их обсуждение.* Рост объема сельскохозяйственной продукции требует новых подходов при решении сложившихся проблем, способствующих качественным изменениям транспортного обслуживания его отраслей. В настоящее время транспортный потенциал агропромышленного комплекса страны, несмотря на его значительное сокращение, является все еще высоким и его возможности достаточно велики [6].

Парк грузовых автомобилей по Новосибирской области насчитывается 5 073 единиц, а парк тракторов – 10 380 единиц, из них 517 единиц тракторов у сельхозтоваропроизводителей (по данным на 2020 г.). Одним из лидеров Новосибирской области по наличию тракторов является Краснозерский район – 705 ед., а по удельному весу исправных тракторов – Кыштовский район – 97 %.

В соответствии с данными опроса, проведенного Минпромторгом России, более чем в 50 субъектах Российской Федерации за счет средств региональных бюджетов закупается импортная техника. При этом уровень региональной поддержки спроса на сельхозтехнику сопоставим с федеральным – ежегодно на поддержку приобретения сельхозтехники из региональных бюджетов выделяется более 8 млрд руб.

Парк тракторов на территории Новосибирской области, по данным Росстата насчитывается 10 380 единиц. Среди всех районов по Новосибирской области, большое количество насчитывается в Краснозёрском районе, 705 единиц (Рис.1).



Рис. 1. Наличие сельхозтехники на территории Новосибирской области. Отчетность на 1 марта 2020 г.

Высокая трудоемкость и многофункциональность производственных процессов в сельском хозяйстве определяет необходимость использования современных транспортных средств и систем [5].

Эффективность предприятий АПК во многом зависит от количественных и качественных параметров технической базы, позволяющей использовать передовые технологии, обеспечивающие значительный рост производительности труда и снижение себестоимости продукции. В Новосибирской области происходит ежегодное сокращение количества основных видов сельскохозяйственной техники.

На 2020 г. в сельскохозяйственных организациях имеется 10380 ед. тракторов из них 88,25% исправно (без тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины), что на 7% ниже уровня 2016 г.

Проведенный анализ парка кормоуборочных комбайнов в Новосибирской области с учетом данных министерства сельского хозяйства на 1 апреля 2017 года, выявил в наличии 646 единиц техники, среди них исправно 80%.

Из данных, представленных Росстатом (рис.2) следует, что большое количество кормоуборочных комбайнов по Новосибирской области – это Дон-680 (148 единиц).

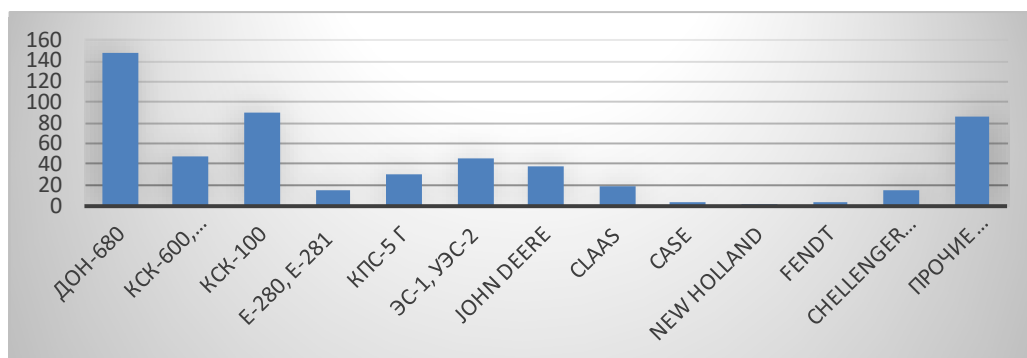


Рис. 2. Наличие кормоуборочных комбайнов на территории Новосибирской области в 2017 г.

Таблица 1 – Парк основных видов техники в сельскохозяйственных организациях, тыс. шт.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Тракторы	310,3	292,6	276,2	259,7	247,3	233,6	223,4	216,8	211,9
Комбайны :									
зерноуборочные	80,7	76,6	72,3	67,9	64,6	61,4	59,3	57,6	56,9
кукурузоуборочные	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6
льноуборочные	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
картофелеуборочные	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0
кормоуборочные	20,0	18,9	17,6	16,1	15,2	14,0	13,3	12,7	12,3

По данным из табл.1 видно, что количество тракторов и комбайнов по РФ с каждым годом неуклонно уменьшается.

Таблица 2 – Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами по РФ

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Приходится тракторов на 1000 га пашни, шт.	4	4	4	4	3	3	3	3	3
Нагрузка пашни на один трактор, га	236	247	258	274	290	308	320	328	337
Приходится на 1000 га посевов (посадки) соответствующих культур, шт.:									
комбайнов									
зерноуборочных	3	3	3	3	2	2	2	2	2
кукурузоуборочных	1	1	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
картофелеуборочных	16	16	16	18	17	15	15	17	15
льноуборочных	24	18	16	15	16	14	13	11	11

Как показывают данные из табл.2, в связи с уменьшением количества новых тракторов, ежегодно растет нагрузка на имеющиеся в наличии, что негативно сказывается на их общее техническое состояние.

Существует так же ситуация, характеризующаяся следующими противоречиями:

1) между потребностью сельхозтоваропроизводителя в профессиональной и качественной системе технического обслуживания машинно-тракторного парка и неспособностью существующего на сегодняшний день технического сервиса удовлетворить эту потребность;

2) между необходимостью бесперебойной работы машинно-тракторного парка во время полевых работ и вынужденными остановками для их ремонта в связи с их состоянием;

3) между необходимостью эксплуатации МТА в составе мощных тракторов и комбинированных широкозахватных полевых агрегатов, оснащенных современными системами контроля состояния и управления, и ограниченными возможностями механизатора, от недостатка квалификации и знаний при работе на современном оборудовании.

*Выводы.* На территории Новосибирской области, обновление парка машин на сельскохозяйственных предприятиях проходит очень медленными темпами, соответственно износ машин растет. Так на 2020 г. в сельскохозяйственных организациях имеется 10380 ед. тракторов из них только 88,25% исправно. Имеющуюся на территории парка технику необходимо поддерживать в работоспособном состоянии более качественно. На показатели безотказности техники оказывает большое влияние своевременность и качество технического обслуживания. В настоящее время, на территории области идет рост объема сельскохозяйственной продукции, которая требует новых подходов при решении транспортных проблем, способствующих коренному улучшению транспортного обеспечения и обслуживания его отраслей.

### Список литературы

1. Герасимов, В.С. Основные факторы, влияющие на эффективную работу машинно-технологических станций в современных технологических условиях / В.С. Герасимов, А.Н. Русаков, С.А. Буряков, К.Е. Бирюков // Машинно-технологическая станция. – 2010. – № 4.
2. Сальвенди, Г. Человеческий фактор. В 6 т. Т. 1. Эргономика - комплексная научно-техническая дисциплина / под ред. Г. Сальвенди; пер. с англ. Ж. Кристенсен и др. – М.: Мир, 1990. – 599 с.
3. Левшин, А.Г. Разработка методов повышения эффективности использования мобильных сельскохозяйственных агрегатов как человекомашинных систем : дис. ... д-ра техн. наук / А.Г. Левшин. – М., 2000. – 322 с.
4. Липкович, И.Э. Механико-эргономическое обоснование человекомашинных систем в агроинженерной сфере растениеводства : дис. ... д-ра техн. наук / И.Э. Липкович. – зерноград, 2004. – 788 с.
5. Шугуров, И. Эффективность технического оснащения зернового производства//АПК: экономика, управление. – 2009. – №10. – С. 82-87.

6. Обеспечение транспортно-технологического обслуживания АПК в Сибирском федеральном округе: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук. Петухов А.С. – Москва, 2016. – 34 с.
7. Агротехника и технологии №3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agroinvestor.ru/agrotechnika/55/>
8. ГОСТ 33987-2016 Транспортные средства колесные. Массы и размеры. Технические требования и методы определения. Принят (ноябрь, 2016), введен в действие с 1 февраля 2018г.
9. Обеспечение транспортно-технологического обслуживания АПК в Сибирском федеральном округе: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук. Петухов А.С.-Москва, 2016. – 34 с.
10. Анализ качества сельскохозяйственной техники по результатам периодических испытаний на МИС за период 2006-2012 гг.: отчет о НИР/ФГБУ «Государственный испытательный центр»; рук. Горшков М.И.; исполн. Хлепитько М.Н. Солнечногорск, 2013. – 66 с.

**УДК 591.61+ 602.3**

**МУХА «ЧЕРНАЯ ЛЬВИНКА»  
КАК КОРМОВАЯ ДОБАВКА ДЛЯ КРС**

*Гапанович Александр Владимирович, студент-магистрант  
Острецов Владимир Николаевич, науч. рук., д.э.н., профессор  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** биотехнологии в последнее время приобретают большие масштабы, как перспективные направления науки, изучающие возможности использования живых организмов, систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач. В качестве объекта исследования выступает американский вид мухи – Черная львинка (*Hermetia illucens*). Вид обитает в странах с теплым климатом, однако в последнее время активно обсуждается вопрос разведения мухи в регионах с холодными климатическими условиями.*

***Ключевые слова:** личинок мухи, Черная львинка (*Hermetia illucens*), выращивание, хранение, сборка, сушка, кормовой белок, переработка отходов*

Муха Черная львинка (*Hermetia illucens*, или Черный солдатик – Black Soldier Fly) – это крупная американская муха из семейства львинок (*Stratiomyidae*), местом обитания которой считается Северная и Южная Америка. Насекомое относится к числу немногих видов беспозвоночных, способных круглогодично развиваться в чистой культуре в замкнутом пространстве искусственных условий, что позволяет использовать вид в

биотехнологических целях [5]. В наши дни биотехнология, как перспективное направление науки, связанное с разведением живых организмов в производственных целях, имеет огромное экологическое и биологическое значение. Объектами исследования могут служить многочисленные представители групп живых организмов – микроорганизмы (вирусы, бактерии, протисты, дрожжи и др.), растения, животные, а также насекомые, к числу которых относится изучаемый представитель – муха Черная львинка.

Цель – провести анализ существующих исследований и рассмотреть опыт по адаптации и перспективы разведения мухи Черная львинка в приарктическом регионе на территории Архангельской области.

Насекомые составляют  $\approx 80$  % глобального разнообразия видов, а также это самый обильный по численности и по биомассе класс сухопутных животных, которых отличает высокая плодовитость и способность к массовому размножению [2]. В последнее десятилетие во всем мире наблюдается повышенный интерес к насекомым как источнику высокоусвояемого кормового белка, жира с уникальными свойствами, антиоксидантов, иммуномодуляторов, сырья для получения новых лекарственных средств [1, 2]. Кормовой белок, полученный путем переработки насекомых, представляет собой муку (шрот) из взрослых особей или их личинок. Его можно использовать в качестве компонента корма в рационе свиней, крупного рогатого скота, домашней птицы и рыбы [5].

Разработка основ технологии разведения личинок мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*), обеспечивающей получение высокоэффективного белково-липидного компонента кормовых рационов, – актуальная тема, значение которой существенно повысилось в настоящее время в связи с необходимостью импортозамещения компонентов кормов для сельскохозяйственных животных и рыб. Муха получила большую популярность за счет внедрения в качестве кормового объекта. Прежде всего это связано с высокой питательностью личинок, выращенных на органических отходах, которые содержат протеины ( $\approx 40$  %) и жиры ( $\approx 40$  %). В составе жирных кислот 50 % приходится на лауриновую кислоту, а также кальций, фосфор и железо [5]. Личинки содержат полезные органические соединения, которые имеют коммерческую и промышленную ценность. К числу таких элементов относится: 42.1 % – сырой протеин; 34.8 % – липиды; 7.0 % – сырая клетчатка; 7.9 % – влага; 1.4 % – свободный экстракт азота; 14.6 % – зола; 5.0 % – кальций; 1.5 % – фосфор [2]. Биомасса личинок используется для получения белкового продукта для кормопроизводства. Личинки применяются в системах аквакультуры, поскольку отрасль сталкивается с потенциальным дефицитом кормового белка. В связи с высоким содержанием данных элементов личинки мухи могут использоваться в

качестве корма для форели. Они обладают низким содержанием Омега-3 и Омега-6 жирных кислот, но, в зависимости от типа питания, содержание данных компонентов в личинках увеличивается [4].

Черная львинка (*Hermetia illucens*) в основном распространена в субтропическом климате. По внешнему виду и по поведению схожа с осой, однако в отличие от осы у нее только одна пара крыльев, нет жала и темный одноцветный окрас тела. В течение своего жизненного цикла муха проходит пять стадий: яйцо, личинка, предкуколка, куколка и взрослая особь [6].

Личинки *Hermetia illucens* (в длину могут достигать до 27 мм) тусклые, белого цвета с золотисто-желтыми волосками. Они имеют небольшую выступающую желтовато-коричневую голову с ротовым аппаратом. На боковой стороне головы расположены светло-желтые глазные протуберанцы, в то время как усики расположены очень низко и антеролатерально [7].

При разведении мухи Черная львинка основные факторы, влияющие на рост, развитие и получение кормовой биомассы, – освещение, влажность, температурный режим, кормовой субстрат, химические факторы, к которым относятся газовый состав воздуха, минеральный состав воды, кислотность, механический и химический состав среды, в которой развивается насекомое, ее воздухопроницаемость и плотность, а также шум, гамма-излучение и электромагнитные колебания [6]. Несмотря на весь спектр необходимых факторов среды распространения, насекомое отличается неприхотливостью, а ее личинки – всеядностью и способностью развиваться в широких диапазонах температур (20–50 °С) и влажности (40–90 %). Основные параметры, необходимые для разведения насекомого, – для имаго влажность воздуха до 70 %, температура воздуха – около 30 °С, наличие питьевой воды и освещения. Согласно исследованиям, минимальная освещенность, необходимая для спаривания взрослых особей мухи, составляет 70 мкмоль/м<sup>2</sup>/с, максимальная – 100 мкмоль/м<sup>2</sup>/с [1, 2]. Для кладки яиц оптимальное значение температуры должно поддерживаться на уровне 27°С с относительной влажностью окружающей среды 60 %. При таких условиях наблюдается выводимость яиц 80 % и более [1, 2].

При соблюдении всех необходимых условий окружающей или искусственно созданной среды муха может разводиться в любых географических зонах Земли. Первые исследования по разведению личинок вида в условиях холодного климата проводили в теплице здания биологии при Университете Виндзора, Канада, США. Клетки, где проводили исследования, разместили в теплице, с температурой и относительной влажностью воздуха в пределах 27 °С и 33 °С (оптимальная) и 25 % до 50 % (не является оптимальной, но допустима). Для организации исследования объект был разделен на операционные

зоны рисунок 1.

Реакторное пространство представляет собой территорию, на которой недавно вылупившаяся личинка может развиваться с момента вылупления до своей мигрирующей стадии. Пространство имеет форму прямоугольной призмы, изготовленной из  $\frac{3}{4}$  дюйма фанеры, объем территории  $1.0 \text{ м}^3$  (1.82 м Д. x 1.82 м Ш. x 0.305 м В.). Реакторное пространство соединено наклонной поверхностью (пандус/рампа) с инкубатором (место для взрослых особей мух). Пандус построен также из фанеры под углом 40 градусов, и покрыт мембраной BlueSkin для обеспечения водонепроницаемости. Он обеспечивает выход мигрирующим личинкам к собирающемуся желобу (к камере для окукливания) [2].

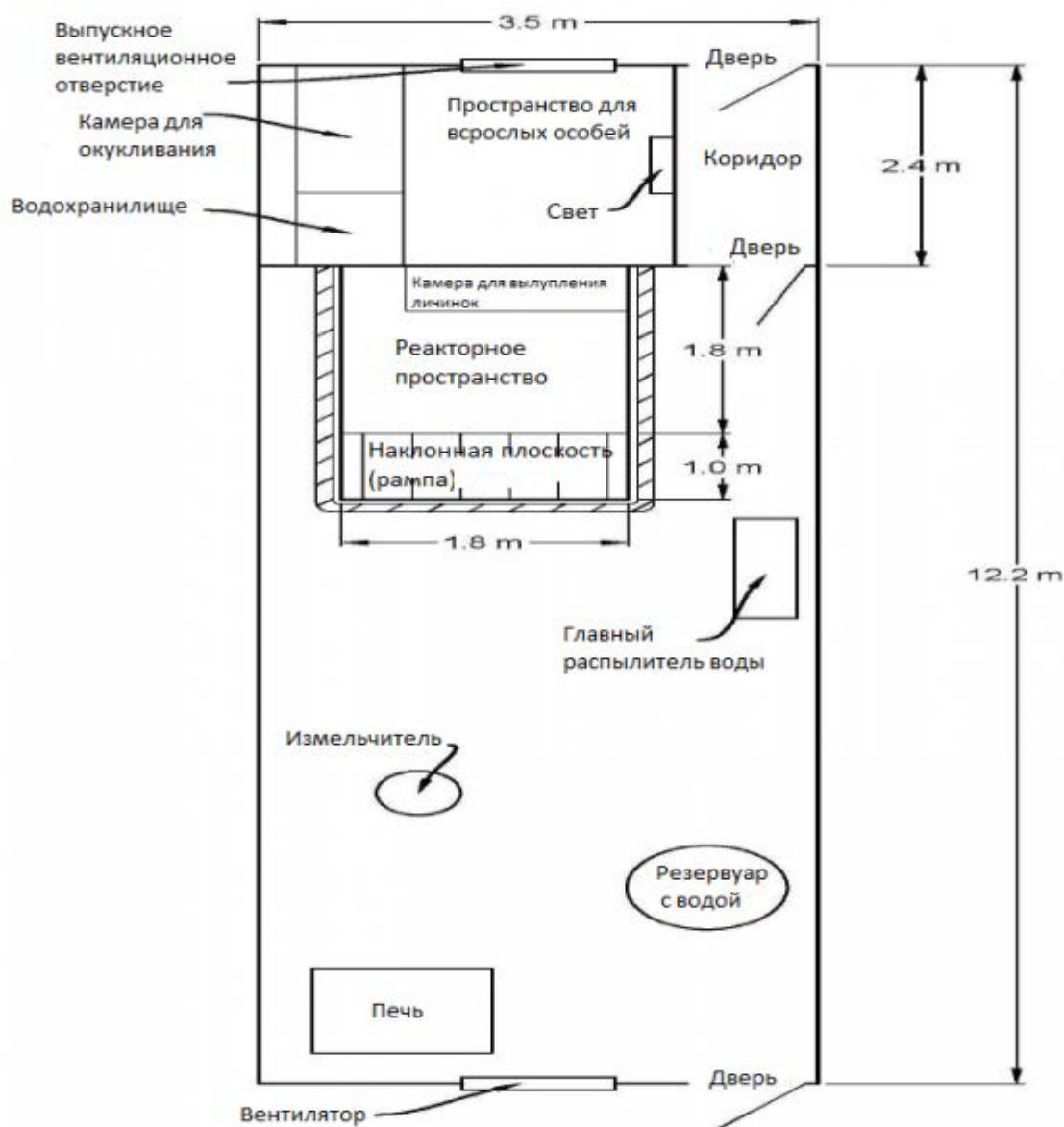


Рис. 1. Схема объекта по производству мухи Черная львинка



Собирающийся желоб прямоугольной формы (1.82 м Ш. х 0.914 м Д. х 0.457 м В.), изготовлен из фанеры и заполнен щепой (глубина – 0.15 м). В этом месте личинок вместе со щепой собирали, щепу просеивали, самих личинок взвешивали и перемещали в пространство для взрослых насекомых. Пространство для взрослых особей объемом около 14.5 м<sup>3</sup> (2.5 м Ш. х 2.35 м Д. х 2.46 м В.) состоит из четырех стенок, покрытых 0.15 мм пластика с обеих сторон. Для предотвращения кладки яиц в нежелательных местах камеры и сокращения количества бесконтрольной миграции личинок все швы и стыки камеры были покрыты акрилом [2].

С инженерной точки зрения с поведением мух на взрослой стадии жизни сложнее справиться, чем с мухами на стадии личинки. Взрослые особи отличаются повышенной потребностью в питьевой воде, объемным пространством для поиска самки, воздействием света и наличием подходящего места для кладки яиц. Для удовлетворения потребности в воде установлена система распыления, которая распыляет воду по территории пространства и обеспечивает определенный уровень влажности окружающей среды. Для обеспечения потребности в свете, стены и потолок камеры сделаны из полупрозрачного пластика, а для обеспечения оптимального пространства для поиска самки при спаривании (воздушный поиск) большинство территории камеры было пустым.

Инкубатор для разведения взрослых особей мухи построен из дерева в виде треугольной призмы (0.305 м Д. х 1.6 м Ш. х 0.267 м В.). Одна, самая длинная, сторона строения покрыта листом фанеры, а остальные поверхности – просматриваемыми окнами для обеспечения оптимального светового режима [2].

В качестве мест для кладки яиц использовали новые пластиковые яичные картриджи. Картриджи сделаны из сравнительно твердого пластикового картона, который разрезали на части размером 0.305 м х 0.003 м х 0.0254 м. Каждый картридж имел два отверстия (5 мм х 3 мм), через которые были вставлены два стальных резьбовых стержня, соединяющие картриджи вместе. После сборки блоков для укладки яиц их устанавливали в инкубатор [2, 3].

В отличие от Америки и стран Западной Европы (Голландия, Германия, Италия и др.), где изучением адаптации и разведением мухи Черная львинка в холодном климате занимаются уже несколько десятков лет, в России и странах Восточной Европы данный вопрос мало изучен.

Муха Черная львинка – насекомое, вызывающее большой научный и практический интерес. Личинки мухи полезны не только как корм для домашних животных, но и как корм для рыбных ферм и сельскохозяйственных представителей. Личинки способны эффективно перерабатывать органические отходы, в том числе экскременты КРС, свиней и птиц, накапливая в своем организме комплекс веществ, процентное содержание которых зависит от диеты питания.

Насекомое не требовательно к внешним факторам, и при минимальных вложениях и небольших усилиях можно добиться значительных успехов в разведении данного вида в районах Крайнего Севера. В Архангельской области в лабораторных условиях уже проводятся работы по созданию опытных партий личинок, усовершенствованию технологий разведения мухи в условиях циркумполярного региона.

### Список литературы

1. Бастраков, А.И. Высокоэффективная биоконверсия органических субстратов личинками Черной львинки (*Hermetia illucens*) / А.И. Бастраков [и др.]; А.А. Загоринский, А.А. Козлова, Н.А. Ушакова // Биотехнология и качество жизни: Международная научно-практическая конференция. Москва, 18–20 марта 2014 г. М., 2014. – С. 418-419.
2. Гончаров, А. Т. Использование монолаурина в кормлении цыплят-бройлеров / А.Т. Гончаров, Т.Н. Хамидуллин // Отраслевой научно-производственный журнал «Птица и птицепродукты». – 2012. – №3. – С. 30-33.
3. Олейник, С.А. Фармакология спорта / Под общ. ред. С.А. Олейника, Л.М. Гуниной, Р.Д. Сейфуллы. – Киев, 2010. – С. 631-639.
4. Серебрянский, Д.Н. Достоинства и проблемы бизнеса по разведению личинок мух Чёрная львинка (*Hermetia illucens*) / Д.Н.Серебрянский // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.nasadki.net/index/dostoinstva\\_i\\_problemy\\_biznesa\\_po\\_razvedeniju\\_lichinok\\_mukh\\_cherna\\_ja\\_lvinka\\_hermetiaillucens/0-594](http://www.nasadki.net/index/dostoinstva_i_problemy_biznesa_po_razvedeniju_lichinok_mukh_cherna_ja_lvinka_hermetiaillucens/0-594).
5. Ушакова, Н.А. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных. Биотехнология: состояние и перспективы развития / Н.А. Ушакова, Р.В. Некрасов // Материалы VIII Московского международного конгресса / ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д. И. Менделеева. Москва, 17–20 марта 2015 г. М., 2015. – С. 147-149.
6. Циммер, К. Микрокосм: *E. coli* и новая наука о жизни: Пер. с англ. / К. Циммер М.: Альпина нон-фикшн, 2013. – С. 394.

УДК 631.22.013

### НЕДОСТАТКИ ПАТЕНТНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ ЗООВЕТЕРИНАРНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КРС

*Грибанов Артем Валерьевич, студент-магистрант  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** статья посвящена выявлению недостатков патентных станков для зооветеринарного обслуживания крупного рогатого скота (КРС). В статье представлены патентные станки для зооветеринарного обслуживания КРС, их краткое описание, рисунки, а также выявленные недостатки каждого из них.*

***Ключевые слова:** станок, зооветеринарное обслуживание КРС, зооветеринарные мероприятия, патент, недостатки*

Сельским хозяйством в Архангельской области занимается 64 сельскохозяйственные организации, 95 крестьянских фермерских хозяйств и 150 тысяч личных подсобных хозяйств. Основным направлением является молочное и мясное животноводство.

Большинство сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств региона не имеют специального оборудования для проведения зооветеринарных мероприятий, а именно станков для зооветеринарного обслуживания КРС [4].

В данной статье рассмотрим некоторые модели патентных станков, которые относятся к области сельского хозяйства, а именно к скотоводству, и предназначенных для фиксации крупного рогатого скота и проведения зооветеринарных мероприятий. Целью будет выявить существенные недостатки патентных станков для зооветеринарного обслуживания КРС.

«Станок для фиксации крупного рогатого скота и проведения зооветеринарных мероприятий» RU 168951 предназначен для фиксации крупного рогатого скота и проведения зооветеринарных мероприятий.

На рисунке 1 изображен станок для фиксации крупного рогатого скота и проведения зооветеринарных мероприятий - общий вид сбоку. Станок содержит металлический каркас, передние и задние ворота. Механизм для подъема и фиксации животного, включающий привод с вращающимися валами, расположенными перпендикулярно продольной оси каркаса, рулями в виде колес, а так же держатели передних и задних конечностей. При этом, передние ворота выполнены распашными и снабжены автоматическим запорным устройством, установленном по центру верхней части каркаса. Обе боковые стенки каркаса у задних ворот снабжены дополнительными стойками. Каркас оборудован съемными транспортировочными колесами. [1]

Недостатком данного станка считаю механизм подъёма и фиксации животного. Привод с вращающимися валами, расположенными перпендикулярно продольной оси каркаса, рулями в виде колес, а также держатели передних и задних конечностей считаю не надёжными в работе. А также механизм обладает невысокой степенью безопасности для здоровья животного и оператора. Не доработаны элементы крепления передних и задних конечностей животного.

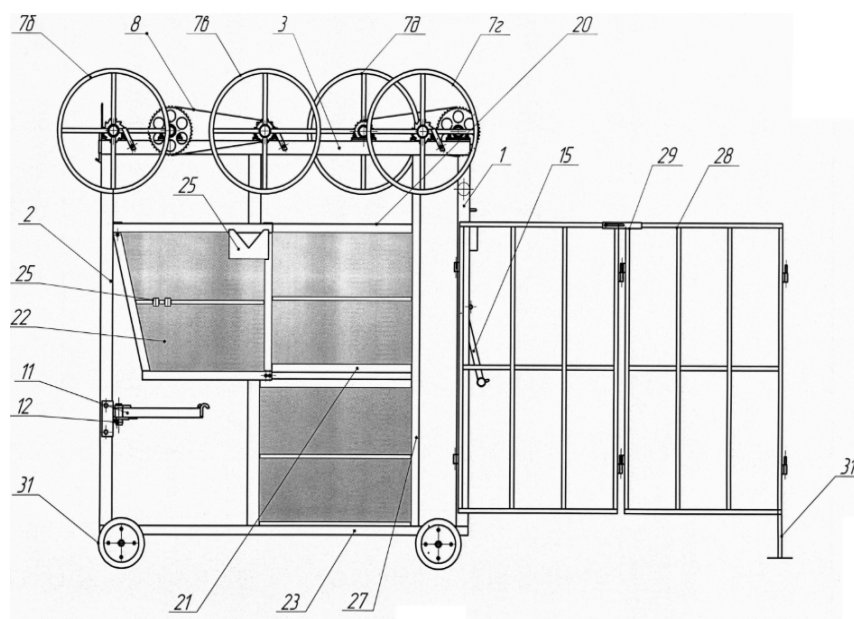


Рис. 1. Станок для фиксации крупного рогатого скота и проведения зооветеринарных мероприятий

«Станок для фиксации крупного рогатого скота» RU 166484 предназначен для фиксации животного при проведении зоотехнических и/или ветеринарных работ.

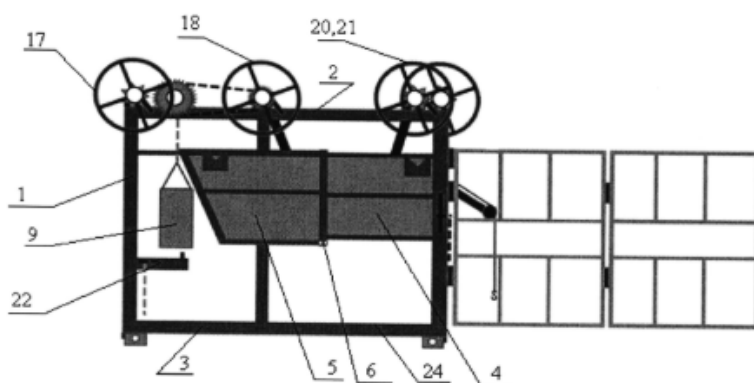


Рис. 2. Станок для фиксации крупного рогатого скота

На рисунке 2 изображен станок для фиксации крупного рогатого скота – общий вид с боку. Станок состоит из усиленного каркаса, боковых стен и съемных подвижных щитов с защитными фиксаторами. Установлены шарнирно закрепленные ворота, расположенные с двух противоположных сторон станка. Станок оснащён опорным грудным ремнем, вращающимися валами подъемных механизмов с рулями, держателями передних и задних конечностей, несъемным полом. [2]

К недостаткам данного станка можно отнести опять же подъемный механизм с рулями, а так же неразборную конструкцию станка. Для

сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств моего региона более подойдёт станок с разборной конструкцией, так как его будет удобнее транспортировать с главной усадьбы в отделения, что упростит процесс зооветеринарного обслуживания КРС.

«Ветеринарный станок» RU 2 032 388, предназначен для сокращения затрат труда и времени на повал животного с целью проведения зооветеринарных мероприятий.

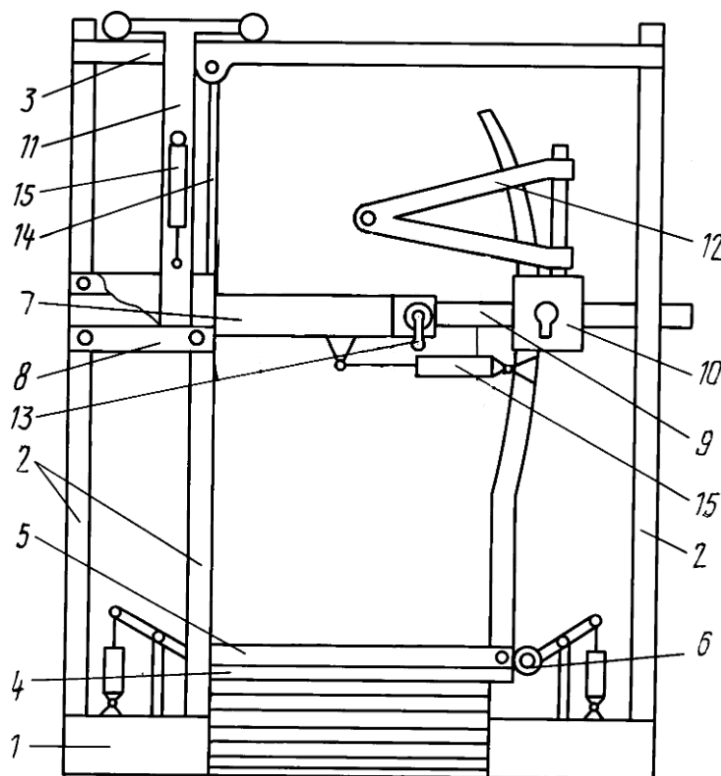


Рис. 3. Ветеринарный станок

Станок состоит из основания с боковинами, соединенными верхней поперечиной, и установленной столешницей с механизмом поворота её в вертикальной плоскости на 180 градусов. Станок снабжен двухзвенным механизмом поворота и возврата, а также лебёдкой, которой осуществляется подъём столешницы в исходное положение. На рисунке 3 показано исходное положение станка перед повалом столешницы. [3]

Основным недостатком данного станка можно назвать то, что он обладает ограниченными функциональными возможностями, поскольку предназначен только для облегчения приведения животного в горизонтальное положение. Данный станок не будет востребован в сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах моего региона.

В данной статье я провел анализ и выявил недостатки некоторых моделей патентных станков, которые относятся к области сельского

хозяйства, а именно к скотоводству, и предназначенных для фиксации крупного рогатого скота и проведения зооветеринарных мероприятий.

С развитием сельского хозяйства в Архангельской области, а так же с ростом показателя продуктивности коров, нужно не забывать о проведении зооветеринарных мероприятий. Зооветеринарные мероприятия включают в себя различные виды работ направленные на предупреждение инфекционных и инвазионных заболеваний сельскохозяйственных животных и оздоровление имеющих очагов инфекции. Отсутствие эффективных средств фиксации для проведения ветеринарно-санитарных мероприятий для поголовья в хозяйствах с малым поголовьем снижает качество выполнения зооветеринарных мероприятий [4].

Согласно вышеизложенному, среди патентных станков отсутствует модель, которая могла бы, при сложившихся условиях, применяться в сельскохозяйственных предприятиях Архангельской области.

### Список литературы

1. Астахов, Н.М. Станок для фиксации крупного рогатого скота и проведения зооветеринарных мероприятий / Н.М. Астахов // Патент RU 168951 U1, 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://yandex.ru/patents/doc/RU168951U1\\_20170228](https://yandex.ru/patents/doc/RU168951U1_20170228).
2. Тимофеев, А.Ю. Станок для фиксации крупного рогатого скота / А. Тимофеев // Патент RU 166484 U1, 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://yandex.ru/patents/doc/RU166484U1\\_20161127](https://yandex.ru/patents/doc/RU166484U1_20161127)
3. Филатов, М.И. Ветеринарный станок / М. Филатов // Патент RU 2 032 388 C1, 1995 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2032388C1\\_19950410](https://yandex.ru/patents/doc/RU2032388C1_19950410)
4. Грибанов, А.В. Краткий обзор оборудования для обслуживания крупного рогатого скота / А.В. Грибанов // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. – Вологда 2020.

УДК 631.3:636(075.8)

### УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРМОВОЙ СМЕСИ ПРИ РАЗДАЧЕ КОРМОРАЗДАТЧИКОМ ИСРК-12

*Грибанов Дмитрий Александрович, студент-бакалавр  
Костюкевич Светлана Антоновна, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* изучены применение современных измельчителей-смесителей-раздатчиков кормов (ИСРК-12), способных обслуживать до 1000 голов крупного рогатого скота в смену. Установленные на валу лопасти, граблины и радиальные ножи, способствуют улучшению качества

смешиванию и измельчения кормовой смеси, а так же уменьшения времени приготовления кормовых компонентов.

**Ключевые слова:** корм, кормление, кормовая смесь, раздача корма, коровы, кормораздатчики, ножи, энергия, лопасть

Так как в зимнее время корма на сельскохозяйственных предприятиях находятся под открытым небом, то происходит значительное промерзание используемых кормов, с образованием ледяного покрова на поверхности. При использовании базового измельчителя-смесителя-раздатчика кормов ИСРК–12 в зимнее время происходит некачественное приготовление кормовой смеси, а также увеличение времени приготовления. Данные недостатки отрицательно сказываются на качестве скармливаемой кормовой смеси, что влечет за собой: финансовые издержки, уменьшение надоев молока, уменьшение прироста крупного рогатого скота, находящегося на откорме [1, 2].

Для устранения данных недостатков нами предлагается модернизировать смешивающе-измельчающие устройства: вал и шнековую навивку. При этом создается необходимого количества энергии для разрушения кристаллической решетки льда, образующейся на поверхности корма, а также разрушения межмолекулярных связей в частицах кормовой смеси.

Первым значительным изменением в конструкции машины был отказ от витков на валу и применением вместо них лопастей, формы гребного винта. Лопасть преобразует вращение вала в упор – силу, толкающую частицы корма вперед (рисунок 1).

При вращении на поверхностях лопастей, обращенных в сторону стенок бункера – засасывающих, создается разрежение, а на обращенных в сторону выгрузного транспортера – нагнетающих, возникает значительная толкающая сила. Лопасти обладают интерцептором, загнутая исходящая кромка способствует увеличению способности к захвату кормовой смеси.

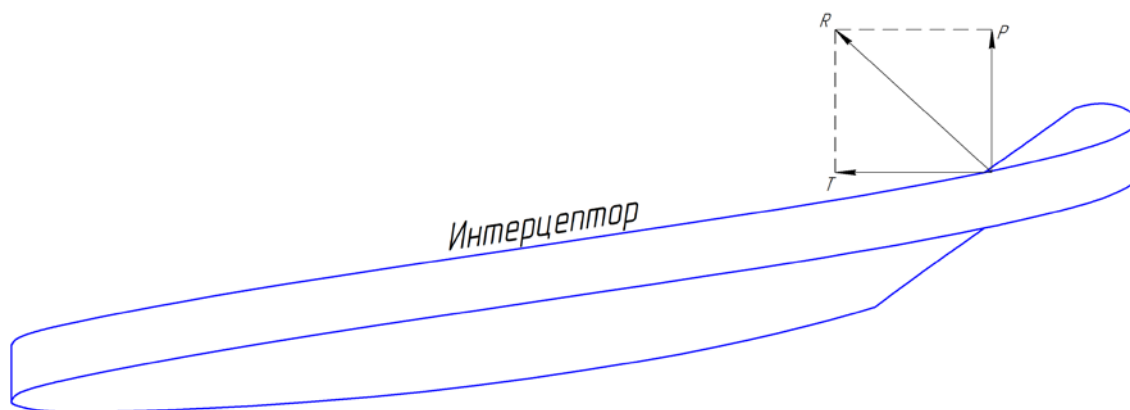


Рис. 1. Схема сил, действующих на лопасть  
 $P$  – сила, создающая упор лопасти;  $T$  – сила, образующая крутящий момент;  
 $R$  – толкающая сила

Так как конструктивно можно обеспечить вращение вала при частоте 45 об/мин., применение такой конструкции обеспечит создание вихревых потоков движения кормовой смеси. Нагнетающая поверхность лопастей при работе является точкой приложения силы, в результате вызывая движение частиц корма, создавая работу, а энергия движущихся частиц возрастает на величину затраченной работы.

В результате приложения силы образуется кинетическая энергия, которая позволяет сохранить скорость движения частиц корма в кормосмеси. Данный эффект благоприятно сказывается на частицах кормовой смеси, так как при движении частиц происходит удар между ними, что позволяет разрушать поверхностную кристаллическую решетку, образованную кристаллами льда.

Так как частицы обладают кинетической энергией и находятся в близости друг от друга, и при движении в вихревом потоке разрушается кристаллическая решетка, то возникают силы трения между частицами, что позволяет перемещать вдоль вала большее количество слоев кормовой смеси, а также вихревой поток улучшает смешивание компонентов. На лопастях прикреплены ножи основные, так как происходит разрушение кристаллической решетки льда и увеличение коэффициента трения, то происходит резание кормов, так как между шнеками расположена противорежущая пластина, то создается противорежущий эффект.

При ударе частиц кормовой смеси друг об друга, происходит не только разрушение кристаллической решетки льда, но и разрушение межмолекулярных связей. В результате удара внутри частицы происходит движение молекул в хаотичном порядке, что приводит к повышению температуры частицы кормовой смеси, а так же к ее умягчению.

Установка на валу граблин также способствует разрушению кристаллической решетки льда, разрушению межмолекулярных связей, улучшению смешивания компонентов.

Когда граблина находится в зоне захвата, то лопатки захватывают своей поверхностью определенную часть кормовой смеси. Так как в это момент все частицы кормовой смеси находятся в непосредственной близости друг от друга, то при вращении шнека происходит перемещение частиц кормовой смеси большим фронтом, чем площадь поверхности лопатки – это происходит из-за увеличения сил трения между частицами кормовой смеси.

Дальше частицы кормовой смеси проходят зону перемещения, где из-за уменьшения объема зоны, вызванной объемом конструкции бункера, происходит дополнительное уплотнение. В результате этого создается внутреннее давление между частицами кормовой смеси, что приводит к еще большему разрушению кристаллической решетки льда и разрыву межмолекулярных связей.

При попадании частиц кормовой смеси зону подбрасывания проис-



ходит следующее. Частицы, которые были захвачены поверхностью лопатки за счет усилия пружины, которое создается за счет действия угловой скорости, подбрасываются перпендикулярно поверхности лопатки. В результате такого движения частиц кормовой смеси, происходит смешивания компонентов. При этом верхние слои опускаются ниже. Так же под действием ускорения, переданного за счет усилия пружины, которая совершила работу, создало кинетическую энергию движения частиц.

При движении таких частиц происходит удар друг об друга и движение частицы не прекратится, пока кинетическая энергия не будет равна нулю. Происходит разрушение кристаллической решетки льда, разрыв межмолекулярных связей, умягчение компонентов кормовой смеси.

Перед выходом кормовой смеси на выгрузной транспортер, смесь доизмельчается радиальными ножами, что улучшает качество приготовления кормовой смеси.

Таким образом, установленные на валу лопасти, граблины и радиальные ножи, способствуют улучшению качества смешиванию и измельчению кормовой смеси, а так же уменьшения времени приготовления кормовых компонентов.

### **Список литературы**

1. Китун, А.В. Механизация приготовления кормов: учеб. пособие / А.В. Китун, В. И. Передня, Н. Н. Романюк.- Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 334 с.
2. Китун, А.В. Машины и оборудование в животноводстве: учебник / А.В. Китун, В. И. Передня, Н. Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2019. –504 с.

**УДК 663.63:631**

### **К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ИЗГИБАЮЩИХ И КРУТЯЩИХ МОМЕНТОВ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ВАЛ РЕДУКТОРА ЛУКОВОЙ САЖАЛКИ**

*Гудин Вадим Максимович, студент-бакалавр  
Барabanов Алексей Сергеевич, студент-бакалавр  
Чиркова Наталья Сергеевна, студент-бакалавр  
Овтов Владимир Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

*Аннотация: проведены расчеты и определены нагрузки, действующие на вал цепного редуктора от цепных передач*

*Ключевые слова: лук; вал; вращающий момент; цепная передача; посадка; скорость*

При посадке лука севка происходит несколько технологических операций: выемка посадочного материала из бункера высевальными аппаратами, подача его в семяпроводы по которым он поступает к сошникам и заделка лука севка в борозде [1-4].

Кроме того, должна быть обеспечена равномерность распределения луковичек вдоль рядка с подачей их в почву донцем вниз и дальнейшим сохранением первоначального положения при заделке их почвой рабочими органами сажалки [5-8].

Вал катушечно-вильчатого высевального аппарата, приводится во вращение через цепную передачу от ведомой звездочки цепного редуктора, вал которого в свою очередь приводится во вращение через цепную передачу от колесной пары, на валу которой установлена звездочка (рисунок 1).

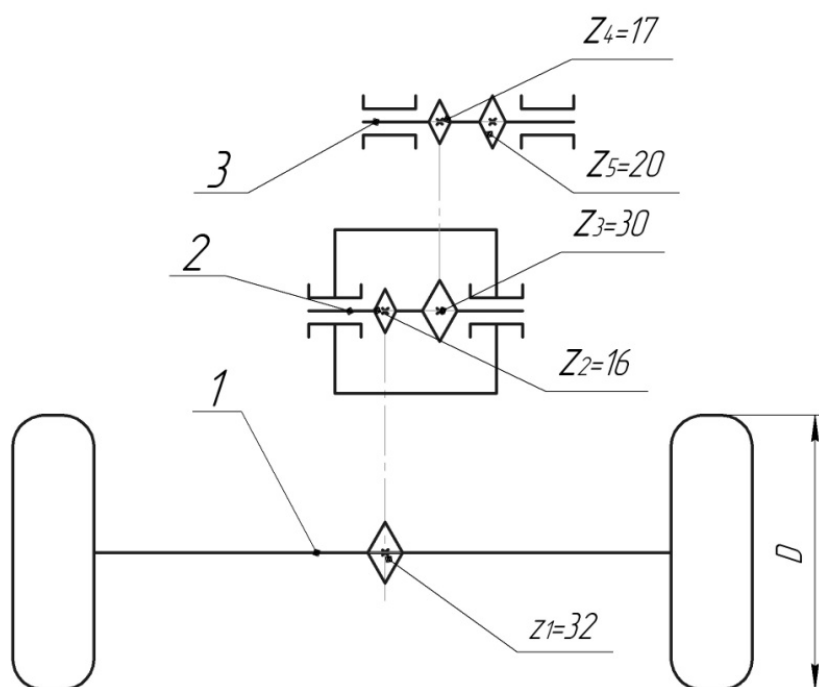


Рис. 1. Кинематическая схема луковой севки

1 – колесная пара с ведущей звездочкой; 2 – вал цепного редуктора; 3 – вал вильчатой катушки со сменными звездочками

При этом на вал цепного редуктора (рисунок 2) луковой сажалки действуют нагрузки со стороны звездочек, а вал при этом испытывает сложное сопротивление, то есть совместное действие изгиба и кручения. Расчетная схема нагрузок действующих на вал, представлена на рисунке 2.

Усилия (давления) действующие на вал  $F_1$  и  $F_2$ , направлены под углом к горизонтальной и вертикальной осям. Следовательно, необходимо рассмотреть действие усилий (давлений) в двух, горизонтальной и вертикальной плоскостях.

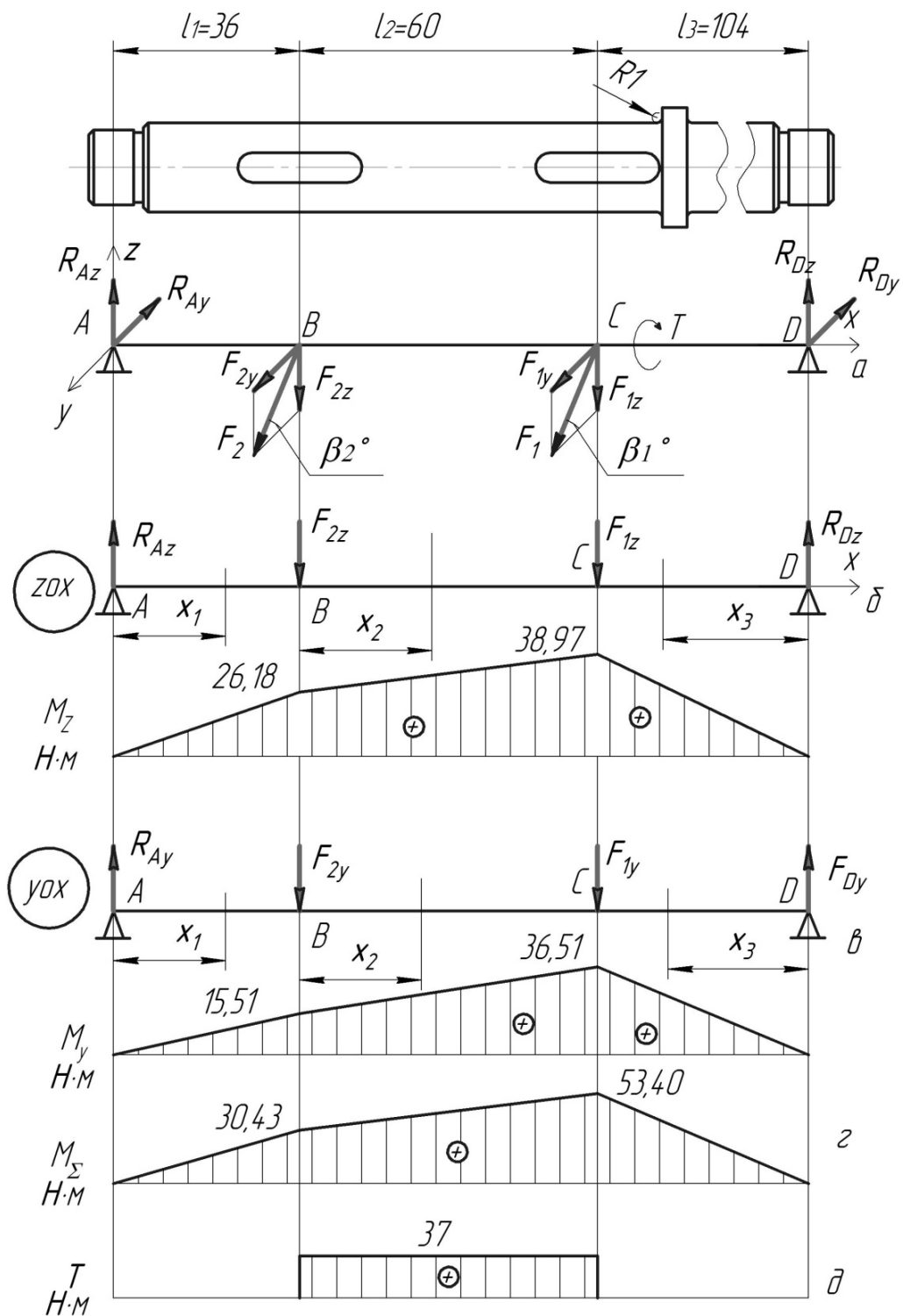


Рис. 2. Расчётная схема вала цепного редуктора

Спроецируем результирующие  $F_1$  и  $F_2$  на горизонтальную и вертикальную оси

$$F_{1z} = F_1 \cos \beta_1 = 915 \cdot \cos 50 = 588 \text{ Н.}$$

$$F_{2z} = F_2 \cos \beta_2 = 520 \cdot \cos 9 = 514 \text{ Н.}$$

$$F_{1y} = F_1 \sin \beta_1 = 915 \cdot \sin 50 = 701 \text{ Н.}$$

$$F_{2y} = F_2 \sin \beta_2 = 520 \cdot \sin 9 = 81 \text{ Н.}$$

Определяем опорные реакции в вертикальной плоскости относительно опор (точки  $A$  и  $D$ ) для ведущего вала [10-11].

$$\sum M_{Az} = 0;$$

$$F_{2z} \cdot l_1 + F_{2z}(l_1 + l_2) - R_{Dz}(l_1 + l_2 + l_3) = 0;$$

$$R_{Dz} = \frac{F_{2z} \cdot l_1 + F_{1z}(l_1 + l_2)}{(l_1 + l_2 + l_3)} = \frac{514 \cdot 36 + 588(36 + 60)}{(36 + 60 + 104)} = 374,8 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{Dz} = 0;$$

$$-F_{1z} \cdot l_3 - F_{2z}(l_2 + l_3) + R_{Az} \cdot (l_1 + l_2 + l_3) = 0;$$

$$R_{Az} = \frac{F_{1z} \cdot l_3 + F_{2z}(l_2 + l_3)}{(l_1 + l_2 + l_3)} = \frac{588 \cdot 104 + 514(60 + 104)}{(36 + 60 + 104)} = 727,2 \text{ Н.}$$

Проверка:

$$-F_{1z} + R_{Dz} - F_{2z} + R_{Az} = 0$$

$$-588 + 374,8 - 514 + 727,2 = 0$$

Разбиваем вал на участки и составляем уравнения изгибающих моментов по участкам, определяем изгибающие моменты и строим их эпюры

Участок  $AB$   $0 \leq x_1 \leq l_1$ ;

$$M_{x1} = R_{Az} \cdot x_1$$

При  $x_1 = 0$   $M_A^B = 0$  Нм; при  $x_1 = 36$   $M_B^B = 727,2 \cdot 36 = 26,18$  Нм.

Участок  $BC$   $0 \leq x_2 \leq l_2$ ;

$$M_{x2} = R_{Az} \cdot (l_1 + x_2) - F_{2z} \cdot x_2$$

При  $x_2 = 0$   $M_B^B = 727,2 \cdot 36 = 26,18$  Нм.;

при  $x_2 = 60$   $M_B^B = 727,2 \cdot (36 + 60) - 514 \cdot 60 = 38,97$  Нм.

Участок  $DC$   $0 \leq x_3 \leq l_3$ ;

$$M_{x3} = F_{Dz} \cdot x_3$$

При  $x_3 = 0$   $M_A^B = 0$  Нм;

при  $x_3 = 104$   $M_B^B = 374,8 \cdot 104 = 38,97$  Нм.

Определяем опорные реакции в горизонтальной плоскости относительно опор вала (точки  $A$  и  $D$ )

$$\sum M_{Ay} = 0;$$

$$F_{2y} \cdot l_1 + F_{2y}(l_1 + l_2) - R_{Dy}(l_1 + l_2 + l_3) = 0;$$

$$R_{Dy} = \frac{F_{2y} \cdot l_1 + F_{1y}(l_1 + l_2)}{(l_1 + l_2 + l_3)} = \frac{81 \cdot 36 + 701(36 + 60)}{(36 + 60 + 104)} = 351,1 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{Dy} = 0;$$

$$-F_{1y} \cdot l_3 - F_{2y}(l_2 + l_3) + R_{Ay} \cdot (l_1 + l_2 + l_3) = 0;$$

$$R_{Ay} = \frac{F_{1y} \cdot l_3 + F_{2y}(l_2 + l_3)}{(l_1 + l_2 + l_3)} = \frac{701 \cdot 104 + 81(60 + 104)}{(36 + 60 + 104)} = 430,9 \text{ Н.}$$

Проверка:

$$-F_{1y} + R_{Dy} - F_{2y} + R_{Ay} = 0$$

$$-701 + 351,1 - 81 + 430,9 = 0$$

Разбиваем вал на участки и составляем уравнения изгибающих моментов по участкам, определяем изгибающие моменты и строим их эпюры

Участок  $AB$   $0 \leq x_1 \leq l_1$ ;

$$M_{x1} = R_{Ay} \cdot x_1$$

При  $x_1 = 0$   $M_A^r = 0$  Нм; при  $x_1 = 36$   $M_B^r = 430,9 \cdot 36 = 15,51$  Нм.

Участок  $BC$   $0 \leq x_2 \leq l_2$ ;

$$M_{x2} = R_{Ay} \cdot (l_1 + x_2) - F_{2y} \cdot x_2$$

При  $x_2 = 0$   $M_B^r = 430,9 \cdot 36 = 15,51$  Нм;  
при  $x_2 = 60$   $M_C^r = 430,9 \cdot (36 + 60) - 81 \cdot 60 = 36,51$  Нм

Участок  $DC$   $0 \leq x_3 \leq l_3$ ;

$$M_{x3} = F_{Dy} \cdot x_3$$

При  $x_3 = 0$   $M_C^r = 36,51$  Нм;  
при  $x_3 = 104$   $M_D^r = 351,1 \cdot 104 = 36,51$  Нм.

Определяем изгибающие моменты в точках А, В С D и строим эпюры изгибающих моментов.

$$M_B = \sqrt{(M_B^r)^2 + (M_B^b)^2} = \sqrt{(15,51)^2 + (26,18)^2} = 30,43 \text{ Нм.}$$

$$M_C = \sqrt{(M_C^r)^2 + (M_C^b)^2} = \sqrt{(36,51)^2 + (38,97)^2} = 53,40 \text{ Нм.}$$

Крутящий момент передается валом от одной звездочки к другой и на участке ВС и равен 37 Нм.

Анализ эпюр изгибающих и крутящих моментов позволяют сделать вывод, что опасное сечение находится на участке ВС в точке С, где действует наибольший изгибающий момент  $M_C=53,4$  Нм.

Выполненные расчеты позволили определить опасное сечение вала, что позволяет в дальнейшем проводить проектировочные или проверочные расчеты вала цепного редуктора луковой сеялки.

### Список литературы

1. Аксенов, А.Г. Сводоразрушитель в бункере лукопосадочной машины / А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев, П.А. Емельянов, В.А. Овтов // Сельский меха-

низатор. – 2015. – № 9. – С. 16-17.

2. Патент 2613460 РФ. Устройство с конической щеткой для заделки луковиц в борозде / П.А. Емельянов, В.А. Овтов. Заяв. 28.10.15; Оpubл. 16.03.17, Бюл. № 8.

3 Овтов, В.А. Модернизация полозовидного сошника с применением компьютерного моделирования / В.А. Овтов, М.Ю. Абросимов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2019 – №8. – С. 46-48.

4. Емельянов, П.А. Подпочвенно-разбросной посев зерновых культур / П.А. Емельянов, В.А. Овтов, Д.М. Матвеев, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев // Сельский механизатор. – 2016 – № 5. – С. 16.

5. Патент 2492615 РФ. Пневмомеханический высаживающий аппарат с вибрационно-ориентирующим питателем для ориентированной донцем вниз посадки лука-севка / П.А. Емельянов, В.А. Овтов, А.Г. Аксенов. Заяв. 21.10.11.; Оpubл. 20.09.13, Бюл. № 26.

6. Овтов, В.А. Обоснование кинематических параметров вальцового транспортирующего устройства при посадке маточников сахарной свеклы / В.А. Овтов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №2. – С. 36–37.

7. Овтов, В.А. Обоснование геометрических параметров бункеров луковых сажалок / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, А.Г. Аксенов // Тракторы и сельхозмашины. – №6. – 2015. – С. 19-20.

8. Овтов, В.А. Устройство для ориентированной посадки маточников свеклы / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, В.А. Чугунов // Сельский механизатор. – 2019. – № 1 – С. 12-13.

9. Овтов, В.А. Модернизация луковой сажалки щеточным заделывающим устройством / В.А. Овтов, А.С. Барабанов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2020 – № 3. – С. 8-11.

10. Овтов, В.А. Соппротивление материалов: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / В.А. Овтов. – Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – 159 с.

11. Овтов, В.А. Детали машин и основы конструирования составных частей автомобиля. Курсовое проектирование: учебное пособие / В.А. Овтов, – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – 230 с.

**УДК 663.63:631**

## **РАСЧЕТ НАГРУЗОК ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ВАЛ ЦЕПНОГО РЕДУКТОРА ЛУКОВОЙ САЖАЛКИ**

*Гудин Вадим Максимович, студент-бакалавр  
Барабанов Алексей Сергеевич, студент-бакалавр  
Чиркова Наталья Сергеевна, студент-бакалавр  
Овтов Владимир Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

**Аннотация:** проведены расчеты и определены нагрузки, действующие на вал цепного редуктора от цепных передач

**Ключевые слова:** лук; вал; вращающий момент; цепная передача; посадка; скорость

Катушечные высевающие аппараты нашли широкое применение в сельскохозяйственном машиностроении при производстве сеялок. Катушечные высевающие аппараты чаще всего используются в зерновых сеялках, но также катушечный аппарат используется в луковых сажалках [1-4].

Получение высоких урожаев, прежде всего, определяется соблюдением агротехнологических требований к посевным работам, которые определяют выполнение технологического процесса посадки лука-севка [3-6].

Одной из схем посадки лука севка является рядовая (ленточная) схема посадки. В луковой сажалке при ленточном посеве предусмотрена поштучная подача лука-севка, а норма высева при этом изменяется с помощью сменных звездочек, тем самым изменяя частоту вращения вильчатых катушек [5-9].

При движении сажалки по полю, вал катушечно-вильчатого высевающего аппарата, приводится во вращение через цепную передачу от ведомой звездочки цепного редуктора (рисунок 1). В свою очередь вращение вала редуктора происходит через цепную передачу от колесной пары, на валу которой установлена звездочка (рисунок 2).

Вал цепного редуктора луковой сажалки, испытывает сложное сопротивление, то есть совместное действие изгиба, кручения со стороны звездочек цепных передач, показанных на кинематической схеме луковой сажалки (рисунок 2).

Нагрузка на вал редуктора от цепной передачи с вала колеса ( $F_B$ ) определится по формуле [10]:

$$F_B = F_t + 2 \cdot F_f,$$

где  $F_t$  – окружное усилие, Н;

$F_f$  – нагрузка от провисания ведомой ветви, Н.

Нагрузка от провисания ведомой ветви  $F_f$ , Н

$$F_f = 9.81 \cdot k_f \cdot m \cdot a,$$

где  $k_f$  – коэффициент, учитывающий влияние расположения передачи: при горизонтальном расположении  $k_f = 6$ ; при наклонном до  $40^\circ$  –  $k_f = 2 \dots 4$ ; при вертикальном  $k_f = 1$  [10];

$m$  – масса 1 м цепи ПР-15,875-23-1 ГОСТ 13568-97, кг,  $m = 1,0$  кг;

$a$  – межосевое расстояние, м,  $a = 0,3$  м.

$$F_f = 9,81 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 0,3 = 2,94 \text{ Н.}$$

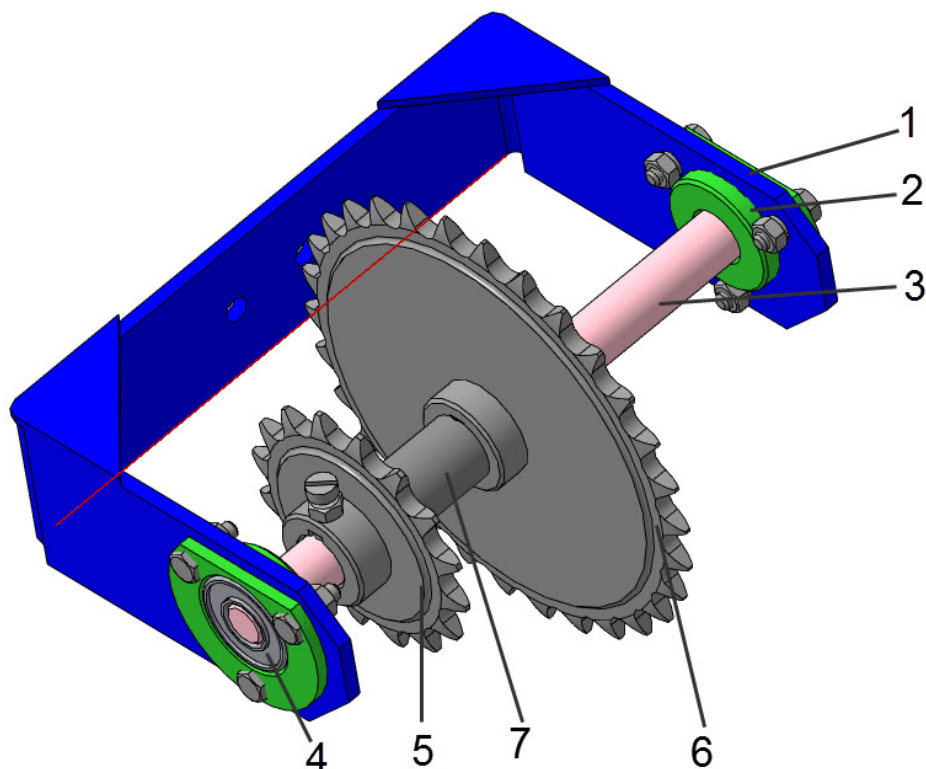


Рис. 1. Модель щеточного заделывающего устройства:

1 – корпус; 2 – корпус подшипника; 3 – вал цепного редуктора; 4 – подшипники с защитными шайбами; 5 – ведущая звездочка; 6 – ведомая звездочка; 7 – распорная втулка

Окружное усилие на звездочке  $F_t$ ,

$$F_t = \frac{2T}{d},$$

где –  $T$  крутящий момент на валу конической щетки. Н·мм

$d$  – делительный диаметр звездочки, мм,  $d = 81,4$  мм.

Величина крутящего момента определяется по выражению

$$T = 9550 \frac{P}{n},$$

где –  $P$  мощность на привод вала редуктора, кВт,  $P = 0,38$  кВт;

$n$  – частота вращения вала редуктора,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $n = 98 \text{ мин}^{-1}$ .

$$T = 9550 \frac{0,38}{98} = 37 \text{ Нм.}$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 37}{0,0814} = 909 \text{ Н.}$$

Таким образом, нагрузка на вал редуктора от цепной передачи с вала колеса составит

$$F_B = F_t + 2 \cdot F_f = 909 + 2 \cdot 2,94 \approx 915 \text{ Н.}$$



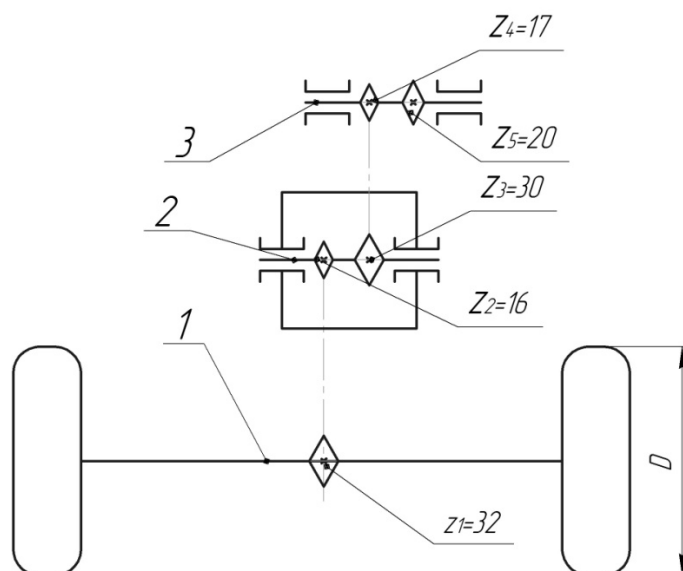


Рис. 2. Кинематическая схема луковой сеялки:

1 – колесная пара с ведущей звездочкой; 2 – вал цепного редуктора; 3 – вал вильчатой катушки со сменными звездочками

Определим нагрузку на вал редуктора от цепной передачи привода вала катушечно-вильчатого аппарата.

Мощность на привод вала катушечно-вильчатого аппарата равна  $P = 0,38$  кВт, тогда

$$T = 9550 \frac{0,38}{98} = 37 \text{ Нм.}$$

Окружное усилие на звездочке  $F_t$ ,

$$F_t = \frac{2 \cdot 37}{0,1519} = 487 \text{ Н.}$$

Межосевое расстояние цепной передачи составляет  $a = 0,56$  м., тогда нагрузка от провисания ведомой ветви

$$F_f = 9,81 \cdot 3 \cdot 1,0 \cdot 0,56 = 16,5 \text{ Н.}$$

Таким образом, нагрузка на вал редуктора от цепной передачи привода вала катушечно-вильчатого аппарата составит

$$F_B = F_t + 2 \cdot F_f = 487 + 2 \cdot 16,5 = 520 \text{ Н.}$$

Выполненные расчеты позволили определить нагрузки, действующие на вал цепного редуктора экспериментальной луковой сажалки.

### Список литературы

1. Овтов, В.А. Дозатор-сводоразрушитель бункера луковой сеялки / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, А.Г. Аксенов, А.В Сибирев // Сельский механизатор. – 2019. – № 3. – С. 11.
2. Овтов, В.А. Модернизация полозовидного сошника с применением компьютерного моделирования / В.А. Овтов, М.Ю. Абросимов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2019. – №8. – С. 46-48.

3. Ардеев, Е.Н. Прочность дискового заделывающего органа луковой сеялки / Е.Н. Ардеев, В.А. Овтов, А.С. Барабанов, М.Ю. Абросимов // Инженерная наука в АПК. Проблемы. Решения. Перспективы: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 65-летию инженерного факультета. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С. 103-106.
4. Емельянов, П.А. Подпочвенно-разбросной посев зерновых культур / П.А. Емельянов, В.А. Овтов, Д.М. Матвеев, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев // Сельский механизатор. – 2016. – № 5. – С. 16.
5. Патент 2492615 РФ. Пневмомеханический высаживающий аппарат с вибрационно-ориентирующим питателем для ориентированной донцем вниз посадки лука-севка / П.А. Емельянов, В.А. Овтов, А.Г. Аксенов. Заяв. 21.10.11.; Оpubл. 20.09.13, Бюл. № 26.
6. Овтов, В.А. Устройство для ориентированной посадки маточников свеклы / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, В.А. Чугунов // Сельский механизатор. – 2019. – № 1 – С. 12-13.
7. Патент 2613460 РФ. Устройство с конической щеткой для заделки луковиц в борозде / П.А. Емельянов, В.А. Овтов. Заяв. 28.10.15; Оpubл. 16.03.17, Бюл. № 8.
8. Овтов, В.А. Модернизация луковой сажалки щеточным заделывающим устройством / В.А. Овтов, А.С. Барабанов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2020. – № 3. – С. 8-11.
9. Овтов, В.А. Обоснование кинематических параметров вальцового транспортирующего устройства при посадке маточников сахарной свеклы / В.А. Овтов // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №2. – С. 36–37.
10. Овтов, В.А. Детали машин и основы конструирования составных частей автомобиля. Курсовое проектирование: учебное пособие / В.А. Овтов, – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – 230 с.

## **УДК 631.33**

### **СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

*Ерошкин Андрей Дмитриевич, студент-магистрант  
Аникин Николай Викторович, студент-магистрант  
Андреев Константин Петрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** для того чтобы спрогнозировать распространение картины осаждения с помощью баллистической модели полета, необходимо определить несколько параметров и особенно скорость гранул, когда они покидают вращающийся диск. В данной работе показано, что движение размытого изображения, полученного в окрестности диска с помо-*

*щью недорогой системы визуализации, может обеспечить трехмерные компоненты скорости выхода частиц.*

**Ключевые слова:** внесение удобрений, скорость, полет частиц, визуализация, изображение

Управление процессом внесения минеральных удобрений с использованием центробежных разбрасывателей требует разработки устройств для определения характера разбрасывания с целью повышения качества разбрасывания удобрений [1-3]. Для того чтобы спрогнозировать распространение картины осаждения с помощью баллистической модели полета, необходимо определить несколько параметров и особенно скорость гранул, когда они покидают вращающийся диск. Для нашего исследования система визуализации была разработана не с использованием коммерческого разбрасывателя, а с использованием специально сконструированной установки для характеристики траекторий гранул, когда они покидают вращающийся диск [4, 5]. Механическая часть системы состоит из элементов, подобных тем, которые находятся в общем центробежном распространителе, а система визуализации состоит из одной монохромной цифровой камеры. Камера расположена над выходным потоком гранул примерно на 1 м выше плоскости выброса диска, чтобы помочь измерительному прибору сохранить свою компактность. Следовательно, фокусное расстояние выбирается так, чтобы захватить широкий диапазон угла распространения в непосредственной близости от диска. Используя это короткое фокусное расстояние, поле зрения составляет приблизительно  $1 \times 1 \text{ м}^2$  в плоскости выброса диска, которая достаточно широка, чтобы охватить желаемую область. Камера установлена вертикально так, чтобы ось обзора была параллельна оси вращения диска. Это представляет особый интерес в геометрическом исследовании процесса получения изображений [6, 7].

Четыре традиционных прожектора освещают гранулы вдоль во время их движения. Они располагаются на 10 см выше диска. Основная ось света направлена горизонтально, а прожекторы ориентированы так, чтобы освещать растекающийся угловой сектор.

В зависимости от скорости вращения диска (от 500 до 1000 об / мин) экспозиция камеры устанавливается от 30 до 60 см, так что частицы удобрений появляются в виде полос на изображении. В течение этого времени экспозиции лопасть поворачивается приблизительно на  $180^\circ$ , и полосы, вызванные движением гранул, становятся длиннее 400 пикселей в интересующей области.

В нашей работе треки, обусловленные перемещениями гранул при интегрировании изображений, рассматриваются в качестве источника информации для оценки скорости частиц удобрений при их выходе из лопасти. Поскольку скорость выхода гранул удобрения не может быть измерена непосредственно в размытом изображении движения, она будет выве-

дена из видимого угла выхода траекторий относительно тангенциального направления диска [8].

Система визуализации сначала оценивалась с помощью статической модели, моделирующей траекторию с физической линией (то есть натянутым канатом) для двух вертикальных углов и различных положений моделируемой лопасти. Максимальная разница, полученная между исходным горизонтальным углом выхода и значением, выведенным из системы визуализации, составила  $0,23^\circ$ , что является очень удовлетворительной точностью для нашего приложения.

В случае плоского вращающегося диска измерения скорости, основанные на размытых изображениях движения, сравнивались со стробоскопическими измерениями. Для этого испытания использовались пластмассовые сферы диаметром 6 мм с одинаковым коэффициентом сопротивления для каждой частицы. Для приблизительно 60 испытательных траекторий средняя скорость ( $43,7 \text{ м/с}^{-1}$ ) и стандартное отклонение ( $0,6 \text{ м/с}^{-1}$ ), полученные обоими методами, были одинаковыми. Сравнивая оценки скорости для каждой траектории, стандартное отклонение разностей оценок составило  $0,6 \text{ м/с}^{-1}$ , то есть 1,3% от глобальной средней скорости [9].

В случае вогнутого диска среднее значение вертикального угла выхода, оцененное обработкой изображения, сравнивалось с оценками, полученными из положения гранул на экране, расположенном вблизи диска. Места ударов фиксировались с помощью защищенного листа бумаги, покрытого углеродной пленкой. Средняя вертикальная высота ударов измерялась по отношению к высоте выхода частиц удобрения, когда они покидают лопасть. Для сравнения среднего значения вертикального выходного угла, полученного по изображениям, со средним значением, полученным по ударам, был рассчитан теоретический баллистический полет частицы. Для различных ситуаций распространения максимальная разница между средними значениями, полученными в результате обработки изображений, и эталонными значениями составила  $0,26^\circ$ .

До недавнего времени испытания проводились в закрытых контролируемых лабораторных условиях для различных удобрений (хлористый калий, аммиачная селитра и сложные удобрения), различных условий освещения (только прожекторы, прожекторы и освещение в помещении дневного света, прожекторы и окружающее электрическое освещение лаборатории) и различных фоновых ситуаций (пластик или брезент холста, свет Земли).

Несмотря на различия в условиях получения изображения, средние скорости выхода, полученные в результате анализа изображения, существенно не отличаются. Поскольку удобрение и механическое устройство были одинаковыми в обеих ситуациях, естественно, что скорость выхода удобрений должна быть одинаковой. Эти результаты подчеркивают надежность системы визуализации. Тем не менее, один из аспектов нашей

будущей работы будет заключаться в оценке системы визуализации в полевых условиях, особенно в отношении условий освещения, и адаптации устройства к реальным условиям работы. Чтобы уменьшить изменения, вызванные наружным освещением, можно использовать несколько способов. Усовершенствованные прожекторы с отражателем или линзой могут быть использованы для концентрации освещения вблизи плоскости выброса гранул. Использование специфического излучения, такого как инфракрасная подсветка, также может быть использовано для улучшения траекторий движения гранул на изображении. Использование защитной коробки также является решением для уменьшения влияния наружного освещения на получение изображения на 30-сантиметровом кольце вокруг диска [10, 11].

Когда качество изображения уровня серого ухудшается, двоичное фильтрованное изображение показывает все больше разрывов линий и точек без связи с траекториями. Тем не менее, шаг обнаружения линии ограничивает чувствительность к изменениям яркости из-за суспензий пыли удобрений, освещения или неоднородности фона. Кроме того, устойчивость адаптированного преобразования Хафа обеспечивает удовлетворительную идентификацию траектории в случае зашумленных двоичных изображений, ограничивающих ложноположительные обнаружения [12]. Для нашего приложения стоит отметить, что ложноотрицательные обнаружения не являются проблематичными, пока траектории идентифицируются во всем угловом диапазоне распространения.

Это исследование показывает, что скорость частиц удобрений, выбрасываемых центробежным разбрасывателем, может быть измерена с помощью движения размытых изображений, полученных с помощью недорогого изображения система. Совмещая кинематическое исследование движения удобрения на лопатке и геометрический анализ получения изображения, трехмерные компоненты выходной скорости могут быть выведены из движения размытых изображений в случае традиционного вогнутого диска [13, 14].

Оценка скоростей выхода полезна при прогнозировании моделей распространения с использованием баллистических моделей полета. Это открывает возможность реализации простых инструментов тестирования разбрасывателя для диагностики качества и дополнительных бортовых датчиков для контроля разбрасывания в полевых условиях.

Дальнейшие исследования будут заключаться в использовании этой системы визуализации для оценки углового распределения потока удобрений вблизи вращающегося диска; оценке системы визуализации в открытых неконтролируемых условиях и сокращении времени вычислений в соответствии с практической точностью, требуемой для сфокусированных приложений.

### Список литературы

1. Андреев, К.П. Совершенствование центробежных разбрасывателей для поверхностного внесения минеральных удобрений / К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, А.В. Шемякин, В.А. Макаров, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1 (33). – С. 54-59.
2. Андреев, К.П. Самозагружающийся разбрасыватель минеральных удобрений / К.П. Андреев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – № 6. – С. 173-179.
3. Андреев, К.П. Устройство самозагружающегося разбрасывателя удобрений / Андреев К.П., Костенко М.Ю., Шемякин А.В. // В сборнике: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – 2016. – С. 15-18.
4. Шемякин, А.В. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера / Шемякин А.В., Гайдуков К.В., Шемякина Е.Ю., Терентьев В.В. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008 – № 7 – С. 47.
5. Гайдуков, К.В., Латышенок М.Б., Терентьев В.В., Шемякин А.В. Бункерное устройство // Патент на изобретение RU 2346875 С1, 20.02.2009. Заявка № 2007124948/12 от 03.07.2007.
6. Андреев, К.П. Разбрасыватель минеральных удобрений с сепарацией крупных примесей / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.А. Макаров // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 245-249.
7. Шемякин, А.В. Исследования движения частицы удобрений по лопасти ворошителя / Шемякин А.В., Андреев К.П., Костенко М.Ю., Макаров В.А., Костенко Н.А. // Вестник Рязанского государственного университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 4 (32). – С. 65-68.
8. Терентьев, В.В. Влияние влажности на физико-механические свойства удобрений / В.В. Терентьев, К.П. Андреев // В сборнике: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2019. – С. 95-99.
9. Андреев, К.П. Исследование работы самозагружающегося разбрасывателя минеральных удобрений / К.П. Андреев, В.А. Макаров, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 146-149.
10. Андреев, К.П. Влияние гранулометрических и прочностных свойств удобрений на равномерность внесения / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, В.В.

Терентьев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 8-9.

11. Андреев, К.П. Совершенствование рабочих органов самозагружающегося разбрасывателя удобрений / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // В сборнике: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 199-201.

12. Андреев, К.П. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самозагружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Монография. Курск, – 2018.

13. Андреев, К.П. Силовое взаимодействие лопасти ворошителя со слоем удобрений / Андреев К.П., Костенко М.Ю., Шемякин А.В. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 163-167.

14. Андреев, К.П. Работа самозагружающейся машины при внесении минеральных удобрений / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.Д. Ерошкин // В сборнике: Молодежная наука – гарант инновационного развития АПК материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2019. – С. 187-192.

## **УДК 621.9**

### **МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОЛОЧНЫХ КАТЕТЕРОВ**

*Залуцкий Максим Александрович, студент-специалист  
Раймбеков Асылхан Аканович, студент-специалист  
Сергеев Леонид Ефимович, науч. рук., к.т.н., доцент  
Сенчуров Евгений Витальевич, науч. рук, нач. отдела внедрения  
НТР НИИМЭСХ, ст. преп.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** представлены результаты исследования параметров качества обработанной поверхности при магнитно-абразивной обработке (МАО). Определены аналитические зависимости для определения напряжённости электромагнитного поля. Разработан процесс МАО металлических молочных катетеров.*

***Ключевые слова:** мастит, молочный катетер, магнитно-абразивная обработка, абразивный порошок, шероховатость*

Мастит вымени у коров – одна из серьезных проблем современного молочного животноводства. Мастит наносит серьезный экономический ущерб всей сельскохозяйственной отрасли. Очень часто доение коровы

становится невозможным. Кроме того, молоко от больных животных вообще запрещено к употреблению. На отдельных фермах маститом могут болеть сразу до 35% животных [1]. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь на 2018 год было собрано около 15 млн. тонн молока, тогда если смоделировать ситуацию с маститом потери составят около 5 млн. тонн молока, что приведет к снижению рентабельности предприятий молочной промышленности [2].

Мастит у коров лечится с помощью антибактериальной терапии. Но лечение антибиотиками имело существенный недостаток: антибактериальные препараты имеют свойство накапливаться в клетках животного. Присутствие антибиотиков обнаруживается и в молоке, из-за чего оно становится непригодным для использования в пищевой промышленности. Альтернативным методом, способным эффективно осуществлять лечение мастита у коров, является внутрицистернальный с применением молочного катетера. Его назначение заключается в эвакуации молока из вымени или введении лекарственных препаратов. За счет своей формы он создает минимум дискомфорта для животного и легко извлекается, не требуя дополнительных усилий.

Металлический катетер (рисунок 1) изготавливают из нержавеющей стали (например, 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-2014) и используется многократно при условии стерилизации. На поверхности трубки катетера должны отсутствовать трещины, раковины, царапины, заусенцы, расслоения, прижоги и другие загрязнения типа окалин и следов смазки. Радиус притупления рабочих частей катетера должен составлять не менее 0,3 мм [3].



Рис. 1. Молочный катетер

В настоящее время имеет место тенденция создания и использования электрофизических и электрохимических методов обработки, среди которых особое место занимает магнитно-абразивная обработка (МАО) [4]. Однако проблема обработки методом МАО заключается в необходимости определения топографии электромагнитного поля (ЭМП) в зоне обработки по причине установления знака и места приложения сил резания, обусловленных напряженностью  $H$  этого поля, с целью повышения эффективности процесса размерного и массового съема материала. ЭМП в каждой точке пространства и в каждый момент времени характеризуется вектором его



напряженности, поскольку, оно рассматривается как самостоятельный материальный объект. В этих условиях грамотное конструктивное решение не должно полностью связываться с интуитивным подходом. Следует произвести строгий учет геометрии исследуемой области и на основании синтеза получить точное знание картины сил резания, определяемых вектором напряженности  $\vec{H}$ . Системный подход является базой для решения комплексной задачи проблемы интенсификации МАО металлических молочных катетеров в области формообразования и средств его реализации. Повышение эффективности операции МАО обеспечивается геометрическими и кинематическими методами оценки и реализации процесса съема материала при условии равномерности силового воздействия ферроабразивного порошка (ФАП) на обрабатываемую поверхность. Расчет и создание необходимой напряженности ЭМП, основанной на геометрическом и силовом изменении параметров МАО, необходимы для конструирования технологической оснастки и оборудования, обеспечивающих стабильность давления ФАП по всей площади обрабатываемой поверхности. Тожественность математического описания процесса МАО и его природы обеспечивает управление обрабатываемостью деталей из различных материалов и позволяет назначать режимы резания при учете структуры и марки материала изделия, его конфигурации и топологического пространства зоны обработки.

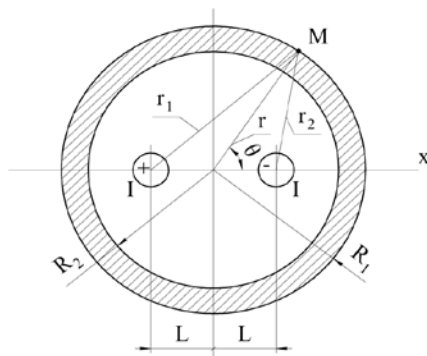


Рис. 2. Схема расчета магнитного поля

Расчет производился в системе цилиндрических координат, рисунок 2. Значение векторного потенциала ЭМП, связанного с током  $I$  в определенной точке  $M$ , находящейся на расстоянии  $r_1$  и  $r_2$  от осей проводников с током определяется по формуле (1) и осуществляется использованием метода наложения через выражение ротора  $\text{rot } \vec{A}$  в цилиндрических координатах [5].

$$A_z = -\frac{M_0 I}{2\pi} \ln \frac{r_1}{r_2} + C \quad (1)$$

Ротор ( $\text{rot } \vec{A}$ ) равен магнитной индукции  $\vec{B}$ , а сам векторный потенциал является векторной величиной, плавно изменяющейся от точки к точке при учете того, что его дивергенция  $\text{div } \vec{B} = 0$ . По причине возможности

нахождения  $\vec{A}$  как функции координат, индукция  $B$  в любой точке магнитного поля определяется путем нахождения ротора от  $\vec{A}$ . Преимуществом использования векторного потенциала служит то обстоятельство, что его применяют как для областей занятых, так и незанятых током.

Поскольку  $\vec{A}$  является расчетной функцией, имеющей пространственные производные и подчиняется условию того, что его линии есть замкнутые на себя ( $\text{div}A = 0$ ), то формула (1), как частный случай, позволяет определить векторный потенциал в любой точке ЭМП и имеет вид

$$\vec{A} = \frac{M_0}{4\pi} \int_V \frac{\vec{\delta} dV}{R}$$

где  $\vec{\delta}$  – плотность тока, А/м<sup>2</sup>;

$V$  – объем, м<sup>3</sup>;

$R$  – расстояние от точки приложения, м.

Оценка ЭМП для МАО указывает, что данная система носит вихревой характер по причине соленоидного типа его конструкции и, поэтому, из-за

$$\text{div}(\text{rot}A) = \nabla(\nabla\vec{A}),$$

где  $\nabla$  – дифференциальный оператор,

его скалярное произведение равно нулю, но ротор вектора  $B$  в целом ряде точек поля нулю не равен. Линии магнитной индукции непосредственно у поверхности детали имеют вид, близкий к окружностям с центром внутри этой детали. По мере удаления от нее эти линии искажаются, и для обработки методом МАО необходимо знать величины и направления  $\vec{B}$  на наружной поверхности детали, поскольку  $\vec{B}$  определяет силу резания и давление ФАП для реализации размерного и массового съема материала. Таким образом, в зоне обработки методом МАО существует ось ветвления, проходящая через точку  $M$  с координатами  $r = \frac{\mu_0 I}{2\pi B_{\text{ат}}}$  и  $\theta = 180^\circ$ , где  $B$  во

всех точках равно нулю, но в других точках на поверхности детали она нулю не равна, поскольку поле имеет вихревой характер. Следовательно, используя принцип того, что кривые  $A_z = \text{const}$ , линии магнитной индукции будут окружностями с центрами, лежащими на оси  $x$  и в любом месте пространства, где существует ток, имеется вихревое магнитное поле. Поэтому, согласно положению метода наложения, внутри этих окружностей помещается линия из двух проводников и расчет производится вышеуказанным методом для определения  $B$  в точке  $M$ , лежащей на наружной поверхности детали.

Двухпроводная линия при учете нахождения проводников на расстоянии  $2L$  расположена во внутреннем пространстве детали, имеющей наружный радиус  $R_1$  и внутренний радиус  $R_2$ .

Следовательно, логарифм в формуле (1) имеет четыре слагаемых

$$\ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 = \frac{1}{2} \left[ \ln \left( 1 - \frac{L}{r} e^{j\theta} \right) + \right. \\ \left. + \ln \left( 1 - \frac{L}{r} e^{-j\theta} \right) - \ln \left( 1 + \frac{L}{r} e^{j\theta} \right) - \ln \left( 1 + \frac{L}{r} e^{-j\theta} \right) \right],$$

и каждый из них разлагается в ряд. Члены рядов с четными степенями сокращаются и после  $e^{jK\theta} + e^{-jK\theta} = 2\cos K\theta$  следует:

$$\ln \frac{r_2}{r_1} = - \left[ \frac{L}{r} \cos \theta + \frac{1}{3} \left( \frac{L}{r} \right)^3 \cos(3\theta) + \frac{1}{5} \left( \frac{L}{r} \right)^5 \cos(5\theta) + \dots \right], \quad (r > L).$$

Этот ряд сходится при  $r > L$ , что соответствует размерной цепи детали и во внешней области по отношению к молочным катетерам в выражении векторного потенциала присутствуют члены, содержащие  $1/r^n$ , поскольку при  $r \rightarrow \infty$  значение  $A_z$  для внешней области обращается в ноль, что вытекает из формулы (1). Тогда

$$A_z = - \frac{M_0 I}{\pi} \sum \frac{P_n}{r^n} \cos n\theta \quad \text{при } (r \geq R_2; \quad n = 1, 3, 5, \dots).$$

В соответствии с выражением ротора в цилиндрических координатах магнитная индукция имеет  $B_r$  и  $B_\theta$  составляющие.

$$B_r = \frac{1}{r} \frac{dA_z}{d\theta} \quad \text{и} \quad B_\theta = - \frac{dA_z}{dr}$$

Поскольку, согласно приведенного расчета напряженности  $H$  на поверхности катетеров, ее наибольшее значение будет при  $\theta = 0$  или  $\theta = \pi$  и оно будет равно  $H = -2H_0$ , то основным условиями эффективности МАО этих катетеров служат кинематические и динамические показатели процесса.

Режимы и параметры МАО молочных катетеров, являются: магнитная индукция,  $B = 0,9$  Тл; частота осцилляции полюсных наконечников,  $n = 280$  дв.ход/мин; амплитуда осцилляции полюсных наконечников,  $A = 0,8$  мм; скорость резания,  $V_p = 2-3$  м/с; величина силы тока, подаваемого на катушки ЭМС,  $I = 5$  А; величина рабочего зазора,  $\delta = 1$  мм; коэффициент заполнения рабочего зазора,  $K = 1$ ; время обработки,  $t = 60$  с. В качестве ФАП использовался 100Ф5 ТУ 232-130-004-90 (рисунок 3), размерность,  $\Delta = 0,1-0,16$  мм; СОТС–СинМА-1 ТУ 38.5901176-91, 5% водный раствор; расход СОТС – 200 мл/мин.

Исходные размеры металлических молочных катетеров  $D \times d = 3,3 \times 2,5$  мм,  $L = 50$  мм. Исходная шероховатость составляла  $Ra_1 = 0,6-0,8$  мкм. Величину магнитной индукции в рабочем зазоре ( $B$ , Тл) определяли тесламетром Т-3.

Результаты исследований: достигнутая шероховатость  $Ra_2 = 0,06$  мкм, величина массового съема материала  $\Delta G = 170$  мг, величина размерного съема материала  $\Delta D = 45$  мкм. Величину размерного съема ( $\Delta D$ , мкм) определяли на микроскопе Bevision M1, массового съема ( $\Delta G$ , мг) – на весах лабораторных ВЛТЭ-150, шероховатость поверхности до ( $Ra_1$ , мкм) и

после МАО ( $Ra_2$ , мкм) – на профилографе-профилометре мод. 252 «Калибр».

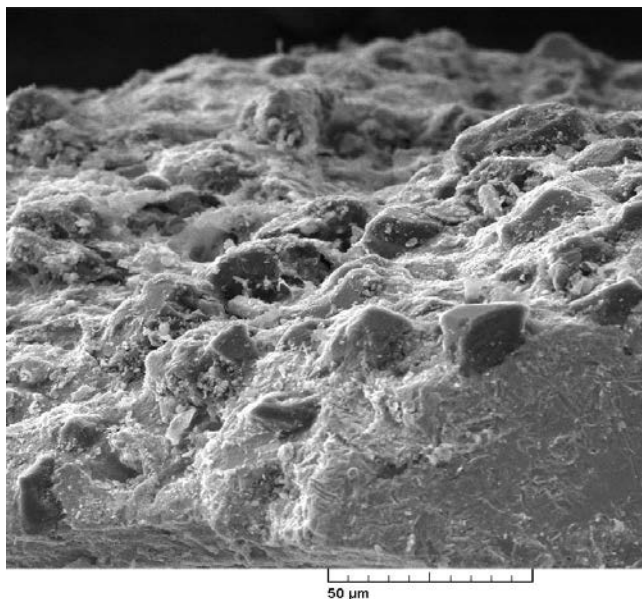


Рис. 3. Топография ферроабразивного зерна

В результате проведенных исследований установлены аналитические зависимости для определения величины напряженности ЭМП, что обеспечивает определение динамики процесса и степень силового воздействия на обрабатываемые детали. Экспериментально определены качественные показатели поверхностного слоя (шероховатость поверхности), величины массового и размерного съема материала, что позволило разработать технологию МАО металлических молочных катетеров.

### Список литературы

1. Камышанов, А.С. Мастит у высокопродуктивных молочных коров в период лактации и их воспроизводительная функция: автореф. дис. ... канд. вет. наук / А.С. Камышанов. ФГОУ ВПО СГАУ, Саратов, 2005. – 32с.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aw.belal.by>
3. ГОСТ 19126-2007 Инструменты медицинские металлические. Общие технические условия; введ. 2008 – 01 – 01. – Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Стандартинформ, 2007. – 12с.
4. Акулович, Л.М. Технология и оборудование магнитно-абразивной обработки металлических поверхностей различного профиля Л. М. Акулович, Л. Е. Сергеев. – Минск: БГАТУ, 2013. – 372 с.
5. Говорков, В.А. Электрические и магнитные поля / В. А. Говорков. – Москва: Энергия, 1968. – 328с.

УДК 631.3-6

## ВРЕМЯ ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В МОТОРНОМ МАСЛЕ ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОЧИСТКЕ

*Зыков Никита Дмитриевич, студент  
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н.  
Закревский Игорь Владимирович, науч. рук., ст. преп.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* рассчитано время осаждения частиц загрязнений различного диаметра и природы при центробежной очистке моторного масла М-10Г<sub>2</sub>.

*Ключевые слова:* центробежная очистка, моторное масло, частицы загрязнений, время осаждения

Рациональное использование смазочных материалов при эксплуатации сельскохозяйственной техники приводит к снижению себестоимости сельскохозяйственной продукции, а также уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду.

В процессе работы под воздействием высоких температур и давлений, при контактировании с металлическими поверхностями, водой, топливом и воздухом в смазочных материалах происходит процесс непрерывного накопления загрязнений, приводящий к постепенному ухудшению и потере ими необходимых эксплуатационных свойств [1–3]. Так, по данным автора [4] количество отработанных масел, в среднем составляет около 0,5–0,6 кг на 1 кВт мощности эксплуатируемой сельскохозяйственной техники в год.

Процесс накопления загрязнений в смазочных материалах начинается уже при их производстве, поставке, хранении, транспортировке, заправке и далее постоянно протекает при эксплуатации. Природа этих загрязнений связана с последствиями износа трущихся деталей, попаданием пыли при всасывании воздуха, разложением и окислением масла в зоне высоких температур и при контактировании с кислородом воздуха, попаданиями продуктов неполного сгорания топлива и др. [5]. Накопление загрязнений отрицательно сказывается на работоспособности узлов и агрегатов, приводит к преждевременному износу ответственных и дорогостоящих деталей и, как следствие, к увеличению расхода топлива и смазочных материалов. Очевидно, что своевременная очистка смазочных материалов повышает надежность и долговечность сельскохозяйственной техники, снижает материальные затраты на приобретение дополнительных нефтепродуктов. Кроме того, современные методы очистки позволяют восстанавливать необходимые эксплуатационные свойства отработанных масел, тем самым вторично вовлекать их в эксплуатацию.

Наиболее опасными загрязнениями в моторных маслах являются механические загрязнения, состоящие из пылевых частиц и частиц износа деталей, продуктов срабатывания присадок в маслах и неполного сгорания топлива в виде сажи, сернистых, свинцовистых соединений, а также технологических загрязнений (литейная земля, шлак, металлическая стружка), оставшихся в двигателе после его изготовления и ремонта [2].

При исследовании дисперсного состава загрязнений в пробах моторного масла работающего двигателя [6] установлено, что размеры частиц механических примесей не превышают 2 мкм. Эти частицы загрязнений при попадании воды в масло, а также при термохимическом воздействии способны коагулировать, образуя частицы размерами до 30–40 мкм. Кроме того, в работавшем масле можно найти отдельные частицы загрязнений размером до 100 мкм и более, например, частицы песка.

Анализ способов очистки моторных масел показывает, что для наиболее полного удаления из них механических примесей целесообразно использовать центробежную очистку [7–9]. Центробежные очистители (центрифуги) просты в эксплуатации и обслуживании, обладают высокой улавливающей способностью, работают в широком диапазоне температур масла, имеют практически неограниченный срок службы, а их грязеемкость значительно выше грязеемкости фильтрующих материалов.

Однако, если для фильтрующих материалов тонкость очистки (размер задерживаемых частиц загрязнений) определяется только структурными характеристиками пористой среды и не зависит от природы частиц загрязнений, то при центробежной очистке избирательная способность центрифуг зависит не только от свойств масла, но и от размеров частиц загрязнений и их природы.

Осаждение частиц загрязнений в центрифуге происходит под действием центробежной силы

$$F_{ц} = m\omega^2 r,$$

где  $m$  – масса частицы загрязнений, кг;  $\omega$  – угловая скорость вращения частицы,  $c^{-1}$ ;  $r$  – радиус вращения частицы.

Эффективность процесса осаждения под действием центробежных сил определяется числом Фруда  $Fr$ , характеризующим превышение центробежной силы над силой тяжести:

$$Fr = \frac{\omega^2 r}{g},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ .

В центрифугах для очистки нефтепродуктов  $Fr = 1000–5000$ .

При центробежной очистке избирательная способность центрифуг зависит от следующих параметров: свойств очищаемого масла, размеров и природы частиц загрязнений, геометрических параметров и режимов работы центрифуги.

Очевидно, что частицы загрязнений различного диаметра  $d_3$  и химической природы будут за разное время  $\tau$  достигать внутренней поверхности центрифуги, двигаясь в радиальном направлении от поверхности масляного слоя радиусом  $r_1$  к ее внутренней поверхности радиусом  $r_2$  (рисунок 1).

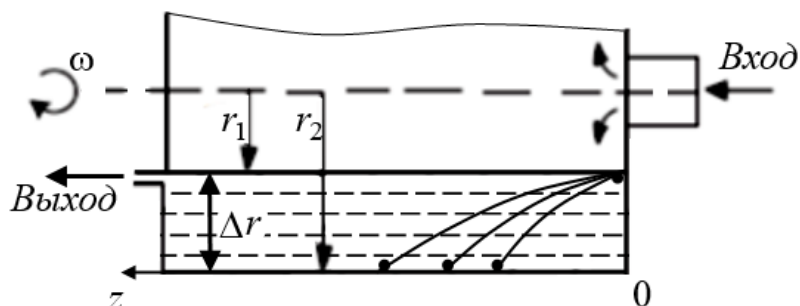


Рис. 1. Схема движения частиц загрязнений различной химической природы в масляном слое трубчатой центрифуги

Согласно известному выражению [10] время осаждения  $\tau$  частиц загрязнений в кольцевом зазоре центрифуги определяется, как

$$\tau = \frac{18\mu}{d_3^2(\rho_3 - \rho_m)\omega^2} \ln \frac{r_2}{r_1},$$

где  $\rho_3$  и  $\rho_m$  – плотности частиц загрязнений и масла, соответственно, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – динамическая вязкость масла, Па·с.

Рассчитаем, время осаждения частиц различного диаметра и природы. В качестве очищаемой жидкости выбрано моторное масло М-10Г<sub>2</sub> ( $\rho_m = 905,0$  кг/м<sup>3</sup>,  $\mu = 0,300$  Па·с при температуре  $t = 20$  °С;  $\rho_m = 890,0$  кг/м<sup>3</sup>,  $\mu = 0,089$  Па·с при температуре  $t = 40$  °С). При проведении расчетов значения угловой скорости вращения центрифуги  $\omega$  варьировались в диапазоне 419–733 с<sup>-1</sup> (частота вращения – 4000–7000 об/мин), толщина масляного слоя  $\Delta r$  ( $r_2 - r_1$ ) – 5–20 мм, а в качестве частиц загрязнений были выбраны сажа, SiO<sub>2</sub>, Al, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr, Sn, Fe, Cu, Pb, плотность  $\rho_3$  которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Плотность частиц загрязнений, присутствующих в моторном масле

Частицы загрязнений	Сажа	SiO <sub>2</sub>	Al	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr	Sn	Fe	Cu	Pb
$\rho_3, \text{кг/м}^3$	1850	2650	2700	4000	7100	7290	7800	8900	11340

На рисунке 2 представлены результаты расчетов времени осаждения  $\tau$  частиц загрязнений с размерами  $d_3$ , равными 5, 10, 20 и 40 мкм, в зависимости от их плотности  $\rho$  при температуре 20 °С и 40 °С. Угловая скорость вращения центрифуги  $\omega$  составляла 523 с<sup>-1</sup> (частота вращения – 5000 об/мин), толщина масляного слоя  $\Delta r$  – 15 мм.

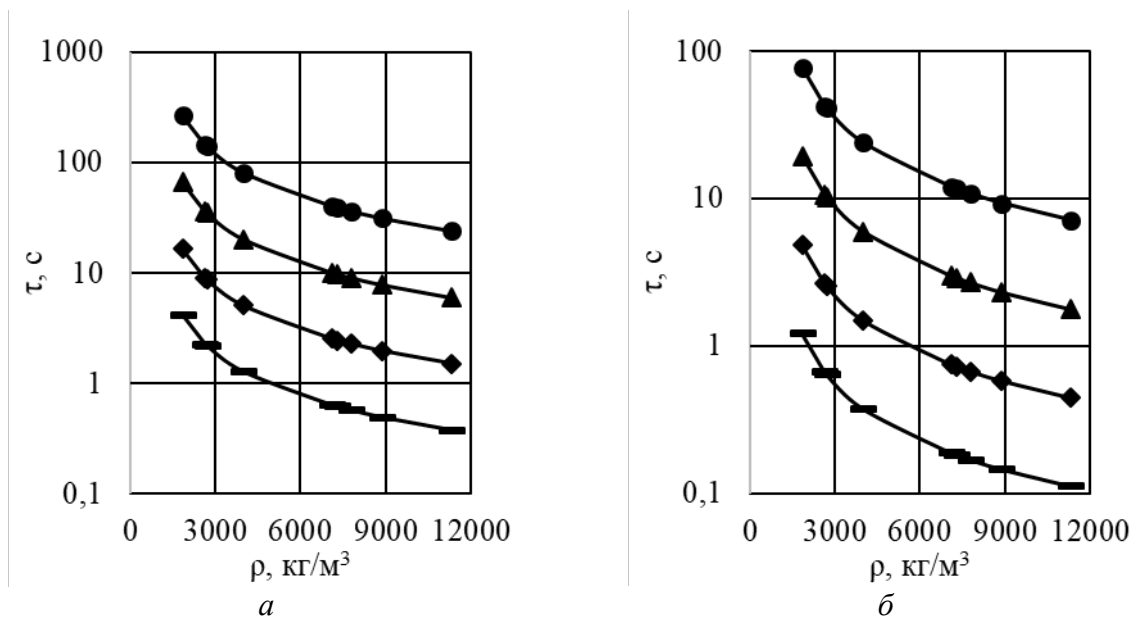


Рис. 2. Зависимости времени осаждения  $\tau$  частиц загрязнений от их плотности  $\rho$  при температуре 20 °С (а) и 40 °С (б) для различных размеров частиц  $d_3$ :  
 ● – 5 мкм; ▲ – 10 мкм; ◆ – 20 мкм; ▬ – 40 мкм

На рисунке 3 представлены результаты расчетов времени осаждения  $\tau$  частиц загрязнений при значениях толщины масляного слоя  $\Delta r$ , равных 5, 10, 15 и 20 мм, в зависимости от их плотности  $\rho$  при температуре 20 °С и 40 °С. Угловая скорость вращения центрифуги  $\omega$  составляла 523 с<sup>-1</sup> (частота вращения – 5000 об/мин), размер частиц загрязнений  $d_3$  – 20 мкм.

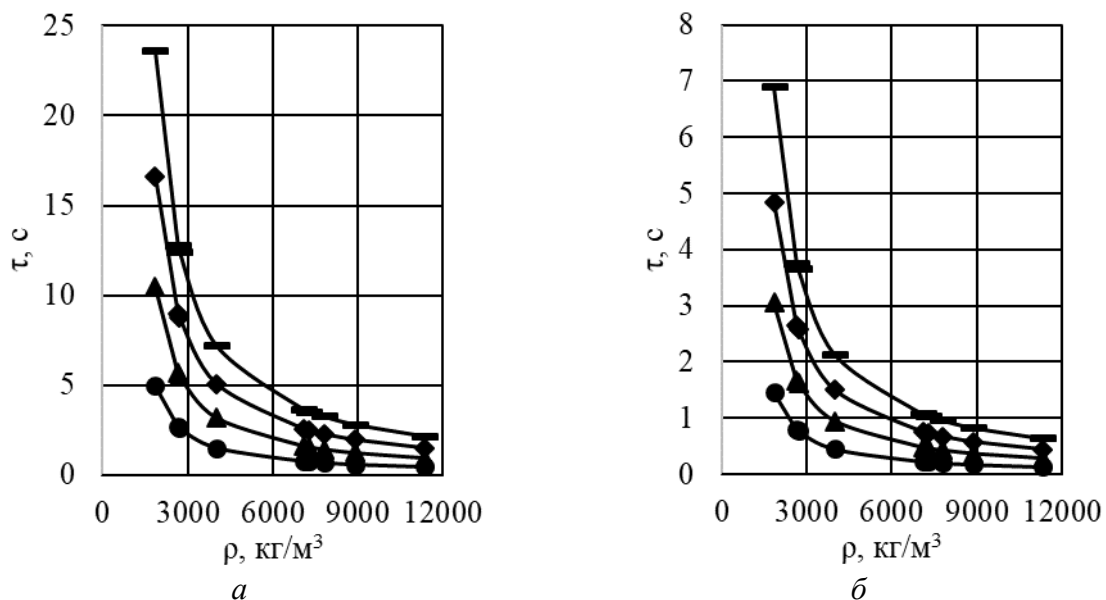


Рис. 3. Зависимости времени осаждения  $\tau$  частиц загрязнений от их плотности  $\rho$  при температуре 20 °С (а) и 40 °С (б) для различных величин масляного слоя  $\Delta r$ :  
 ● – 5 мм; ▲ – 10 мм; ◆ – 15 мм; ▬ – 20 мм

На рисунке 4 представлены результаты расчетов времени осаждения  $\tau$  частиц загрязнений при значениях угловой скорости вращения центрифуги



ги  $\omega$ , равных 419, 523, 628 и 733  $\text{с}^{-1}$  мм, в зависимости от их плотности  $\rho$  при температуре 20 °С и 40 °С. Толщина масляного слоя  $\Delta r$  составляла 15 мм, размер частиц загрязнений  $d_3$  – 20 мкм.

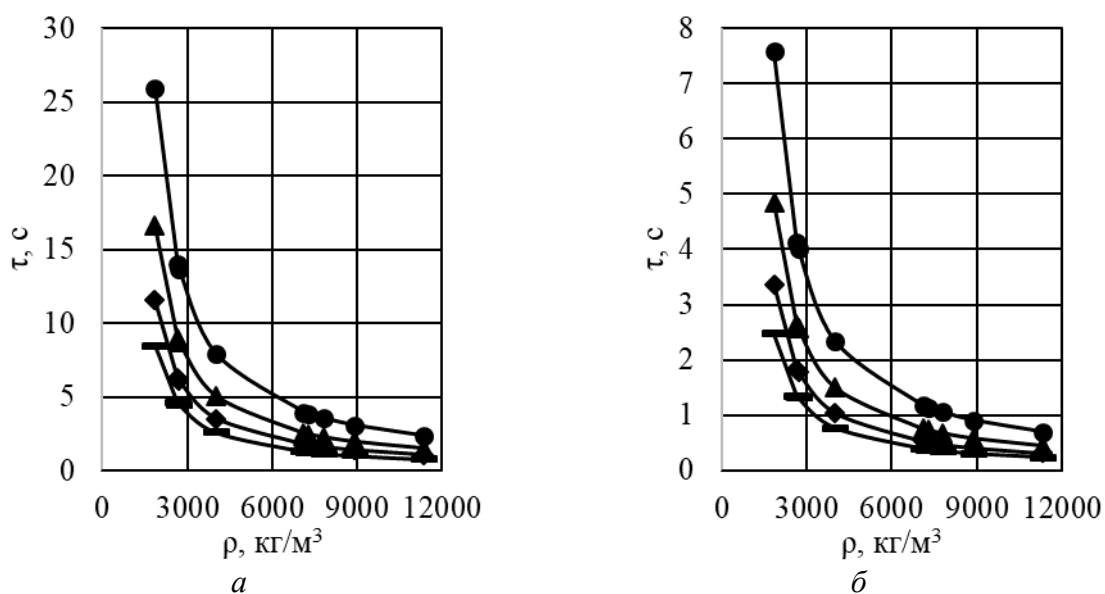


Рис. 4. Зависимости времени осаждения  $\tau$  частиц загрязнений от их плотности  $\rho$  при температуре 20 °С (а) и 40 °С (б) для различных величин угловой скорости вращения центрифуги  $\omega$ :

● – 419  $\text{с}^{-1}$ ; ▲ – 523  $\text{с}^{-1}$ ; ◆ – 628  $\text{с}^{-1}$ ; ─ – 733  $\text{с}^{-1}$

Анализ представленных зависимостей (рисунки 2–4) показывает, что время осаждения частиц загрязнений при центробежной очистке существенно зависит от температуры очищаемого масла. Так, при повышении температуры с 20 до 40 °С, время осаждения частиц загрязнений различной химической природы уменьшается в 3–4 раза, что свидетельствует о необходимости подогрева масла при центрифугировании.

Полученные зависимости (рисунок 2) наглядно демонстрируют, что увеличение размеров частиц загрязнений и их плотности, приводит к значительному снижению времени осаждения.

С увеличением толщины масляного слоя (рисунок 3) с 5 до 20 мм время осаждения увеличивается более чем в 4 раза, а угловой скорости вращения центрифуги (рисунок 4) с 419 до 733  $\text{с}^{-1}$  – снижается в 3 раза.

### Список литературы

1. Коваленко, В.П. Основы техники очистки жидкости от механических загрязнений / В.П. Коваленко, А.А. Ильинский. – Москва: Химия, 1982. – 277 с.
2. Бродский, Г.С. Фильтры и системы фильтрации для мобильных машин / Г.С. Бродский. – Москва: «Журнал «Горная промышленность» Издатель НПК «ГЕМОС Лтд.», 2003. – 360 с.
3. Большаков, Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов /

- Г.Ф. Большаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Недра, 1982. – 350 с.
4. Лихачев, А.Ю. Совершенствование процесса очистки отработанных моторных масел от механических примесей центробежным аппаратом в условиях сельскохозяйственного производства: автореф. дис..... канд. техн. наук: 05.20.03 / А.Ю. Лихачев, АЧГАА. – Зерноград, 2011. – 19 с.
  5. Капцевич, В.М. Очистка и регенерация смазочных материалов в условиях сельскохозяйственного производства: монография / В.М. Капцевич [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2007. – 232 с.
  6. Григорьев, М.А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания / М.А. Григорьев. – Москва: Машиностроение, 1983. – 148 с.
  7. Замальдинов, М.М. Многоступенчатый способ очистки и частичного восстановления эксплуатационных свойств отработанных моторных минеральных масел / М.М. Замальдинов. – Ульяновск: УГСХА, 2012. – 207 с.
  8. Лышко, Г.П. Рациональное использование топлива и смазочных материалов для сельскохозяйственной техники / Г.П. Лышко. – Кишинев: Карте Молдовяско, 1986. – 280 с.
  9. Сафаров, К.У. Исследования повышения качества моторных масел / К.У. Сафаров, В.М. Холманов, М.М. Замальдинов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2000. – №3. – С. 65-67.
  10. Новоселов, А.Г. Процессы и аппараты пищевых производств. Ч. 1. Гидромеханические процессы разделения: учеб.-метод. пособие / А.Г. Новоселов, Ю.Н. Гуляева, А.Б. Дужий – СПб.: Университет ИТМО. – 67 с.

### **УДК 631.3**

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В НЕРАБОЧИЙ ПЕРИОД**

*Карнов Егор Сергеевич, студент-бакалавр  
Самородов Алексей Сергеевич, студент-бакалавр  
Мелькумова Татьяна Владимировна, науч. рук., ассистент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** правильность и эффективность мероприятий, проводимых по повышению сохранности сельскохозяйственной техники, может быть установлена с помощью оценки существующих форм организации хранения. В данной статье проведен анализ способов хранения.*

***Ключевые слова:** хранение, сельскохозяйственная техника, коррозия, атмосферное воздействие*

Хранение сельскохозяйственной техники в нерабочий (зимний) период, является одной из главнейших задач для сельского хозяйства. От

правильного хранения зависит, как будет готова техника для работы, и каком состоянии она будет. Государственным стандартом 7751-2009 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения» различают три способа хранения сельскохозяйственной техники: хранение на открытой оборудованной площадке; хранение под навесом и хранение в закрытом помещении.

Лучшим из существующих способов считается последний [1] потому, что в отличие от открытого хранения, когда на машину действует весь комплекс внешних климатических факторов, закрытое хранение устраняет воздействие на машину жидких атмосферных осадков, солнечной радиации, ветреного воздействия, резких суточных колебаний температур. Исследования, проведенные отечественными учеными показали, что навес существенно не улучшает условия хранения техники, так как хотя и защищает от прямого воздействия солнечной радиации, дождя и снега, но не предохраняет от образования на её поверхности конденсата влаги и воздействия других климатических факторов. Это подтверждают, характеристики коррозионных разрушений деталей сельскохозяйственных машин (табл. 1; 2; 3)

Недостатком закрытых неотапливаемых помещений в климатическом отношении, является постоянно высокая относительная влажность воздуха (порядка 70-80% в летнее и особенно осеннее время относительная влажность воздуха может повышаться до 100%), что связано с «разгерметизацией» помещений, т. е. имеются условия для протекания процессов мокрой и влажной коррозии [2].

Таблица 1 – Влияние атмосферной коррозии на усталостную прочность при хранении изделий в течение 12 месяцев

Способ хранения	Усталостная прочность, МПа, изделий из стали		
	Ст 3	Сталь 20	У 8
В закрытом неотапливаемом помещении	32	22	35
Под навесом	22	20	16
На открытой площадке	20	18	17

Таблица 2 – Коррозия изделий, изготовленных из стали Ст.3

Способ хранения	Потеря массы от коррозии, г/м <sup>2</sup> при хранении в течение		
	4 мес.	8 мес.	12 мес.
В закрытом неотапливаемом помещении	3	12	25
На открытой площадке	61	118	164

Поэтому ГОСТом 7751-2009 предусмотрено проведение технологического обслуживания машин при подготовке их к хранению и при снятии с хранения и технического обслуживания – в процессе хранения.

Таблица 3 – Глубина питтингов деталей машин, изготовленных из стали СТ 3

Способ хранения	Глубина питтингов, мм в течение		
	4 мес.	8 мес.	12 мес.
В закрытом неотапливаемом помещении	-	-	0,015
На открытой площадке	0,032	0,07	0,1

При хранении машин в закрытом помещении составные части подлежащие хранению в специально оборудованных складских помещениях с машины не снимаются при условии их консервации и герметизации, так же отпадает необходимость в проведении защиты пневматических шин светозащитным составом и некоторых других технологических операций по подготовки к хранению [3].

Однако, на строительство закрытых помещений для хранения сельскохозяйственной техники необходимы большие капиталовложения и текущие затраты на содержание и эксплуатацию помещений (табл. 4) [4].

На практике наряду с рассмотренными способами применяется ещё и комбинированное хранение, когда наиболее ответственные узлы сельскохозяйственных комбайнов установленных на длительное хранение на открытых площадках, закрывают чехлами из полиэтиленовой плёнки толщиной 0,2-0,5 мм, для защиты от атмосферных осадков [5,6].

Таблица 4 – Среднестатистические величины капитальных и текущих затрат на хранение комбайна в зависимости от способа хранения и типа покрытий

Способы хранения	Зерноуборочный комбайн Дон - 1500	
	Сумма капитальных вложений, руб.	Сумма текущих затрат, руб.
1.Ангар	168475,03	10098,58
2.Навес	111535,25	9647,75
3.Открытые площадки с покрытием:		
-бетон, оптимальная гравийная смесь	99227,60	7709,19
-асфальтобетон, оптимальная гравийная смесь	72493,40	7348,52
-оптимальная гравийная смесь	56669,28	7799,35
-бетон, грунт	66407,20	4418,13
-оптимальная гравийная смесь, грунт	26914,53	4598,46
-асфальтобетон, грунт	39673,01	4102,55

Основным недостатком этого способа является тепличный эффект в замкнутом подчехольном пространстве, при отсутствии вентиляции, который возникает под действием солнечной радиации проникающей через полиэтиленовый чехол, что способствует развитию мокрой атмосферной коррозии.

Большинство сельскохозяйственных предприятий не имеют необходимой базы для обеспечения качественного хранения. Поэтому возникает необходимость поиска способа хранения обеспечивающее максимально высокое качество сохранности техники при минимальных затратах и максимальной доступности.

М. Б. Латышенком был разработан способ хранения комбайнов на открытых площадках под тепловыми экранами, которые защищают машину от прямого воздействия на неё внешних климатических факторов и препятствуют образованию конденсата влаги на узлах и деталях. Этот способ прост, экономичен, но основным его недостатком является то, что изготавливался экран из материалов сильно подверженных разрушению под воздействием атмосферных факторов, что сильно сократило срок их использования. Бывало, что конструкция не могла выдержать и одного периода длительного хранения [7,8].

С развитием современной технологии и появлением новых атмосферно стойких материалов, возможно, повысить надёжность конструкции тепловых экранов.

Необходимо использовать новые, более экономически выгодные способы хранения, предварительно проведя изучения их конструкции и проверку их защитных свойств.

### Список литературы

1. Андреев, К.П. Постановка сельхозтехники на зимнее хранение / К.П. Андреев, В.В. Терентьев // В сборнике: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 29-34.
2. Шемякин, А.В. Оценка качества хранения сельхозтехники / А.В. Шемякин, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 11. – С. 2-3.
3. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1 (29). – С. 10-13.
4. Латышенко, М.Б. Централизованное техническое обслуживание сельскохозяйственной техники в межсезонный период / М.Б. Латышенко, А.В. Шемякин, Е.М. Астахова, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 7. – С. 16-17.
5. Шемякин, А.В. Изменение состояния сельскохозяйственной техники в период хранения / А.В. Шемякин, В.Н. Володин, Е.Ю. Шемякина, К.П. Андреев // Сб. науч. тр. Рязань, – 2008. – С. 356 -358.
6. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39.

7. Латышёнков, М.Б. Тепловое укрытие для хранения сельскохозяйственных машин на открытых площадках / М.Б. Латышёнков, А.В. Шемякин, С.П. Соловьёва // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4 (16). – С. 93-94.

8. Терентьев, В.В. Обеспечение противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники при хранении / В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // В сборнике: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве Материалы Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 472-475.

**УДК 629.083:631.3 (571.150)**

## **ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕМОНТ И ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

*Карякин Константин Сергеевич, студент- бакалавр  
Медведева Жанна Владимировна, науч. рук., к.с.х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г.Барнаул, Россия*

***Аннотация:** техническое обслуживание машинно-тракторного парка проводят обязательно после выработки определенного ресурса или расходования определенного количества топлива. Сельскохозяйственная техника, не прошедшая очередного технического обслуживания, к дальнейшей работе не допускается. В процессе работы нарушается работоспособность машины, то есть изменяется взаимное расположение деталей в результате механического износа и ослабления креплений.*

***Ключевые слова:** Повышение эффективности машинно-тракторного парка, материал и методика, подъёмная платформа, конструкция, принцип действия конструкции*

Недостаточный уровень надежности новых и отремонтированных тракторов определяет значительные затраты на поддержание их в работоспособном состоянии. При этом необходимо рациональное сочетание средств, способов и вариантов проведения технического обслуживания (ТО). Эффективным является ТО с элементами диагностирования (ТОД). При проведении ТО необходимо стремиться к минимуму затрат без ущерба качеству обслуживания. Однако, до настоящего времени нет достаточных рекомендаций по совмещению обслуживания и диагностирования тракторов передвижными средствами с учетом производственных условий их работы.

Создание оперативного управления использованием передвижных средств ТОД на основе оснащения АТО (агрегат технического обслуживания) диагностическими средствами позволяет оперативно проводить об-

служивание тракторов в полевых условиях без дополнительных затрат времени.

Организация технического обслуживания машинно-тракторного парка требует точной системы планирования, учета и контроля за проведением технического обслуживания и ремонтов. Основными документами при этом являются: годовой план технического обслуживания и ремонтов, в котором отражены затраты на техническое обслуживание и ремонт, трудоемкость работ; график проведения технического обслуживания и ремонтов; журнал использования техники, технические паспорта и книги учета затрат.

Для проведения технического обслуживания машинно-тракторных агрегатов должна быть выделена автопередвижная мастерская или оборудованная необходимым инструментом и приспособлениями специальная автомашина.

Для тракторов в процессе их использования независимо от их технического состояния установлены следующие виды планового технического обслуживания: ежедневное, номерное и сезонное.

Объект исследования: Акционерное общество ИП Глава КФХ «Карякина А.Ф.»

Целью данной работы является поиск путей повышения эффективности использования машинно-тракторного парка предприятия за счет улучшения качества технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники с организацией полевого ремонта МТА.

Этого можно достичь за счет повышения технической готовности и уменьшения простоев машинно-тракторного агрегата, связанных с неисправностями и отказами в период напряженных полевых работ, устраняя неполадки машин и орудий непосредственно на полях.

Материал и методика исследования: в процессе исследования произведен анализ рынка существующих конструкций, в результате которого выбраны основные направления разработки.

Конструкция предназначена для проведения технического обслуживания любой сложности, диагностирования, ремонта, снабжения запасными частями и расходными материалами тракторов, комбайнов и прочей сельскохозяйственной техники в полевых условиях с обеспечением максимальной производительности в любых погодных условиях.

Конструкция состоит из основания 1 (рис. 1), представляющего собой две поперечные балки сваренные пластиной снизу образуя П-образное сечение, с заездами 2, подъёмной площадки 3 держащейся на тягах 4, 5, поднимаемых гидроцилиндром 6.

Площадка 3 представляет собой аналог основания со сдвигом поперечных балок по ширине. Гидропривод управляется пультом управления 7, который подаёт давление к гидроцилиндрам стоек. Шланги закрыты кожухом 8.

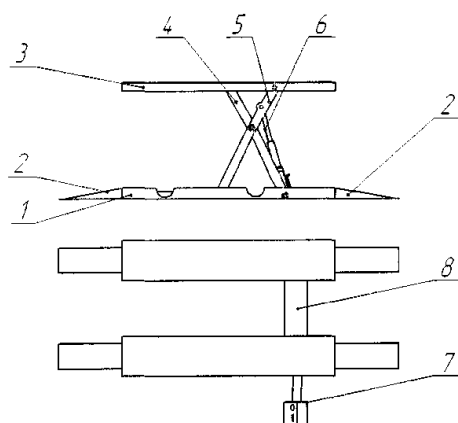


Рис. 1. Устройство конструкции

Параллельность подъёмной площадки 3 и основания 1 обеспечивается за счёт ножничного соединения образованного тягами 4 и 5.

Принцип действия конструкции основан на прототипе ножничного подъёмника. Подъёмная платформа держится на тягах 4 и 5, которые закреплены одним концом шарнирно к основанию 4 и платформе 5, другими концами – кулисно, на роликах и колёсах. То есть при подъёме и опускании один конец остаётся неподвижным (только вращается) а другой перемещается по направляющим в основании и платформе.

Конструкция максимально простая, что делает её производство доступным даже для использования в полевых условиях.

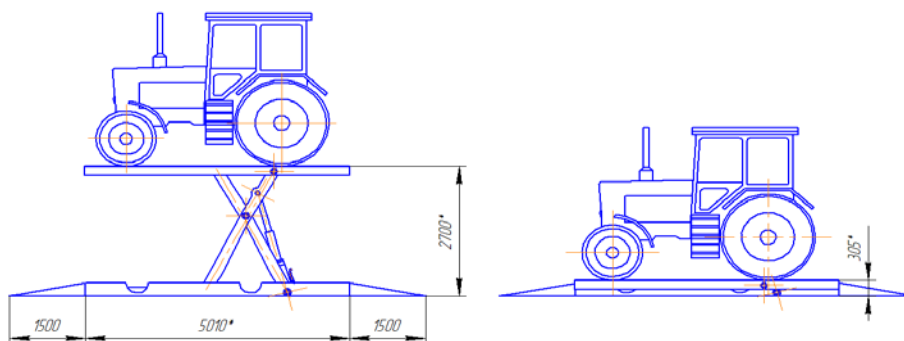


Рис. 2. Схема положения установки в поднятом (слева) и опущенном (справа) состоянии

### *Выводы.*

1. Мобильная мастерская предназначена для организации выездного ремонта в полевых условиях, для выполнения комплекса работ по техническому сервису (диагностирование, регулировочные и мелкие ремонтные работы при техническом обслуживании и текущем ремонте сельскохозяйственной техники и прицепного оборудования).

2. Данная установка будет применяться для выявления и устранения неисправностей в полевых условиях составных частей тракторов и сельскохозяйственных машин, а так же при выполнении ТО и ТР самоходной техники в мастерских предприятий.



3. Применение мобильной конструкции позволит повысить производительность труда при техосмотре МТП более чем в 10 раз (особенно в полевых условиях), повысить эксплуатационную надежность самоходной сельскохозяйственной техники на 25-30%, своевременно оценивать остаточный ресурс агрегатов машины и обоснованно устанавливать потребность в техническом обслуживании и ремонте машин, снизить в 2...2,5 раза простой машин в полевых условиях по техническим неисправностям и снижения воздействия опасного фактора.

### Список литературы

1. Гуримский, А.Н. Разработка передвижной полевой мастерской на базе автомобиля Камаз – 43114 / А.Н. Гуримский, А.А. Коротаяев // Молодежь и наука Уральский государственный аграрный университет (Екатеринбург). – 2016 – С. 43-45.
2. Завора, В.А. Основы машиноиспользования растениеводства / В.А. Завора, С.А. Белокурено. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – 188 с.

УДК 631.372

### УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

*Копейкин Артем Дмитриевич, студент-магистрант  
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в статье представлена установка для исследования почвообрабатывающих рабочих органов.

*Ключевые слова:* установка, эксперимент, процесс, обработка, почва, орган

Наиболее энергоемким технологическим процессом является обработка почвы: на нее в среднем расходуется 30-40% энергии, потребляемой в сельском хозяйстве.

В наше время в мировой и отечественной практике к наиболее востребованным экономным энергоресурсосберегающим, а так же почвозащитным способам относятся нулевая и минимальная обработки почвы, за счет которых значительно снижаются агротехнические операции.

Производственный опыт ученых (В.М. Ступин, А.Н. Каштанов, Н.В. Краснощеков, В.И. Кирюшин, Е.Л. Ревяткин, А.Т. Табашников, Е.М. Самойленко, В.И. Драгайцев, Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов и др.), работающих по данному направлению показывает, что минимальная

обработка почвы в соответствующих климатических условиях обеспечивает практически такой же урожай зерновых, что и при традиционной вспашке.

Как показывает опыт одного из передовых хозяйств Вологодской области СХПК колхоз «Новленский», применяющее данную технологию на своих полях, через несколько лет применения наблюдается заволакивание почв сорной растительностью и соответственно снижение урожайности зерновых.

Таким образом встал вопрос какой почвообрабатывающий рабочий орган использовать чтобы получить наилучший результат и снижение расходов на выполнение, данной операции.

Для исследования различных почвообрабатывающих рабочих органов на кафедре технические системы в агробизнесе инженерного факультета Вологодской ГМХА в рамках магистерской работы была изготовлена установка для экспериментальных исследований почвообрабатывающих рабочих органов рис.1.

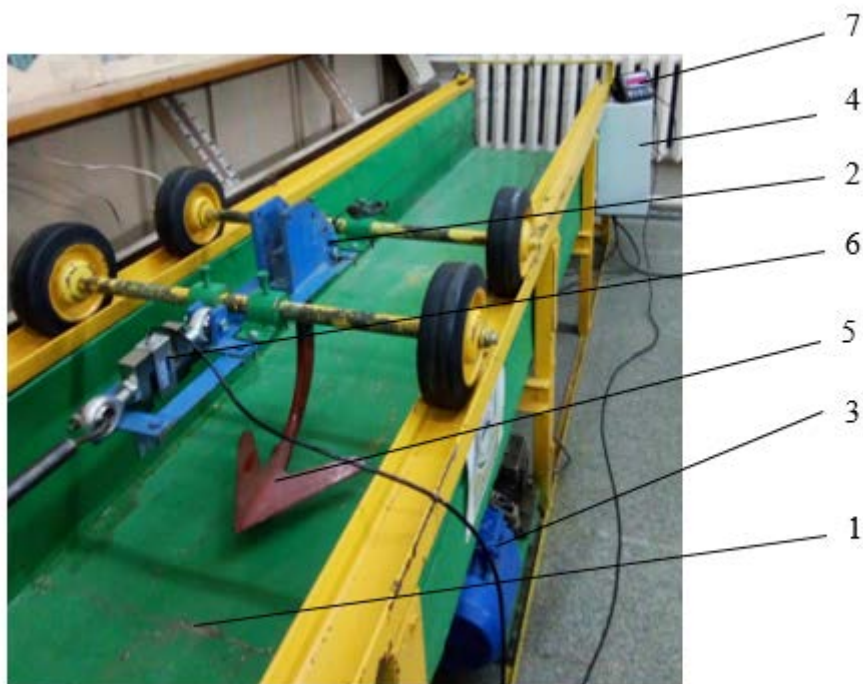


Рис.1. Установка для экспериментальных исследований почвообрабатывающих рабочих органов:

- 1-почвенный канал, 2-тележка, 3-электропривод тележки,
- 4-пульт управления приводом, 5-почвообрабатывающий рабочий орган,
- 6-тензодатчик, 7-динамограф электронный.

Принцип работы установки следующий электропривод 3 приводит в движение тележку 2 в зад и вперёд, скорость движения можно регулировать в различных диапазонах с помощью частотного регулятора, смонтированного в пульте управления приводом 4, благодаря смонтированному

на установке тензодатчика 6 и динамографа электронного можно фиксировать тяговое сопротивление почвообрабатывающего рабочего органа 5.

Таким образом заполнив почвенный канал материалом хозяйства можно будет приступать к исследованию различных почвообрабатывающих органов, и уже на основе полученных результатов давать рекомендации СХПК колхоз «Новленский» по применению того или иного способа обработки почвы.

### Список литературы

1. Копейкин, А.Д. Современные энергоресурсосберегающие технологии обработки почвы / А.Д. Копейкин, А. С. Михайлов//Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2019.стр. 162-165.
2. Джабборов, Н.И. Повышение производительности и эксплуатационной надежности МТА путем визуализации технологических процессов / Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов// Молочнохозяйственный вестник, №3 (15), III кв. 2014. – С. 57-63.
3. Джабборов, Н.И. Обоснование системы технологических процессов восстановления необрабатываемых земель в условиях повышенного увлажнения. [Текст]/ Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов// Инновации в сельском хозяйстве, №5 (10)/2014. – С. 66-68.

УДК 637.023

### СПОСОБ СНИЖЕНИЯ БАКТЕРИЦИДНОСТИ МОЛОКА ПРИ ДОЙКЕ

*Крюкова Надежда Сергеевна, студент-магистрант  
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент  
Гайдидей Сергей Владимирович, науч. рук., ст. преп.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* предлагается способ снижения бактерицидности молока с последующим охлаждением во время дойки, который позволит снизить бактерицидность молока термизацией и охладить его ледяной водой, получаемой в испарителе холодильной установки

*Ключевые слова:* термизация молока; охлаждение; холодильная установка, животноводческая ферма

Молоко является хорошей питательной средой для развития как полезной, так и технически вредной и патогенной микрофлоры. При выдаи-

вании молоко имеет температуру тела животного около 35...37°C. В молоке всегда находятся микробы, которые очень быстро размножаются.

Снизить бактериальную обсемененность и сохранить качество молока можно путем очистки, охлаждения и тепловой обработки.

Очистка молока проводится в целях освобождения его от механических примесей, в которых скапливаются различные микроорганизмы.

Охлаждение молока до 3...5°C предотвращает развитие нежелательных микроорганизмов при временном хранении сырого и пастеризованного молока.

Тепловая обработка молочного сырья проводится с целью его обеззараживания. Она должна обеспечить не только надежное подавление жизнедеятельности микроорганизмов, но и максимально возможное сохранение исходных свойств молока.

Термизация – это процесс термической обработки сырого молока, которая осуществляется при температуре от 60 до 68 °C с выдержкой до 30 с, при этом сохраняется активность щелочной фосфатазы молока.

При хранении молока (особенно на фермах), в значительной степени обсемененного психротрофными бактериями, происходит накопление продуктов их жизнедеятельности.

Проведение термизации позволяет продлить сроки хранения молока при температуре 5-6°C до 60±12 ч.

Известны установки для охлаждения молока с использованием естественного и искусственного холода [1, 2, 3, 4].

Недостатками этих установок являются сложность конструкции, отсутствие термизации парного молока при дойке с целью снижения его бактерицидности и большая материалоемкость.

Известна технология тепловой обработки молочного сырья нагреванием по мягкому режиму [5], включающая термизацию, охлаждение холодной и ледяной водой и регенерацию.

Недостатками данной технологии являются значительные энергозатраты на нагрев воды для термизации и значительное механическое воздействие на обрабатываемое молоко.

Предлагаемый способ снижения бактерицидности молока может применяться с целью снижения его бактерицидности и повышения качества молока, а также и снижения затрат энергии.

Задачей изобретения является термизация молока с последующим охлаждением ледяной водой при использовании холодильной установки, что снижает затраты энергии за счет использования теплоты охлаждаемого молока на его нагрев непосредственно во время дойки.

Технический результат достигается тем, что молоко с температурой 33...34°C проходит термизацию в рекуперативном теплообменнике водой, нагреваемой в конденсаторе холодильной установки, и затем охлаждается ледяной водой, получаемой в испарителе холодильной установки, что

снижает затраты энергии и снижает бактерицидность молока, повышая его качество.

Сущностью данного способа [6], является использование теплоты молока, полученной при его охлаждении в рекуперативных теплообменниках, для термизации. При этом нагрев с последующим охлаждением ледяной водой снижает бактерицидность молока и, следовательно, улучшает его качество.

Способ снижения бактерицидности молока при дойке поясняется схемой, представленной на рисунке 1. Схема включает в себя компрессионную холодильную установку, состоящую из компрессора 1, конденсатора 2, испарителя 3, дросселя 4, два рекуперативных теплообменника: термизации молока 5 и охлаждения молока 6, установленных на молокопроводе 7, и танк-охладитель 8.

Способ снижения бактерицидности молока при дойке с последующим охлаждением ледяной водой заключается в следующем.

Молоко из молокопровода 7 поступает в рекуперативный теплообменник 5, где проходит термизацию водой, нагретой в конденсаторе 2 холодильной установки. Затем молоко поступает в рекуперативный теплообменник 6, где оно охлаждается ледяной водой, получаемой в испарителе 3 холодильной установки. Далее охлажденное молоко поступает в танк-охладитель 8.

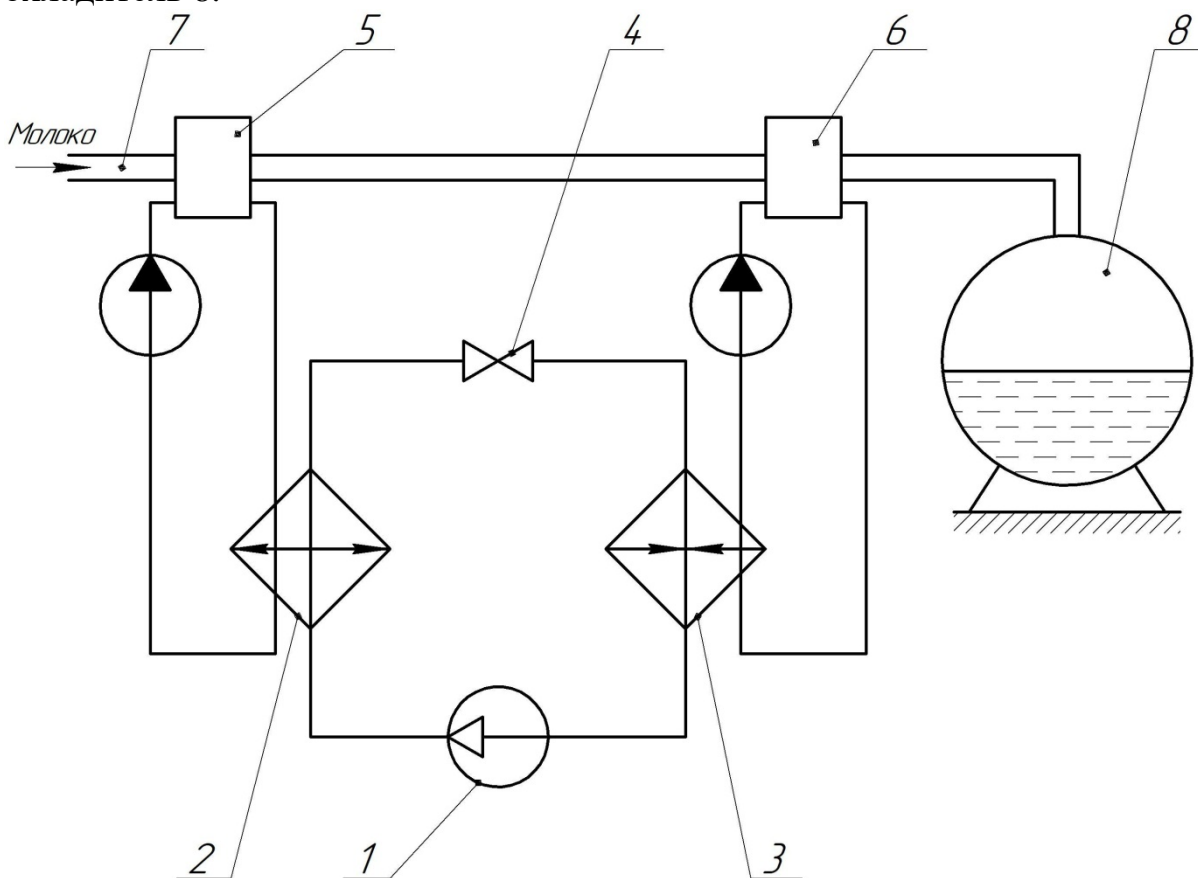


Рис. 1.

Ледяная вода в рекуперативном теплообменнике 6 испарителя 3 холодильной установки получает теплоту у прошедшего термизацию молока. В конденсаторе 2 холодильной установки эта теплота при высокой температуре передается в рекуперативном теплообменнике 5 воде, нагревая её до температуры термизации.

К этой теплоте добавляется теплота, полученная от работы компрессора 1 холодильной установки. Молоко нагревается при термизации на 27...30°C, а охлаждается на 60...63 °С, то теплоты, полученной при охлаждении молока достаточно для термизации молока, так как коэффициент преобразования теплоты холодильной установки больше холодильного коэффициента на величину работы компрессора.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет снизить затраты на первичную обработку молока и повысить качество получаемого продукта.

### Список литературы

1. Патент РФ №2423824 от 20.07.2011 г., Ф.Г. Марьяхин, А.И. Учваткин, Б.П. Коршунов, А.Б. Коршунов, Ю.Б. Пржегитишевски, Н.В. Романовский, Ю.Е. Ярославцев.
2. Патент на полезную модель РФ №179014 от 25.04.2018 г., И.В. Зефирров, В.А. Сухляев, К.В. Тюрмаков.
3. Патент РФ 184502, МПК А01J 5/08. Устройство для доения / С.В. Гайдидей, И.В. Зефирров, Н.И. Кузнецова, И.А. Коряковский: заявлено 07.05.2018, опубл. 29.10.2018. Бюл. №31.
4. Патент № 187616 РФ, МПК А01J 9/04, А23С3/02. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки/ Гайдидей С.В., Зефирров И.В., Кузнецова Н.И., Бежанян Н.Т. опубликовано 13.03.2019 г. Бюл. №8.
5. Шутов, А.А. Технология тепловой обработки молочного сырья нагреванием по мягкому режиму / А.А. Шутов, В.Н. Туваев / Аграрная наука сельскохозяйственному производству. Том 2. Инженерные науки. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы научно-практической конференции, посвященной 97-летию академии. – Вологда-Молочное, 2008. – С. 108-111.
6. Патент № 2706090 РФ, МПК А23С3/04. Способ снижения бактерицидности молока при дойке/ Гайдидей С.В., Зефирров И.В., Кузнецова Н.И., Бежанян Н.Т. опубликовано 13.11.2019 г. Бюл. №32.

**ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ САЖИ В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Курманов Николай Игоревич, студент-бакалавр  
Солтан Елена Леонидовна, студент-бакалавр  
Чугаев Павел Сергеевич, науч. рук.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в работе рассмотрены основные причины образования сажистых отложений в дизельных двигателях внутреннего сгорания.*

***Ключевые слова:** топливо процесс сгорания, сажа, моторное масло, топливо, угол впрыска топлива, аэродинамическое сопротивление, система выпуска, система впуска*

В процессе сгорания топливо, поданное в камеру сгорания двигателя, сгорает не полностью. Полному (идеальному) сгоранию препятствует ряд факторов: ограниченность процессов смесеобразования и сгорания по времени, несовершенство процессов топливоподачи и распыливания, неравномерность концентрации кислорода и топлива и др. Так, при недостатке воздуха и высокой температуре воздушного заряда в цилиндре двигателя поданное топливо подвергается пиролизу с образованием продуктов неполного окисления: угарного газа, альдегидов, карбоновых кислот, сажи, различных тяжёлых углеводородов (в основном ароматических типа нафталина с большим числом сконденсированных колец и с кратными связями) [1].

Сажа, по данным ряда исследований [2], имеет большую удельную поверхность, до 75-80 м<sup>2</sup>/г, что обуславливает её высокую абсорбирующую способность. Поэтому, оседая в газовойпускной системе двигателя, сажа впитывает как губка пары несгоревших углеводородов, образуя чёрные мазеобразные отложения. С ростом температуры отработавших газов, например, при увеличении нагрузки на двигатель, эти отложения склонны к воспламенению и образованию горящих искр, выбрасываемых из выхлопной системы двигателя.

Факторы влияющие на образование сажи в дизельном двигателе приведены на схеме (рисунок 1)

Влияние качества моторного масла на показатели токсичности ОГ дизелей определяется несколькими факторами. Моторное масло, попадающее в цилиндры дизеля и сгорающее вместе с топливом, вносит весомый «вклад» в образование твердых частиц. Легкие фракции моторного масла обычно полностью окисляются в камере сгорания дизельного двигателя с образованием диоксида углерода CO<sub>2</sub> и паров воды. Высокомолекулярные углеводороды тяжелых фракций масла в условиях повышенных темпера-

тур подвергаются пиролизу с образованием твердых частиц сажи. Твердые частицы образуются также в результате износа деталей двигателя и при сгорании присадок, содержащихся в масле. Поэтому наиболее значимым продуктом сгорания моторного масла являются твердые частицы. Их эмиссия с ОГ определяется качеством моторного масла, расходом масла на угар и интенсивностью старения масла, конструкцией дизеля и условий его эксплуатации. Обычно количество твердых частиц, образующихся при сгорании моторного масла, составляет от 5 до 50% от их количества [3].

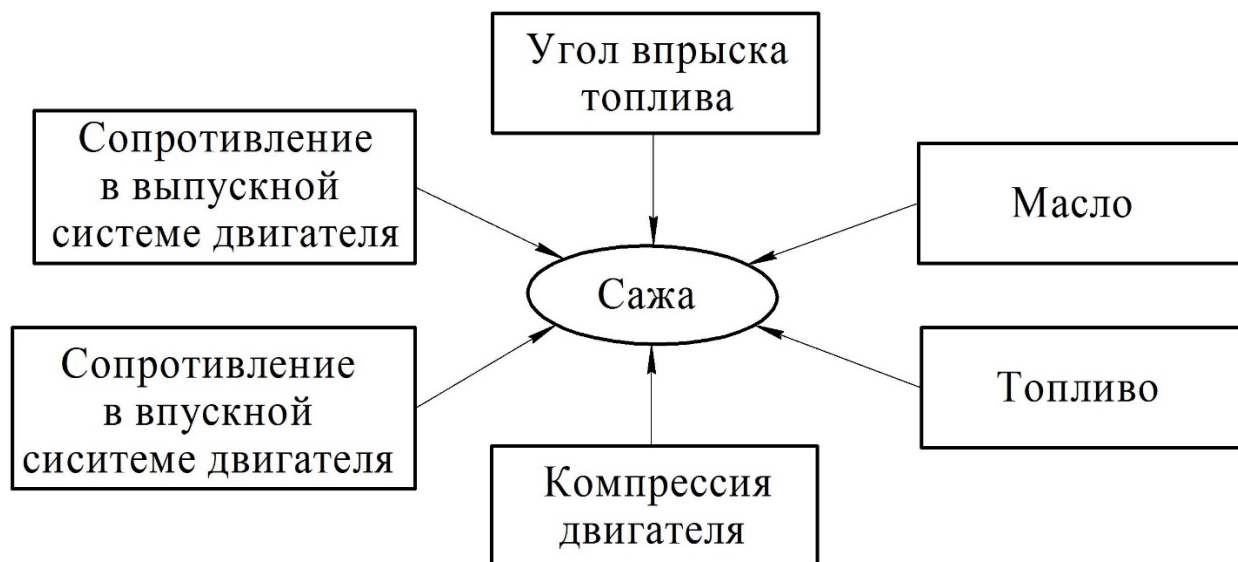


Рис. 1. Факторы влияющие на образование сажи

Наибольшее влияние на процесс образования твердых сажистых частиц оказывает моюще-диспергирующее свойство моторного масла [4]. Наличие в масле металлосодержащих моющих присадок приводит к повышению зольности масла, что способствует образованию зольных отложений в камере сгорания, преждевременному воспламенению рабочей смеси, прогару выпускных клапанов, абразивному изнашиванию. Поэтому зольность моторных масел ограничивают верхним пределом. Ее допустимое значение зависит от типа и конструкции двигателя, расхода масла на угар и условий эксплуатации.

Наиболее характерные виды отложений сажи на элементах двигателя внутреннего сгорания представлены на (рисунке 2).

Еще одной причиной увеличенного сажеобразования в процессе сгорания масла в камерах сгорания двигателя может быть износ цилиндропоршневой группы двигателя. При котором увеличивается поступление масла в камеры сгорания через увеличенные зазоры в замках поршневых колец.

Дизельные двигатели примерно 10-20% введенного топлива сначала превращают в сажу [5].

Процесс образования сажи при сгорании топлива условно разделяет-



ся на три основные фазы [6]: образование зародыша, рост зародыша в частице сажи, коагуляция первичных сажевых частиц. Скорость образования сажи определяется скоростью химических процессов.

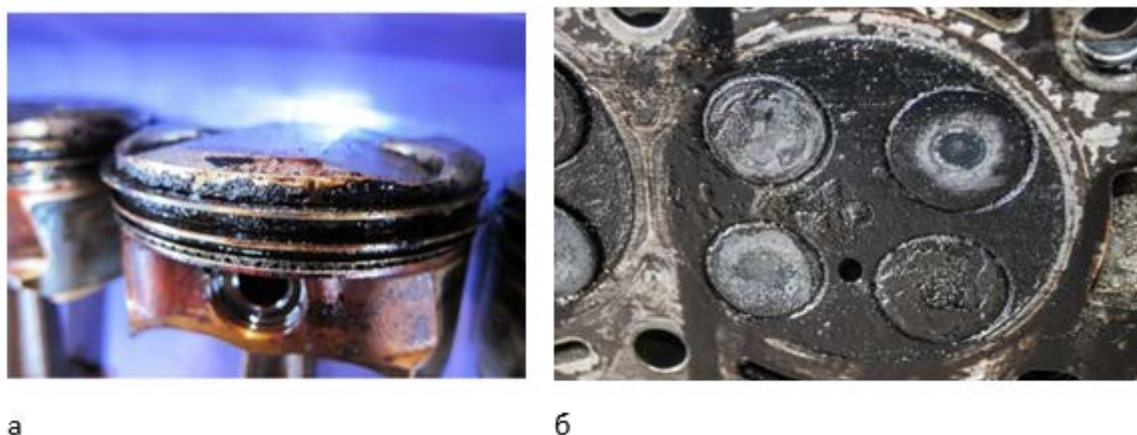


Рис. 2. Сажистые отложения:  
а) поршень двигателя; б) головка блока цилиндров

Поскольку наибольшее распространение в АПК получили быстроходные четырёхтактные дизельные двигатели, то топливо должно отвечать их следующим требованиям [7]:

- иметь хорошее смесеобразование и воспламеняемость;
- обладать соответствующей вязкостью;
- иметь хорошую прокачиваемость при различных температурах окружающего воздуха;
- не содержать сернистых соединений, водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды.

Вязкость и плотность определяют процессы испарения и смесеобразования в дизеле. Большое влияние на вязкость оказывает температура окружающей среды. Низкая вязкость и плотность топлива обеспечивает лучшее распыление топлива, а высокая вязкость ухудшает распыление топлива и приводит к неполному его сгоранию. При повышенной и пониженной вязкости наблюдается увеличение нагарообразования и дымности двигателя [8].

Содержание серы, водорастворимых кислот, щелочей, непредельных углеводородов. Все эти соединения вредно отражаются на долговечности дизелей, приводят к повышенной коррозии и износу, нагарообразованию.

Соединения серы образуют при сгорании  $SO_2$  и  $SO_3$ , что повышает точку росы водяного пара, усиливая этим процесс образования  $H_2SO_4$ . Допустимое содержание серы регламентируется стандартами на дизельное топливо и не должно превышать 0,2 ... 0,5 % [7].

Повышенное содержание серы в топливе увеличивает нагарообразование, что ухудшает условия охлаждения деталей цилиндропоршневой группы; пригорание поршневых колец вызывает падение мощности двига-

теля. Кроме того, ускоряются процессы окисления и старения моторного масла [8].

При сгорании топлив, содержащих непредельные углеводороды, вследствие окисления в цилиндре двигателя образуются смолистые вещества, приводящие к нагарообразованию. Содержание фактических смол не должно превышать 40 мг на 100 мл топлива [7].

Стандартами предусмотрена предельная кислотность дизельных топлив. Она не должна превышать 5 мг на 100 мл дизельных топлив [8].

Не допускается наличие минеральных (водорастворимых) кислот и щелочей, которые могут остаться в топливе в результате недостаточной промывки и отстоя топлива после его очистки.

Угол опережения впрыска топлива является основным показателем исправной работы двигателя. От его величины зависят продолжительность периода задержки самовоспламенения, скорость нарастания давления и расположение линии сгорания относительно верхней мертвой точки. При смещении сгорания топлива на начало процесса расширения уменьшается давление в конце горения, повышается температура отходящих газов и возрастают потери теплоты, что приводит к увеличению удельного расхода топлива. Кроме того, будут происходить перегрев поршня и повышение температурных напряжений цилиндра [9].

Каждому режиму работы двигателя соответствует определенный режим впрыска топлива, который зависит от нагрузки и оборотов двигателя. Смещение угла впрыска топлива в большую или меньшую сторону приводит к ухудшению процесса горения топлива, которое может сопровождаться большим количеством выделения сажи и перегреву двигателя [10].

Изменения угла опережения впрыска топлива происходят вследствие естественного износа элементов топливной аппаратуры. Изменения регулировок в процессе некачественного технического обслуживания или ремонта техники.

К впускным и выпускным системам дизельных двигателей предъявляется ряд требований [11-14], среди которых основными являются максимальное снижение аэродинамического шума и минимальное аэродинамическое сопротивление. Оба этих показателя определяются во взаимосвязи конструкции фильтрующего элемента, глушителей впуска и выпуска, каталитических нейтрализаторов, наличия наддува (компрессора и/или турбокомпрессора), а также конфигурации впускных и выпускных трубопроводов и характером течения в них. При этом практически отсутствуют данные о влиянии дополнительных элементов впускных и выпускных систем (фильтров, глушителей, турбокомпрессора) на газодинамику потока в них.

Установлено [15], что на процесс впуска в поршневом двигателе внутреннего сгорания оказывает существенное влияние аэродинамическое сопротивление впускного тракта:

– возрастание сопротивления фильтрующего элемента сглаживает динамику процесса наполнения, но при этом снижает скорость потока воздуха, что соответственно уменьшает коэффициент наполнения;

– влияние фильтра усиливается с ростом частоты вращения коленчатого вала;

При этом аэродинамическое сопротивление выхлопной системы также значительно влияет на газодинамические и расходные характеристики процесса выпуска:

– увеличение гидравлического сопротивления выпускной системы в двигателе приводит к усилению пульсаций скорости потока воздуха в выпускном канале;

– при низких избыточных давлениях на выпуске в системе с глушителем шума наблюдается уменьшение объемного расхода через выпускной канал, тогда как при высоких – наоборот, происходит его увеличение по сравнению с выпускной системой без глушителя.

В работе рассмотрены основные причины образования сажи в процессе работы и факторы, влияющие на повышенное сажеобразование дизельного двигателя. Установлено что сажа способна к накоплению в выпускной системе двигателя что может приводить к самовоспламенению сажистых частиц и образованию искр, выбрасываемых из выпускной системы двигателя. Это в свою очереди может привести к образованию чрезвычайной ситуации в процессе эксплуатации техники.

### Список литературы

1. Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы / А.В. Кузнецов – М.:КолосС, 2007. – 199 с.
2. Научный журнал «Известия КГТУ», № 48. – 2018 г.
3. Марков, В.А.Токсичность отработавших газов дизелей. 2-е изд., перераб. и доп. / В.А.Марков,Р.М. Баширов, И.И.Габитов— М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
4. Остриков, В.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие / С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, В.Д. Прохоренков, И.М. Курочкин, А.О. Хренников, Д.В. Доровских. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с.
5. Левтеров, А.М. Анализ математических моделей механизма сажеобразования при сжигании углеводородных топлив / А.М. Левтеров, Л.И. Левтерова // Вісник НТУ «ХПІ» Харьков, 2013. – №5 (979). – С. 130-141.
6. Глазков, Д.Ю. Процесс сажеобразования в цилиндре дизеля и методы его моделирования / Д.Ю. Глазков // «Известия КГТУ» – Калининград, 2018. – № 48. – С. 131-141.
7. Милованов, А.В. Топливо и смазочные материалы: Учеб. пособие. / А.В. Милованов, С.М. Ведищев. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003 – 80 с.

8. Остриков, В.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие / С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, В.Д. Прохоренков, И.М. Курочкин, А.О. Хренников, Д.В. Доровских. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с.
9. Угол опережения впрыска и угол опережения подачи топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tractor-server.ru/ugol-operezheniya-vpryska-i-ugol-operezheniya-podachi-topлива/>
10. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов: учеб. по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев; под ред. засл. деят. науки РФ Б.А. Шароглазова. – Челябинск: ЮУрГУ, 2010. – 382 с.
11. Драганов, Б.Х. Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания / Б.Х. Драганов, М.Г. Круглов, В.С. Обухова. – Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 175 с.
12. Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1: Теория рабочих процессов: учеб. / В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др.; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 368 с.
13. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов: учеб. по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев; под ред. засл. деят. науки РФ Б.А. Шароглазова. – Челябинск: ЮУрГУ, 2010. – 382 с.
14. Блинов, А.Д. Современные подходы к созданию дизелей для легковых автомобилей и малолитражных грузовиков / А.Д. Блинов, П.А. Голубев, Ю.Е. Драган и др.; под ред. В. С. Папонова, А. М. Минеева. – М.: НИЦ «Инженер», 2000. – 332 с.
15. Плотников, Л.В. Влияние аэродинамического сопротивления впускных и выхлопных систем автомобильных двигателей на процессы газообмена. Плотников Л.В., Жилкин Б.П., Бродов Ю.М., Григорьев Н.И. – Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: энергетика. – Том 14. – № 1. – 2014 – с 15-21.

**УДК 542.06**

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ И РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ**

*Лисина Екатерина Сергеевна, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье рассмотрены и проанализированы современные методы очистки и регенерации обработанных смазочных масел.

**Ключевые слова:** моторное масло, очистка, регенерация, отработанное масло, утилизация

Смазочные материалы (масла, консистентные смазки, смазочно-охлаждающие технологические средства - СОТС) играют важную роль в эксплуатации современной техники, выполняя следующие функции: уменьшают трение и предотвращают износ трущихся поверхностей, а также используются в качестве электроизоляционной и теплоотводящей среды. Основная часть смазочных материалов изготавливается на нефтяной основе. Нефтяные масла находят широкое и разнообразное применение при эксплуатации современной техники. Наряду с моторными маслами, используемыми для смазки двигателей внутреннего сгорания, большое количество масел употребляется для смазки различных машин, механизмов, станков и приборов, в качестве рабочих жидкостей для гидравлических систем разного назначения, для изоляции электрических устройств, обеспечения работы вакуумных насосов и многих других целей.

Незначительная часть применяемых смазочных материалов (10-20%), в процессе эксплуатации безвозвратно теряется на угар, испарение, унос, проливы и утечки. Основная же их часть (80-90%) в условиях эксплуатации претерпевает сложные физико-химические (термические, окислительные и т.д.) изменения состава и свойств: от простого загрязнения внешними примесями и внутренними продуктами износа до глубоких химических превращений, приводящих, в конечном итоге, к ухудшению эксплуатационных свойств масел. Смазочные материалы, непригодные к дальнейшему использованию, после окончания срока службы или по своему состоянию удаляются из системы смазки и заменяются свежими кондиционными нефтепродуктами. Отработанные минеральные масла характеризуются темным цветом, повышенными показателями вязкости, кислотных чисел, содержанием асфальтенов и смол.

Загрязнения нефтяных масел классифицируются по признакам, характеризующим источники их загрязнения, к которым относятся атмосферные, микробиологические, износные.

Атмосферные загрязнения (пыль, влага) попадают в масло на всех этапах его производства, транспортирования и хранения.

Микробиологические загрязнения (бактерии, грибки, пирогенные вещества) попадают в нефтяные масла из атмосферы. В настоящее время известно более 100 видов микроорганизмов. Попадая в масло с атмосферной пылью, они начинают размножаться. Питательной средой для них являются присутствие в масле влаги и воздуха.

В нефтяных маслах присутствуют продукты химической и электрохимической коррозии конструкционных материалов технологического

оборудования. Появление этих веществ в нефтяных маслах называют контактными загрязнениями.

Износные загрязнения попадают в масло из-за механического износа перекачивающего оборудования и запорной аппаратуры, а также при эксплуатации машин.

По химическому составу загрязнения подразделяют на неорганические (минеральные вещества, вода, воздух) и органические, имеющие углеводородное и микробиологическое происхождение (смолы, асфальтены, соли карбоновых кислот, бактерии, грибки и т. п.)

Загрязнения нефтяных масел целесообразно классифицировать по основным этапам производства, транспортирования, хранения и применения, поэтому их называют производственными, операционными и эксплуатационными.

Производственными загрязнениями называют загрязнения, концентрация и состав которых образовались в процессе производства нефтяных масел. Характеристики производственных загрязнений представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Производственные загрязнения нефтяных загрязнений

Вид	Состав	Причины возникновения	Условия появления
Атмосферные	Оксиды металлов и кремния, вода	Контакт с пыльным и влажным воздухом	Негерметичность технологического оборудования
Технологические	Смолы	Полимеризация олефинов, конденсация ароматических углеводородов, окислительные процессы	Наличие в нефти реакционноспособных веществ
Контактные	Оксиды металлов	Коррозия технологического оборудования	Применение оборудования из коррозионно-активных материалов, отсутствие защитных покрытий
Нефтяные	Оксиды металлов и кремния, асфальтосмолистые соединения	Наличие в исходном нефтяном сырье	Применение нефти, содержащей загрязненные примеси

В России из произведенных промышленностью исходных промышленных, энергетических масел в количестве 1 млн.170 тыс. тонн потенциально образуется 150 тыс. тонн ежегодно.

По методу переработки моторных масел можно разделить на четыре группы: физические, физико-химические, химические и комбинированные.

Физические методы включают в себя отстаивание, центрифугирование, фильтрацию, отгон легких фракций и вакуумную перегонку. Именно последний способ является наиболее эффективным, поскольку позволяет получить масло с минимальной зольностью, коксоемкостью, хорошими показателями по цвету и незначительным содержанием асфальтосмолистых веществ.

К наиболее часто используемым физико-химическим способам обработки моторных масел принадлежат коагуляция, контактная очистка отбеливающими глинами и адсорбентами, а также очистка пропаном и фенолом.

Химические методы – это сернокислотная и щелочная очистка. Серная кислота является достаточно активным веществом в контексте воздействия на большинство загрязнений и продуктов окисления отработанного масла. Но такой способ серьезно ограничивается трудностью утилизации побочного продукта – кислого гудрона. В связи с этим сернокислотную очистку часто заменяют гидрогенизационными процессами.

Восстановления свойств отработанных масел комбинированным способом применяются там, где существует сильное многообразие продуктов загрязнения.

*Способ регенерации отработанного масла.* Поставленная цель достигается путем смешения предварительно нагретого масла с водным раствором, состоящим из 30-50 мас. % карбамида, 4-6 мас. % моноэтаноламина и 2-4 мас. % хлорида алюминия, взятого в количестве 0,5-1,0 об.% от объема отработанного масла и последующим отделением регенерированного масла. Масло предварительно нагревают до 80-100°C.

Водный раствор карбамида, моноэтаноламина и хлорида алюминия дестабилизирует масло как коллоидную систему. Активно начинаются процессы коагуляции и седиментации частиц дисперсной фазы. При этом карбамид и моноэтаноламин резко уменьшают толщину адсорбционно-сольватной оболочки высокодисперсных частиц, приводя их к полному оголению и слипанию друг с другом за счет электростатического притяжения. Моноэтаноламин также способствует образованию седиментационно неустойчивых ассоциатов смолистых веществ за счет образования водородных связей, кроме того, он является и деэмульгатором водной эмульсии в масле.

Хлорид алюминия образует нерастворимые координационные соединения со смолистыми веществами, полициклическими ароматическими углеводородами и серосодержащими соединениями за счет донорно-акцепторного взаимодействия.

Загрязненное масло нагревают до температуры 80-100°C, затем в него добавляют водный раствор, состоящий из 30-50 мас. % карбамида, 4-6 мас. % моноэтаноламина и 2-4 мас. % хлорида алюминия, взятого в количестве 0,5-1,0 об. % от объема отработанного масла. При заданной темпе-

ратуре выдерживают в течение одного часа при периодическом перемешивании, отделяют загрязнения центробежным способом.

Именно при этих параметрах достигается лучший эффект регенерации отработанного моторного масла М-10Г2к от продуктов старения и загрязнений. Добавление в отработанное масло менее 0,5 об. % водного раствора карбамида, моноэтаноламина и хлорида алюминия (состав 1) снижает качество регенерации, а при введении более 1,0 об. % (состав 5) не приводит к повышению показателей регенерации (см. табл. 3)

Способ регенерации отработанного масла путем смешения предварительно нагретого масла до 80-100°C с водным раствором карбамида и последующим отделением регенерированного масла, отличающийся тем, что смешение масла проводят с водным раствором, состоящим из 30-50 мас. % карбамида, 4-6 мас. % моноэтаноламина и 2-4 мас. % хлорида алюминия, взятого в количестве 0,5-1,0 об. % от объема отработанного масла.

В настоящее время особую важность приобретает рациональное и экономное расходование нефтепродуктов. Это относится не только к моторным маслам, но и к промышленным, компрессорным, трансформаторным, турбинным и другим маслам.

Отработанные масла, попадающие в окружающую природную среду, лишь частично удаляются или обезвреживаются в результате природных процессов. Основная же их часть является источником загрязнения почвы, водоемов и атмосферы. Накапливаясь они приводят к нарушению воспроизводства птиц, рыб и млекопитающих, оказывают вредное воздействие на человека.

Таким образом, по мнению участников «круглого стола», проблема сбора и утилизации отработанных нефтепродуктов является актуальной, более того, рентабельной и наукоемкой областью, так как при правильной организации процесса регенерации стоимость восстановленных масел на 40-70% ниже стоимости свежих масел при практически одинаковом их качестве.

Таблица 2 – Показатели регенерации отработанного моторного масла

№	Наименование показателя	Исходное отработанное масло	Регенерированное масло по способу прототипа	Регенерированное масло по предлагаемому способу
1	Вязкость кинематическая при 1000С, мм <sup>2</sup> /с	12,1	11,5	11,0
2	Массовая доля механических примесей, %	2,7	0,01	Отс.
3	Массовая доля воды, %	1,5	0,3	Отс.



4	Температура вспышки в открытом тигле, 0С	160	200	210
5	Температура застывания, 0С	- 12	- 16	- 22
6	Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	3,6	4,2	6,1
7	Кислотное число, мг КОН на 1 г масла	1,5	1,2	0,4
8	Зольность сульфатная, мас. %	1,7	1,1	0,9
9	Плотность при 20 0С г/см	0,480	0,840	0,900
10	Содержание мас. %: смола асфальтенов карбенов и карбонидов несгораемых	5,7 0,8 2,2 0,7	5,1 0,5 2,1 0,01	0,3 0,03 0,009 0,01
11	Загрязненность, см-1	540	95	75
12	Цвет в ед. ЦТН	Более 8	6,5 – 7,0	3 - 4

Таблица 3 – Показатели регенерации отработанного масла М-10Г2к с использованием различных составов водного раствора карбамида, моноэтаноламина и хлорида алюминия.

№ состава	Состав водного раствора	Количество водного раствора в об.% от объема отработанного масла	Показатели регенерации		
			Мехпримеси, мас.%	Смола, мас.%	Загрязненность, см-1
Карбамид	Моноэтаноламин	Хлорид алюминия			
1	25	3	1	0,25	0,35
2	30	4	2	0,50	Отс.
3	40	5	3	0,75	Отс.
4	50	6	4	1,00	Отс.
5	60	7	5	1,25	Отс.

### Список литературы

1. Иванюк, С.В. Разработка и оценка геоэкозащитной технологии регенерации отработанных смазочных масел строительной техники: Автореф.

дис. ... канд. техн. наук : 25.00.36 / Иванюк Сергей Викторович; С-Пт., 2012. – 25 с.

2. Литвинов, В.И. Инженерная экология: Учебное пособие / В.И. Литвинов. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – 120 с.

3. Способ очистки отработанного масла: Патент Рос. Федерация. №2078127, опубл. 27.07 1997 г. © Назаров С.В., 2015

4. Литвинов, В.И. Улучшение условий труда и экологическая безопасность производства в агроинженерии: Учебное пособие / В.И. Литвинов. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2019. – 117 с.

**УДК 504.05**

## **ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Литвинов Владимир Игоревич, к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** рассматривается оценка роли альтернативных источников энергии в решении энергетических проблем мировой экономики. Дан обзор развития альтернативных источников энергии в ряде стран. Рассмотрены особенности влияния альтернативной энергетики на окружающую среду.*

***Ключевые слова:** альтернативные электростанции, возобновляемые источники энергии, экологические факторы, солнечная энергия, ветряная энергия, ветряные турбины, электричество, энергетика, глобальные энергетические проблемы*

В наше время без электричества практически невозможно обойтись. Трудно отыскать такое место, где не используется электроэнергия. Широкое внедрение электричества послужило для многих открытий, которое дало толчок для создания оборудования, которое облегчает работу людям.

Электричество прочно вошло в нашу жизнь, что просто немислимо его отсутствие в быту, на производстве, в сельском хозяйстве.

Основой энергетики являются топливные запасы углеводородного сырья (угля, нефти и газа). Из этого материала мы получаем около 90% энергии. Традиционная энергетика оказывает воздействие на различные компоненты природной среды: на атмосферу, на гидросферу, на литосферу.

В настоящее время это воздействие приобретает глобальный характер, затрагивая все структурные компоненты нашей планеты. Выходом для общества из этой ситуации должны стать: внедрение новых технологий (по

очистке, рециркуляции выбросов; по переработке и хранению радиоактивных отходов и др.), распространение альтернативной энергетики и использование возобновляемых источников энергии

Выделяют четыре направления энергетики (таблица 1): традиционная энергетика на органическом топливе (уголь, газ, нефть, нефтепродукты), гидроэнергетика, атомная энергетика, альтернативные источники энергии (АИЭ).

В понятие «альтернативная энергетика» входят четыре основных составляющих:

- возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – солнечная ветровая, геотермальная и гидравлическая энергии, биомасса, низкопотенциальное тепло земли, воды, воздуха;
- вторичные ВИЭ – твердые бытовые отходы, тепло промышленных и бытовых стоков, тепло и газ вентиляции;
- нетрадиционные технологии использования невозобновляемых и возобновляемых источников энергии – водородная энергетика, микроуголь, турбины в малой энергетике, газификация и пиролиз, каталитические методы сжигания и переработки органического топлива, синтетическое топливо;
- энергетические установки – тепловой насос, машина Стирлинга, вихревая трубка, гидропаровая турбина и установки прямого преобразования энергии).

Таблица 1 – Структура мирового энергопотребления, %

Источник	Года	
	2001	2020
Традиционная энергетика на органическом топливе	85,2	20,1
Атомная энергия	6,5	7,0
Гидроэлектроэнергия	7,0	9,0
Альтернативные источники энергии	1,3	30,0
Всего	100,0	100,0

За последние 10 лет суммарная выработка электроэнергии на базе ВИЭ в мире увеличилась в 1,5 раза и составила около 18,1% от общего количества произведенной электроэнергии. При среднегодовых темпах роста традиционного сектора (топливной энергетике) на 3,5% ветроэнергетика прибавляла по 28,4% в год, солнечная энергетика — по 19,5%.

Для многих стран малая энергетика и энергетика на базе ВИЭ является важным компонентом энергообеспечения. Она играет существенную роль в энергоснабжении США, Китая, Бразилии, Канады и других стран (рис. 1).

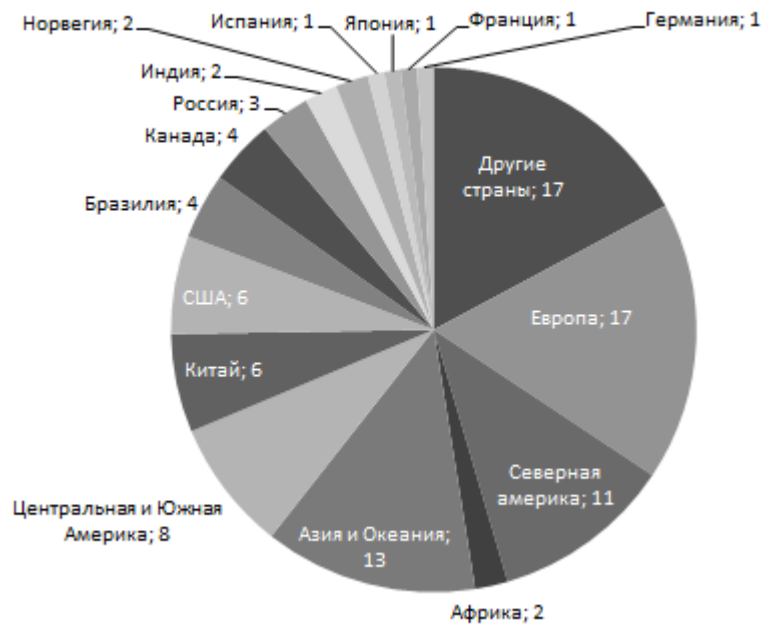


Рис. 1. Географическое распределение рынка ВИЭ, %

Лидерами по выработке альтернативной электроэнергии (по совокупной мощности действующих объектов ВИЭ) являются Китай Индия и США (рис. 2).

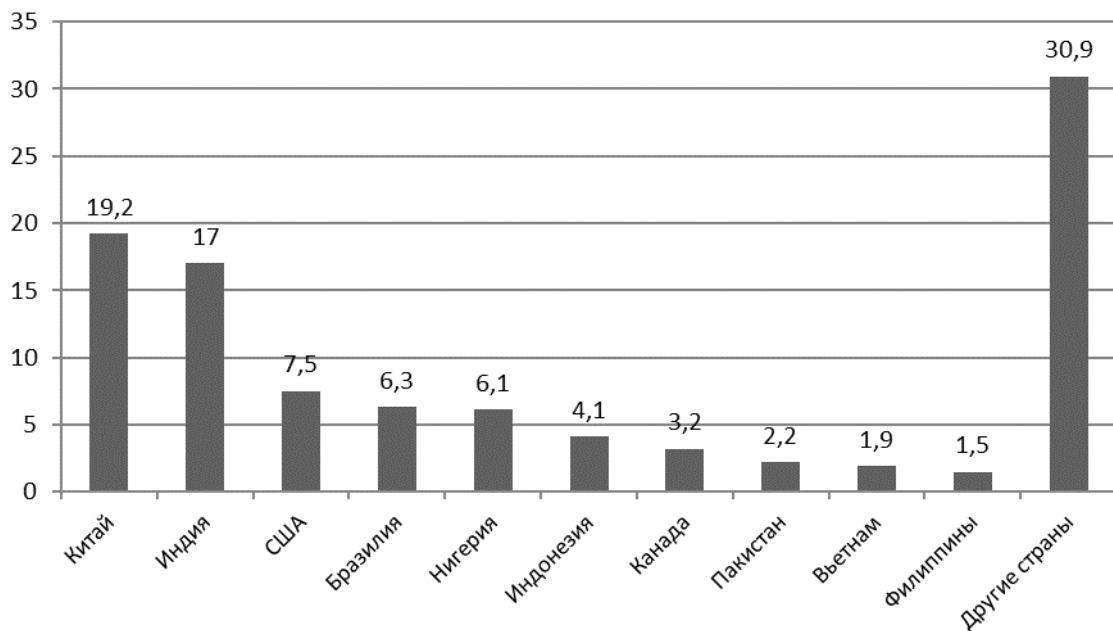


Рис. 2. Ведущая десятка стран, производящая энергию из ВИЭ, %

На «альтернативные» электростанции возлагают большие надежды с точки зрения снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.

Распространению «альтернативных» электростанций препятствуют разнообразные технические и технологические сложности. Не лишены эти

электростанции и экологических недостатков.

Не стоит верить в утопические сказки о том, что возобновляемые источники энергии – это бесконечный и идеальный ресурс. Конечно же, как и в любой другой сфере, в энергоснабжении таким образом также существуют проблемы использования альтернативных источников энергии. Разберем их отдельно для каждого вида.

Так, для строительства ветроэлектростанций требуются весьма значительные площади земли; для изготовления десятков тысяч ветряных колес (диаметр примерно 100 м) и башен для них придется резко увеличить производство алюминия или стеклопластика, а это весьма грязные производства; при мощности одной установки 250 кВт возникает шум силой 50-80 децибел; ветряные колеса генерируют опасные инфразвуковые колебания. Большие ветродвигатели вращаются со скоростью около 30 оборотов в секунду. Это близко к частоте синхронизации телевидения. Поэтому крупные ветродвигатели мешают приёму теле- и радиосигналов на расстоянии до 2 км.

Также ещё один минус состоит в том, что из-за крупномасштабного использования энергии ветра он рассеивается, изменяя розу ветров, что, теоретически, может нарушить климатическое равновесие, перенос влаги и тепла не только в районе, где построена ветроэлектростанция, но и далеко за его пределами.

Помимо энергии ветра также активно используется солнечная энергия. Панели для выработки электроэнергии встречаются не только на промышленных предприятиях, но и часто используются в частных домах.

Различные схемы преобразования солнечной энергии в электрическую также сопряжены со значительным воздействием вредных факторов на природу. (Речь по-прежнему идет о широкомасштабном производстве энергии, о значительном вкладе солнечной энергии в энергетический баланс планеты.).

Для строительства солнечных станций потребуется отчуждение огромных площадей, не менее чем на 3 порядка больших, нежели для тепловых электростанций той же мощности. Но проблема заключается еще и в том, что любой способ преобразования солнечной энергии отличается высокой материалоемкостью, причем для изготовления оборудования требуется либо экологически опасный в производстве алюминий (башни, баки, конструкции отражателей), либо еще более опасный кремний (материал для солнечных батарей). Способы получения кремния «солнечной» чистоты при крупнотоннажном производстве серьезно загрязняют окружающую среду, прежде всего – атмосферу.

Наконец, главная экологическая опасность состоит в том, что при отборе солнечного тепла будет происходить похолодание, пропорциональное количеству преобразованной солнечной энергии. Этим эффектом вполне можно пренебречь при строительстве маломощных домашних

устройств, но не при проектировании крупных солнечных станций, которые должны вносить заметный вклад в энергетический баланс страны и занимать сотни квадратных километров. Как отметил академик П.Л.Капица, применение фотопреобразователей с высоким КПД (лишь такие выгодны экономически) может привести к понижению температуры, из-за которого начнется конденсация водяного пара в атмосфере и соответственно прекратят работу фотоприемники. Если ограничить КПД пятнадцатью процентами (уровень лучших современных преобразователей), то туман не будет появляться, но тогда под солнечные станции придется отчуждать еще более гигантские территории.

Рассматривая гидроэнергетику можно сказать что этот способ уже более века не является альтернативным источником электроэнергии. Известно, что использование энергии рек во многих странах, в том числе и в России, достигло впечатляющего уровня, но рост доли гидроэнергии в развитых странах сильно замедлился. Существенно, что его сдерживают не столько дороговизна ГЭС, сколько неблагоприятные экологические последствия. Крупные гидростанции, построенные на равнинных реках, привели к возникновению громадных мелководных водохранилищ. Оказались затопленными огромные пространства сельскохозяйственных угодий, сенокосных лугов. Сильно замедлилось течение воды, она прогрелась и зацвела. Почти прекратилась миграция проходных рыб. Все эти печальные последствия можно видеть на примере Волги, энергетические ресурсы которой практически исчерпаны, а река стала цепью слабопроточных водохранилищ.

Не многим лучше обстоит дело с возведением ГЭС в горах. Там площадь водохранилищ меньше, но непредсказуемо воздействие большой массы воды на тектонику прилегающих горных массивов. Кроме того, в горной местности весьма активно идут процессы заиливания водохранилищ.

Не меньшие, а возможно, и большие трудности экологического характера возникают при проектировании крупных геотермальных электростанций. Работа ГеоТЭС сопряжена с необходимостью сбрасывать горячую и минерализованную воду. Сброс такой воды чреват значительной опасностью для гидробионтов. Из-за повышения температуры уменьшается концентрация растворенного в воде кислорода – его уже недостаточно для многих рыб, а минеральные примеси угнетают водные организмы. Отбор из скважин пароводяной смеси во многих случаях сопровождается выбросами токсичных газов; расширяющийся при выходе на поверхность пар вызывает сильный шум.

Влияние ГеоТЭС на природу легко наблюдать на примере Паужетской станции на Южной Камчатке: в радиусе двух-трех километров от станции торчат голые, без коры и листьев, стволы каменной камчатской березы, далеко слышен неумолчный рев выходящего на поверхность пара.

При этом мощность станции всего 11 мВт. Для сравнения отметим, что мощность главных турбин атомного ледокола «Арктика» – 55 мВт.

Панорама строительства и атмосферный воздух в районе Мутновской ГеоТЭС (70 км от Петропавловска-Камчатского) также оставляют довольно тяжелое впечатление.

Использование энергии морских приливов также вызывает неблагоприятные экологические последствия: крупная приливная гидроэлектростанция представляет собой гигантскую плотину, затрудняющую водообмен между морем и морским заливом или устьем реки. Плотина препятствует естественной миграции гидробионтов, нарушает установившиеся за миллионы лет связи. Это, конечно, неприятно, но не катастрофично. Однако есть и более серьезные опасения: нетрудно рассчитать, что строительство группы приливно-отливных электростанций большой мощности (сотни гигаватт) – а именно такие нужны для компенсации дефицита горючих ископаемых – на доли секунды замедлит вращение Земли. Последствия этого трудно даже предположить.

Кроме так называемых первичных энергоносителей, ещё есть и вторичные: водород, управляемый термоядерный синтез, энергия растительной биомассы, энергия малых рек, энергия низкопотенциального тепла и т.д. и т.п.

Энергетика, основанная на любых источниках, независимо от того возобновляемые они или нет, не может быть экологически чистой, если масштаб производства энергии велик. Разумеется, экологическая опасность разных видов энергоносителей различна, но она есть всегда. Экологически чистой энергии не бывает.

Тем не менее, несмотря на наличие проблем и недостатков, сфера альтернативной энергетики активно развивается. Это происходит потому, что традиционные энергетические ресурсы используются в больших количествах, недра истощаются, а образование новых – процесс слишком длительный. Поэтому поиски подходящей замены сейчас очень важны.

Исследования в данной области не проходят даром, и перспективы использования альтернативных источников энергии все же существуют. Среди них:

- Альтернативные ресурсы в сравнении с традиционными можно назвать экологически чистыми.
- Эксплуатация оборудования не требует дорогостоящего сервиса. Вложивши крупную сумму в производство, дальнейшие траты будут минимальны.
- Замена традиционным методам энергоснабжения также являются немаловажными аспектами, так как таким образом компенсируется существующий дефицит.

### Список литературы

1. Гончаров, Р.Д. Альтернативные источники энергии / Р.Д. Гончаров // Вестник Науки и образования. – №2(14) – 2016. – С.26-27.
2. Калимуллина, Д.Д. Влияние альтернативной энергетики на окружающую среду / Д.Д. Калимуллина, А.М. Гафуров // Инновационная наука №3 – 2016. – С. 97-98.
3. Рац, Г.И. Развитие альтернативных источников энергии в решении глобальных энергетических проблем / Г.И. Рац, М.А. Мординова // Известия ИГЭА. – №2(82). – 2012. – С.132-136.
4. Литвинов, В.И. Инженерная экология: Учебное пособие / В.И. Литвинов. – Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – 120 с.
5. Лисичкин, Г.В. Экологические проблемы альтернативной энергетики / Г.В. Лисичкин // Научные труды МНЭПУ». Вып. 4. Серия: «Реймерсовские чтения». – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – С.37 – 44.

УДК 631.171

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

*Лукашкин Дмитрий Викторович, студент-магистрант  
Гольдбурд Андрей Леонидович, студент-магистрант  
Шемякин Александр Владимирович, науч. рук., д.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** важным технологическим этапом при проведении технического обслуживания транспортно-технологических машин является очистка техники от загрязнений. В статье рассмотрены пути совершенствования процесса очистки и мойки машин от загрязнений.*

***Ключевые слова:** очистка, загрязнение, транспортно-технологические машины*

Своевременная и качественная очистка транспортно-технологических машин от загрязнений, скапливающихся на различных поверхностях в процессе эксплуатации позволяет в значительной степени повысить качественный уровень проведения технологических операций по техническому обслуживанию и текущему ремонту, а также создать необходимые условия для проведения комплекса диагностических исследований [1].

Эффективное проведение комплекса организационно-технических мероприятий по подготовке транспортных машин к осуществлению различных видов технологических воздействий (технического обслуживания, текущего и капитального ремонта, диагностирования) является залогом их



успешного выполнения и, как следствие, повышение эксплуатационных характеристик техники и наработки на отказ [2,3].

Ключевое значение в данном комплексе мероприятий отводится технологическому процессу очистки и мойки деталей машин от различных видов загрязнений [4].

К сожалению, на предприятиях агропромышленного комплекса этот процесс, как и XX веке сводится к очистке машин различными по конструкции щетками и скребками с последующей мойкой струей воды (нередко даже на необорудованных для этих целей площадках) [5].

При таком решении проблемы очистки, о ее качестве говорить не приходится, кроме того работники осуществляющие данную операцию подвергаются воздействию ряда негативных факторов: пыли, содержащей продукты коррозии, остатки лакокрасочного покрытия и другие вредные компоненты при механической очистке; повышенная влажность, брызги воды с частицами грязи при мойке. Для исключения вышеперечисленных отрицательных факторов и улучшения процесса очистки необходима разработка и внедрение в технологию обслуживания машин современных технических решений.

Эффективность очистки водяной струей зависит от сопла (насадки) и скорости истечения воды из него. Сопло служит для увеличения скоростного напора протекающей через него струи моющей жидкости. Конструкция сопла позволяет создавать различные формы вытекающей струи: рассеивающие, веерообразные, кинжальные, щелевые и другие.

Струя, истекающая из сопла, делится на три участка: компактный, раздробленный и распыленный. Для силового воздействия на загрязнение интерес представляет компактный участок, длина его для струи воды, истекающей в воздух, равна примерно 150 диаметрам струи.

Анализ научной литературы показал, что энергия струи зависит от массы жидкости и скорости ее истечения [6].

Лучшими с энергетической точки зрения являются отверстия в тонкой стенке. В отверстиях диаметром 2,5 мм удельная энергия размыва уменьшается на 30%, при диаметре 3,5 мм – на 50%. В результате этого при одном и том же расходе жидкости целесообразно применять несколько отверстий в сопле с минимальным диаметром истечения. При постоянном напоре одной насадке диаметром 2,5 мм по расходу жидкости эквивалентны три насадки диаметром 1,5 мм, а количество загрязнения, удаленного тремя насадками диаметром 1,5 мм в 1,5 раза больше, чем при использовании одной насадки диаметром 2,5 мм, т.е. для мойки целесообразно применять не одну насадку с отверстием большого диаметра, а несколько - с минимально допустимым диаметром отверстия.

В настоящее время для формирования пульсирующих струй применяют устройства:

1) с циклическим подводом дополнительной энергии;

- 2) с медленным накоплением энергии жидкости в системе и быстрым ее выбросом;
- 3) с использованием энергии гидравлического удара жидкости в системе;
- 4) с периодическим накоплением потока жидкости по каналам.

Проведенные исследования позволили установить, что наиболее перспективными являются устройства с использованием энергии гидравлического удара жидкости в системе с периодическим направлением потока жидкости по каналам, а также использование двухфазных водо-воздушных смесей.

Анализ предшествующих исследований позволяет констатировать, что выбор рационального способа и метода очистки являются определяющими факторами при проведении рассматриваемого технологического процесса [7-10]. Применение реагентов в моющих растворах, в виде органических растворителей, щелочных составов и кислот повышает трудовые и энергетические затраты при их использовании, ухудшает условия труда, увеличивает экологическую опасность при попадании их в виде отходов в окружающую среду. Учитывая данные обстоятельства ставится задача по уменьшению количества реагентов в технологических операциях наружной мойки машин или их полное исключение.

Для удаления растительных остатков, маслянисто-грязевых, старых лакокрасочных покрытий, продуктов коррозии, технологических загрязнений и остатков ядохимикатов с учетом физико-химических особенностей моечных операций, экономически целесообразно использовать струйную мойку наружных поверхностей с дальнейшим применением интенсивного способа воздействия на загрязнение без повышения энергонасыщенности моечных установок [11,12]. Для достижения этих целей необходим переход с непрерывного потока моющей жидкости на пульсирующий (импульсный). Для этого можно использовать энергию гидравлического удара струй моющей жидкости в сочетании с двухфазными смесями (водо-воздушными), формируемых в сопле. Эти два способа являются наиболее перспективными для интенсивного воздействия на загрязненную наружную поверхность машин.

Авторами предлагается использовать для очистки конструкцию сопла гидроакустического действия (рисунок) [13], в котором моющая жидкость, выходя из кольцевого канала, попадает на втулку-резонатор и возбуждает в ней резонансные колебания, образующие звуковое поле.

Эффект очистки достигается за счет процессов происходящих в ультразвуковом поле, к которым можно отнести ультразвуковую кавитацию, акустические течения, радиационное давление [14]. Основным процессом при удалении загрязнений является кавитация. Гидроакустическое сопло позволяет увеличить расстояние от очищаемой поверхности при высокой степени очистки. Положительный эффект качественного удаления загряз-

нений с поверхности очищаемого объекта наблюдается при нахождении сопла в интервале от 0 до 60 см [15].

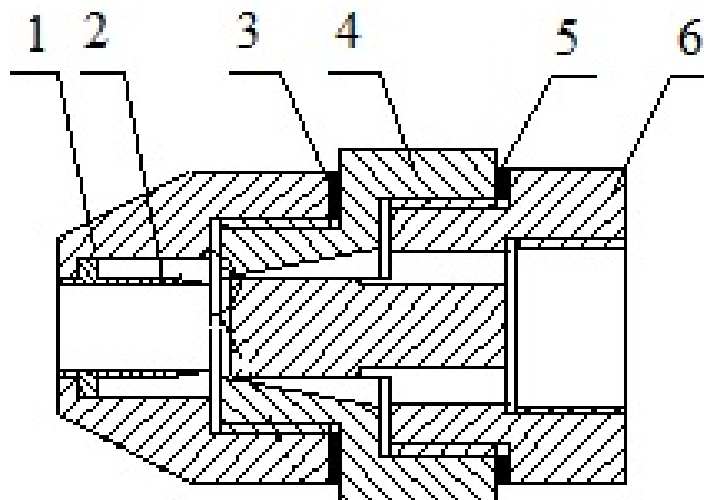


Рис. 1. Сопло гидроакустического действия  
1 – передняя часть; 2 – втулка-резонатор; 3,4 – регулировочные прокладки;  
5 – средняя часть; 6 – втулка крепления на гидромонитор

При проведении очистки и мойки транспортно-технологических машин основной характеристикой является качество данного вида воздействия, но при совершенствовании этого процесса не следует забывать и об обеспечении санитарно-гигиенических нормативов на рабочем месте. Внедрение предлагаемой технологии очистки с использованием гидроакустического эффекта позволяет без снижения качества добиться улучшения условий труда мойщика за счет увеличения расстояния от объекта очистки и исключения необходимости механического воздействия на загрязненные поверхности машин.

### Список литературы

1. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнков, В.В. Терентьев. – Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – № 1. – С. 50 -56.
2. Бышов, Н.В. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнков, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 102 с.
3. Шемякин, А.В. Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств: автореф. дисс.. д-ра техн. наук. – Мичуринск, 2014.

4. Шемякин, А.В. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом (экспериментальные исследования) / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Е.Г. Кузин. – Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 171-175.
5. Десятов, Ю.В. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении / Ю.В. Десятов, В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок. – В сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 184-185
6. Шемякин, А.В. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин /А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Е.Г. Кузин. – Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.
7. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин. – Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 1. – С. 11-14
8. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин. – Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39
9. Анурьев, С.Г. Устройство для подготовки наружных поверхностей сельскохозяйственной техники к покраске / С.Г. Анурьев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев. – Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 85-89.
10. Баусов, А.М. Экспериментальная установка для очистки двигателей перед ремонтом / А.М. Баусов, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев и др. – Вестник АПК Верхневолжья – 2011. – № 1. – С. 82-83.
11. Шемякин, А.В. Устройство для очистки сельскохозяйственных машин с использованием энергии вращающейся жидкостной струи / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин. – Вестник РГАТУ. – 2016. – № 3. – С. 77-80.
12. Шемякин, А.В. Экспериментальная установка для очистки сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков, Е.Ю. Шемякина. – Механизация и электрификация. – 2008. – № 6. – С. 29-30.
13. Пат. на полезную модель РФ № 73293. Сопло для моечных установок / Макеева, Е.Ю., Шемякин А.В., Терентьев В.В. - Опубл. 20.05.2008.
14. Морозова, Н.М. Теоретические аспекты кавитационной очистки сельскохозяйственных машин / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин. – Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 144-147.
15. Shemyakin, A.V. Experimental researches of agricultural machinery engines cleaning by icy and cavitation jet /A.V. Shemyakin, V.V. Terentyev, N.M. Morozova, A.V. Kirilin//Modern Science. – 2016. № 10. С. 34-37.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПОВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ СМАРТФОНОВ

*Максимова Юлия Рудольфовна, студент-бакалавр  
Александров Рустам Иванович, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО ЧувГУ им. И.Н. Ульянова, г.Чебоксары, Россия*

**Аннотация:** сельскохозяйственные машиностроительные кооперативы, как правило, должны следить за эксплуатационным поведением и обучать операторов, чтобы улучшить состояние техники и качество работы. В данной статье предлагается основанный на смартфоне метод мониторинга и оценки эксплуатационных характеристик сельскохозяйственной техники. Данные датчиков могут идентифицировать различные режимы работы. Имея пороговые значения соответствующего операционного поведения для дальнейшего исследования, мы можем составить отчет об оценке операционного поведения кооперативу.

**Ключевые слова:** смартфон, сельскохозяйственная техника

Сельскохозяйственные машиностроительные кооперативы являются основными носителями сельскохозяйственного развития. Детальная техническая статистика элементов сельскохозяйственного производства очень важна для внутреннего управления кооперативами по производству крупногабаритной техники.

С развитием информатики и сенсорных технологий исследования на основе смартфонов по распознаванию поведенческих режимов становятся все более и более широкими. Смартфоны имеют преимущества портативности и дешевизны, и многие типы датчиков интегрированы в смартфон. В ряде работ рассматриваются такие системы [1, 2, 4, 5, 8], в том числе с применением мехатронных систем [3, 6, 7, 9].

Целью данной работы является моделирование рабочего поведения сельскохозяйственной техники на основе смартфонов.

В настоящее время многие исследования используют акселерометр, датчик ГНСС и геомагнитный датчик для сбора и определения местоположения информации о движении, а затем извлечения характеристик поведения человека после объединения данных из нескольких источников.

Обычно эти поведенческие характеристики, такие как заторможенность, ходьба и бег, могут быть четко выделены. В частности, смартфон вполне подходит для позиционирования в помещении и определения движения.

Ранее многие исследования фокусировались на привычках вождения автомобиля с помощью датчиков смартфонов, но исследования по воспри-

ятию операций сельскохозяйственной техники на основе датчиков смартфона по-прежнему редки. Huawei B199 был выбран для сбора информации о движении во время работы техники в полевых условиях [10]. Для него было разработано приложение Android. Частота дискретизации составляет 20 Гц, что позволяет получать плотные сенсорные данные и улавливать тонкие изменения состояния сельскохозяйственной техники. Все данные хранятся в смартфоне.

Когда сельскохозяйственная техника работает в полевых условиях, она в основном имеет четыре этапа работы, включая ускорение, работу, торможение и разворот. Для каждого этапа и состояния парковки мы строим оценочные модели с использованием датчиков смартфона. Ранее эксперименты проводили, используя частный автомобиль для тестирования приложения, а затем использовали один трактор для сбора информации о дороге.

В ноябре 2017 года и феврале 2018 года провели эксперименты с использованием John Deere 1204 в полевых условиях в Пекине. На тракторе был установлен приемник ГНСС-РТК для получения истинного значения для сравнения. Частота позиционирования смартфона ГНСС составляет 1 Гц, а частота сбора данных ускорения-20 Гц. Поэтому можно получить гораздо больше информации с помощью ускорителей, которые могут помочь оценить всю работу фермы.

При ранних исследованиях полный рабочий процесс сельскохозяйственной техники разделялся на четыре этапа: разгон, работа, торможение и холостой ход. Стадия ускорения - это короткий период, обычно менее трех секунд. Обычный терминал ГНСС может собирать только три данные о местоположении и не может отразить быстрое ускорение. Тем не менее, ускоритель может записывать около 40 ~ 60 данных выборки.

Ускорения равномерного движения и неравномерного движения меньше скорости равномерного движения и неоднородного движения, собираемые с помощью мобильного GPS. Поэтому с помощью ускорения смартфона легко обнаружить плавность работы. Рывок ускорения может отражать тормозную силу.

Определяя ускорение и интенсивность звука, мы можем определить состояние двигателя. А используя акселератор и микрофон, мы можем обнаружить поведение гула дроссельной заслонки.

Таким образом, учитывая требования к мониторингу эксплуатационного поведения сельскохозяйственных машинных кооперативов и опираясь на известные исследования модели оценки на основе датчиков смартфонов, позволяющие обнаруживать эксплуатационное поведение, оценочные модели могут хорошо идентифицировать поведение связанных состояний сельскохозяйственной техники.

### Список литературы

1. Алексеев, В.В. Получение функциональной зависимости липкости почв от основных гидрофизических почвенных параметров / В.В. Алексеев, И.И. Максимов, С.А. Васильев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – №3(40). – С. 63-67.
2. Васильев, А.А. Устройство для внесения в почву жидких мелиорантов при плоскорезной обработке / А.А. Васильев, С.А. Васильев // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – №1. – С. 181-184.
3. Васильев, С.А. Разработка метода и профилографа для оценки мелиоративных технологий на склоновых агроландшафтах / С.А. Васильев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №3(43). – С. 220-226.
4. Васильев, С.А. Противоэрозионная контурная обработка почвы машинно-тракторными агрегатами на агроландшафтах склоновых земель / С.А. Васильев, А.А. Васильев, Н.И. Затылков // Вестник НГИЭИ. – 2018. – №5(84). – С. 43-54.
5. Васильев, С.А. Разработка рабочего органа для внесения жидких мелиорантов в почву при плоскорезной обработке / С.А. Васильев, А.А. Васильев, И.И. Максимов, В.В. Алексеев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – №1. – С. 55-58.
6. Васильев, С.А. К вопросу о технике и технологии глубокого рыхления склоновых земель / С.А. Васильев, П.В. Константинов, С.Н. Мардарьев, С.П. Зайцев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №2(50). – С. 310-316.
7. Васильев, С.А. Метод определения направления движения водного потока на агроландшафте склоновых земель / С.А. Васильев, И.И. Максимов, Е.П. Алексеев, А.Н. Михайлов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – №4(46). – С. 72-77.
8. Карташов, Д.Ю. Анализ траектории движения зубьев при создании экспериментального почвообрабатывающего рабочего органа / Д.Ю. Карташов, С.А. Васильев, Е.П. Алексеев, А.А. Васильев, В.В. Алексеев // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – №4-2(80). – С. 91-94.
9. Семенов, С.А. Особенности реализации и перспективы применения технологий цифрового земледелия в АПК / С.А. Семенов, С.А. Васильев, И.И. Максимов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №1(4). – С. 69-76.
10. Zhihong Kou / IFAC PapersOnLine – 2018. – 51. – P. 521–525.

**ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ЗАПРАВОЧНОГО  
УЧАСТКА ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ:  
ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ**

*Малашин Виталий Игоревич, студент-бакалавр  
Ивановская Вероника Юрьевна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** на сегодняшний день ни один автомобиль не может обойтись без топлива, которое обеспечивается автозаправочной станцией. Современный автомобиль – пример неэкологического транспортного средства. Автомобильный транспорт, с одной стороны, потребляет из атмосферы кислород, а с другой – выбрасывает в нее отработавшие газы, картерные газы, окиси углерода, окиси свинца, тем самым, влияя на окружающую среду, животный и растительный мир, в том числе и на человека. Поэтому объектом изучения данных проблем выбрана автозаправочная станция ИП.

**Ключевые слова:** заправочный участок, организация, расчет, экономическое обоснование

В состав автозаправочной станции входят: служебное здание станции, заправочные островки, островки с подземными резервуарами для хранения топлива и грязеотстойник с бензиноуловителем. Заправочные посты на островках оборудуются стационарными топливо - раздаточными и маслораздаточными колонками, соединенными с подземными резервуарами для хранения топлива и масла. Над заправочными островками рекомендуется устраивать навесы. Заправка автомобилей водой производится из водопроводной сети [1].

Определим величину капитальных вложений на организацию участка (таблица 1).

Таблица 1 – Данные для расчета капитальных вложений на организацию участка

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	Количество	Сумма, руб.
1.	Площадь участка	м <sup>2</sup>	41 м кв	1148000
2.	Наименование оборудования:			
2.1	Маслозаправочная установка	руб.	1	40000
2.2	Установка для заправки тормозной жидкостью		3	2800
2.3	Газовая колонка		3	6690
2.4	Топливораздаточная колонка		1	45000



2.5	Топливная ванна		2	4000
2.6	Набор гаечных ключей		3	5000
2.7	Экологическое оборудование		2	3500
2.8	Воздухораздаточная колонка		1	20000
2.9	Устройство для заправки тормозной жидкости		3	8000
2.10	Вспомогательные инструменты		4	4200
3.	Явочная численность рабочих	чел.	1	
4.	Трудозатраты	чел./часы		1820
5.	Расход электроэнергии	кВт		5024

Далее произведем расчет среднесписочной численности работников цеха. Для расчета среднесписочной численности работников цеха составляется баланс рабочего времени на одного рабочего на год (таблица 2).

Таблица 2 – Баланс рабочего времени

№ п/п	Наименование показателя	Количество, дни
1.	Количество календарных дней в году	365
2.	Количество нерабочих дней в году	118
3.	Номинальный фонд рабочего времени	
	- в днях	247
	- в часах	1976
	Невыходы на работу:	36
4.	- очередные и дополнительные отпуска	28
	- по болезни	5
	- с разрешения закона	2
	- прочие	1
5.	Действительный фонд рабочего времени:	
	- в днях	211
	- в часах	1688

Количество календарных дней в году – 365.

Количество нерабочих дней в году считается по календарю.

Номинальный фонд рабочего времени в днях определяется как

Количество календарных дней в году - Количество нерабочих дней в году

Номинальный фонд рабочего времени в часах = Номинальный фонд рабочего времени в днях \* 6,83,

где 6,83 – средняя продолжительность смены, час.

Невыходы на работу по болезни = Номинальный фонд рабочего времени в днях \* 2%

Невыходы на работу с разрешения закона = Номинальный фонд рабочего времени в днях \* 1%

Прочие невыходы на работу = Номинальный фонд рабочего времени в днях \* 0,5%

Действительный фонд рабочего времени в днях = Номинальный фонд рабочего времени в днях - Невыходы на работу

Действительный фонд рабочего времени в часах = Действительный фонд рабочего времени в днях \* 6,83

Коэффициент потерь рабочего времени определяется по формуле:

$$K = \Phi_{\text{нрв}} / \Phi_{\text{дрв}},$$

Где  $\Phi_{\text{нрв}}$  – номинальный фонд рабочего времени, дни;

$\Phi_{\text{дрв}}$  – действительный фонд рабочего времени, дни.

$$K = 247 / 211 = 1$$

Среднесписочная численность рабочих определяется по формуле:

$$N_c = N_{\text{я}} * K,$$

Где  $N_{\text{я}}$  – явочная численность рабочих, чел.

$K$  – коэффициент потерь рабочего времени.

$$N_c = 1 * 1 = 1$$

Произведем расчёт заработной платы ремонтных рабочих и отчислений во внебюджетные фонды (таблица 3). Заработная плата (оплата труда работника) – вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные выплаты и стимулирующие выплаты [2,6].

Заработная плата основным работникам начисляется по сдельно-премиальной системе. Основной фонд заработной платы складывается из тарифного фонда и премий.

Таблица 3 – Расчет фонда заработной платы работников ОГМ

Должность	Численность работников, чел.	Месячный оклад, руб.	Годовой фонд заработной платы, руб.
Главный механик		40000	48000
Итого		X	48000
Надбавка по районному коэффициенту (15%)			7200
ВСЕГО		X	55200

Фонд заработной платы работников ОГМ (отдел главного механика) состоит из окладов, выплачиваемых за то время, которое должно быть проработано в течение планируемого года [5,6]. Расчет ведется по формуле:

$$З = \text{ЧОГМ} * \text{О} * 12,$$

где ЧОГМ – численность работников ОГМ, чел;

О – размер месячного оклада работника по штатному расписанию, руб.;

12 – число месяцев в году.

$$З = 1 * 40000 * 12 * 1,15 = 552000$$

Таблица 4 – Расчет отчислений в государственные внебюджетные фонды

Участок	Годовой фонд заработной платы, руб.	Годовые отчисления, руб.
1. Основное производство	259008	77702
2. ОГМ	55200	16560
ИТОГО	314208	94262

Годовой фонд заработной платы основных рабочих рассчитывается путем суммирования всех начислений:

$$\text{Сзпо} = \text{Згод ор} = \text{З т} + \text{З пр} + \text{З рк} + \text{З д} .,$$

$$\text{Сзпо} = \text{Згод ор} = 163800 + 40950 + 30712 + 23546 = 259008$$

$$\text{Сотч зп раб} = 259008 * 0.3 = 77702$$

Себестоимость услуг участка отражает все затраты предприятия, связанные с осуществлением производственного процесса:

$$\text{С} = \text{См} + \text{Сзпо} + \text{Сспв} + \text{Сн} + \text{Срсэо} + \text{Соп} + \text{Сох} + \text{Сп},$$

$$\text{С} = 12950 + 259008 + 77702 + 18130 + 2150 + 22029 + 75348 + 4863 = 469180$$

Расчет эффективности КВ участка приведен в таблице 5.

В современных условиях окупаемость капитальных вложений следует производить с учетом влияния фактора времени, так как это позволяет оценить будущие доходы предприятия с учетом обесценения средств. Для этого рассчитываются показатели чистой текущей стоимости, индекс доходности и внутренней нормы доходности [3, 4].

Таблица 5 – Расчет ЧТС

Показатели	1-й год	2-й год
1. Выручка от реализации услуг участка	589416	589416
2. Себестоимость услуг участка	491180	491180
3. Капитальные вложения	85000	-
4. Налог на имущество	1870	$(85000 - 1870) * 2,2 \% = 1829$
5. Прибыль предприятия	$589416 - 491180 - 1870 = 96366$	$589416 - 491180 - 1829 = 96407$
6. Налог на прибыль	$96366 * 20\% = 19273$	$96407 * 20\% = 19281$
7. Накопленный доход	$96366 - 19273 = 77093$	$96407 - 19281 = 77126$
8. Коэффициент дисконтирования	0.9	0.9
9. Накопленный дисконтированный доход	$77093 * 0.9 = 69384$	$77126 * 0.9 = 69413$
10. Чистая текущая стоимость	$69384 - 85000 = -15616$	$-15616 + 69413 = 53797$

Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капиталовложений.

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{НДД}_i}{K} = 69384 + 69413 / 85000 = 1,6$$

Внутренняя норма доходности представляет собой ту норму дисконта (Евн), при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям. Если расчет ЧТС инвестиционного проекта дает ответ на вопрос, является он эффективным или нет при некоторой заданной норме дисконта (Е), то ВНД проекта определяется в процессе расчета методом итерации (перебора) и затем сравнивается с требуемой инвестором нормой дохода на вкладываемый капитал.

Если ВНД равна или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, то инвестиции в данный инвестиционный проект оправданы, и может рассматриваться вопрос о его принятии. В противном случае инвестиции в данный проект нецелесообразны.

В работе рассчитывалось экономическое обоснование проекта организации работы заправочного участка (зоны) обслуживания для диагностики и ремонта автомобилей по заданной согласно задания программе при условии, что их общее количество составляет 1 единиц, а участок располагается на предприятии. Для обслуживания годовой программы необходимо 2 единиц основного и 21 единица вспомогательного оборудования, помещение общей площадью 41 м<sup>2</sup>. Общая численность работающих на участке составляет 2 человека, в том числе основных рабочих 1 человек, а так же 1 работник отдела главного механика. Среднемесячная заработная плата одного рабочего на участке (зоне) обслуживания составляет 21584 руб. При заданной годовой программе выручка от реализации услуг заправочного участка составляет 589416 руб. при полной себестоимости услуг 491180 руб. Фондоотдача с одного рубля основных фондов составляет 7 руб. на каждый рубль капитальных вложений. Рентабельность услуг и производства составляет 20% и 20% соответственно. Предлагаемый проект организации работ участка (зоны) обслуживания по диагностике и ремонту автомобилей окупается через 1 год. Следовательно, проект можно считать экономически эффективным и целесообразным.

### Список литературы

1. Туревский, И.С. Электрооборудование автомобилей: учебное пособие / И.С. Туревский // ИНФРА-М, ИД ФОРУМ, 2009 – 367 с.
2. Туревский, И.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта / И.С. Туревский // Введение в специальность: Учебное пособие: – ИНФРА-М, ИД ФОРУМ, 2011 – 250 с.
3. Кокшарова, Г.А. Высшая математика / Г.А. Кокшарова, В.Ю. Ивановская // Тесты для промежуточного контроля знаний у студентов экономических специальностей ВГМХА по высшей математике разработаны с ис-

пользованием частично методических материалов преподавателей кафедры / Вологда-Молочное, 2005. – 55 стр.

4. Ивановская, В.Ю. Математический анализ / В.Ю. Ивановская // Учебное пособие. – Вологда-Молочное, 2018. – 106 стр.

5. Чечевицына, Л.Н. Практикум по экономике предприятия / Л.Н. Чечевицына – Издание 2-е: – Ростов: Феникс, 2009 - 250 с.

6. Ивановская, В.Ю. Линейная алгебра / В.Ю. Ивановская // Учебное пособие. – Вологда-Молочное, 2018. – 123 с.

**УДК 621.791.92 : 621.81**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ  
НА ДЕТАЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ  
ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ И ИХ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ**

*Миранович Никита Алексеевич, студент-специалист*

*Щурский Денис Сергеевич, студент-магистрант*

*Ворошухо Олег Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент*

*Белорусский НТУ, НПП ДУП «ПОЛИМАГ»,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в статье рассматриваются вопросы нанесения износостойких покрытий на металлические поверхности деталей и их абразивной обработки с использованием энергии электрического и магнитного полей.*

***Ключевые слова:** магнитно-электрическое упрочнение, магнитно-абразивная обработка, ферромагнитный порошок, ферроабразивный порошок, электромагнитное поле, износостойкое покрытие*

Одной из причин выхода из строя деталей сельскохозяйственной техники является износ их поверхностей до 0,6 мм, причем около 50% крупногабаритных деталей отбраковывают из-за износа их поверхностей до 0,1 мм (например, валы коробок перемены передач автотракторной техники и др.) [1, 2].

Разнообразие условий работы машин и видов изнашивания деталей обусловило появление множества технологий восстановления и упрочнения изношенных поверхностей, каждый из которых имеет свою рациональную область применения и не может претендовать на универсальность [2, 3].

Эффективными способами упрочнения и восстановления, финишной абразивной обработки деталей, поверхности которых изношены до 0,3 мм, являются электрофизические, основанные на концентрации энергии в пространстве и во времени, что практически исключает коробление деталей,

вызванное температурными деформациями. К их числу относится магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ) и магнитно-абразивная обработка (МАО) [4, 5].

Способы МЭУ и МАО могут быть реализованы в едином технологическом процессе и на одном оборудовании [2, 5, 6]. Следует отметить, что к преимуществам МЭУ относятся высокая прочность сцепления покрытия с основой, отсутствие термической деформации и специальной подготовки поверхностей. Достоинствами МАО являются возможность регулирования плотности и жесткости обрабатывающего инструмента, сформированного из ферроабразивного порошка (ФАП), обеспечение параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей в пределах Ra (0,01–0,63) мкм, снижения волнистости в 8–10 раз, гранности до 2 раз [5, 7, 8]. Указанные технологические процессы легко поддаются автоматизации, поскольку электрические и магнитные потоки энергии просты в реализации и удобны в управлении.

Тем не менее, основным недостатком МЭУ является неравномерность и неоднородность покрытия по толщине, что не позволяет использовать МЭУ для восстановления геометрических размеров поверхностей, износ которых составляет более 0,15 мм [2, 9, 10]. Недостатком МАО покрытий является снижение интенсивности «саморегенерации» щетки ФАП в рабочей зоне, что негативно сказывается на производительности обработки и физико-механических свойствах обрабатываемых поверхностей крупногабаритных деталей [4, 6].

Для устранения вышеперечисленных недостатков ранее были проведены исследования, направленные на интенсификацию процессов нанесения и финишной абразивной обработки покрытий путем разработки специальных электромагнитных систем (ЭМС) [4, 6, 7].

Так, стабилизация МЭУ обеспечивается согласованной во времени частотой и фазой следования импульсов напряжений источников внешнего электромагнитного поля (ЭМП) и источников технологического тока (ИТТ) [7]. При этом отличительной особенностью внешнего ЭМП, генерируемого электромагнитом, является наличие переменной составляющей напряженности, оказывающей преобладающее влияние на контактные сопротивления (1) частиц ферромагнитного порошка (ФМП) и величину силы (2) прижима частицы ФМП к упрочняемой поверхности [7, 8].

$$R_{i(i+1)} = p_f t_f / (\pi r^2 f_u^{0,75}), \quad (1)$$

где  $R_i$  – сопротивление в контакте;  $p_f$  – удельное сопротивление оксидной пленки;  $t_f$  – суммарная толщина оксидной пленки;  $r$  – радиус зоны контакта;  $f_u$  – сила, прижима частицы ФМП к упрочняемой поверхности.

Если принять форму частицы ФМП в виде эллипсоида вращения, то

$$f_{\text{ц}} = \frac{4}{3} \sum_{i=1}^n \frac{\mu \Delta_i^2 b_i K H_i^2}{L_i + \Delta_i}, \quad (2)$$

где  $n$  – число частиц в цепочке-микроэлектроде;  $L_i$  – расстояние от границы  $i$ -й частицы до оси упрочняемой поверхности, м;  $\Delta_i, b_i$  – размеры большой и малой осей эллипсоида, описывающего  $i$ -ю частицу ФМП, м;  $\mu$  – магнитная проницаемость порошкового материала, Гн/м;  $K$  – магнитная восприимчивость материала ФМП, Гн/м;  $H_i$  – напряженность магнитного поля у верхней границы зерна, А/м.

Выявлено [8, 9], что эффективные электромагнитные воздействия на расплав частиц ФМП обеспечиваются при условии равномерного распределения в рабочем зазоре (РЗ) градиента магнитной индукции и величин временных характеристик внешнего ЭМП

$$F_{\text{м}} = \frac{1}{\mu} V B \text{grad} \vec{B}, \quad (3)$$

где  $V$  – объем ФМП, м<sup>3</sup>;  $B$  – магнитная индукция в точке РЗ, где расположена частица ФМП, Тл;  $\text{grad} \vec{B}$  – вектор градиента магнитной индукции в рассматриваемой точке РЗ.

Известно [6, 9], что магнитная индукция внешнего ЭМП в рабочей зоне ЭМС непостоянна и ее текущее значение изменяется от нуля до амплитудного значения по закону, определяемому в соответствии с источником питания электромагнитных катушек (ЭМК). Переменная составляющая магнитной индукции оказывает влияние на интенсивность образования цепочек-электродов из частиц ФМП и их электрическую проводимость, что приводит к значительным колебаниям силы технологического тока и, соответственно, хаотичному распределению ФМП в РЗ.

Анализ технологических схем устройств МЭУ показал, что применяемые ЭМС достаточно сложны в управлении и не в полной мере обеспечивают синхронную работу электромагнитов и ИТТ. Частично несовпадающие импульсы напряжений ЭМК и ИТТ приводят к уменьшению интенсивности расплава и, соответственно, увеличению частиц ФМП, не участвовавших в разрядах. Вследствие этого нарушается стабильность процесса МЭУ, снижается качество покрытий и его производительность [7, 8].

На основании зависимостей (1–3) выявлена возможность управления тепловым воздействием на упрочняемую поверхность и ФМП посредством стабилизации магнитной индукции внешнего ЭМП в рабочей зоне устройств МЭУ [8], которую можно представить в виде математической модели (4).

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \theta}{\partial t} &= \left[ \frac{\partial \lambda_{nn}}{\partial \theta} \left( \frac{\partial \theta}{\partial x} \right)^2 + \frac{\lambda_{nn} \partial^2 \theta}{\partial x^2} \right] / c_{nn} p_{nn}; \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} &= \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\lambda_n \partial I}{\partial x} \right) + \frac{I^2 R_i(t)}{\Delta S} \right] / c p; \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} &= \left[ \frac{\partial \lambda_o}{\partial \theta} \left( \frac{\partial \theta}{\partial x} \right)^2 + \frac{\lambda_o \partial^2 \theta}{\partial x^2} \right] / c_o p_o; \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где  $c_n, c, c_n$  – удельные теплоемкости материалов полюсного наконечника, КФП и детали соответственно;  $p_n, p, p_n$  – удельные электрические сопротивления;  $\lambda_n, \lambda, \lambda_n$  – коэффициенты теплопроводности;  $\theta_c$  – температура окружающей среды;  $I$  – сила тока дуги в РЗ.

Установлено [7, 9], что изменение от нуля до амплитудного значения магнитной индукции внешнего ЭМП в сравнении с ее постоянной величиной уменьшает значения контактных сопротивлений цепочек-микроэлектродов ФМП и частоту возникновения электрических разрядов на 30%. Экспериментальное подтверждение получено путем видеосъемки процесса формирования цепочек-микроэлектродов в РЗ и прохождения по ним электрических разрядов [8, 9].

Для синхронизации воздействий электрическими разрядами и внешним ЭМП на частицы ФМП и упрочняемую поверхность в рабочей зоне устройств МЭУ предложено использовать постоянные магниты (ПМ) вместо электромагнитов. Определено, что наибольшую стабильность процесса МЭУ обеспечивают ПМ из сплава ЮНДК24Т ГОСТ 17809 – 72 с величиной магнитной индукции  $B = 0,7$  Тл при рабочем зазоре 2,0 мм, ширине полюсного наконечника 5,7 мм и угле охвата  $\alpha = 12^\circ$  [7, 8].

В качестве ИТТ принят инверторный источник питания модели Invertec V270 T, обеспечивающий требуемую частоту, скважность пульсаций технологического тока и минимальную нестабильность процесса МЭУ [9].

Анализ известных технологических схем и конструкций ЭМС устройств MAO показал, что наибольшая производительность процесса достигается за счет сообщения движений частицам ФАП в рабочем зазоре в виде пульсаций. Это обеспечивается сочетанием постоянного (выпрямленного) и импульсного ЭМП генерируемых основной и дополнительной магнитными системами (МС) [6, 10]. Для «регенерации» щетки ФАП в РЗ предложена конструкция установки (рисунок) с двумя магнитными системами (основной и дополнительной), и поочередном их включении. Это позволяет обеспечивать в зоне обработки величину магнитной индукции  $B > 0,75$  Тл без увеличения температуры в зоне резания и за счёт более интенсивного перемешивания частиц ФАП происходит интенсификация про-



цесса обработки.

Установка для МАО содержит основную магнитную систему 1 и дополнительную систему 3. Обрабатываемая деталь 5 находится между полюсами основной магнитной системы. Полюсные наконечники дополнительной магнитной системы установлены под углом  $90^\circ$  к полюсным наконечникам основной магнитной системы. Рабочие зазоры  $\delta$  между полюсами основной магнитной системы и обрабатываемой деталью заполнены порцией ФАП. Основная и дополнительная магнитные системы содержат электромагнитные катушки 2 и 4 соответственно.

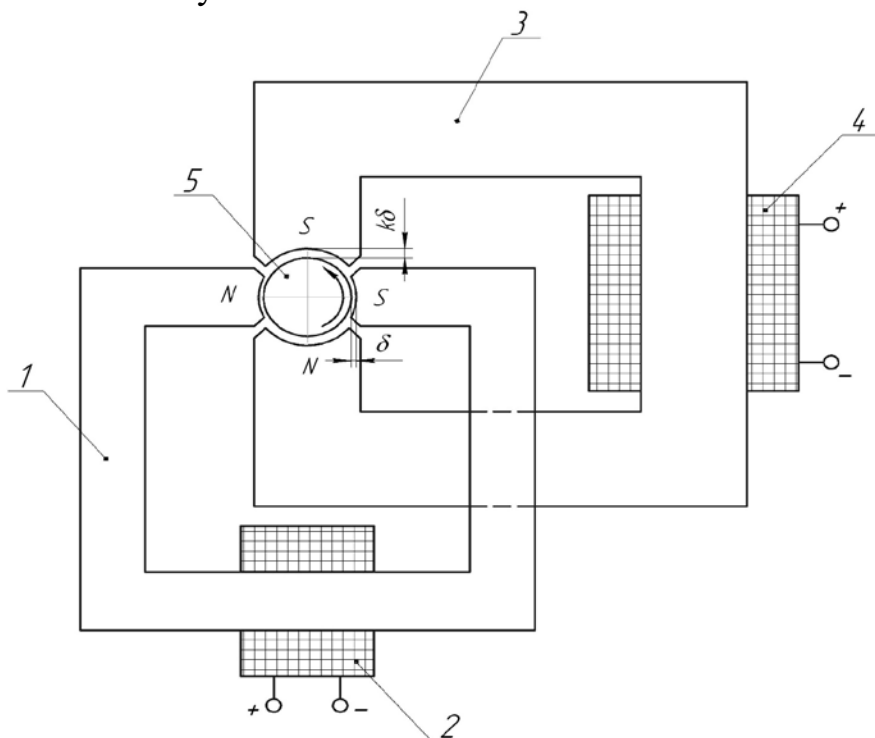


Рис. 1. Схема установки МАО с дополнительной магнитной системой

Установка работает следующим образом: порция ФАП прижимается к обрабатываемой поверхности нормальной составляющей силы резания, обусловленной магнитным полем ( $B=0,8$  Тл) основной магнитной системы, производится обработка поверхности детали на протяжении времени  $t_0$ . При затуплении щетки ФАП происходит отключение основной магнитной системы и включение дополнительной на время  $t_d$ , в результате чего в РЗ значение магнитной индукции увеличивается до  $B=2,0$  Тл, что приводит к перемешиванию и мгновенной переориентации частиц порции ФАП. В рабочий зазор  $k\delta$  дополнительной магнитной системы ФАП не поступает, поскольку величина дополнительного зазора значительно меньше основного. Одновременно с перемешиванием ФАП в РЗ магнитное поле ( $B=2,0$  Тл) оказывает влияние и на поверхность обрабатываемой детали, упрочняя ее. Затем дополнительная система отключается и включается основная. Во время переключения систем происходит переориентация частиц ФАП большей осью вдоль силовых линий магнитного поля.

Поочерёдное включение основной и дополнительной МС позволяет интенсифицировать процесс МАО. А воздействие более мощным магнитным полем приводит к магнитному упрочнению обрабатываемой поверхности.

Для реализации процесса МЭУ разработана и изготовлена установка модели УНП-1 с ЭМС на основе постоянных магнитов и сварочного инвертора [7, 8]. Для финишной обработки с упрочнением покрытий используется установка МАО с комбинированной ЭМС на базе станка модели ЭУ-6. Данное технологическое оборудование обеспечивает стабилизированные во времени технологические параметры режима нанесения и финишной обработки износостойких покрытий на деталях сельскохозяйственной техники.

### Список литературы

1. Миклуш, В.П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе / В.П. Миклуш, А.С. Сайганов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 607 с.
2. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л.М. Акулович. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
3. Малыгин, Б.В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин / Б.В. Малыгин. – М. : Машиностроение, 1989. – 112 с.
4. Барон, Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю.М. Барон. – Л.: Машиностроение, 1986. – 176 с.
5. Ящерицын, П.И. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле / П.И. Ящерицын и др. – Минск : ФТИ НАНБ, 1997. – 416 с.
6. Сакулевич, Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф.Ю. Сакулевич. – Минск: Наука и техника, 1981. – 328 с.
7. Акулович, Л.М. Повышение качества покрытий при электромагнитной наплавке в постоянном магнитном поле / Л.М. Акулович, А.В. Миранович // Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2008. – № 8. – С. 58-65.
8. Акулович, Л.М. Влияние параметров технологического тока при электромагнитной наплавке на качество покрытий / Л.М. Акулович, А.В. Миранович // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5–6 июня 2014 г. : в 2 ч. / Белорус. гос. аграр. техн. ун-т; под общей ред. И.Н. Шило, Н.А. Лабушева. – Минск, 2014. – Ч. 1. – С. 301-307.
9. Акулович, Л.М. Использование трансформаторных и инверторных источников технологического тока при электромагнитной наплавке / Л.М. Акулович, А.В. Миранович, О.Н. Ворошуха // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: тез. докл. IX Междунар. науч.-

техн. конф. / Под ред. А.И. Свириденка и В.А. Бородули. – Гродно : ГрГУ, 2013. – С. 115 – 116.

10. Ящерицын, П.И. Алмазно-абразивная обработка и упрочение изделий в магнитном поле / Ящерицын П.И. [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1989. – 271 с.

**УДК 372.863**

## **АНАЛИЗ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ «WEB. ГОСТЕХНАДЗОР 2.0» В ВОЛОГОДСКОЙ ГМХА**

*Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.*

*ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье представлен анализ работы электронной образовательной среды «Web. ГОСТЕХНАДЗОР 2.0» в Вологодской ГМХА.*

***Ключевые слова:** система, образование, студент, слушатель, квалификация, экзамен, гостехнадзор*

Электронная образовательная среда (система) «Web. Гостехнадзор 2.0» предназначена для использования в учебных заведениях для подготовки к экзамену и приема теоретического экзамена у кандидатов на получение удостоверения тракториста-машиниста в электронном виде и обеспечивает:

- ✓ подготовку к экзамену в электронном виде (режим обучения с просмотром ошибок и верных ответов);
- ✓ проведение экзамена в электронном виде;
- ✓ хранение полного архива экзаменов и экзаменуемых;
- ✓ интеграцию с АИС Гостехнадзора;
- ✓ формирование протоколов экзаменов и экзаменационных листов;
- ✓ неограниченное количество пользователей.

Инженерный факультет Вологодской ГМХА является пользователем данного программного продукта с начала 2017 года и использует его для подготовки студентов и слушателей курсов к сдаче квалификационного экзамена на право управления тракторами и самоходными машинами.

Активно проводится работа с разработчиками программного обеспечения ООО НПП «Интеллект Софт» г. Самара для удобства пользования ею студентами, преподавателями и инспекторами гостехнадзора.

В процессе обучения ведётся контроль и анализ за освоением студентами и слушателями теоретической части в области правил дорожного движения (ПДД), безопасной эксплуатации машин (БЭМ) и эксплуатации машин (ЭМ) за группой в целом или индивидуально за каждым студентом (рис.1.).

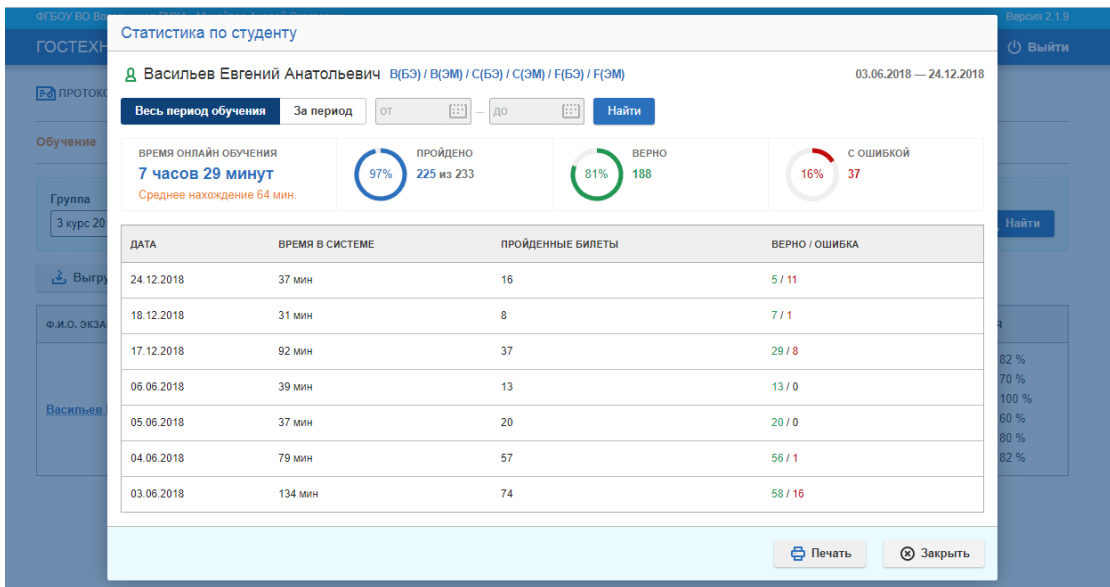


Рис. 1. Окно контроля за освоением студентом теоретической части

В случае если студент не достаточно освоил те или иные вопросы, либо процент вопросов с ошибкой превышает 20% то преподаватель, закрепленный за группой студентов или слушателей оперативно проводит анализ и дает свои наставления и разъяснения по данным вопросам, тем самым подготавливая студента к успешной сдаче.

На рис. 2. представлена аналитика сдачи теоретического экзамена, проводимого инспектором гостехнадзора.

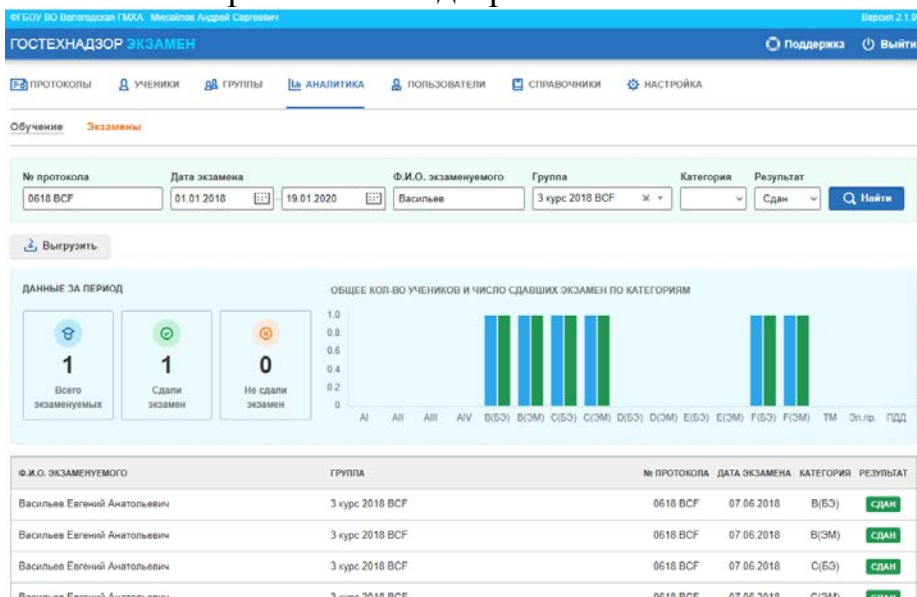


Рис.2. Анализ сдачи теоретического экзамена на право управления тракторами и самоходными машинами конкретного экзаменуемого за анализируемый период

Анализируя данные на рис. 2 можно сделать вывод, что экзаменуемый успешно «сдал» теоретический экзамен по всем доступным категори-

ям с первого раза благодаря пройденному обучению в электронной образовательной среде «Web. Гостехнадзор 2.0» (рис.1) на 97% и верно ответственным из базы данных по категориям вопросам 81%.

На рис.3. представлена аналитика сдачи внутреннего экзамена группой слушателей курсов трактористов-машинистов категории «В,С,Д,Е»

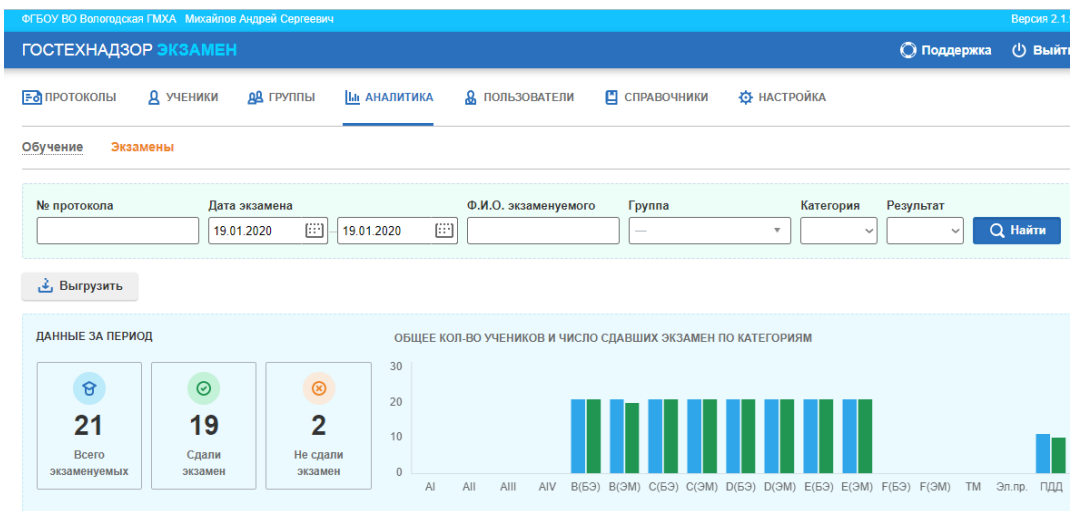


Рис. 3. Анализ сдачи внутреннего теоретического экзамена на право управления тракторами и самоходными машинами группы слушателей курсов трактористов-машинистов категории «В,С,Д,Е»

Анализируя данные внутреннего экзамена (рис.3) можно сделать вывод, что два экзаменуемых «не сдали» следующие теоретические экзамены: один по ПДД второй по эксплуатации машин категории «В» тем самым процент сдачи экзамена по исследуемой группе составил 90,5%.

Подводя итоги работы электронной образовательной среды «Web. Гостехнадзор 2.0» за три года можно отметить в основном положительные стороны для всех пользователей (студентов, слушателей, преподавателей, инспекторов гостехнадзора), кроме одной – не везде и не у всех есть доступ в Интернет.

### Список литературы

1. Михайлов, А.С. Основные принципы обучения профессии тракторист-машинист сельскохозяйственного производства / А.С. Михайлов // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2019.стр. 224-229.
2. «Прием экзаменов Web. Гостехнадзор»: руководство пользователя для администратора по программе / компания «Интеллект Софт». – Самара – 2019. – 45с.

УДК 631.363.7

## РАЗРАБОТКА ДОЗАТОРА-ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ БУНКЕРНЫХ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ

*Моор Евгений Владимирович, студент-магистрант*

*Сысоев Денис Петрович, науч. рук., к.т.н., доцент*

*ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия*

**Аннотация:** *снижение затрат труда и энергоемкости процессов приготовления кормов и кормовых смесей всегда стоит в центре внимания как ученых так и производителей. Проведенные исследования позволили создать конструкцию рабочих органов для кормоприготовительных машин направленных на решение вопроса ресурсосбережения.*

**Ключевые слова:** *корма, транспортер, дозирование, шнеково-винтовой рабочий орган*

В реализации задачи восстановления и развития производства продукции животноводства особое место занимают корма и кормление сельскохозяйственных животных. В современном животноводстве без применения ресурсосберегающих технологий и высокоэффективных комплектов машин и оборудования не невозможно решить проблему интенсификации [1].

Особенно в животноводстве для приготовления и дозированной раздачи кормов необходимо применение широкого набора и многообразие машин и оборудования, основными из которых являются: бункеры-накопители, измельчители-смесители, кормораздатчики, дозаторы и другие [2].

Для приготовления питательно-сбалансированных рационов важную роль играют машины и рабочие органы, в которых должно внимание уделяется физическим, механическим и реологическим свойствам всех компонентов кормовой смеси, а также конструктивные и технологические параметры оборудования, каждый из которых влияют на качество приготовленной смеси и, следовательно, продуктивность животных [3].

Применение для интенсификации и ресурсосбережения существующее оборудование не всегда удовлетворяет качественным характеристикам конечного продукта, так как зачастую используется неэффективно и неэкономично, с большими затратами энергии. Трудности при исследовании рабочего процесса возникают в качестве конструктивного оформления, математического описания процессов и прогнозирования результатов.

Применение универсальных мобильных кормораздатчиков для приготовления и раздачи кормовых смесей на животноводческих фермах и комплексах обеспечивает более удобное обслуживание нескольких групп животных или всей фермы, повышая коэффициент использования

оборудования [3].

Поскольку процесс раздачи корма является одним из самых основных производственных, ответственных в технологическом отношении и достаточно трудоемким [4, 6], то необходимо дальнейшее усовершенствование процесса и средств раздачи кормов, которые могут повысить продуктивность животных еще на 10...15%.

Целью исследования является разработка дозатора-транспортера для бункерных кормораздатчиков.

Главная цель процесса *приготовления* кормовых смесей заключается в сокращении к минимуму потерь энергии и корма, повышении его питательной ценности, усвоения, перевариваемости, поедаемости, а процесса *раздачи* – в равномерном распределении в кормушки порций готовой кормовой смеси всем группам животных.

Основным недостатком кормораздатчиков, особенно с вертикальным расположением шнекового рабочего органа [5], является неравномерное распределение готовой кормовой смеси в кормушки или на кормовой стол, что приводит к неполучению отдельными животными требуемого его количества и, как следствие, снижению привесов или надоев.

В ходе исследования нами проведен анализ основных конструкций выгрузных транспортеров кормораздатчиков, которые представлено на рисунке 1. Процесс выгрузки кормов в большинстве конструкций аналогичен, норма выдачи порций готового корма регулируется шиберной заслонкой выгрузного люка, которая открывается с помощью гидроцилиндра. Регулировка открытия шиберной заслонки производится визуально по положению рычага, который взаимосвязан со штоком гидроцилиндра, а также меткам, изображенным на специальной линейке, которая крепится в передней стенке бункера кормораздатчика.



Рис. 1. Выгрузные транспортеры мобильных кормораздатчиков

Как показал анализ работы выгрузных транспортеров, большинство из них не обеспечивают требуемую равномерность распределения кормовой смеси из-за ее неоднородности в бункере. Для выравнивания подачи

кормового потока в зону кормления в конструкциях дополнительно устанавливают различные устройства (рисунок 2).



Рис. 2. Выравниватели кормового потока

Для равномерной выгрузки и распределения кормовой массы нами предлагается установить оригинальный шнеково-винтовой рабочий орган (рисунок 3). За счет конструкции винтовых лопастей будет осуществляться захват и подача материала из бункера на кормовой стол, а за счет их оригинального расположения – равномерность его распределения по фронту выгрузного окна.

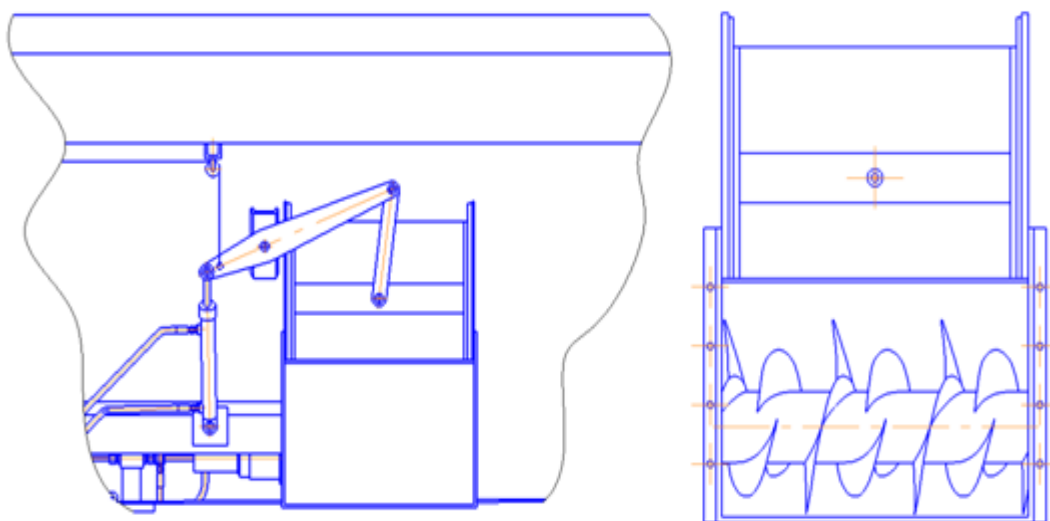


Рис. 3. Дозатор-транспортер

Результаты исследований и предлагаемое техническое решение в виде шнеково-винтового рабочего органа будет интересно производителям кормоприготовительных машин и агрегатов [7].

Приготовит корма при их наличии это еще проблема, проблема их скормить животным с минимальными потерями и получением желаемых результатов!



## Список литературы

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы. – М.: МСХ РФ, 2012. – 204 с.
2. Коваленко, В. П. Механизация животноводства : учеб. пособие / В.П. Коваленко, В.Ю. Фролов, Т.А. Сторожук, Д.П. Сысоев. – Краснодар, 2012. – 190 с.
3. Сарбатова, Н.Ю. Ресурсосберегающие технологии приготовления и раздачи кормов на животноводческих фермах малых форм хозяйствования / Н.Ю. Сарбатова, Д.П. Сысоев, В.Ю. Фролов, А.Ю. Марченко // Техника и оборудование для села – 2013. – № 3. – С. 15–19.
4. Сысоев, Д.П. Совершенствование рабочего органа раздатчика кормов / Д. П. Сысоев, В. Ю. Фролов // Техника в сельском хозяйстве – 2009. – № 5. – С. 12–15.
5. Журтов, А.Х. Анализ процесса резания длинностебельных кормов сегментом с криволинейной режущей кромкой / Д.П. Сысоев, В.Ю. Фролов, А.Х. Журтов // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 103(09). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/52.pdf>.
6. Сысоев, Д.П. Оптимизация приготовления кормов измельчителем-смесителем / Д.П. Сысоев, В.Ю. Фролов. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. – № 10. – С. 16–18.
7. Пат. 161558 Российская федерация МПК А01К 5/00 Универсальный навесной раздатчик-измельчитель кормов / Д.П. Сысоев, В.Ю. Фролов, И.С. Пономаренко, Д.В. Березной – № 2016100795/13; заявл. 12. 01. 2016, опубл. 27. 04. 2016. – бюл. № 12.

УДК 664.72:621.365.5

### МНОГОФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА ПОСРЕДСТВОМ ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

*Наухан Еркежан Мауленкызы, студент-бакалавр  
Сагындикова Айгуль, науч. рук., доктор PhD, доцент  
АУЭС имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, Казахстан*

*Аннотация: это метод сушки зерна относится к сельскому хозяйству и может быть использовано в качестве зерносушилки на элеваторе. Повышение эффективности процесса подогрева зернового материала и снижение энергозатрат осуществляется за счет того, что происходит равномерное распределение влаги в сушеном продукте. Индукционный способ сушки обладает тем преимуществом, что у нее отсутствует передача*

ча тепла от нагревателя.

**Ключевые слова:** зерно, индукционный нагреватель, эксперимент, тепловая обработка, идеализированная установка контактного типа для тепловой обработки зерна, сушки зерна, геликоидная поверхность, регрессионная модель

Имеется возможность использования контактного способа передачи теплоты для нагрева зерна при его тепловой обработке подтверждена рядом исследований [1].

В настоящее время имеется достаточное количество теоретического материала по тепло- и массообменным процессам по сушке зерна [2]. Обеспечение качества процесса тепловой обработки, при соблюдении эксплуатационных и технологических требований с минимальными энергозатратами, идеализированная установка контактного типа для тепловой обработки зерна должна включать в свой структурный состав следующие основные элементы (рисунок 1).



Рис. 1. Структурная схема контактной электроустановки для тепловой обработки зерна

Скорость контактного способа теплопередачи зависит от температуры нагрева контактной поверхности, толщины обрабатываемого зернового слоя, а также времени контакта зерна с греющей поверхностью (экспозиции теплового воздействия). Однако при переработке небольших партий зерна контактный способ теплопередачи можно использовать гораздо шире и на более совершенном энергетическом уровне [3].

Теплообменное устройство для сушки зерна – это процесс обработки, соблюдения эксплуатационных, технологических требований к индукционным нагревателям, включают в свой структурный состав следующие основные элементы: теплообменное устройство 1 с устройством загрузки 2 и устройством выгрузки зерна 3. В теплообменном устройстве находятся нагревательные элементы, выполненным в виде электрической обмотки для индукционного нагрева. Концы обмоток подключены к преобразовате-

лю частоты 4. Преобразователь частоты и устройство обдува 5 подключены к теплообменному устройству. Выделенная влага выводится через устройство отвода влаги 6. Высушенное зерно передвигается к устройству выгрузки зерна 3. Процесс заканчивается.

Конструкционной основой контактной сушилки зерна посредством индукционного нагревателя является теплообменный аппарат с электрическими источниками тепла [4]. Выделим определенные требования для нормального протекания процессов тепловой обработки (сушки, поджаривания, подогрева и т.д.).

Итак, процессы тепловой обработки зерна в контактном теплообменнике характеризуются совокупностью различных факторов, каждый из которых непосредственно или косвенно оказывает влияние на эффективность разрабатываемой установки в целом [5].

С целью повышения эффективности процессов тепловой обработки зерна, повышения пропускной способности установки, обеспечения более равномерного распределения зерна по греющей поверхности (увеличение коэффициента заполнения), а, следовательно, и для более равномерного прогрева обрабатываемого зернового слоя нами предложен новый метод исследования режимов сушки зерна, рисунок 2.

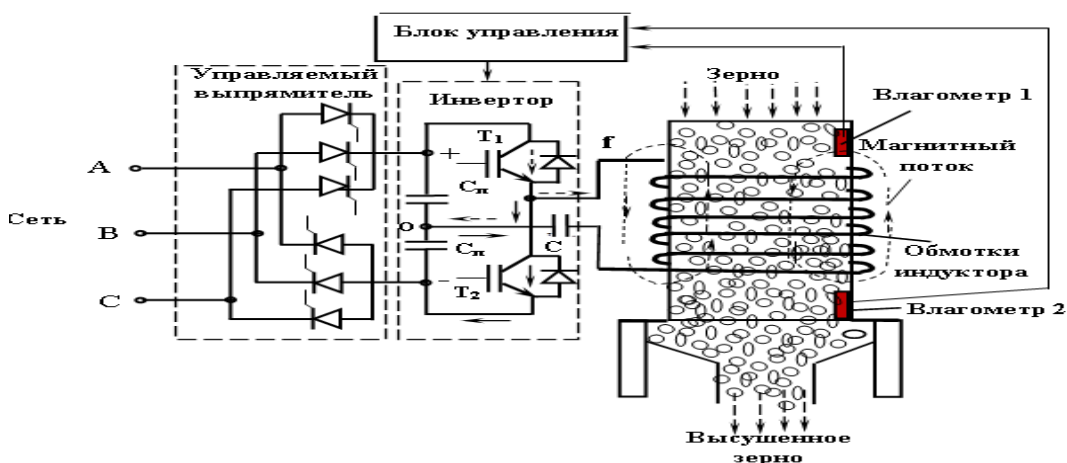


Рис. 2. Способ и устройство для индукционной сушки зерна

Метод, такие преимущества перед традиционными, как направленность основной энергии, не на нагрев материала зерна, а целенаправленно во внутреннюю влагу, находящуюся в зерне, что обусловлено различной диэлектрической проницаемостью двух сред – влаги и материалов самого зерна. Благодаря этому КПД такой сушильной камеры превышает традиционные, а кроме того не наносятся термические травмы эндосперме зерна [6].

На рисунке 3б показан макет лабораторной установки, который выполнен соответственно технологической схеме.

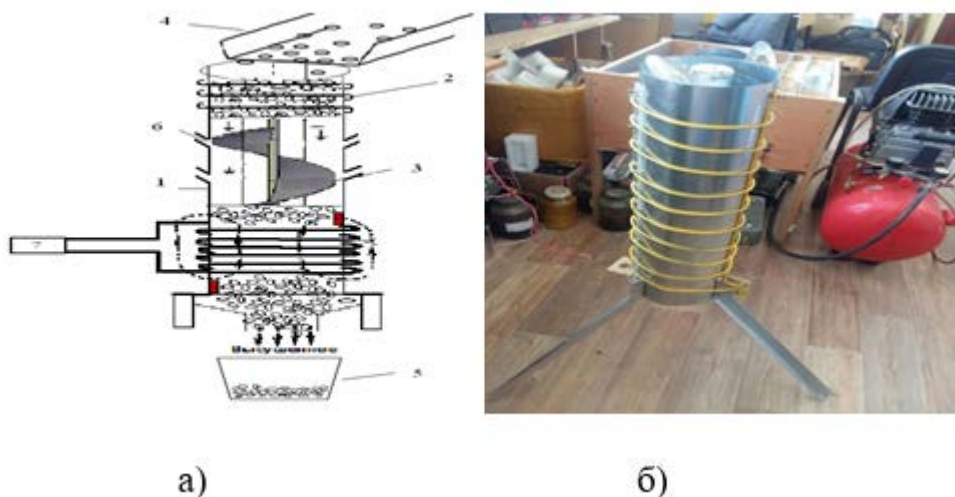


Рис. 3. а) технологическая схема зерносушилки, б) макет лабораторной установки  
 1-цилиндрический кожух, 2- электрическая обмотка, 3-транспортирующий шнек, 4-  
 загрузной лоток, 5 – выгрузной лоток,6- воздухоотвод

Непосредственный нагрев самого зернового материала осуществляется за счет того, что загрузка сушильной камеры происходит под действием силы тяжести. Сушильная камера выполнена в виде цилиндра, на внешней поверхности которого намотана электрическая обмотка. Также в ней установлены влагомеры, для контроля влажности в сушильной камере. Блок управления установленный снаружи сушильной камеры регулирует уровнем нагрева температуры в сушильной камере [7].

Технологическая схема зерносушилки показана на рисунке 3а. Установка содержит высокочастотный генератор, возбуждающую обмотку, которая огибает цилиндр, в котором расположен шнек с геликоидной поверхностью.

Для проведения исследования была собрана вся конструкция зерносушилки с непосредственными индукционными нагревателями. Установка цилиндрической формы со шнеком геликоидной поверхности включает в себя все выше перечисленные элементы – это подача зерна в бункер, способ подвода теплоты, определении расстояния.

Внутри этого цилиндра находится неподвижная винтовая поверхность, на которую с верхней части засыпается зерно из бункера. За счет гравитационных сил зерно движется вниз по винтовой поверхности. Здесь имеется одна особенность – винтовая поверхность должна иметь переменный шаг, уменьшающийся от верхней части к нижней. Это вызвано тем, что по мере высушивания зерна снижается коэффициент трения зерна по материалу винтовой поверхности.

При проведении исследования процесса сушки зерна посредством индукционных нагревателей на основе применения многофакторного планирования эксперимента придерживались цели – это получение простой модели процесса: оптимальные параметры и режимы работы рабочих ор-

ганов установки для сушки зерна, связывающей его эффективность с наиболее важными факторами [8].

Критериями оценки работы установки для сушки зерна служили следующие показатели: зерно пшеницы с влажностью 13-15% предназначенной для длительного хранения. В первом случае учитывалась температура нагрева зерна, а во втором – слой зерна. Эксперименты проводились на лабораторно - экспериментальной установке (рисунок 4). Согласно агротехническим требованиям зерно пшеницы при уборке имеет влажность 25-28%, а после сушки должно иметь 13-15 %влажности.

Независимыми основными переменными факторами, определяющими процесс сушки, являются  $X_1$  – температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $X_2$ - время сушки, мин  $X_3$ - толщина слоя зерна, см. Факторы  $X_1, X_2, X_3$  варьировались на трех уровнях. Опыты проводились с трехкратной повторностью.

Таблица 1 – Факторы, интервалы и уровни их варьирования

Уровни, интервалы варьирования	Кодовое обозначение	Факторы		
		Температура нагрева $X_1, ^{\circ}\text{C}$	Время нагрева $X_2, \text{мин}$	Толщина слоя зерна $X_3, \text{см}$
Верхний	+1	52	25	15
Основной	0	40	19	10
Нижний	-1	28	13	5
Интервал варьирования	$\Delta X_i$	12	6	5

Была сформулирована задача линейного программирования, получена модель, используемая как целевая функция при условии искомым величин таблица 4.5; 4.6. Программой Statistica10 были обработаны полученные данные [9].

По результатам эксперимента было решено выйти на планирование эксперимента, в результате найдено уравнение регрессии со свободными членами, и было принято решение об его адекватности.

После введения факторов  $x_1$ - температура нагрева,  $x_2$  – время нагрева зерна,  $x_3$  –толщина слоя зерна, получаем результаты регрессионного анализа (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты многофакторного дисперсионного анализа

N=15	Regression Summary for Dependent Variable: y (Spreadsheet2)				
	R=,29907896 RI= ,08944823 Adjusted RI= ----- F(3,11)= ,36020 p<,78298 Std.Error of estimate: 3,9245				
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(11)
Intercept			19,21563	2,628292	7,311072
$X_1$	-0,38692	1,398378	-0,08260	0,298522	-0,276695
$X_2$	1,90107	2,174745	0,40878	0,467629	0,874156
$X_3$	-1,35943	1,793439	-0,30600	0,403687	-0,758002

Результаты многофакторного дисперсионного анализа (таблица 4.7) показывают коэффициент определенности  $R^2=0,89$ , также показывают, что на 89% прошло изменение по оси  $Y$  управляемая факторами  $x_1$  и  $x_2$  и описывают линейную модель. Коэффициент  $B_0=19,21$ ,  $B_2=-0,082$ ,  $B_3=0,408$ ,  $B_4=-0,306$ , т.к.  $p<0,782$  за три коэффициента. Критерий Фишера  $F(2.13)=0.36$ , что соответствует вероятности  $p<0,782$  показывает, что модель описывает изменения по  $Y$ .

Получаем регрессионную модель, описывая поверхность, (рисунок 5) в трехмерном пространстве.

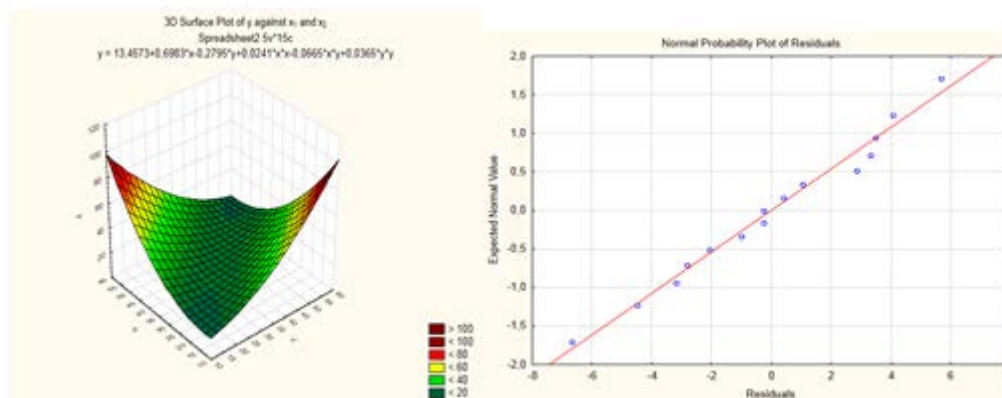


Рис.5. Трехмерная модель процесса сушки зерна  
Рис. 6. Нормальный вероятностный график по заданной модели

Из фигуры видна область изменения факторов  $x_1$  и  $x_2$  и постоянного параметра  $Y$ . По отчету незначительного влияния на фактор  $x_3$  результат от (рисунка 5) по  $Y$  запишем в следующей модели:

$$Y = 13,4573 + 0,6983x_1 - 0,2795x_2 + 0,0241x_1x_2 - 0,0665x_1^2 + 0,0365x_2^2 \quad (1)$$

Тогда модель изменяется по  $Y$  с 89%, а критерий Фишера  $F(2.13)=0.36$  соответствует вероятности  $p<0,782<0,05$ , показывает, что полученный результат адекватен. По полученным данным, (рисунок 5), нормальные вероятностные графики второй степени  $x_1$  и  $x_2$  (рисунок 6).

Все полученные точки, располагаются по прямой линии, это и есть нормальное распределение и можно считать, что предположение на регрессионный анализ нормально [10].

Таким образом, по результатам оптимизации можно сделать вывод, что улучшение процесса сушки зерна проходит при условиях, допустимых нормой.

В настоящее время доказана возможность эффективного применения электрического нагрева для сушки зерна. Были сконструированы, испытаны и даже применены на практике высокочастотные зерносушилки. Зерно, подвергаемое сушке в таких установках, соответствует всем технологическим требованиям, а в ряде случаев превосходит по качеству зерно, про-

сушенное традиционным, конвективным способом. Экономические изменения в нашей стране выявили спрос на миниатюризацию установок, были созданы мини зерносушилки, мобильные зерносушилки, обладающие относительно невысокой потребляемой мощностью, высокоэкономичные, простые в употреблении и обслуживании, а главное – достаточно дешевые.

### Список литературы

1. Баум, А.Е. Сушка зерна / А.Е. Баум, В.А. Резчиков. – М.:Колос,1983. – 223 с.
2. Егоров, Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна / Г.А. Егоров. – М.:Колос,1973. – 264 с.
3. Мельник, Б.Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна / Б.Е. Мельник, В.Б.Лебедев, Г.А. Винников. – М.:Агропромиздат,1990. – 367с.
4. Сагындикова, А.Ж. Энергосберегающая установка для сушки зерна/ А.Ж. Сагындиков, Н.Т. Исембергенов, Б. Канай // Труды «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана» Межд. Сатп. Чтения. – Т.4. – Алматы, 2015. – С.195-198.
5. Сагындикова, А.Ж. Авторское свидетельство РК №91438 «Установка для сушки зерна» / А.Ж. Сагындикова, Н.Т. Исембергенов, К.Н. Тайсариева. – Астана, 2014 г.
6. Борисов, А.М. Влияние параметров шнекового транспортера на эксплуатационные показатели / А.М. Борисов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2004. – №6. – С. 46
7. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных / Г.В. Веденяпин. – М.:Колос, 1973. – 194 с.

УДК 633.521

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН

*Низов Никита Сергеевич, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье обозначено значение отрасли льноводства для страны и представлены технологии производства лубяных волокон.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, льноводство, лубяные волокна

Льноводство – важнейшая отрасль сельского хозяйства нашей страны. Лен является системообразующим в сельском хозяйстве, текстильной, швейной, пищевой, фармацевтической и медицинской промышленности, а также в строительной индустрии и производстве целлюлозы для изготовления продукции оборонного назначения [1-3].

Социальное значение льняного комплекса проявляется в возможности более полного использования трудовых ресурсов и повышения уровня занятости сельского населения. Особенно это важно для Центрального и Северо-Западного федеральных округов, ряда Сибирских регионов, где низкоплодородные почвы малопригодны для выращивания других сельскохозяйственных культур [4-6].

Технологический процесс производства лубяных волокон представляет собой последовательность операций, направленных на отделение волокнистой части стебля от древесной (костры) при минимальном повреждении волокна. Это процесс, в котором исходный продукт – треста превращается в готовый продукт – волокно. Наиболее ценное волокно – трепаное, или длинное получают на мяльно-трепальных агрегатах. При трепании, очистке от костры часть волокон обрывается. Кроме того, некоторые пряди сырца выдергиваются из конвейеров трепальной машины. Такие волокна очищаются в куделеприготовительных агрегатах. Последовательность технологических операций показана на рисунке 1 [7-10].

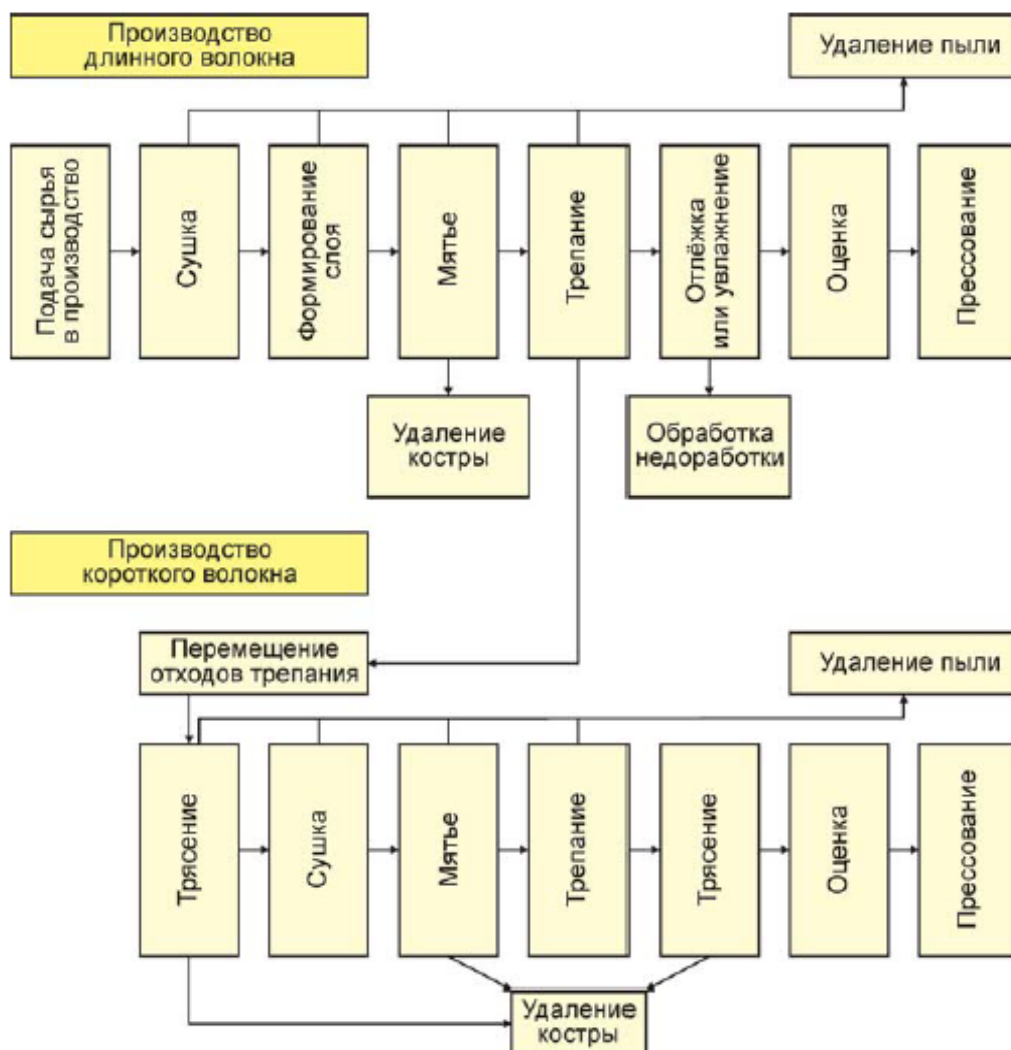


Рис. 1. Технологический процесс производства лубяных волокон



На льнозаводе для отделения волокна от костры тресту подвергают механическому воздействию, осуществляя следующие операции (рис. 2):

- мятье: тресту пропускают через рифленные вальцы, разрушая тем самым хрупкую древесину, но сохраняя эластичное волокно;
- трепание: многократно ударяют по тресте лопастями бильных барабанов;
- трясение: на трясилке удаляется осыпающаяся костра.

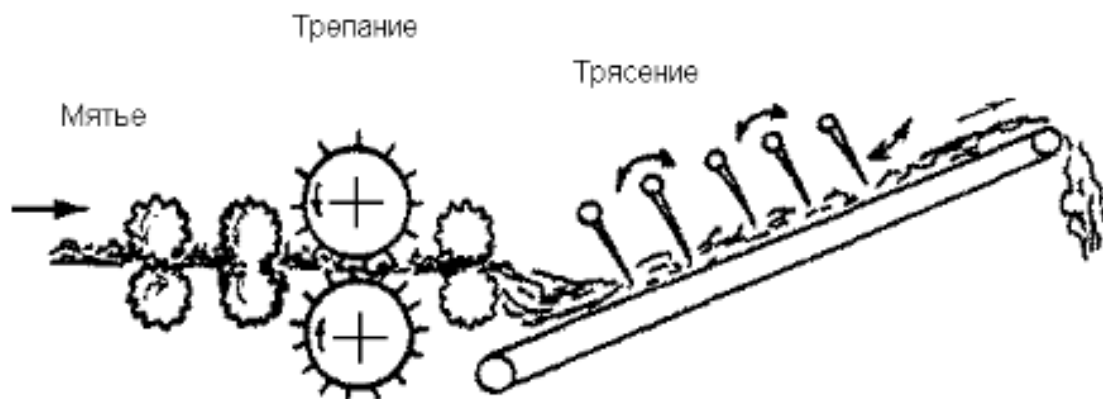


Рис. 2. Процесс отделения волокна от костры

Производство лубяных волокон складывается из множества операций, выполняемых одна вслед другой, без перерывов во времени, т.е. является поточным. Преимущество его в том, что каждая машина работает непрерывно, а время, необходимое для передачи полуфабриката на дальнейшую обработку, минимально. Поточное производство обеспечивает высокую пропускную способность оборудования и производительность труда рабочих, рациональное использование производственных площадей, дает широкие возможности для автоматизации технологического процесса. К недостаткам следует отнести высокие требования по надежности машин, входящих в состав линии, поскольку отказ любой из них приводит к остановке всей линии.

Продуктами производства лубяных волокон являются:

- волокно трепаное, или длинное, из него изготавливаются наиболее качественные бельевые, платьевые ткани;
- волокно короткое, дезориентированное, широко применяется в текстильной промышленности, но менее ценное по сравнению с волокном трепаным, из него вырабатывают тарные ткани, веревки, бумагу;
- костра (древесная часть стебля), используется для изготовления строительных и термоизоляционных плит, строительного бруса, а также как топливо;
- пыль – побочный продукт технологических воздействий, содержит комплекс органических и минеральных соединений и используется как

удобрение для полей.

На рисунке 3 показана линия получения короткого волокна в КХ «Подворье» д. Яковцево Вологодского района. На рисунке 4 результат работы линии – короткое волокно (моноволокно).



Рис. 3. Линия получения короткого волокна (моноволокна)



Рис. 4. Короткое волокно (моноволокно)

Проанализировав технологии получения длинного и короткого льноволокна, убедившись в актуальности данного направления исследований, с целью максимального снижения финансовых затрат на производство волокна наша дальнейшая научная работа будет направлена на совершенствование технологического процесса производства лубяных волокон.

## Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с.
2. Шушков, Р.А. Искусственное досушивание рулонов льнотресты, как элемент технологии уборочных работ / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – Ч. 1. – С. 348-351.
3. Шушков, Р.А. Распределительное устройство для досушивания рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 5. – С. 44-46.
4. Шушков, Р.А. Исследование распределения теплоносителя в процессе досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: сборник научных трудов. – СПб.: СПбГАУ, 2013. – С. 222-225.
5. Оробинский, Д.Ф. Универсальный пункт сушки льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 3. – С. 2-4.
6. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 5. – С. 136-142.
7. Черников, В.Г. Инновационные технологии и технические средства нового поколения для производства и глубокой переработки лубяных культур: Учеб. пособ. / В.Г. Черников, М.М. Ковалев, Ю.Ф. Лачуга и др. – М.: изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 150 с.
8. Опыт освоения прогрессивных технологий и технических средств для уборки и первичной переработки льна-долгунца: науч. анализ. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 152 с.
9. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца: метод. реком. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 68 с.
10. Колчина, Л.М. Технологии и технические средства для возделывания, уборки и первичной переработки льна-долгунца: кат.-справ. / Л.М. Колчина. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 132 с.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ  
СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА  
СЕМЕННОГО ЗЕРНА И ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

*Осинов Никита Алексеевич, аспирант  
Голицын Алексей Михайлович, аспирант  
Савиных Петр Алексеевич, науч. рук., д.т.н, профессор  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в настоящее время в народном хозяйстве широко используются физические методы воздействия на растения. Один из них – это электромагнитное поле. В данной статье описано влияние электромагнитного поля (ЭМП) на посевные качества семян и урожайность овощных культур.*

***Ключевые слова:** Растение, тепловая и электрическая энергия, анаэробное сбраживание, микроорганизмы, СВЧ, ЭМП, энергия прорастания, плодоношение*

Изучение, использование и внедрение в аграрную практику экологически чистых обоснованных новых технологических приемов стоят в центре внимания отечественных и зарубежных ученых [1].

Таковыми факторами признаны, в том числе, физические способы воздействия на растение. Из физических факторов, используемых в практике аграрного производства, наиболее пристального внимания заслуживает тот, применение которого одновременно отвечает нескольким требованиям: обеспечивает экологическую безопасность, необременителен с экономической точки зрения, прост в эксплуатации и обслуживании, приводит к увеличению урожая и (или) повышению качества продукции [2].

К одному из таких факторов относится использование электромагнитных полей, важная экологическая роль которых на данном этапе развития человечества отдельно подчеркивается некоторыми авторами [3].

Особый интерес представляют электромагнитные поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), находящие широкое применение в народном хозяйстве, – в настоящее время они используются для увеличения урожайности и качества получаемой продукции, для сушки и обеззараживания семян, фруктов и других объектов, для борьбы с сорняками и вредителями; им находят все новые и новые сферы применения. Исследования по влиянию магнитных полей на биосистемы, выявившие большую биологическую активность импульсных полей, а также исследования действия ЭМП и ЭМИ радиоволнового диапазона и полей промышленной частоты существенно продвинулись вперед [2].

Многочисленные исследования показывают, что ЭМП и ЭМИ искус-

ственных (технических) устройств и систем при их недостаточно правильном использовании могут вызвать неблагоприятные эффекты, ухудшать здоровье населения и состояние других компонентов биосферы [4]. Вместе с тем имеются данные, что ЭМП и ЭМИ технических (искусственных) источников при определённых параметрах действующего поля могут оказывать выраженное благоприятное и даже лечебное действие.

Целью проводимого исследования было изучение теории действия непрерывного низко интенсивного микроволнового излучения на рост, развитие и урожайность овощных культур на примере томата и повышение посевных качеств семян на примере ячменя.

Одним из важнейших параметров диэлектрических материалов является диэлектрическая проницаемость. По физическому смыслу диэлектрическая проницаемость – количественная мера интенсивности процесса поляризации.

Поляризация представляет собой смещение связанных зарядов под действием внешнего электрического поля. Основными видами поляризации являются электронная, ионная и дипольная.

Электронная поляризация – упругое смещение электронных орбит относительно ядер в атомах и молекулах под действием внешнего электрического поля.

Ионная поляризация – это упругое смещение противоположно заряженных ионов в узлах кристаллической решетки под действием внешнего электрического поля.

Ионная и электронная поляризация происходят без потерь энергии.

Дипольная поляризация характерна для полярных диэлектриков, к которым относится вода. Полярные молекулы имеют несимметричное строение. Центры тяжести разноименных зарядов у них не совпадают, и, потому в отсутствие внешнего электрического поля эти молекулы представляют собой диполи. Под действием постоянного меняющегося внешнего электрического поля происходит межмолекулярное трение, приводящее к нагреву воды.

Известно, что каждый полярный диэлектрик имеет свою резонансную частоту, при которой происходит максимальное поглощение энергии электромагнитного поля, т.е. при определенной частоте тангенс диэлектрических потерь  $tg\delta$  максимален.

В диапазоне частот  $10^6 \dots 10^{10}$  Гц неполярные диэлектрики, например, сухое зерно, ведут себя как прозрачная среда, т.е. не поглощают электрическую энергию. Тангенс потерь воды равен 0,95, и он примерно в 600 раз больше, чем сухого зерна ячменя (0,0016). Таким образом, энергия электромагнитного поля при обработке предварительно увлажненных семян поглощается в основном водой.

Однако, наличие в воде растворов микроэлементов, прилипателей, жидких комплексных удобрений приводит к тому, что получившийся рас-

твор обладает достаточно высокой электропроводностью. Электрически заряженные частицы под воздействием внешнего электромагнитного поля направлены перемещаются в растворе, создавая ток проводимости.

В процессе обеззараживания семян энергией сверхвысокочастотного поля необходимо путем увлажнения разделить диэлектрические свойства семян и паразитирующих грибных и вирусных инфекций, находящихся на их поверхности и внутренних структурах.

Поскольку вирусы, грибы, бактерии обладают большой влагопоглотительной способностью, они впитывают воду в десятки раз быстрее, чем зерно. Через 3 – 15 мин после замачивания они набухают, влажность их достигает 80 – 90 %. Семена же за этот промежуток не успевают увлажниться и остаются практически сухими. В электромагнитном поле сверхвысокой частоты основная часть энергии поглощается вирусами, грибами, бактериями, которые в результате быстрого (10...30 с) избирательного нагрева инактивируют (гибнут). Температура семян при этом повышается незначительно. Кроме того, благодаря прогреву семян стимулируются рост и развитие растений.

По мере развития исследований началось использование специфических особенностей электрофизического воздействия на живые организмы и их продукцию. Например, для очистки и сортировки сельскохозяйственной продукции в ЭМП – электролечение и защита растений и животных от болезней и вредителей, угнетение и уничтожение сорняков, болезнетворных микроорганизмов в почве, активизация, электростимуляция и управление ростом растений и животных, а также повышение их резистивности к болезням, удлинение сроков сохранности продукции. В электро-технологиях электроэнергия воздействует непосредственно или преобразуется в оптические излучения, электрические импульсы и электроискровые разряды, ультразвук ЭМП различных частот, а также другие виды и формы.

Как показывает изучение стимулирующего действия электромагнитного поля различных диапазонов на семена, в биологически активной среде зародыша происходит переход активных частиц в возбужденное состояние. Энергия вторичного излучения в биосистеме зародыша ничтожна, но если его частичная характеристика соответствует определенному биологически активному спектру, то этой энергии может оказаться достаточно для того, чтобы в благоприятных условиях внешней среды (достаточное количество тепла, влаги) начать сложные цепные биологические реакции и интенсивный ростовой процесс деления клеток.

Следовательно, во всех природных явлениях ведущая роль принадлежит энергии, преобразование которой в жизненно-важных процессах происходит на молекулярном и электронном уровнях. Результатом действия излучений с высоким энергетическим уровнем на биологическую систему является увеличение ее энергетических ресурсов.

Кроме того, установлено, что семенные инфекции не одинаково реагируют на “воздействие” ЭМП СВЧ. Одни из них слабо устойчивы к нему и полностью погибают в течение короткой экспозиции, для 100%-й гибели других требуется более длительное время.

Следовательно, при внедрении в процесс обеззараживания семян сельскохозяйственных культур энергии ЭМП СВЧ, можно исключить применение в борьбе с вредными организмами опасных импортных фунгицидов и инсектицидов, что является одним из путей снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду.

А многочисленными опытами, проведенными с различными с/х культурами в лабораторных и полевых условиях, установлено, что параметры СВЧ обработки семян вызывают у растений не один, а комплекс эффектов. Это гибель инфекционных заболеваний, повышения энергии прорастания и увеличение всхожести.

При СВЧ-обработке семян ячменя в течение 10 сек. при мощности 80 Вт, а также при 20 и 30 сек. при мощности 400 Вт наблюдается снижение энергии прорастания и всхожести, по сравнению с контролем, на 8, 7 и 5% соответственно (для показателя «энергия прорастания») и на 9, 6, и 5% (для показателя «всхожесть»). В результате анализа данных выявлено, что наибольшая стимулирующая результативность проявляется на обработках мощностью 80 и 240 Вт.

Микроволновое излучение влияет также на сроки плодоношения и урожайность растений. Так, у опытных (облучённых) растений томата цветение наступает по срокам раньше обычного, заметно увеличивается количество цветков и соответственно плодов на растении. Плодоношение наступает на две недели раньше, чем в контроле и первые плоды появляются уже на 14-й день после посадки рассады в грунт при облучении волнами 18 см диапазона. По урожайности также опытные растения превосходят контрольные и, особенно, в вариантах 21 см и 18 см диапазонов волн. Микроволновое излучение оказывает закономерное влияние на все фазы развития растений.

Таким образом, изученные эксперименты нами по влиянию низкоинтенсивного СВЧ-излучения на растения томата и семена пшеницы, ещё раз доказывают:

1. Стимулирующее влияние на рост и развитие растений;
2. Закономерное воздействие – сначала наблюдается отставание в развитии облучённых растений от контрольных, а через некоторое время происходит мобилизация жизненных сил и они существенно опережают в развитии контрольные (необлучённые) растения.

Данные эксперименты будут проделаны в дальнейших диссертационных работах на семенах ячменя и всходах моркови. Разрабатываются экспериментальные установки, которые питаются от переменного тока. Для замеров мощности, силы тока и напряжения будут использоваться

трансформаторы тока.

### Список литературы

1. Насурлаева, З.Ю. Влияние микроволнового излучения на сроки плодоношения и урожайность растений томата / З.Ю. Насурлаева, Н.Т. Гаджимусиева, Т.А. Асварова // Экология растений. – 2009. – С. 31 – 33.
2. Вербицкая, Н.В. Особенности возделывания электромагнитного поля на посевные качества семян пшеницы / Н.В. Вербицкая, О.М. Соболева, Е.П. Кондратенко // Сельскохозяйственный журнал. – 2014.
3. Исаев, А.В. Эффективные режимы предпосевной обработки семян рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты / А.В. Исаев// – Красноярск. –2016. –С.19–22.
4. Алюнов, А.Н. Прохождение сигналов релейной защиты через электромагнитные трансформаторы тока / А.Н. Алюнов, А.В. Булычев, В.А. Гуляев // Электричество. – Национальный исследовательский университет «МЭИ». – Москва, 2004.

УДК 621.74

### ПОЛУЧЕНИЕ ЛИТЫХ ПОРШНЕЙ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Парфёнов Антон Иванович, студент-специалист  
Андрушевич Андрей Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация: работа посвящена изучению процесса получения литых заготовок поршней дизельных автотракторных двигателей из композиционных материалов на основе алюминия.*

*Ключевые слова: литьё; поршень; композиционный материал; алюминиевый сплав; двигатель*

*Введение.* Поршень двигателя внутреннего сгорания, являясь одной из наиболее нагруженных деталей шатунно-кривошипного механизма, подвергается не только большим давлением, но и высоким температурам и часто выходит из строя.

Литые поршни тракторных двигателей, в частности Минского моторного завода Д242, Д260 и других моделей, изготавливаются из первичного алюминиевого сплава АК12ММгН. Это легированный за эвтектический сплав, содержащий 12% кремния, обладающий, по сравнению с ранее применявшимся АЛ10В, лучшими механическими свойствами при нагревании. Однако применение алюминиевых сплавов для изготовления слож-



ных фасонных отливок, несмотря на комплекс присущих им физико-механических и эксплуатационных свойств, ограничивается, в ряде случаев, температурно-силовыми факторами эксплуатации [1].

Для повышения прочности, твердости, износостойкости деталей в последнее время широко используются литые композиционные материалы (ЛКМ) на основе сплавов алюминия, армированные пористыми каркасами, полученными методами порошковой металлургии из оксидов, нитридов, карбидов различных металлов [2].

В работе исследовали технологические параметры макро зонального упрочнения отливок сложной формы, получаемых литьем в кокиль (металлическую форму), при пропитке алюминиевым расплавом армирующих каркасов из керамических волокон.

*Общие сведения.* ЛКМ с матрицей из алюминиевых сплавов получали наиболее технологичным и нашедшим промышленное применение методом – пропиткой под внешним давлением [3]. При использовании способа пропитки возможно упрочнение отдельных зон отливки различными по составу и свойствам материалами, что позволяет изготавливать уникальные по свойствам изделия.

В технологическом процессе получения литых композиционных материалов и отливок пропиткой определяющее значение имеют следующие факторы: капиллярные явления; характер течения расплава внутри пористого каркаса; взаимодействие между армирующим волокном и алюминиевой матрицей; процесс затвердевания матричного сплава.

Капиллярные явления определяют величину работы, необходимой для заполнения каркаса расплавом. Для перемещения расплава внутри капиллярно-пористого каркаса необходимо приложить внешнее избыточное давление, превышающее величину капиллярного давления.

Расчеты показали, что при самых неблагоприятных условиях, характерных для жидких алюминиевых расплавов, поверхность которых покрыта тонкой твердой пленкой окисла  $Al_2O_3$ , затрудняющей их непосредственный контакт с поверхностью волокон и смачивание, величина этого внешнего давления значительно ниже давления, необходимого для осуществления процесса жидкой штамповки.

Такие значения внешнего давления на поверхности расплава в условиях формирования отливки в кокиле можно обеспечить при подаче на поверхность расплава сжатого газа (воздуха, азота, аргона).

*Технология получения ЛКМ.* Это условие было реализовано в экспериментальной оснастке, куда до заливки укладывались пористые каркасы различного состава. Для отработки параметров технологии получения ЛКМ использовалась оснастка, в обойму которой устанавливалась цилиндрическая разъемная форма с вертикальной плоскостью разъема. В плоскости разъема выполнена литниковая система. Диаметр прибыли варьировался с помощью вставок. Упрочняющий каркас требуемой геометрии

устанавливали в металлическую форму, имеющий внизу выталкиватель, а сверху металлический стержень. В верхнем стержне предусмотрены специальные каналы, по которым в полость подавали сжатый газ, создавая давление на поверхности расплава.

Изучали влияние на качество заготовки детали температуры формы, температуры заливки матричного сплава, величины давления, объема прибыли. Давление на сплав поддерживалось до полного затвердевания отливки или снималось сразу после пропитки каркаса. Исследованы условия, достаточные для качественной пропитки алюминиевым расплавом АК12ММгН (11-13%Si, 0,8-1,5%Cu, 0,8-1,3%Mg, 0,8-1,3%Ni, Al-остальное) пористого каркаса из мелкодисперсных оксидных волокон, не смачиваемых расплавом.

Эксперименты проводились с использованием каркасов диаметром 86 мм, высотой 30 мм трех типов с волокнами диаметром 1-5 мкм:

- плотностью  $0,14 \text{ г/см}^3$  из волокон оксида кремния;
- плотностью  $0,25 \text{ г/см}^3$  из волокон оксида кремния;
- плотностью  $0,25 \text{ г/см}^3$  из алюмосиликатных волокон.

В опытах измеряли температуру каркасов, величину давления газа и продолжительность приложения давления. Температура кокиля поддерживалась в интервале  $200-250^\circ\text{C}$ , температура заливаемого сплава в интервале  $- 740-750^\circ\text{C}$ .

*Результаты исследований.* Определяющими условиями полной пропитки каркаса являются тепловые условия системы «металлическая форма-каркас-расплав» и величина внешнего давления, прикладываемого к поверхности расплава. Определены нижние пределы температур и давлений начала процесса пропитки и условия полной пропитки. Температура каркаса перед установкой должна быть не ниже  $500-520^\circ\text{C}$ , расплав начинает проникать в поры каркаса уже при давлении  $1,0 \text{ МПа}$ , а полная пропитка каркаса происходит за время менее 1 с. Влияние материала волокон и плотности каркасов на время пропитки исследованных типов не обнаружено.

Установлены следующие принципы выбора параметров технологии:

- выбор типа литниковой системы и размеров ее составляющих проводится как при обычном кокильном литье;
- температура формы и заливаемого сплава может поддерживаться в тех же интервалах, как и при изготовлении неупрочненной отливки; для данного сплава температура заливки  $- 720-770^\circ\text{C}$ .

Небольшие давления, обеспечивающие принудительную пропитку расплавом армирующего каркаса, позволяют получить существенные преимущества (низкая стоимость и высокая стойкость оснастки, получение изделий любой геометрии и др.) по сравнению с известными методами.

Исследования свойств литых композиционных материалов (твердость, прочность, износостойкость) на основе выбранного алюминиево-

кремниевого сплава проводились на образцах, вырезанных из цилиндрических композиционных заготовок. Основные характеристики используемых упрочняющих каркасов приведены в табл.1.

Таблица 1 – Свойства упрочняющих каркасов

Свойства	Основа				
	SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0.14	0.25	0.23-0.26	0.35	0.7
Прочность при растяжении, МПа	0.2	0.4	-	-	-
Прочность при сжатию, МПа	0.4	1.0	0.3	-	-

Твердость литых композиционных материалов определялась на микрошлифах по методу Бринелля. Значения твердости исследованных ЛКМ с различными каркасами указаны в табл. 2.

Данные показывают, что твердость композита, в основном определяется количеством введенного оксида и может быть доведена до 300 НВ и выше. Однако с увеличением твердости более 150-160 НВ заметно ухудшается обработка резанием.

Таблица 2 – Твердость литых композиционных материалов

Характеристика упрочняющих каркасов композиционных материалов	Твердость, НВ
1. SiO <sub>2</sub> , = 0.14 г/см <sup>3</sup>	106-108
2. SiO <sub>2</sub> , = 0.25 г/см <sup>3</sup>	118-124
3. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> , = 0.23-0.26 г/см <sup>3</sup>	116-130
4. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> содержание волокна в композите V <sub>в</sub> = 0.16	120-129
5. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> содержание волокна в композите V <sub>в</sub> = 0.35	168-179
6. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> содержание волокна в композите V <sub>в</sub> = 0.6	325-333
7. ZrO <sub>2</sub> содержание волокна в композите V <sub>в</sub> = 0.22	134-140
8. ZrO <sub>2</sub> содержание волокна в композите V <sub>в</sub> = 0.38	217-236
9. Матрица - алюминиевый сплав	86-95

Величина износа зависит от вида упрочняющих волокон, их количества и для большинства испытанных ЛКМ сопоставима с износом эталона – нирезиста, а по сравнению с матрицей после 10 часов испытаний износ исследуемых композиционных материалов в 6-10 раз меньше. Износостойкость оценивали на 3-х образцах каждого ЛКМ диаметром-10 мм, высотой-15 мм с контртелом из серого перлитного чугуна твердостью 98-100 НВ при удельной нагрузке 3,0 МПа, скорости перемещения зоны трения контртела относительно образцов – 2,8 м/с.

Испытания на прочность при растяжении осуществляли на машине

“Instron 1195” при температурах 20 °С и 350 °С. Для всех материалов предел прочности при 20 °С на 20-40 МПа меньше, чем у матричного сплава, но при температуре порядка 350 °С на 20-30 МПа выше, что очень важно для деталей из алюминиевых сплавов, работающих в условиях повышенных температур.

Упрочняемые зоны могут содержать до 50% (по объему) мелкодисперсных волокон различных оксидов (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub> и др.) и металлических волокон с широким спектром свойств: твердость до 160-170 НВ, износостойкость на уровне нирезиста и в 6 - 10 раз выше, чем износостойкость матричного сплава, прочность при 350 °С на 20 -30 МПа больше при хорошей обрабатываемости резанием.

На основании проведенных исследований разработана технология получения композиционных отливок дизельных поршней литьем в кокиль из алюминиевого сплава АК12ММгН с упрочнением путем пропитки армирующих каркасов различных зон заготовок: днище поршня, включая зону верхней канавки под компрессионное кольцо и камеру сгорания; зону верхней канавки и «жарового пояса»; зону кромок камеры сгорания.

Предложенная технология получения ЛКМ совместима с процессом изготовления фасонной отливки в кокиле и позволяет формировать в конкретной детали упрочненные зоны с резко отличающимися от матричного алюминиевого сплава физико-механическими свойствами.

*Заключение.* Полученные результаты показывают возможность применения литых композиционных материалов на основе алюминия для изготовления деталей автотракторных двигателей, испытывающих повышенные механические и термические нагрузки, с упрочнением практически любых зон отливок, к которым предъявляются особые эксплуатационные требования.

### Список литературы

1. Андрушевич, А.А. Цветные сплавы для автомобильных отливок / А.А. Андрушевич // Литейное производство. – 1987. – № 2. – С.12-13
2. Андрушевич, А.А. Литые композиционные материалы на основе алюминия и меди для деталей сельскохозяйственной техники / А.А. Андрушевич, В.А. Калиниченко // Материалы трудов Международной научно-практической конференции «Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве» – Минск, 24-25 октября 2019 г.: в 2 ч. Ч.2 – Минск: БГАТУ, 2019. – 448с. – С.69-71.
3. Земкаускас, И.И.Композиционные отливки с матрицей из алюминиевых сплавов / И.И. Земкаускас, М.Н. Чурик // An International Conference of Mechanical Engineering. – С.151-156, Vilnius. 1994

## АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ СОЗДАНИЯ МИНИТЕПЛИЦЫ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩЕЙ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

*Попов Дмитрий Александрович, студент-бакалавр  
Медведева Людмила Николаевна, науч. рук., д.э.н., профессор  
ФГБУ ВО Волжский политехнический институт, г. Волжский, Россия  
Медведев Артем Владимирович, научный сотрудник  
ФГБНУ ВНИИОЗ, г. Волгоград, Россия*

**Аннотация:** в статье представлена информация о возможности выращивания овощей в домашних условиях (в закрытом грунте) на малых площадях. Показано влияние освещенности (типов светодиодов) на рост и плодоношение растений.

**Ключевые слова:** установка, овощные культуры закрытого грунта, освещенность, светодиоды

Чтобы обеспечить жителям России медицинскую норму потребления свежих тепличных овощей отечественного производства, годовой валовой сбор овощей должен составить - 1,9 млн. тонн. В теплицах промышленного типа можно собирать урожай овощей – 2 или 3 раза в год; добиться средней урожайности овощей на одном квадратном метре до 36,8 кг в год. Производство овощей закрытого грунта ежегодно увеличивается благодаря использованию новых интенсивных технологий, качественного семенного материала, современных средств защиты растений и высокоэффективных минеральных удобрений. Благодаря государственной поддержке в России площади зимних теплиц увеличиваются, растет урожайность тепличных растений [1].

Целью исследования является определение условий для выращивания овощных культур на небольших площадях в домашних условиях с помощью светодиодного освещения. Решались задачи: проектирование экспериментальной установки площадью 1,2м<sup>2</sup>; изучение влияния искусственного освещения на урожайность овощных культур (помидоров и огурцов); обоснование использования красной спектральной составляющей (630-660нм, 660-730нм), синей спектральной составляющей (400-425нм), ультрафиолетовой спектральной составляющей (380-400нм) в экспериментальной установке[2].

В установке потребовалось создать освещенность - 24000-25000лк [3]. Освещаемая площадь должна составить - 1,2м<sup>2</sup>, в роли основного источника света должны выступить белые светодиоды цветовой температурой – 3000-4500К [3- 9].

Подготовленная в ходе исследования экспериментальная установка имеет вид стеллажа (рисунок 1).



Рис.1. Общий вид экспериментальной установки  
Источник: фото Попов Д.А.

Удобная конструкция угловых перфорированных опор позволяет регулировать уровень размещения полок для горшков с землёй. В расчет бралось частичное отражение света листьями фольгированного вспененного полипропилена. В установке предусмотрены светильники максимальной мощностью 81 ватт, состоящие из 9 светодиодов (потребление электроэнергии составляет – 900мА) смонтированных на алюминиевом П-образном профиле 30x50x30. Соединение светодиода с поверхностью профиля осуществлялся с помощью 4 болтов диаметром 3мм, а тепловой контакт обеспечивается термопастой. Нагрев светильников достигает - 60-70 °С, что не является критичным для растений, но требовало внесения изменений в конструкцию теплоотвода [10].

На определенном этапе исследования стало понятно, что требуется установка дополнительных резисторов в цепь питания светодиодов и понижения их фактической мощности до 6-8 ватт на единицу. Температура светильника при этом составила – 30-45 градусов. Тьюториал испытания домашней установки состоял из нескольких этапов. Добавление очередного светильника описывалось как очередной этап эксперимента. Общая информация о конструкции светильников и их установки была получена с различных форумов, посвященных светодиодным технологиям[4-8].

На первом этапе эксперимента – освещенность составляла 3000лк на уровне пола в горшках. При данной освещенности у растений наблюдался крайне медленный рост, фототропия, истончение листьев и стеблей. Огурцы сортов Зозуля и Емеля показывали наибольший рост. Томаты сортов Розамарин F1 и Звезда Сибири F1 росли крайне медленно. На 2 этапе, при

добавлении светильника с красным излучением 660нм, рост растений в высоту замедлился, началось увеличение массы листьев и толщины стебля. Измерение освещенности смешанными спектральными составляющими по причине чувствительности датчика люксметра оказалось некорректным (показывал вдвое меньше от реальности у светоизлучающей поверхности светодиода (10000лк у красного против 22000лк и у белого 4000К) (рисунок 2).



Рис. 2. Состояние растений на 1 и 2 этапах эксперимента  
Источник: фото Попов Д.А.

На 3-5 этапах с добавлением количества светильников, овощные растения начали расти быстрее, а лианы огурцов даже вышли за пределы установки (рисунок 3).



Рис. 3. Состояние растений на 3 этапе эксперимента  
Источник: фото Попов Д.А.

Было замечено уменьшение освещенности установки на нижних полках, вследствие затемнения верхними растениями. На этих этапах исследования был получен первый урожай огурцов. В ходе 6 этапа исследо-

вания, была пересмотрена конструкция исходных светильников.

Для более детального изучения характеристик светильников, теоретической возможности применения других технических решений, были разработаны и построены два светильника новой конструкции со светодиодами на 36 ватт, что позволило сэкономить на проводах подключения и токоограничительных резисторах. В установку были внесены дополнительные светильники с новыми типами светодиодов (рисунок 4).



Рис. 4. Экспериментальные светильники со светодиодами 36 ватт.

Источник: фото Попов Д.А.

Цель подобных изменений - определение технических характеристик светильника, его оптимальных параметров с точки зрения временных затрат на отладку к параметрам теплоотвода и электропитания.

В ходе эксперимента был получен урожай огурцов в размере 10 кг/месяц от трех растений, что подтверждает, что растения могут полноценно развиваться с таким источником света, как белый светодиод. Подкормка растений осуществлялась термически обработанным перегноем. Урожай помидоров в экспериментальной установке мог быть выше, если бы проводилось искусственное опыление растений (рисунок 5)



Рис. 5. Урожай томатов, полученный в ходе эксперимента.

Источник: фото Попов Д.А.



Качество плодов у растений на трёх уровнях установки оказалось разным. При затенённом нижнем ярусе, плоды у огурцов были по размеру небольшие, на среднем ярусе, были максимально большими и сочными, а на верхнем ярусе, плодов было немного. Стебли огурцов, вышедшие за пределы установки, наглядно показывают, как условия освещения повлияли на рост и развитие растений. Растения, получившие меньше освещенности, отличались мелкими листьями, увеличенным междоузлием, отсутствием  $N$  – го количества плодов. Вкус огурцов в зоне освещения красными светодиодами, был более сладким.

Исследование рассчитано на 2 года, в 2021 году будет осуществлен поиск наиболее подходящих сортов и гибридов растений, проведена частичная автоматизация установки в области полива, энергообеспечения, температуры и влажности, а также будет произведена подборка светильников с расширенными спектральными данными/

### Список литературы

1. Медведева, Л.Н. Новый инвестиционный вектор инновационного развития АПК России – тепличное хозяйство / Л.Н. Медведева, С.А.Манжина, С.В. Куприянова С.В. // В сборнике международной научно-практической конференции «Современная аграрная экономика: наука и практика. Минск. – 2018. – С. 144-146.
2. Громов, П. Радиаторы для светодиодов: расчет площади, выбор материала, изготовление своими руками / П. Громов, В. Зверев // Журнал о светодиодах и светодиодном освещении. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ledjournal.info/spravochnik/radiator-dlya-svetodio-dov.html>
3. Шаракшанэ, А.С. Простая оценка PPFD при освещении растения белыми светодиодами  $1000 \text{ лк} = 15 \text{ мкмоль/с/м}^2$  / А.С Шаракшанэ // Хабр: сообщество IT-специалистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/411099/>
4. Шаракшанэ, А.С. Освещение растений белыми светодиодами / А.С Шаракшанэ // Хабр: сообщество IT-специалистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/406663/>
5. COB LED высокой мощности. CHANZON Brand Store [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aliexpress.ru/item/32811656870.html>
6. Luminus CXM-14 COB LED. Shenzhen silver ingot Technology Co. Ltd [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aliexpress.ru/item/32955204016.html>
7. Sharakshane A.S. White LED Lighting for Plants. bioRxiv.org - the preprint server for Biology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/215095v1.full>
8. Sharakshane A.S. An easy estimate of the PFDD for a plant illuminated with white LEDs:  $1000 \text{ lx} = 15 \text{ μmol/s/m}^2$ . bioRxiv.org - the preprint server for Biology [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/289280v1.full>

9. Спасительная прохлада, или теплоотвод для мощных светодиодных матриц. «Компэл» — поставки электронных компонентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.compel.ru/lib/56908>

10. Тараканов, И.Г. Возможности регулирования роста растений / И.Г. Тараканов // LED Форум 2016 #3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_hDF80uD2w0](https://www.youtube.com/watch?v=_hDF80uD2w0)

**УДК 631.361**

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ СКАРИФИКАЦИИ СЕМЯН ТРАВ**

*Рожков Георгий Александрович, аспирант  
Чугунов Сергей Валерьевич, науч. сотрудник  
Перекопский Александр Николаевич, науч. рук., к.т.н, доцент  
ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация:** в статье рассматриваются проблемы предпосевной обработки семян многолетних трав, выявлены основные способы скарификации семян твердосеменных сортов трав. Проведен анализ скарификационных машин по технологическим признакам.*

***Ключевые слова:** семена трав, способ, скарификация, устройство*

В проблеме обеспечения населения продуктами животноводства главным является система кормопроизводства, заготовки и использования кормов. Увеличение в рационах крупного рогатого скота высококачественного сена и сенажа из однолетних и многолетних злако-бобовых смесей позволит повысить обеспеченность животных белком, минеральными и витаминными компонентами [1].

Повышение энергетической и белковой ценности многолетних трав, снижение затрат на их возделывание возможны за счет увеличения доли бобовых трав и злаково-бобовых смесей в среднем по стране до 60-62%. Основными причинами повышенного расхода дефицитных семян бобовых высокобелковых культур при посеве являются их твердокаменность и высокая прочность поверхностной пленки, сдерживающие набухание зерна и не позволяющие развиваться зародышу семени. Чтобы все семена бобовых трав, отличающихся твердосемянностью, дружно и одновременно давали всходы, отечественной и зарубежной наукой и практикой разработан ряд способов и технических приемов их предпосевной обработки [2].

Все эти приемы направлены на то, чтобы разрушить в большей или меньшей степени слой палисадных клеток оболочки твердых семян, лишить его герметичности и открыть доступ внутрь семени воде и кислоро-

ду.

Наиболее известными в настоящее время являются следующие способы.

- Химический - обработка семян крепкой серной кислотой.
- Термический - прогревание и промораживание семян.
- Радиочастотный - обработка семян в электромагнитном поле.
- Механический - скарификация и импакция семян.

Качество обработки семян различными способами должно удовлетворять следующим основным агротехническим требованиям.

- Обеспечение полной сохранности посевных качеств семенного материала.
- Универсальность применения установок, обеспечивающая возможность обработки семян различных культур.
- Полное устранение твердосемянности.
- Наименьшее повреждение семян.
- Равномерность режима обработки семян всей партии и стабильность его поддержания.

Химический способ обработки семян серной кислотой. В девяностых годах прошлого века шведский ботаник Ростра установил, что наружный слой семенной оболочки твердых семян можно удалить действием концентрированной серной кислоты с последующим тщательным смыванием ее следов. Длительность воздействия для получения качественных результатов обработки значительно варьирует как для различных видов, так и для различных по срокам сборов урожая семян одного и того же вида. Обработка семян трав серной кислотой попутно частично очищает и дезинфицирует их, но ввиду своей трудоемкости и высокой стоимости, а также опасности для людей при проведении обработки, может быть применена только для небольших партий семян в селекционных работах.

Термическая обработка семян бобовых трав. Многочисленные наблюдения отечественных и зарубежных ученых показали, что прорастание твердых семян значительно ускоряется после умеренного их прогревания или охлаждения. Этот прием понижения твердосемянности практически для внедрения в производство еще не готов, так как требует большой экспозиции прогрева, четкого выдерживания температуры нагрева, а также трудоемок в связи с необходимостью замачивания семян и последующей их сушки.

Ультразвуковой – обработка семян в ультразвуковом поле. Для правильной скарификации данным способом необходим правильный подбор интенсивности ультразвукового поля и времени обработки, т.к. с увеличением времени обработки и мощности излучения в партиях семян повышается количество загнивших семян [3].

Наиболее доступным, простым и производительным является механический способ нарушения герметичности покрывающей пленки семян.

Однако применяемые для этой цели скарификаторы, имея рабочие органы высокой твердости и высокие скорости воздействия на семена, не в полной мере обеспечивают хорошее качество и часто чрезмерно повреждают семена в процессе их обработки [4]. Сложность выполнения операции по вытиранию связана со спецификой вороха семенников как объекта обработки, содержащего примеси, общее количество которых может достигать до 30...40% по массе [5]. Скарификация применяется для устранения твердокамениности семян и получения дружных и полных всходов. Для вытирания семян трав из бобов вороха в нашей стране и за рубежом создан ряд устройств, отличающихся технологическим процессом и конструктивным исполнением. Основные терочные устройства характеризуются по способу воздействия рабочих органов.

В соответствии с данным признаком они разделены на четыре группы: с ударным воздействием, с преобладанием ударного воздействия в сочетании с перетирающим, с преобладанием перетирающего воздействия в сочетании с ударным, с перетирающим [5, 6]. Анализ устройств для вытирания семян трав свидетельствует, что наиболее высокими показателями качества работы и производительностью обладают барабанное с тангенциальной подачей. Чтобы все семена бобовых трав, отличающихся твердосемянностью, дружно и одновременно давали всходы, применяют скарификаторы для нарушения внешней оболочки семени. Известные скарификационные машины можно разделить по технологическим признакам на три группы:

- фрикционные
- игольчатые
- ударные

Две из названных групп, в свою очередь, можно подразделить по конструктивным особенностям: фрикционные – на пневматические, щеточные, дисковые и барабанно-стержневые; ударные – на пневматические, барабанно-бильные и дисковые

*Вывод.* Анализ скариффицирующих устройств показал, что существуют различные конструкции, но одновременно осуществляющие и вытирание и скарификацию, что недопустимо (эти процессы должны выполняться отдельно друг от друга). Анализ конструкций скариффицирующих устройств показывает, что не существует еще конструкции, в которой за счет применения сменных либо дополнительных рабочих органов возможно производить раздельно вытирание и скарификацию семян [8].

### Список литературы

1. Илларионов, А.И. Методы защиты растений от вредных организмов / А.И. Илларионов // учеб. пособие. – Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2007. – 251 с. JARiNS. 2020. Issue 9 59
2. Кузнецов, И.Ю. Козлятник восточный как фактор агрономического

- успеха / И.Ю. Кузнецов, С.Н. Надежкин // Вестник Башкирского ГАУ. – 2005. – № 6. – С. 14-16.
3. Клундук, Г.А. Предпосевная сверхвысокочастотная обработка семян – альтернатива традиционным способам / Г.А. Клундук, Г.И. Цугленок // Растениеводство и почвоведение: сб. науч. ст. – Красноярск, 2002. – С.125-127.
4. Вербовский, А.В. Обоснование параметров и режимов работы дискового скарификатора для предпосевной обработки семян многолетних бобовых трав: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Вербовский Александр Владимирович. – Новосибирск, 2009. – 137 с.
5. Дринча, В.М. Технология обработки семян бобовых трав на стационаре / В.М. Дринча // Селекция и семеноводство. – 1997. – № 2. – С. 35-37.
6. Панасенко, В.Е. Исследование устройств для выделения семян из бобов многолетних трав / В.Е. Панасенко // Разработка и совершенствование рабочих органов сельскохозяйственных машин. – М.: МСХА, 1990. – С. 44-53.
7. Панасенко, В.Е. Устройства для выделения семян трав / В.Е. Панасенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989. – № 1. – С. 17-19.
8. Чугунов, С.В. Способы предпосевной обработки семян бобовых трав / С.В. Чугунов, Г.А. Рожков // Journal of Advanced Research in Natural Science. – 2020. – № 9. – С. 57-59.

**УДК 621.762**

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТОВ ИЗ МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

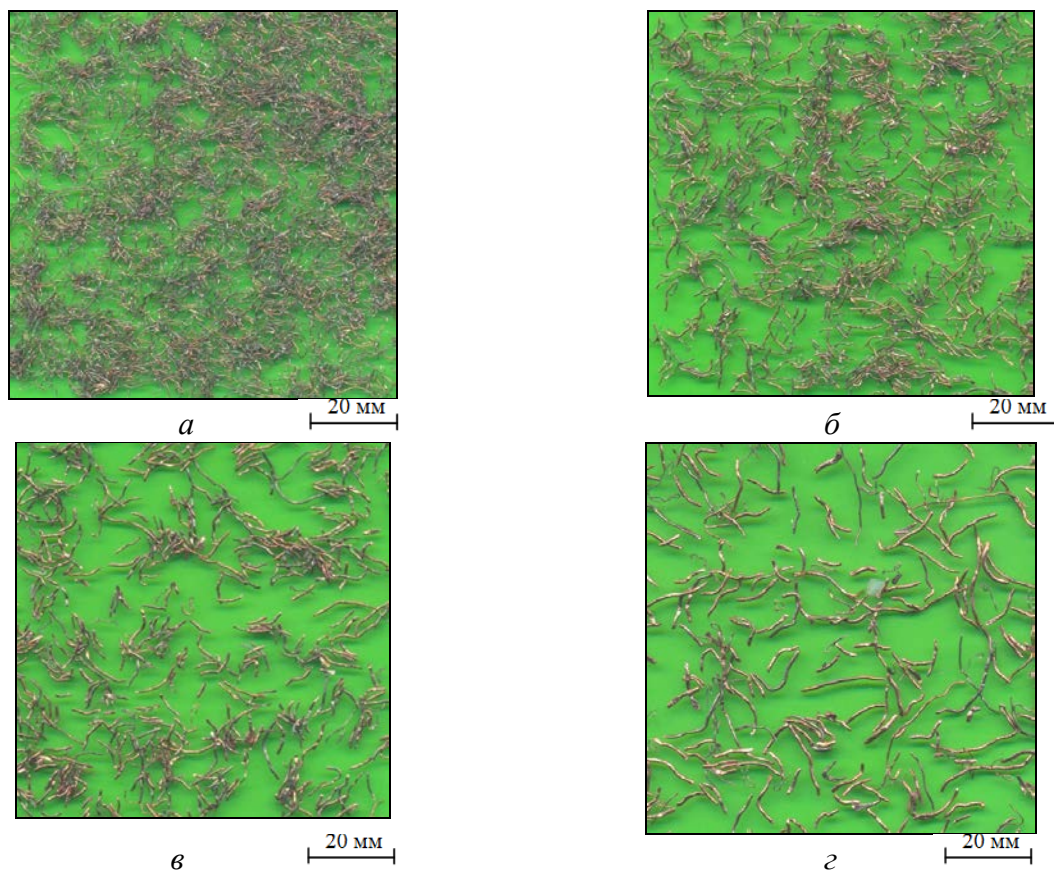
*Рыхлик Антон Николаевич, студент  
Капцевич Вячеслав Михайлович, науч. рук., д.т.н., профессор  
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** показано, что фильтроэлементы из медных кабельных отходов могут быть использованы для очистки природного газа и сжатого воздуха от механических частиц, аэрозольной и капельной влаги, для очистки смазочных материалов, гидравлических жидкостей, для обеззараживающей очистки воздуха и воды от вредных микроорганизмов в системах кондиционирования и водоподготовки.

**Ключевые слова:** медные кабельные отходы, фильтрующие волокновые материалы; фильтроэлементы, перспективы использования

Методы порошковой металлургии позволяют изготавливать фильтрующие материалы (ФМ) из порошков и волокон, которые могут работать в режиме глубинного фильтрования [1] и при правильном выборе поровой структуры, т.е. соотношения геометрических параметров ФМ (толщины) и размеров пор, определяемых размерами структурных элементов (порошка или волокна) и пористостью, могут обеспечить большой ресурс работы и высокую грязеемкость.

Следует отметить, что ФВМ по сравнению с ФПМ обладают рядом существенных преимуществ [2, 3]: большей пористостью, проницаемостью, прочностью, упругостью и пластичностью, более эффективной задерживающей и звукопоглощающей способностью и др. Однако, если технология изготовления ФПМ успешно реализована у нас в республике, то технология получения ФВМ не изучена и ограничено используется для изготовления проницаемых материалов. Это связано с дороговизной и дефицитом исходного сырья – волокон. В настоящее время с интенсивным развитием машиностроения и появлением новых средств связи, связанных с переходом телекоммуникационных технологий на оптоволоконную, в Республике Беларусь имеются отходы медного кабеля, из которого ГО «Белвормет» налажил выпуск медной сечки, структурные элементы которой имеют волокнообразное строение и являются перспективной сырьевой основой для выпуска ФВМ. На рис. 1 представлены фотографии дисперсных медных кабельных отходов (МКО) различного гранулометрического состава.



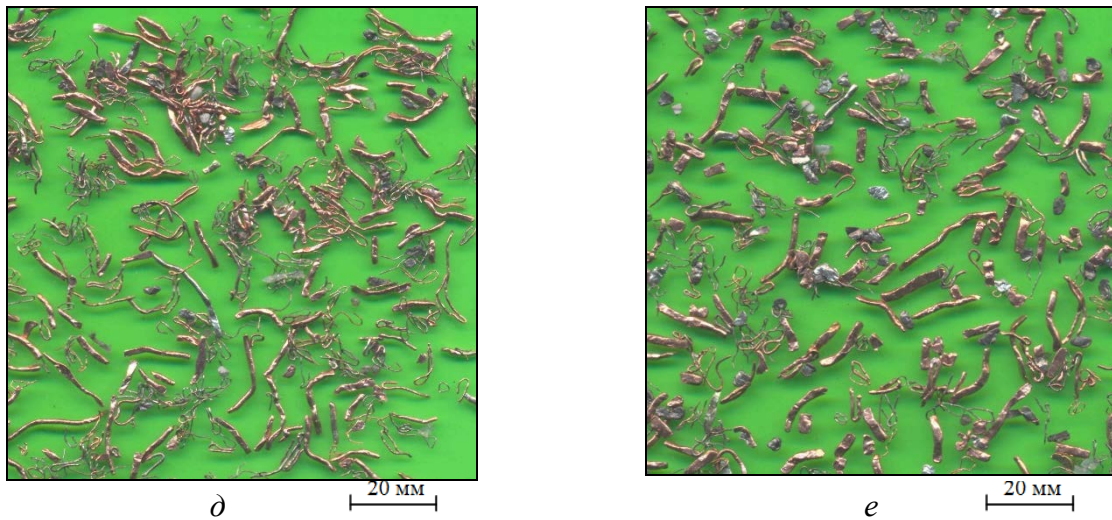


Рис. 1. Фотографии МКО различного фракционного состава:  
*a* –  $(-0,2...+0,1)$ ; *б* –  $(-0,315...+0,2)$ ; *в* –  $(-0,4...+0,315)$ ; *г* –  $(-0,63...+0,4)$  мм;  
*д* –  $(-0,8...+0,63)$ ; *е* –  $(-1,0...+0,8)$  мм

Нами были изготовлены трубчатые фильтроэлементы из МКО методом сухого изостатического прессования (рис. 2).



*a*



*б*

Рис. 2. Фильтроэлементы, изготовленные из МКО методом сухого изостатического прессования: *a* – цилиндрической формы; *б* – цилиндрической формы с доньшком

Изготовленные фильтроэлементы были апробированы в разработанной установке для циркуляционной очистки и гомогенизации рабочей жидкости при обкатке гидромеханических коробок переключения передач.

Учитывая коррозионную стойкость меди [4], ФВМ из МКО, как и

ФПМ из медных порошков, могут быть использованы для очистки неагрессивных газов и жидкостей, в различных конструкциях масло- влагоотделителей для удаления капельной влаги, для очистки природного газа, сжатого воздуха от механических частиц, аэрозольной и капельной влаги, для очистки смазочных материалов, гидравлических жидкостей, для обеззараживающей очистки воздуха и воды от вредных микроорганизмов в системах кондиционирования и водоподготовки. В ходе научных исследований авторами [5] было доказано, что медь уничтожает наиболее токсичные виды бактерий, грибов и вирусов: акинетобактерия бауманна (*Acinetobacter baumannii*); черная плесень (*Aspergillus niger*); кампилобактер (*Campylobacter jejuni*); аэробактер (*Enterobacter aerogenes*); хеликобактер пилори (*Helicobacter pylori*); легионелла (*Legionella pneumophila*); МРС3 (в том числе Е-МРС3); синегнойная палочка (*Pseudomonas aeruginosa*); золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*); энтерококк, устойчивый к ванкомицину (*Enterococcus faecali*); аденовирус; грибок кандиды (*Candida albicans*); клостридиум диффициле (*Clostridium difficile*); кишечная палочка (*Escherichia coli* O157:H7); вирус гриппа типа А (H1N1); листерия моноцитогенная (*Listeria monocytogenes*); полиовирус; сальмонелла (Бацилла Гартнера – *Salmonella enteritidis*); туберкулезная бацилла (*Tubercle bacillus*).

#### Список литературы

1. Капцевич, В.М. Проницаемые материалы из металлических волокон: свойства, технологии изготовления, перспективы применения / В.М. Капцевич, А.Г. Косторнов, В.К. Корнеева, Р.А. Кусин. – Минск : БГАТУ, 2013. – 380 с.
2. Косторнов, А.Г. Материаловедение дисперсных и пористых металлов и сплавов / А.Г. Косторнов. – Т.1. Киев: Наукова думка, 2002. – 576 с.
3. Косторнов, А.Г. Проницаемые металлические волокновые материалы / А. Г. Косторнов. – Киев: Техника, 1983. – 123 с.
4. Шрейбер, Г.К. Конструкционные материалы в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности / Г.К. Шрейбер, С.М. Перлин, Б.Ф. Шибряев. – М.: «Машиностроение», 1969. – 396 с.
5. Karpanen, T.J. The antimicrobial efficacy of copper alloy furnishing in the clinical environment : a crossover study. / T.J. Karpanen et al. // Infection Control and Hospital Epidemiology. – 2012. – Vol. 33. – № 1. – P. 3–9.

УДК 631.3-6

#### ГЕНЕРАЦИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В МОТОРНОМ МАСЛЕ ДВИГАТЕЛЯ Д-243

*Рыхлик Антон Николаевич, студент*



*Зыков Никита Дмитриевич, студент  
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н.  
Закревский Игорь Владимирович, науч. рук., ст. преп.  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** проведен анализ источников поступления металлических частиц загрязнений из трибосопряжений в моторное масло двигателя Д-243.

**Ключевые слова:** центробежная очистка, моторное масло, частицы загрязнений, время осаждения

Работа современных сельскохозяйственных машин и механизмов немислима без использования смазочных материалов, которые выполняют следующие функции:

- снижают потери на трение при любых самых напряженных режимах работы машин за счет создания на поверхностях трущихся пар прочной масляной пленки;
- уменьшают износ деталей, обеспечивая в сопряжениях жидкостное трение;
- постоянно и эффективно отводят тепло из зоны трущихся сопряжений и нагреваемых деталей;
- защищают детали от коррозии;
- удаляют с трущихся поверхностей деталей продукты износа и другие загрязнения;
- препятствуют прорыву рабочей смеси и продуктов сгорания в картеры двигателей.

Однако в процессе работы под воздействием высоких температур и давлений, при контактировании с металлическими поверхностями, водой, топливом и воздухом в смазочных материалах происходит процесс непрерывного накапливания загрязнений, приводящий к постепенному ухудшению и потере ими необходимых эксплуатационных свойств – масло подвергается старению. Природа этих загрязнений связана с последствиями износа трущихся деталей, попаданием пыли при всасывании воздуха, разложением и окислением масла в зоне высоких температур и при контактировании с кислородом воздуха, попаданиями продуктов неполного сгорания топлива и др. Накапливание загрязнений отрицательно сказывается на работоспособности узлов и агрегатов, приводит к преждевременному износу ответственных и дорогостоящих деталей и, как следствие, к увеличению расхода топлива и смазочных материалов.

При работе двигателя в его систему смазки (рис. 1) поступают продукты износа, тождественные по химическому составу конструкционным материалам деталей трения и, следовательно, несущие определенную информацию об интенсивности их изнашивания. Определив в смазочном

масле концентрацию характерных химических элементов, входящих в состав трущихся сопряжений, можно осуществить оценку интенсивности изнашивания узлов и деталей двигателя.

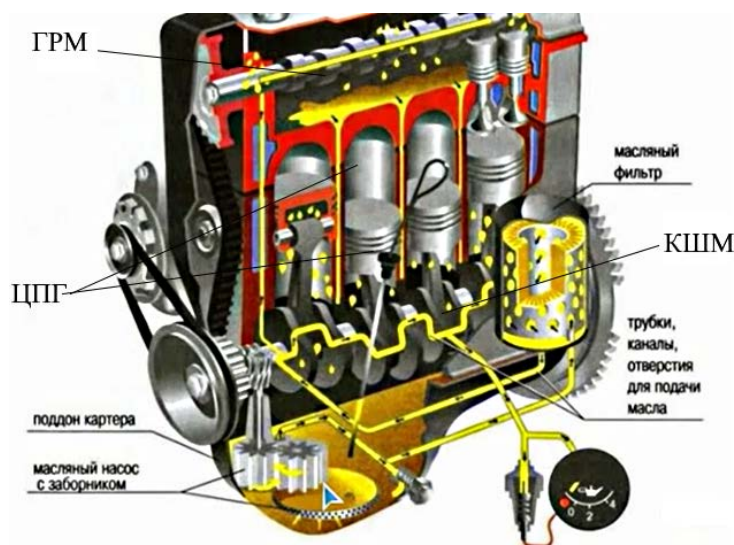


Рис. 1. Схема смазочной системы двигателя

Наибольшему износу деталей двигателя подвержены трибосопряжения цилиндро-поршневой группы (ЦПГ), кривошипно-шатунного механизма (КШМ) и газораспределительного механизма (ГРМ) (см. рис. 1).

Среди деталей ЦПГ (рис. 2) базовой модели дизельного двигателя Д-243, устанавливаемого на трактор Беларусь 80.1, износу наиболее подвержены поршневые кольца, поршень, вкладыши шатунных подшипников, гильзы цилиндров.



Рис. 2. Детали ЦПГ двигателя Д-243: 1 – поршневые кольца; 2 – поршень; 3 – уплотнительные кольца гильзы цилиндра; 4 – гильза цилиндра; 5 – стопорное кольцо поршневого пальца; 6 – поршневой палец

Основными деталями КШМ дизеля Д-243 являются: коленчатый вал, поршневая группа, поршневые кольца и пальцы, шатуны, маховик, шатунные и коренные вкладыши подшипников (рис. 3).

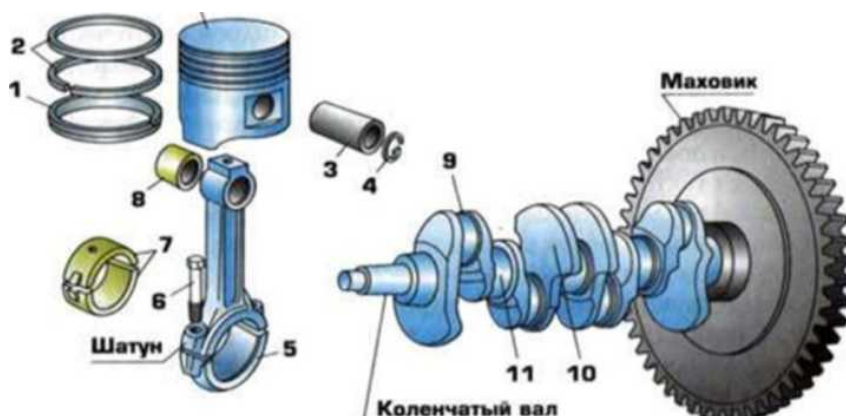


Рис. 3. Детали кривошипно-шатунного механизма: 1 – маслоъемное кольцо; 2 – компрессионные кольца; 3 – поршневой палец; 4 – стопорное кольцо; 5 – крышка шатуна; 6 – болт; 7 – вкладыши; 8 – втулка; 9 – шатунная шейка; 10 – противовес; 11 – коренная шейка

ГРМ двигателя Д-243 предназначен для своевременного впуска в цилиндры двигателя воздуха или горючей смеси и выпуска отработанных газов и состоит из шестерен, распределительного вала, впускных и выпускных клапанов, соединительных и передающих движение деталей (рис. 4).

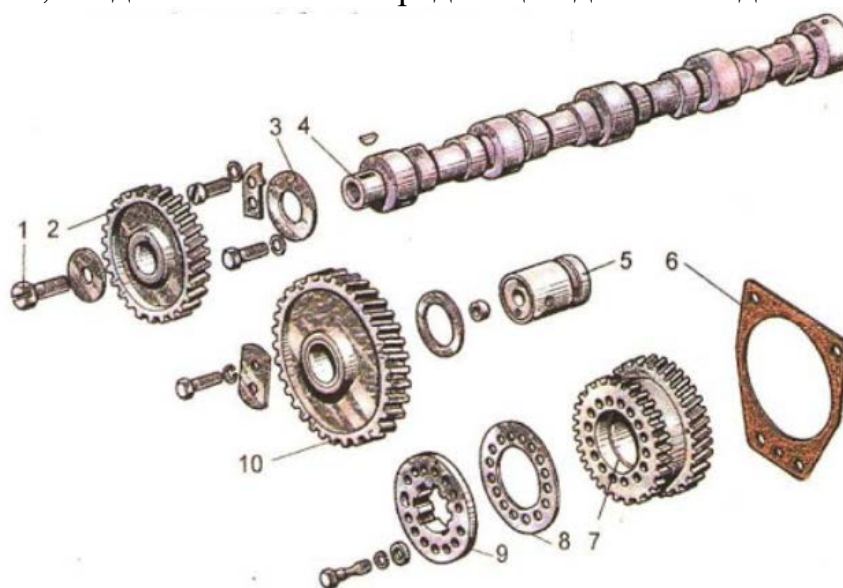


Рис. 4. ГРМ двигателя Д-240: 1 – болт; 2 – шестерня привода распределительного вала; 3 – шайба; 4 – распределительный вал; 5 – палец; 6 – прокладка; 7 – шестерня привода топливного насоса высокого давления; 8 – упорное кольцо; 9 – фланец

Зная из какого материала выполнены детали трибосопряжений двигателя можно судить о их износе по анализу проб моторного масла. В таблице представлены металлы из которых изготовлены детали двигателя и их предельное допустимое количество в моторном масле.

Таблица 1 – Металлические продукты износа в моторном масле [1]

Металл	Источник продуктов износа	Предельное допустимое значение, ppm (мг/кг)
Железо	Блок цилиндров, головка блока цилиндров, клапаны, толкатели и направляющие клапанов, коленчатый, распределительный и коромысловый валы, поршневой палец, масляный насос	80–180
Хром	Поршневые кольца, подшипник качения, опора коленчатого вала, выпускные клапаны, уплотнительные элементы, направляющие втулки, режущие подшипники скольжения	4–26
Алюминий	Поршни, режущий блок цилиндров, корпус масляного насоса, масляный радиатор, направляющие втулки, алюминиевые опоры подшипников скольжения	12–55
Медь	Основной компонент латуни и бронзы, масляный насос, масляный радиатор, шатунные подшипники, подшипники поршневого пальца и коромыслового вала, маслостойкие диски	25–60
Свинец	В большинстве случаев вместе с оловом и медью, свинцовка, шатунные подшипники, слои заливки во вкладышах подшипников, присадки, добавленные к маслу	10–30
Олово	В большинстве случаев вместе со свинцом, слои заливки во вкладышах шатунных подшипников, подшипники коромысловых валов и поршневых пальцев, оловосвинцовый припой, места спайки на радиаторе	12–24
Никель	Выпускные клапаны, направляющие клапанов, легирующий компонент высокопрочных зубчатых колес, таких как в случае клапанного распределения или системы распределения в топливном насосе	1–3

Таким образом, определив в моторном масле концентрацию характерных химических элементов, входящих в состав трущихся сопряжений, можно осуществить оценку интенсивности изнашивания деталей двигателя.

### Список литературы

1. Металлы в отработанном моторном масле. Сколько считать нормой? // Гараж 504/507 [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://504507.ru/garage/oiltest/13-metally-v-otrabotannom-motornom-masle-skolko-schitat-normoj.html>.

## МЕХАНИКА ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНА ПО ГЕЛИКОИДУ С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ В СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

*Сагындикова Айгуль Журсиновна, доктор PhD, ассоц. профессора  
Дуйсенова Ш.Т., докторант, ст. преп.*

*Наухан Е.М., студент-бакалавр*

*Атыханов Айбек Капкынбаевич, науч. рук., д.т.н., профессор  
Казахский национальный аграрный университет, г.Алматы, Казахстан*

**Аннотация:** в статье излагается теория движения зерна по геликоидному винту, являющемуся основным рабочим органом аппарата индукционной высокочастотной сушки зерна.

**Ключевые слова:** сушка зерна, индукционный нагрев, движение зерна, влажность, геликоидный винт

Казахстан является одним из значимых производителей твердой и сильной пшеницы. Сейчас урожай зерна в Казахстане достигает 20 млн.тонн, а в лучшие годы собирали до 34 млн.тонн. Значительная часть этого зерна экспортируется в разные страны мира [1]. Учитывая, что основные зернопроизводящие регионы находятся в северной части республики уборка сопряжена с такой проблемой как выпадение дождей и зерно убирается с повышенной влажностью, доходящей до 20%.

При обмолоте влажных хлебов обычно в конце августа или в начале сентября, влажность соломы превышает влажность зерна на 10-20%, а при уборке риса разность влажности зерна и стеблей бывает даже трехкратная (рисунок 1).

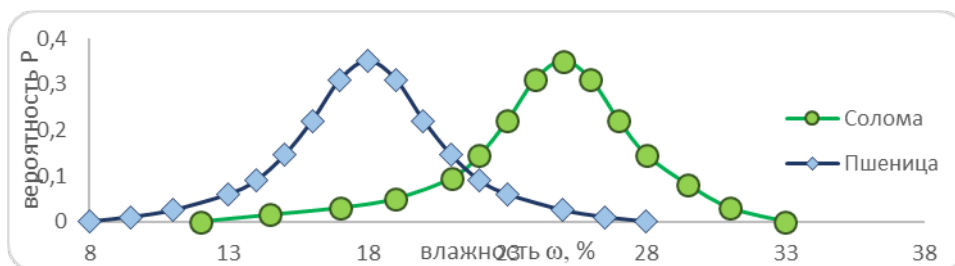


Рис.1. Зависимость влажности зерна и соломы

Нами предлагается высокочастотная индукционная сушка, имеющая такие преимущества перед традиционными, как направленность основной энергии, не на нагрев материала зерна, а целенаправленно во внутреннюю влагу, находящуюся в зерне, что обусловлено различной диэлектрической проницаемостью двух сред – влаги и материалов самого зерна. Благодаря этому к.п.д. такой сушильной камеры превышает традиционные, а кроме того не наносятся термические травмы эндосперме зерна [2].

Технологическая схема такой зерносушилки показана на рисунке 2. Она содержит высокочастотный генератор, возбуждающую обмотку, которая огибает цилиндр, выполненный из диэлектрика.

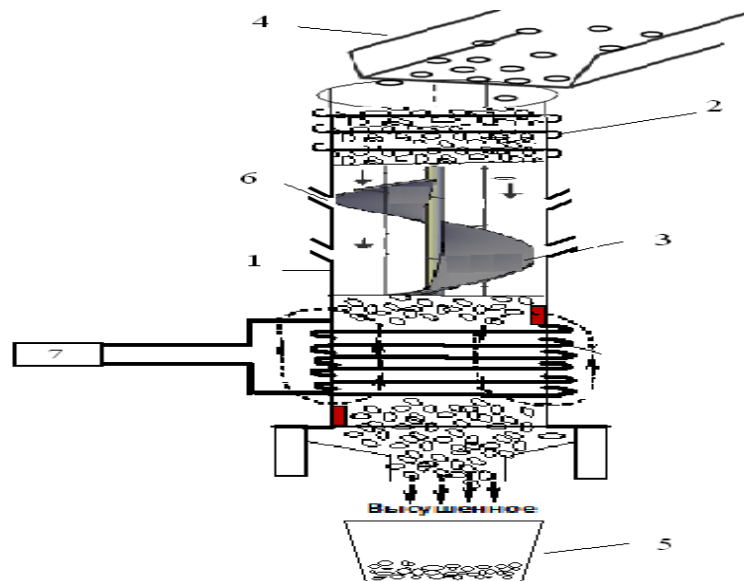


Рис. 2. Технологическая схема зерносушилки

1- цилиндрический кожух, 2- электрическая обмотка, 3-транспортирующая шнек, 4- загрузочный лоток, 5 – выгрузный лоток, 6- воздухоотвод

Внутри этого цилиндра находится неподвижная винтовая поверхность (3), на которую с верхней части засыпается зерно из бункера. За счет гравитационных сил зерно движется вниз по винтовой поверхности. Здесь имеется одна особенность – винтовая поверхность должна иметь переменный шаг, уменьшающийся от верхней части к нижней. Это вызвано тем, что по мере высушивания зерна снижается коэффициент трения зерна по материалу винтовой поверхности. Вообще коэффициент трения зерна по материалу вначале возрастает с увеличением влажности, т.к. присутствует эффект адгезии. Затем при достижении определенной влажности начинается снижаться, т.к. влага образует смазывающую пленку между зерном и материалом поверхности (рисунок 3), при дальнейшем возрастании влажности такая смешанная среда, зерно и влага переходит в квазизжидкое состояние и коэффициент трения резко падает.

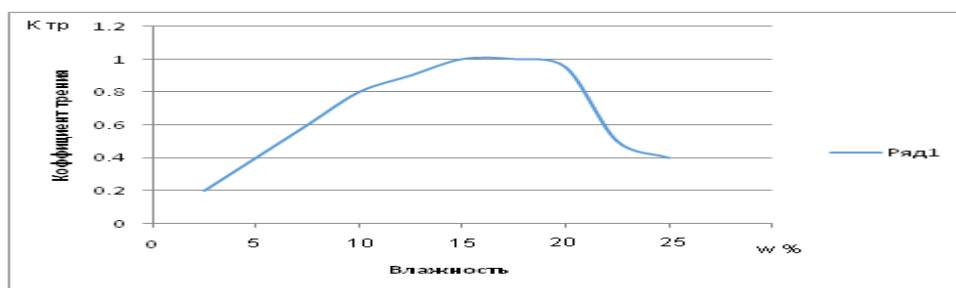


Рис. 3. Зависимость коэффициента трения зерна от влажности

Мы видим из рисунка 3, что на участке реальной влажности зерна (5-25%), эта зависимость носит линейный характер и имеет следующий вид

$$K_{тр} = 0,010W + 0,331 \quad , \quad (1)$$

где  $K_{тр}$ - коэффициент трения,  $W$ - влажность зерна.

Начальная скорость зерна при соприкосновении с винтовой поверхностью определяется из простейшего уравнения свободного падения

$$V_0 = \sqrt{2gh_0} \quad , \quad (2)$$

где  $h_0$ - расстояние от выходной части загрузного бункера до горизонтальной плоскости сечения винтовой поверхности (рисунок 2).

В формуле 1 сопротивлением воздуха пренебрегаем, т.к. скорость истечения зерна мала.

Зерно, попав на винтовую поверхность, не должно сразу сползать вниз по этой поверхности, т.к. коэффициент трения  $K_{р10} > L_{i0}$  больше угла подъема винтовой поверхности. Только лишь после нагрева влаги в зерне и частичного снижения влажности, коэффициент трения начнет снижаться и зерно движется вниз, но затем остановится, т.к. в этой части  $K_{р10} > L_{i1}$  и т.д., до тех пор пока зерно не достигнет требуемой влажности, [3].

При индивидуальной сушке влага в зерне нагревается и испаряется, за счет этого снижается влажность зерна в данный момент и пропорционально этому снижается коэффициент трения [4]. Когда коэффициент трения достигнет величины больше  $tg$  угла наклона геликоида, зерно снова начинает двигаться вниз и процесс повторяется.

Скорость движения зерна в вертикальной плоскости не должна быть очень малой, (рисунок 4) ,т.к. в противном случае происходит перегрев зерна (из-за закипания воды в зерновке), но и не должна быть большой, рассмотрено в [5], авторы рекомендуют сушку ВЧ токами не более 2 минут (120сек), в противном случае снизиться всхожесть зерна. При этом сокращается время экспозиции магнитно-электрического поля на зерно, и оно выйдет недостаточно просушенным.

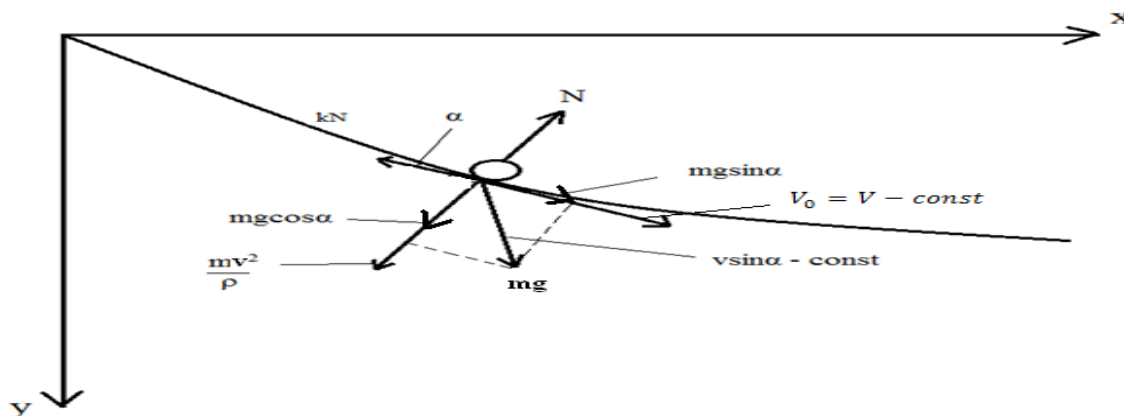


Рис. 4. Силы действующие на зерно, движущиеся по обмоткам винта

При таких условиях пространственным движением зерна, когда возникает центробежная сила, прижимающая зерно к стенке кожуха, можно пренебречь. Соответственно, пренебрегаем кориолисовым ускорением. Задача сводится к нахождению образующей винтовой поверхности, спроецированной на плоскости X-Y.

Задаемся условием постоянства скорости движения зерна по образующей винтовой линии, т.е.

$$V=V_0=\text{const} \quad (3)$$

где  $V_0$ - начальная скорость зерна

Требуется определить форму этой образующей.

Уравнение (2) примет вид:

$$m \frac{dv}{dt} = mgsin\alpha - kN = 0 \quad (4)$$

Подставляя уравнение (3) в (5) имеем:

$$mgsin\alpha - kmgcos\alpha + km \frac{V_0^2}{\rho} = 0; \quad (5)$$

Учитывая, что

$$sin\alpha = \frac{dy}{ds}; \quad cos\alpha = \frac{dx}{ds}; \quad \rho = \frac{ds}{d\alpha};$$

$$d\alpha = \frac{y'' dx}{1+y'^2},$$

то уравнение (5) изменят вид:

$$y(y'' - k) + kV_0^2 \frac{y''}{1+y'^2} = 0 \quad (6)$$

Таким образом получим дифференциальное уравнение 2-го порядка образующей винтовой поверхности, по которой зерно, высыхая, двигалось бы с постоянной скоростью.

$$y'' - \frac{g}{kV_0^2} (y' - k)(1 + y'^2) = 0; \quad (7)$$

Для решения этого уравнения введем подстановку

$$Y^1 = q \quad (8)$$

и уравнение (7) примет вид:

$$\frac{dq}{dx} = \frac{g}{kV_0^2} (q - k)(1 + q^2); \quad (9)$$

или

$$dx = \frac{kV_0^2 dq}{g(q-k)(1+q^2)}; \quad (10)$$



Интегрируя имеем:

$$\int dx = h_0 \int \frac{dq}{(1+q^2)(bq-1)} \quad (11)$$

где  $a = h_0 = \frac{V_0^2}{g}$  - расстояние от бункера с зерном до горловины сушилки;

$$b = \frac{1}{k} \quad (12)$$

Для интегрирования (12) разложим дробь на два элемента:

$$\frac{1}{(1+q^2)(bq-1)} = \frac{Aq+B}{1+q^2} + \frac{C}{bq-1} \quad (13)$$

Упрощая имеем:

$$Abq^2 - Aq + Bbq + C + Cq^2 = 1;$$

Приравнявая коэффициенты при равных степенях приходим к выражениям:

$$A = \frac{-b}{1+b^2}; \quad B = -\frac{1}{1+b^2}; \quad C = \frac{b^2}{1+b^2}.$$

Подставив в уравнение (12) мы получим:

$$x = a \frac{-b}{1+b^2} \int \frac{q dq}{1+q^2} - \frac{a}{1+b^2} \int \frac{dq}{1+q^2} + \frac{ab^2}{1+b^2} \int \frac{dq}{bq-1} + C_1 \quad (14)$$

где  $C_1$  – постоянная, определяемая из граничных условий (3).

Проинтегрировав уравнение (14) по частям:

$$x = \frac{ab}{1+b^2} \ln \frac{bq-1}{\sqrt{1+q^2}} - \frac{a}{1+b^2} \operatorname{arctg} q + C_1 \quad (15)$$

Постоянная  $C_1$  определяется из наглядных условий при  $x=0$ ;  $q_0=y^1=V_0$ ;

Отсюда:

$$C_1 = \frac{a}{1+b^2} \operatorname{arctg} q_0 - \frac{ab}{1+b^2} \ln \frac{bq_0-1}{\sqrt{1+q_0^2}}$$

Уравнение (15) преобразуется в вид:

$$x = \frac{ab}{1+b^2} \ln \left[ \frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{(bV_0-1)\sqrt{1+q^2}} \right] + \frac{a}{1+b^2} (\operatorname{arctg} V_0 - \operatorname{arctg} q) \quad (16)$$

Для определения второй декартовой координаты  $x$ , обратимся к выражению:

$$\frac{dy}{dx} = q, \text{ подставив значение } x \text{ из (16)}$$

Получим 
$$dy = \frac{aqdq}{(1+q^2)(bq-1)} \quad (17)$$

Разложив дробь на элементы, имеем:

$$dy = \frac{a}{1+b^2} \left( -\frac{q}{1+q^2} + \frac{b}{1+q^2} + \frac{b}{bq-1} \right) dq,$$

Проинтегрировав получим:

$$y = \frac{a}{1+b^2} \left( \ln \frac{bq-1}{\sqrt{1+q^2}} + b \operatorname{arctg} q \right) + C_2; \quad (18)$$

Постоянная  $C_2$  определится из граничных условий

при  $q=q_0=V_0$  и  $y=0$

$$C_2 = -\frac{a}{1+b^2} \left( \ln \frac{bV_0-1}{\sqrt{1+V_0^2}} + b \operatorname{arctg} V_0 \right)$$

И уравнение (18) примет вид

$$y = \frac{a}{1+b^2} \left[ \ln \left( \frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{(bV_0-1)\sqrt{1+q^2}} + b(\operatorname{arctg} q - \operatorname{arctg} V_0) \right) \right] \quad (19)$$

Для образующей винта более удобно рассматривать ее в полярных координатах

$$\rho = \sqrt{y^2 + x^2} = \sqrt{\left[ \frac{a}{1+b^2} \ln \left[ \frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{(bV_0-1)\sqrt{1+q^2}} + \frac{a}{a+b^2} \{ \operatorname{arctg} V_0 - \operatorname{arctg} q \} \right] \right]^2 + \left[ \frac{a}{a+b^2} \left\{ \ln \left( \frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{\sqrt{1+q^2}(bV_0-1)} \right) \right\} + b(\operatorname{arctg} q - \operatorname{arctg} V_0) \right]^2} \quad (20)$$

Учитывая наше условие, что:

$$y^1 = 0.01w + 0.33 \quad (21)$$

а также, что

$$b = \frac{1}{0.01w + 0.33} \text{ and } a = h_0 = \frac{V_0^2}{g} \quad (22)$$

мы получим окончательную зависимость, определяющую форму образующей винтовой поверхности в зависимости от влажности зерна и расстояния от бункера до горловины сушилки.

$$\rho = \sqrt{\left\{ \frac{ab}{1+b^2} \ln \left[ \frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{(bV_0-1)\sqrt{1+q^2}} \right] + \frac{a}{1+b^2} [\arctg V_0 - \arctg q] \right\}^2 + \left\{ \frac{a}{1+b^2} \left[ \ln \left[ \frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{\sqrt{1+q^2}(bV_0-1)} \right] + b(\arctg q - \arctg V_0) \right] \right\}^2} \quad (23)$$

После упрощения приходим к окончательной функции, описывающей искомую образующую в полярных координатах

$$\rho = \frac{V_0^2}{g} \sqrt{\left( \frac{1}{1 + \left( \frac{1}{0.01W + 0.33} \right)^2} \right) \left[ \ln \left( \frac{\left( \frac{tg\alpha}{0.01W + 0.33} - 1 \right) \sqrt{1 + V_0^2}}{\sqrt{1 + tg\alpha} \left( \frac{V_0}{0.01W + 0.33} - 1 \right)} \right)^2 \right] + (\arctg V_0 - \alpha)^2} \quad (24)$$

Для инженерной интерпретации уравнения 24, авторами просчитывалась эта функция на программе Excel и здесь наглядно видно каким образом изменяются угол наклона образующей геликоида и его полярный радиус в зависимости от влажности в данный момент при движении по геликоиду внутри излучателя СВЧ сушки.

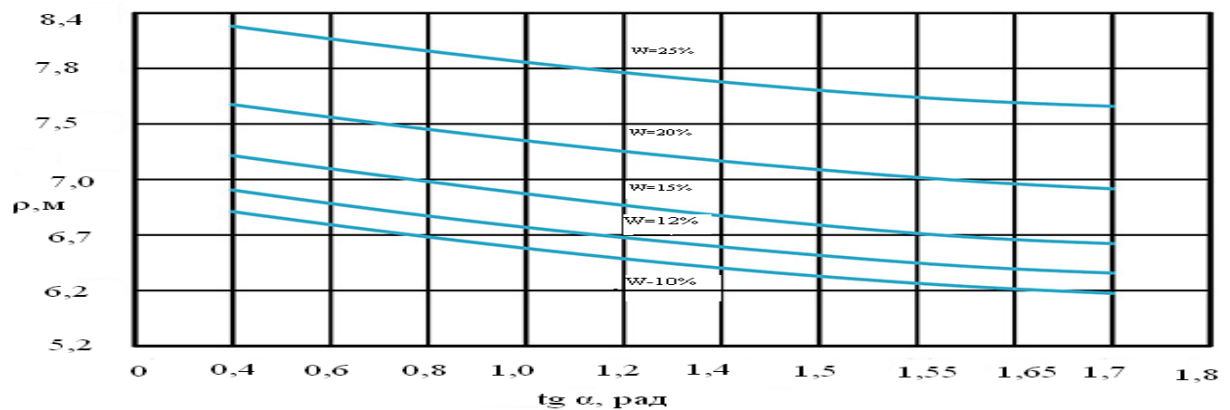


Рис. 5. Зависимость коэффициента трения зерна

По существу, мы видим, что этот винт имеет технологически осуществимые параметры как по углу винтовой линии, так и по полярному радиусу. Мы получили уравнение образующей геликоида с переменным шагом в зависимости от начальной скорости падающего зерна  $V_0$  и влажности зерна  $W$  в каждый момент движения по кривой  $f(\rho, \alpha)$ , где  $\rho$  и  $\alpha$  изменяются в зависимости от коэффициента трения зерна как функции его влажности, рисунок 5.

Таким образом в данной статье впервые обосновано саморегулирующееся движение зерна по винтовой поверхности с переменным шагом при СВЧ сушки зерна.

### Список литературы

1. Баум, А.Е. Сушка зерна / А.Е.Баум, В.А.Резчиков. – М.:Колос,1983. – 223 с.
2. Сагындикова, А.Ж. Энергосберегающая установка для сушки зерна / А.Ж. Сагындикова, Н.Т. Исембергенов, Б. Канай // Труды «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана» Межд. Сатп. Чтения, том4, Алматы. – 2015. – С. 195-198.
3. Сагындикова, А.Ж. Авторское свидетельство РК №91438 «Установка для сушки зерна» / А.Ж. Сагындикова, Н.Т. Исембергенов, К.Н. Тайсариева. – Астана, 2014.
4. Митков, А. Теория эксперимента / А. Митков. – Русе.: Дунав прес, 2011. – 227 с.
5. Морозов, В.В. Сравнительный анализ конструкций бункерных зерносушилок зарубежного и отечественного производства / В.В. Морозов, Н.М. Максимов // ФГБОУ ВПО «Великолукская ГСХА», Россия, г. Великие Луки, 2014. – С. 29-35.
6. Сагындикова, А.Ж. АС РК № 93979 «Установка для сушки зерна с применением индукционного нагрева» / А.Ж. Сагындикова, Н.Т. Исембергенов.

УДК 621.83

### РАСЧЕТ МАССЫ ДЕТАЛИ. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ЗАГОТОВКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Серов Илья Дмитриевич, студент-бакалавр  
Ивановская Вероника Юрьевна, науч. рук., к.э.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в данной статье рассматриваются два важнейших аспекта при разработке технологического процесса изготовления какого-либо изделия (детали) на машиностроительном предприятии. Данные расчеты нам помогут правильно подобрать необходимое оборудование, металлорежущие инструменты, режимы резания и т.д., а также рассчитать полную и точную экономическую стоимость изготовления детали со всеми ее вытекающими.

*Ключевые слова:* технология, деталь, процесс, машиностроение

Машиностроение – это отрасль обрабатывающей промышленности по производству всевозможных машин и оборудования, изготавливающая средства производства. Технология машиностроения – это область науки по изучению закономерностей, действующих в процессе изготовления машин, деталей.

Важными аспектами при проектировании детали являются:

1. Анализ детали на технологичность;
2. Определение вида и формы заготовки;
3. Разработка маршрута обработки детали;
4. Расчёт режимов резания и норм времени.

Маршрут обработки детали – это последовательность технологических и вспомогательных операций, необходимых для изготовления определенной детали [1].

Технологическая операция – это законченная часть технологического процесса, выпаленная не одним рабочем месте. К вспомогательным операциям относятся действия по транспортировке, измерению, закреплению детали и т.д.

Цель исследования – рассмотреть разработку технологического процесса изготовления детали на машиностроительном предприятии.

Расчет массы детали необходим для последующего выбора заготовки, оборудования, инструмента и других аспектов учитываемых при проектировании технологического процесса [2]. Массу ступеней вала, отверстий рассчитываем через объемы по формулам (1).

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times L, \text{ мм}^3 \quad (1)$$

где  $\pi$  – постоянное число равное 3,14;

$D$  – диаметр, мм;

$L$  – длина, мм.

Массу шпоночных пазов рассчитываем по формулам 1 и 2:

$$V = a \times b \times h, \text{ мм}^3 \quad (2)$$

где  $a$  – длина, мм;

$b$  – ширина, мм;

$h$  – высота, мм.

Эскиз детали с обозначенными на нем объемами представлен на рисунке 1.

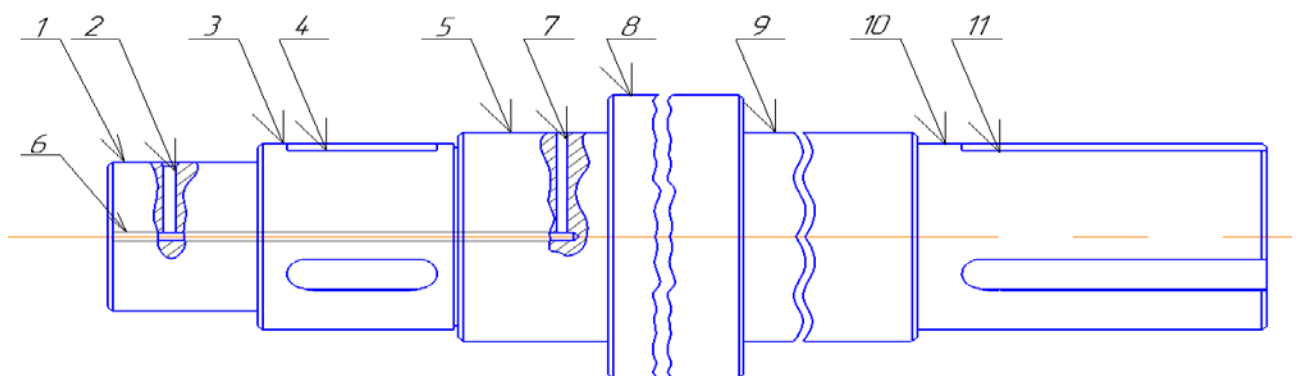


Рис. 1. Эскиз детали с обозначенными объемами

$$V_1 = \frac{3,14 \times 52^2}{4} \times 50 = 106132 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \times 16^2}{4} \times 18,5 = 522,8 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{3,14 \times 57^2}{4} \times 80 = 204037,2 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \frac{3,14 \times 16^2}{4} \times 6 = 1205,76 \times 2 = 2411,52 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = 23 \times 16 \times 6 = (2208 + 2411,52) \times 2 = 9239,04 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = \frac{3,14 \times 60^2}{4} \times 100 = 282600 \text{ мм}^3$$

$$V_6 = \frac{3,14 \times 8^2}{4} \times 175 = 8792 \text{ мм}^3$$

$$V_7 = \frac{3,14 \times 16^2}{4} \times 26 = 734,76 \text{ мм}^3$$

$$V_8 = \frac{3,14 \times 70^2}{4} \times 672 = 2584848 \text{ мм}^3$$

$$V_9 = \frac{3,14 \times 60}{4} \times 80 = 226080 \text{ мм}^3$$

$$V_{10} = \frac{3,14 \times 55^2}{4} \times 100 = 237462,5 \text{ мм}^3$$

$$V_{11} = \frac{3,14 \times 16^2}{4} \times 6 = 1205,76 \text{ мм}^3$$

$$V_{11} = 64 \times 16 \times 6 = (6144 + 1205,76) \times 2 = 14699,52 \text{ мм}^3$$

$$V_{12} = \frac{3,14 \times 10^2}{4} \times 30 = 2355 \times 4 = 9420 \text{ мм}^3$$

Находим общий объем детали по формуле:

$$V_{\text{общ}} = \sum V_{1,3,5,8,9,10} - \sum V_{2,4,6,7,11,12}, \text{ мм}^3, \quad (3)$$

где  $\sum V_{1,3,5,8,9,10}$  – сумма складываемых поверхностей детали;

$\sum V_{2,4,6,7,11,12}$  – сумма вычитаемых поверхностей детали.

$$V_{\text{общ}} = \sum 106132 + 204037,2 + 282600 + 2584848 + 226080 + 237$$

$$\sum 522,8 + 9239,04 + 734,76 + 8792 + 14699,52 + 9420 = 3597751,$$

мм<sup>3</sup>

Затем находим массу детали по формуле:

$$m = V_{\text{общ}} \times \rho, \text{ кг}, \quad (4)$$

где  $\rho$  – плотность (у Стали 45  $\rho = 7,8 \times 10^{-6}$ ).

$$m = 3597751,58 \times 7,8 \times 10^{-6} = 28,1 \text{ кг}$$

Экономический расчет себестоимости заготовок даст нам возможность в будущем посчитать полную стоимость изготовления продукции, ее рентабельность, а также заработную плату рабочего.

Для начала рассчитаем себестоимость проката. [3,4] Себестоимость изготовления проката рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{о.з.}}, \text{ руб.}, \quad (5)$$

где  $M$  – затраты на материал заготовки, руб.;

$\sum C_{\text{о.з.}}$  – технологическая себестоимость операции резки проката на штучные заготовки, руб.

Затраты на материал заготовки рассчитывается по формуле (6).

$$M = M_{\text{заг}} \cdot S - (M_{\text{заг}} - m_{\text{дет}}) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \text{ руб.}, \quad (6)$$

где  $S$  – цена 1 кг материала заготовки, руб. ( $S=25$ руб.);

$S_{\text{отх}}$  – цена 1т отходов или стружки (стальная стружка 1т-3780 руб.);

$M_{\text{заг}}$  – масса заготовки, кг;

$m_{\text{дет}}$  – масса детали, кг.

$$M = 0,63 \cdot 247,2 - (0,63 - 0,137) \cdot \frac{3780}{1000} = 153,87 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость операции резки проката на штучные заготовки рассчитывается по формуле (7).

$$\sum C_{\text{о.з.}} = \frac{C_{\text{пз}} T_{\text{шт}}}{1000}, \text{ руб.}, \quad (7)$$

где  $C_{\text{пз}}$  – приведенные затраты на рабочем месте, коп/час=16335 коп/час.

$T_{\text{шт}}$  – штучное время выполнения операции резки, мин.

Штучное время выполнения резки рассчитывается по формуле (8)

$$T_{\text{шт}} = 0,0002 \cdot D^2, \text{ мин.}, \quad (8)$$

где  $D$  – диаметр проката, мм.

$$T_{\text{шт}} = 0,0002 \cdot 40^2 = 0,32 \text{ мин.}$$

$$\sum C_{\text{о.з.}} = \frac{16335 \times 0,32}{6000} = 0,87 \text{ руб.}$$

$$S_{\text{заг}} = 153,87 + 0,87 = 154,74 \text{ руб.}$$

Себестоимость данного типа заготовки находим по формуле (9).

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{C_6}{1000} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\text{П}} \cdot M_{\text{заг}} \right) - (M_{\text{заг}} - m_{\text{дет}}) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \text{ руб.} \quad (9)$$

где  $C_6$  – базовая стоимость 1тзаготовок, руб. (для стали 14X17H2, 1т штамповок 342750,50руб.);

$K_T, K_C, K_B, K_M, K_{\text{П}}$  – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства;

$S_{отх}$  - цена 1т отходов/стружки (стальная стружка 1т-3780 руб.).

По методическому указанию выбираем коэффициенты.

$K_T = 1; K_C = 0,75; K_B = 1,642; K_M = 1,13; K_{П} = 1.$

$$S_{заг} = \left( \frac{342750,50}{1000} \cdot 0,39 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,642 \cdot 1,13 \cdot 1 \right) - (0,39 - 0,137) \cdot \frac{3780}{1000} \\ = 185,1 \text{ руб.}$$

В данном исследовании приведены примеры несложных математических расчетов массы и экономических затрат в машиностроении. Приведённые расчеты можно использовать при проектировании технологического процесса для любого продукта типа вал на машиностроительном предприятии.

### Список литературы

1. Чайников, В.В. Экономика предприятия (организации): Учебное пособие / В.В. Чайников, Д.Г. Лапин. - М.: ЮНИТИ, 2015. – 439 с.
2. Усова, И.С. Экономика организации: методические указания к выполнению курсовой работы по теме «Разработка бизнес-плана участка обработки детали» / И.С. Усова. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 23 с.
3. Кокшарова, Г.А. Высшая математика. Тесты для промежуточного контроля знаний у студентов экономических специальностей ВГМХА по высшей математике разработаны с использованием частично методических материалов преподавателей кафедры / Г.А. Кокшарова, В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное, 2005. – 55 с.
4. Ивановская, В.Ю. Математический анализ: Учебное пособие / В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное, 2018. – 106 с.

УДК 636.4.063:631.223.6

### РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИНФРАКРАСНОГО ОБОГРЕВЕ ПОРОСЯТ

*Соколов Павел Александрович, студент- бакалавр  
Медведева Жанна Владимировна, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Россия*

**Аннотация:** изучены рост, сохранность поросят-сосунов при различных способах локального обогрева. Результаты исследований показали, что наиболее эффективно в дополнение к локальному обогреву в первые две недели подсосного периода с помощью обогреваемого пола использование в подсосный период ламп накаливания мощностью 150 Вт.

**Ключевые слова:** свиноматка, поросята-сосуны, локализация тепла, обогреваемый пол, лампы накаливания



Микроклимата производственного помещения воздействует на обмен веществ в организме, на здоровье и устойчивость к заболеваниям у свиней. От параметров микроклимата на 15-30 % зависит продуктивность животных.

Поддержание заданных параметров температурного режима для свиней различных половозрастных групп, содержащихся в одном помещении, представляет едва ли не самую большую сложность. В связи с этим важно оборудовать в станках свинарника-маточника локальные участки для поросят с требуемым температурным режимом.

*Материал и методика исследований.* Научно-хозяйственный опыт проводили на свиноматках крупной белой породы, поросятах подсосного периода в условиях свинокомплекса ОАО «Антипинский» Тогульского района, Алтайского края.

Животные содержались в изолированных боксах цеха опоросов. В боксе размещено 28 станков из комплекта станочного оборудования ОСМ-120.01.00. В станках для поросят был создан дифференцированный температурный режим, путем использования различных источников обогрева показали, что температура в помещении находилась в пределах 18,8-21,2 °С.

Средняя температура воздуха в первые двое суток после опороса в зоне отдыха поросят контрольной группы, содержавшихся только на обогреваемом полу, составляла 25,1°С. В опытной, где источником локального обогрева являлся обогреваемый участок пола и лампы накаливания мощностью 150 Вт, она находилась в пределах 30,1°С.

К концу первой и второй неделям опыта температура в логове поросят контрольной группы повысилась на 0,6°С и составила 25,6 и 26,2 °С соответственно. В результате при контакте нижней части тела с обогреваемой плоскостью верхняя поверхность животного находится в непосредственном взаимодействии с относительно более холодным воздухом помещения. В опытной группе при комбинированном обогреве поросят этот показатель составил 31 и 31,7 °С и был достоверно ( $P \leq 0,05$ ) выше, чем в контроле на 5,4 и 5,5 °С, соответственно.

При постановке на опыт живая масса поросят подопытных групп составляла 1,3 кг.

*Результаты исследований.* Различные источники локального обогрева оказали неодинаковое влияние на живую массу подопытных поросят. Так, в 7-суточном возрасте средняя живая масса поросенка в контрольной группе, в станках которой в качестве источника локального обогрева использовался электрообогреваемый участок пола, составила 2,3 кг (рис.1). У животных опытной группы, содержавшихся при комбинированном обогреве, этот показатель в недельном возрасте оказался на 8,7 % выше

( $P \leq 0,05$ ), чем в контроле. Аналогичная тенденция проявилась и в последующую неделю опыта.

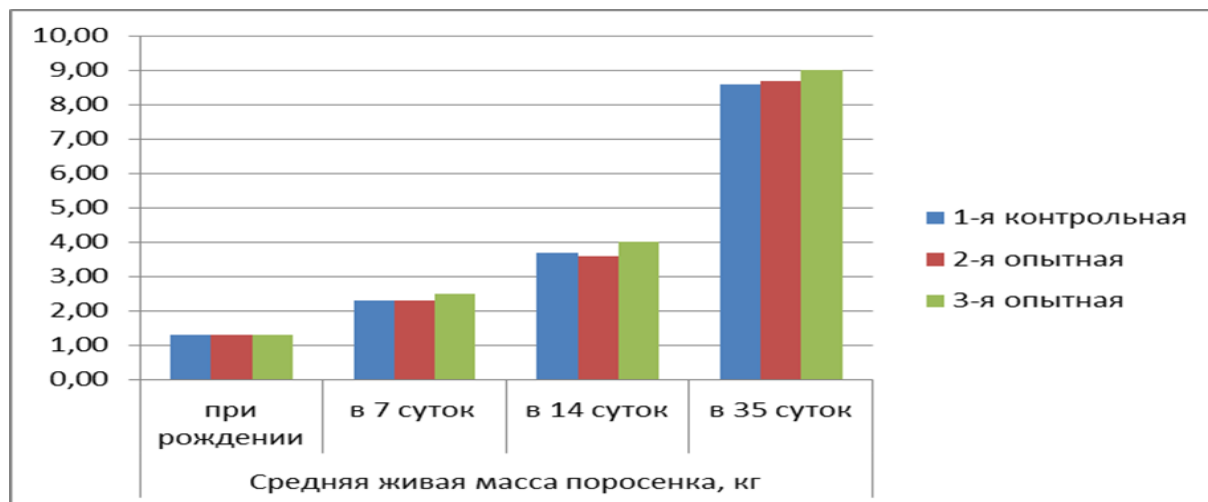


Рис. 1. Средняя живая масса поросенка, кг

К концу второй недели живая масса поросят контрольной группы составила 3,7 кг, а опытной – 4,0, что выше контроля на 8,1 % ( $P \leq 0,05$ ). Более высокие показатели роста отмечены у поросят опытной группы и в дальнейшем, до конца опыта. При отъеме поросята опытной группы превышали контрольную на 4,6 % ( $P \leq 0,05$ ).

Кроме показателей живой массы, нами рассчитывался среднесуточный прирост поросят (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика среднесуточного прироста поросят

Возраст животного, сут.	Среднесуточный прирост за период опыта, г		
	группы		в % к контрольной
	1-я контрольная	2-я опытная	
С 1-х по 7-е	166,7±8,8	200±9,4*	20,0
С 8-х по 14-е	200,0±6,7	214,3±7,5	7,1
С 15-х по 35-е	233,3±6,8	238,1±6,1	2,0
С 1-х по 35-е	214,7±3,5	226,5±3,3*	5,5

Как видно из данных таблицы, с возрастом происходило постепенное увеличение среднесуточных приростов поросят в группах, но их изменения зависели от условий выращивания, локальной температуры.

Так если поросята контрольной группы, содержащиеся в условиях локального обогрева, предусмотренного технологией комплекса, в течение первой недели жизни имели среднесуточный прирост 166,7 г, то комбинированное использование обогреваемого пола и ламп накаливания способствовало достоверному ( $P \leq 0,05$ ) увеличению этого показателя во 2-й опытной группе на 20 % в сравнении с контролем.

В течение второй недели опыта среднесуточный прирост поросят

контрольной группы находился на уровне 200 г. У животных 2-й опытной группы он был выше контроля на 7,1 %.

Несколько ниже в сравнении с опытной группой в контроле среднесуточный прирост поросят в первые две недели опыта, видимо, связан с меньшей температурой в логове и с большей площадью тела, окруженного более прохладным, чем от пола, воздухом помещения, что ведет к увеличению потери тепла с поверхности тела.

В течение следующих недель подсосного периода среднесуточный прирост у поросят контрольной группы составил 233,3 г. Животные 2-й опытной группы по этому показателю незначительно превышали контроль.

В целом за подсосный период среднесуточный прирост поросят 2-й группы был достоверно выше контроля 5,5%.

Таким образом, использование в течение первых двух недель опыта обогреваемого пола совместно с лампами накаливания, а в дальнейшем до конца опыта – без последних, оказало положительное влияние на интенсивность роста поросят-сосунов в сравнении с обогревом, предусмотренным технологией комплекса.

Содержание животных при различных источниках обогрева оказало неодинаковое влияние на их сохранность.

Показатели роста и сохранности поросят имеют положительную корреляционную связь с массой гнезда свиноматки. Масса гнезда после опороса у свиноматок опытной группы была на 1 % ниже контрольной.

К 7-м суткам лактации этот показатель в контрольной группе составил 21,85 кг. Свиноматки опытной группы по этому показателю достоверно превышали контроль на 12,1%.

К 14-м суткам опыта достоверной ( $P \leq 0,05$ ) оказалась разница по массе гнезда между контрольной и 2-й опытной группами. К отъему масса гнезда у свиноматок в контрольной группе составила 81,7 кг. У свиноматок 2-й опытной группы, поросята которой в первые две недели жизни содержались при комбинированном обогреве, этот показатель был выше контроля на 8 % ( $P \leq 0,05$ ).

Прибыль от применения комбинированного обогрева в первые две недели подсосного периода в расчете на 1 свиноматку во 2-й опытной группе составила 44,3 тыс. рублей, на 1 поросенка – 0,46 тыс. рублей соответственно.

*Заключение.* Результаты исследований показали, что более высокие показатели роста и сохранности поросят-сосунов получены при их комбинированном обогреве в течение первых двух недель жизни обогреваемым полом и лампами накаливания, а в дальнейшем до конца опыта – при содержании только на обогреваемом полу в сравнении с животными, находящимися в течение подсосного периода только на обогреваемом полу.

### Список литературы

1. Медведева, Ж.В. Разведение популяции свиней крупной белой породы в Алтайском крае / Ж.В. Медведева, С.В. Бурцева, А.П. Косарев // Свиноводство. – 2006. – №3. – С. 2-4.
2. Соляник, А.А. Микроклимат в зоне отдыха поросят, рост животных при использовании ламп накаливания и брудеров / А.А. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. Горки : БГСХА, 2012. – Вып. 15. – Ч. 1. – С. 371-377.
3. Соляник, А.В. Продуктивность поросят-отъемышей в зависимости от температурно-влажностного режима помещений / А.В. Соляник, С.Е. Лещина // Зоотехния. – 2009. – №1. – С. 26-27.

УДК 34:349:349.6

### ПРОБЛЕМА ПОДНЯТИЯ УРОВНЯ ВОДЫ НА НОВОЧЕБОКСАРСКОЙ ГЭС

*Сорокина Диана Алексеевна, студент-бакалавр  
Шадура Маргарита Юрьевна, студент-бакалавр  
Румянцев Федор Полиектович, науч. рук., д.ю.н., доцент  
ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия*

***Аннотация:** статья посвящена проблеме, связанной с поднятием уровня воды на Чебоксарской ГЭС. Проблема относится к числу актуальных, активно обсуждается на региональном уровне и на федеральном ввиду своей значимости для экологической обстановки. Авторами проведена серьезная работа по рассмотрению различных точек зрения по указанному вопросу.*

***Ключевые слова:** Чебоксарская ГЭС, Чебоксарское водохранилище, поднятие уровня воды*

Проблема, связанная с поднятием уровня воды на Чебоксарской ГЭС относится к числу актуальных уже не одно десятилетие, активно обсуждается не только на региональном уровне, но и на федеральном ввиду своей значимости для экологической обстановки, нормального функционирования экосистемы, сохранения видового разнообразия растений и животных.

Для того, чтобы определить основные вопросы, которые являются предметом научных дискуссий, необходимо рассмотреть исторический аспект строительства Чебоксарской ГЭС.

Строительство Чебоксарской ГЭС было начато в 1969 году в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 8 января 1968 года № 2.

К 1980 году русло Волги перекрыли, чтобы создать Чебоксарское водохранилище, которое эксплуатируется с 1981 года на отметке подпорного уровня 63 метра (НПУ63) в соответствии с распоряжением Совета министров СССР от 6 января 1978 года № 28-р и «Временными основными правилами использования водных ресурсов Чебоксарского водохранилища на р. Волге (на период начальной эксплуатации) РВ -249-82, утверждёнными приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР от 2 сентября 1982 года № 531. Тем не менее, изначально проектом предусматривалось, что уровень воды составит 68 м.

В 1989 году ГЭК Госплана СССР, Управлением государственной экспертизы Госстроя СССР и Главгосэкспертизой Госкомприроды СССР была проведена экспертиза материалов по обоснованию целесообразности перехода от отметки водохранилища Чебоксарской ГЭС в 63 м к проектному подпорному уровню - 68 м. В постановлении Госэкспертизы (№ 7/76/79 от 26.04.1989) отмечалось: «ГЭС экономически неэффективна как при отметке НПУ водохранилища 63 м, так и при НПУ 68 м; необходимо принять отметку НПУ водохранилища для постоянной работы Чебоксарской ГЭС 63 м».

В соответствии с рассмотренным постановлением было принято Распоряжение Правительства РФ от 12 марта 1992 года № 468-р, которое действует и в настоящее время, устанавливая отметку 63 метра в качестве нормального подпорного уровня Чебоксарского водохранилища (Нижегородский низконапорный гидроузел и завершение строительства чебоксарской ГЭС url: <http://mineco-nn.ru/nizhegorodskij-nizkonapornyj-gidrouzel-i-zavershenie-stroitelstva-cheboksarskoj-ges>).

В 2010 году к проблеме повышения уровня воды на Чебоксарской ГЭС вернулись вновь: в Распоряжении Правительства Российской Федерации от 21.04.2010 № 600-р было дано поручение о подготовке изменений в проектную документацию «Строительство Чебоксарской ГЭС на реке Волге», предусматривающих возможность повышения уровня Чебоксарского водохранилища до отметки 68 метров (на 5 метров). Заказчик проекта (ОАО «РусГидро») в 2010 году утвердил техническое задание по завершению разработки проектной документации.

В течение нескольких лет ПАО «РусГидро» лоббировало повышение уровня воды в водохранилище, чтобы вывести Чебоксарскую ГЭС на проектную мощность (сейчас станция работает на 60% от установленной мощности 1404 МВт).

При этом примечательно, что ПАО «РусГидро» при утверждении технического задания, во-первых, не согласовал его с правительством Нижегородской области, а, во-вторых, в техническом задании была указана формулировка ««по завершению разработки проектной документации», вместо «подготовка изменений в проектную документацию...», в связи с чем допускается подмена понятий в результате чего фактически презюми-

руется решенность вопроса о поднятии уровня воды в Чебоксарской ГЭС (Орехов В.Ф., Краснов А.Н. Проблемы Чебоксарского водохранилища «Проект 68» - прыжок с разбега на гигантские грабли // Астраханский вестник экологического образования. № 3 (25). 2013. С. 170-184).

Проект поднятия уровня Чебоксарского водохранилища в 2013 году получил отрицательное заключение государственной экологической экспертизы.

В 2015 году Правительство РФ приняло решение оставить уровень воды в водохранилище на отметке 63 м, но спустя три года, в 2018 году, к этому вопросу вновь вернулись.

В дальнейшем проблема повышения уровня воды на Чебоксарской ГЭС, а конкретно, целесообразности повышения ее уровня с отметки 63 до 68 м., неоднократно обсуждалась как в рамках проведения различного уровня экспертиз, а также представителями общественности и научного сообщества.

Безусловным сторонником повышения уровня Чебоксарской ГЭС выступает правительство Чувашии, которое отмечает, что поднятие уровня воды до 68 м. позволит улучшить экологию водохранилища, поскольку на данный момент значительная часть территории водохранилища - мелководье, глубина которого не превышает 2-ух метров, что приводит к таким негативным последствиям как отсутствие естественного самоочищения, активный рост водорослей. Кроме того, поднятие уровня воды экономически целесообразно ввиду возможности осуществления судоходства.

В свою очередь Правительство Нижегородской области, отмечает, что поднятие уровня воды повлечет за собой такие негативные последствия как затопление сельскохозяйственных угодий и лесов, подтопление населенных пунктов, ухудшение химического состава, и, как следствие, качества воды и кислородного режима, деградации экосистем.

В научной литературе предпринимаются попытки определить потери сельскохозяйственного производства Нижегородской области в результате реализации мероприятий по подъему уровня воды в Чебоксарском водохранилище до планируемой отметки. Так, коллектив авторов (В.И. Титов, А.Г. Самоделкин, Е.В. Дабахов, Н.С. Еремин), произведя расчеты пришли к выводу, что в целом величина убытков, ущерба от затопления, упущенная выгода в случае подъема уровня водохранилища Чебоксарской ГЭС до отметки 68 м, составит 8605,7 млн. руб.

К слову, проблемы Чебоксарской ГЭС обсуждались в рамках Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2012» на круглом столе на тему «Экологические и социально-экономические последствия подъема уровня Чебоксарского водохранилища до отметки 68 метров».

Проведение научно-промышленного форума имело практические

результаты, а именно, была принята резолюция и обращение к Президенту РФ, Председателю Правительства РФ о недопустимости повышения уровня Чебоксарского водохранилища.

Рассмотрев различные точки зрения по указанному вопросу нельзя не отметить того, что аргументы каждой из сторон дискуссии, безусловно, заслуживают внимания, являются результатом осуществления масштабной подготовительной работы, основаны на проведении экспертиз различного уровня, тем не менее, в дальнейшем, учитывая, что проблема поднятия уровня воды не утратила своей актуальности, при ее дальнейшем обсуждении должны быть учтены следующие моменты: открытость информации о проекте, рассмотрение альтернативных вариантов и обсуждения различных аспектов проблемы.

Именно комплексный подход к многогранной проблеме поднятия уровня воды на Чебоксарской ГЭС позволит обеспечить устойчивое развитие регионов в условиях сохранения окружающей природной среды для нынешнего и будущих поколений.

#### Список литературы

1. Нижегородский низконапорный гидроузел и завершение строительства Чебоксарской ГЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minesocnn.ru/nizhegorodskij-nizkonapornyj-gidrouzel-i-zavershenie-stroitelstva-cheboksarskoj-ges/>
2. Орехов, В.Ф. Проблемы Чебоксарского водохранилища «Проект 68»-прыжок с разбега на гигантские грабли / В.Ф. Орехов, А.Н. Краснов // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 3.
3. Титов, В.И. Прогнозная оценка потерь сельхозпроизводства Нижегородской области от предполагаемого подъема уровня водохранилища Чебоксарской ГЭС / В.И. Титов, А.Г. Самоделкин, Е.В. Дабахов, Н.С. Еремин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 3.

УДК 004.4'6

#### АЛГОРИТМЫ. СВОЙСТВА АЛГОРИТМОВ

*Терехов Дмитрий Юрьевич, аспирант  
Михайленко Дмитрий Александрович, студент-бакалавр  
Поливаев Олег Иванович, науч. рук., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, Россия*

*Аннотация: в статье описаны свойства, строение и условия работы с алгоритмом, его подвиды. Описано назначение блок схем, указаны символные обозначения в блок-схемах. Приведено понятие адаптивного алгоритма.*

*Ключевые слова:* алгоритм, виды алгоритмов, адаптивный алгоритм, активное шумоподавление

Рассматривая способы борьбы с шумом одним из перспективных и новых в этом направлении можно считать способ снижения шума с применением активных компонентов. То есть бороться с шумом, используя свойства когерентности волн и ослаблять их действие на пути распространения до точки наблюдения. Такой способ снижения шума – называется активным шумоподавлением. Одним из основных элементов системы активного шумоподавления является правильно подобранный алгоритм, который будет качественно выполнять задачу по снижению шума и учитывать большой спектр параметров, способных изменить конечный результат. Также, как и система шумоподавления, алгоритм для нее является адаптивным. Адаптивный алгоритм является сложной формой алгоритма и требует знания общих понятий, которые будут рассмотрены ниже.

Существует несколько определений понятия алгоритм, в общем виде все его определения можно выразить в следующем:

Алгоритм – это последовательность правил, точно и последовательно отражающих определенный набор операций, результатом которой является решение задачи за определенное конечное число шагов.

Алгоритмы имеют свою оценку. Оценить алгоритм можно используя следующие понятия:

1. Детерминированность – свойство алгоритма выполнять операции механического характера, по средствам получения результата при определенной вводной информации

2. Результативность – свойство, показывающее какое число шагов требуется алгоритму для выполнения поставленной задачи.

3. Дискретность – данное свойство позволяет разбивать процесс решения задачи на определённые действия, в выполнении которых пользователем или машиной нельзя усомниться

4. Выполнимость – характеристика алгоритма при которой выполнение алгоритма достигается за конечное число шагов.

5. Массовость – показывает на какое количество задач алгоритм выдаст правильное решение.

6. Правильность – достоверность результата решения алгоритма, согласно условиям задачи

Для записи алгоритма используют разные средства, в зависимости от типа исполняемого алгоритма. Вот некоторые способы:

1. Вербальный – когда алгоритм рассматривается на языке человека.

2. Символьный – алгоритм записывается с помощью набора символов.

3. Графический – когда алгоритм описывается с помощью графики



ческих изображений [4, 2].

Для внесения большей ясности и применимости алгоритма для пользователя, используется графическое представление алгоритма - блок-сема.

На территории Российской Федерации действует единая система программной документации (ЕСПД), частью которой является Государственный стандарт – ГОСТ 19.701-90 «Схемы алгоритмов программ, данных и систем»

При всем разнообразии алгоритмов решения задач среди них можно выделить три основных вида вычислительных процессов:


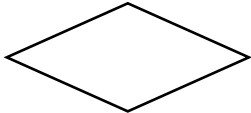

1. Линейный – вычислительный процесс, в котором решение задачи выполняется последовательно, в том порядке в котором они следуют при записи.



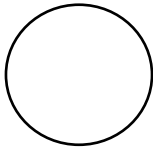
2. Ветвящийся – такой процесс, где выбор направления решения задачи зависит от поступающих результатов в ходе выполнения алгоритма. Поводом для смены направления может быть логическое условие, поступающее от результата его проверки.

3. Циклический – вычислительный процесс, в котором содержится один или несколько циклов. Циклы могут быть с заданным числом повторений и неопределённым. Количество повторения выполнения цикла зависит от соблюдения условий, которые должны выполняться, чтобы цикл продолжал свое повторение.

Элементы блок-схем алгоритмов: блок схема подразумевает под собой целостность символов, соответствующих этапам работы алгоритма. Сплошная линия демонстрирует зависимости по управлению между символами и может комплектоваться стрелкой. Пунктирная линия используется для соединения символа с комментарием [2, 3].

Таблица 1 – Виды блок-схем, применяемые для создания алгоритмов [4]

Название блока	Вид блока	Назначение блока
Начало-Конец		Указание на начало и конец алгоритма
Ввод-вывод		Организация ввода и вывода данных
Решение (условный, логический блок)		Выбор направления выполнения алгоритма в зависимости от выполнения условия
Процесс (блок действий)		Выполнение действия или группы действий

Ранее определённый процесс		Использование вспомогательных алгоритмов
Подготовка данных		цикл с параметром – операции, выполняемые с целью корректировки действий
Соединитель		Применяется для обрыва линии связи между элементами блок-схемы.

Также, среди всех разновидностей алгоритмов, есть еще один, который вызывает наибольший интерес и является одним из перспективных для применения в системах активного шумоподавления. Подобный алгоритм называется адаптивным. Адаптивный алгоритм – алгоритм, стремящийся выдать как можно более лучшие результаты, это происходит путём непрерывающейся подстройки под входные данные. Потребность применения адаптивного алгоритма обусловлена ситуацией, когда ввести данные или предугадать их до начала работы алгоритма невозможно. Стандартным вариантом можно считать алгоритм Хаффмана. Адаптивный алгоритм Хаффмана – позволяет строить решение (без предварительного ввода данных), не имея никаких начальных знаний из исходного состояния, что позволяет за один проход сжать данные [1].

Как можно заметить, алгоритмы не простая и достаточно обширная тема. Ежедневно мы сталкиваемся с алгоритмами, в той или иной степени. Алгоритмы является основой для работы любой вычислительной техники, что говорит об неопределимой значимости этих знаний в современной науке и технике. Важность применение адаптивных алгоритмов для систем активного шумоподавления нельзя отрицать. Ведь устройство для снижения шума получает постоянно разные сигналы, предугадать которые за ранее невозможно. Адаптивный алгоритм сам выстроит необходимое решение для достижения оптимального результата, что делает его неотъемлемой частью всей системы.

### Список литературы

1. Адаптивный алгоритм Хаффмана с упорядоченным деревом. [Электронный ресурс]: Теория информации / сайт Bookwue.net – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: [http://bookwu.net/book\\_teorija-informacii\\_986/12\\_-2.4-adaptivnyj-algoritm-haffmena-s-uporyadochennym-derevom](http://bookwu.net/book_teorija-informacii_986/12_-2.4-adaptivnyj-algoritm-haffmena-s-uporyadochennym-derevom)

2. Алгоритм. Свойства алгоритма [Электронный ресурс]: Программирование и алгоритмы / сайт pro-prof.com – Электрон. Журн. – Блог программиста: 2012. – Режим доступа к журн.: <https://pro-prof.com/archives/578>
3. Графическое описание алгоритма [Электронный ресурс] : Блок-схема алгоритма / сайт studopedia.org – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://studopedia.org/index.php?vol=1&post=57866>
4. ГОСТ 19781-74. Единая система программной документации. Термины и определения. Утв. пост. Госкомстата № 2051 от 08.05.08

**УДК 631.5:004.9**

## **ИНТЕРАКТИВНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье обозначена актуальность глубокого изучения цифровых технологий в высших учебных заведениях и предложено средство обучения студентов цифровым технологиям в сельском хозяйстве.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство, цифровые технологии, образование, современные технологии*

В условиях усиливающейся конкурентной борьбы на рынке сельскохозяйственной продукции и быстро изменяющихся предпочтений потребителей решение проблем в отраслях АПК возможно на основе перехода к цифровому сельскому хозяйству (точному земледелию, активному использованию цифровых технологий для повышения производительности труда) [1].

Здесь весьма актуальными являются слова В.В. Путина: «Предлагаю запустить масштабную системную программу развития экономики нового технологического поколения – цифровой экономики ... Это вопрос национальной безопасности, технологической независимости России, нашего общего будущего» [2].

Согласно Указа Президента РФ «О стратегии научно-технологического развития РФ» от 1 декабря 2016 года №642 в ближайшие 10-15 лет одним из приоритетов развития страны следует считать переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям и роботизированным системам.

В России на данный момент действует Ведомственный проект Минсельхоза «Цифровое сельское хозяйство» [3].

Целью проекта является цифровая трансформация сельского хозяй-

ства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях в 2 раза.

Проект предусматривает массовое внедрение комплексных цифровых агропрешений и массовое получение цифровых компетенций специалистами сельскохозяйственных предприятий.

Как видим, одной из составляющих выполнения Ведомственного проекта, является подготовка компетентных специалистов. Эта задача ложится на учебные заведения, но как ВУЗы могут готовить специалистов по цифровым технологиям, если сами преподаватели поверхностно представляют что такое цифровые технологии и не имеют возможности повысить свою квалификацию в данном вопросе, а учебные аудитории оснастить соответствующими учебно-лабораторным оборудованием.

Сфера информационных технологий (IT) в настоящее время – одна из наиболее динамично развивающихся областей человеческой деятельности. Образовательный процесс по специальностям данного направления должен быть максимально гибким, динамично изменяющимся в соответствии с тенденциями развития IT [4], поэтому необходимо использовать инновационные подходы для подготовки специалистов для АПК.

Для решения проблемы низкой квалификацией преподавателей в вопросах цифровых технологий, с целью повышения эффективности подготовки специалистов агроинженерных и агрономических направлений предлагается разработать интерактивный стенд для освоения цифровых технологий в сельском хозяйстве, выполненный в виде масштабного макета учебно-опытного поля Вологодской ГМХА (рис. 1, 2 и 3).



Рис. 1. Спутниковые снимки учебно-опытного поля Вологодской ГМХА

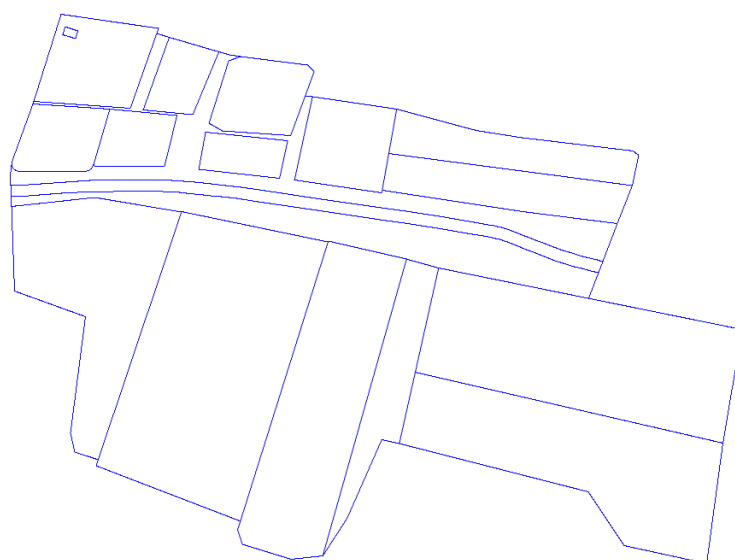


Рис. 2. Схема учебно-опытного поля Вологодской ГМХА

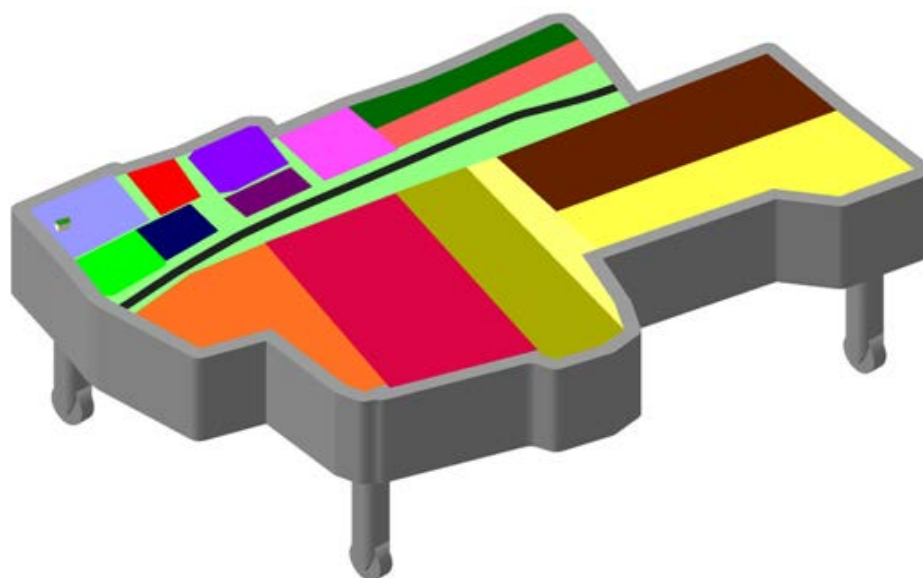


Рис. 3. Интерактивный стенд для освоения цифровых технологий в сельском хозяйстве, выполненный в виде масштабного макета учебно-опытного поля Вологодской ГМХА

Проектируемый стенд состоит из основания повторяющего форму учебно-опытного поля Вологодской ГМХА и четырех опор на колесах, что делает разработку мобильной.

Основание стенда разбито на те же участки, что и само учебно-опытное поле, и наполнено почвой с этих участков. Участки засеяны какой-нибудь низкостебельной неприхотливой культурой.

На стенд установлены система орошения, вентилятор, имитирующий ветер, датчики для окружающего воздуха и почвы, мультиспектральная камера, которые связываются с компьютером. Интеграция технологий дистанционного мониторинга дает возможность отслеживать и оперативно реагировать на изменения состояния культур.

На стенде можно выполнять следующие операции:

- контроль температуры, влажности и содержание углекислого газа в воздухе;
- контроль уровня освещенности;
- контроль силы ветра;
- мониторинг температуры, влажности и минерализации почвы;
- планирование механизмов оптимального полива и удобрения почвы;
- составлять карту неоднородности посевов;
- составлять карту наличия сорняков;
- контроль площади растительного покрова;
- мониторинг потенциала урожайности;
- контроль сроков годности урожая;
- планирование оптимального времени сбора урожая;
- учет объема собранного урожая.

Для проведения полевых исследований датчики для окружающего воздуха и почвы, мультиспектральная камера могут быть сняты со стенда и использованы на учебно-опытном поле.

Для идентификации отдельных участков на учебно-опытном поле и на проектируемом стенде необходимо разработать информационные материалы, выполненные в виде QR-кодов, которые дают исчерпывающую информацию по участкам (номер, площадь, тип почв, севооборот и т.д.). Для примера информация по участку №1, указанная в таблице, представленной на рисунке 4, зашифрована в виде QR-кода, представленного на рисунке 5.

Участок №	Площадь, га	Планируемая культура	Виды механизированных работ	Время проведения работ
1	0,77	Овощные, злаковые	1.Внесение минеральных удобрений 2. Вспашка 3. Культивация	10.05-25.05
2	0,43	Злаковые, картофель	1.Внесение минеральных удобрений 2.Вспашка 3.Культивация 4.Нарезка гребней 5.Хим.обработка 6.Междурядная обр-ка 7.Окучивание	10.05-25.05 10.06-14.06 25.06-27.06 10.07-15.07
3.	0,34	сад	-	-
4.	0,3	сад	-	-
5.	0,54	сад	-	-

Рис. 4. Информация по участкам учебно-опытного поля за 2019 г.



Рис. 5. QR-код содержащий информацию по участку №1

Стенд позволяет применять современные цифровые технологии в образовательном процессе круглогодично, независимо от того какая погода за окном, что повышает качество учебного процесса. Преподаватели и студенты академии смогут осваивать цифровые компетенции, что позволяет подготавливать высококвалифицированных специалистов для АПК.

Используя сам стенд, и отдельно оборудование стенда на учебно-

опытном поле, открываются новые горизонты для выполнения научно-исследовательских работ сотрудников факультетов инженерного и агрономии и лесного хозяйства, как по отдельности, так и в кооперации.

Интерактивный стенд для освоения цифровых технологий в сельском хозяйстве можно применять для следующего:

- повышение квалификации профессорско-преподавательского состава Вологодской ГМХА в вопросах цифровых технологий в сельском хозяйстве;
- использование полученных результатов в образовательном процессе при подготовке кадров высшей квалификации (подготовка компетентных специалистов в области цифрового сельского хозяйства);
- формирование центра компетенций, способствующего процессам цифровизации отрасли сельского хозяйства;
- выполнение научных работ научно-педагогическими кадрами;
- привлечение аспирантов и студентов к выполнению научных исследований;
- обновление материально-технической базы инженерного факультета, актуальным оборудованием.

Проект направлен на поддержку научных исследований, приоритетных для развития научного потенциала академии, носит междисциплинарный характер, и содействуют научной кооперации факультетов инженерного и агрономии и лесного хозяйства.

Стенд может быть «фишкой» инженерного факультета, его можно демонстрировать проверяющим при аккредитации, гостям, школьникам при проведении профориентационных мероприятий.

### **Список литературы**

1. Цифровая платформа для развития агропромышленного комплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mgimo.ru/upload/iblock/e2c/glava-2-cifrovaya-platforma-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa.pdf>.
2. Иванов, В.В. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива / В.В. Иванов, Г.Г. Малинецкий // Российская академия наук. М.: ООО «Нюанс». 2017. 64 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kc.hse.ru/wp-content/uploads/2018/05/10-ivanov-28129.pdf>.
3. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcsx.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>.
4. Сайт научного журнала «Фундаментальные исследования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/en/article/view?id=38085>.

*Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия  
Кряжев Сергей Александрович, науч. рук., директор  
ООО «Агротехсток», г. Вологда, Россия*

**Аннотация:** в статье предложен универсальный модуль для кит-комплектов вездеходов.

**Ключевые слова:** вездеход, кит-комплект, модуль

В условиях пересеченной местности, для передвижения и перевозки грузов, обычной техники недостаточно. На помощь приходят вездеходы. Их особенность заключается в наличии специальных колес большого диаметра или гусеничного хода, а также небольшой массы, что обеспечивает быстрое преодоление практически любых препятствий.

Особенность конструкции вездехода делает возможным использование в условиях смешанных, хвойных и лиственных лесов, топких болот, в поймах рек и густых зарослях. Поэтому основной целью использования данных вездеходов является охота на диких зверей, сбор лесных ягод и рыбалка [1-3].

Кому интересен сам процесс конструирования или тем, кто стеснен в средствах, рынок предлагаем приобрести кит-комплекты для сборки вездеходов.

Кит-комплект («китовый комплект», «кит»), от англ. «kit» – набор, комплект.

Кит-комплект вездехода, по сути, это большой конструктор, и у заказчика есть возможность не только собрать, но и ездить на нем.

Базовый кит-набор состоит из кузова, осей и сегментов для гусениц (грунтозацепы и ограничители), также можно заказать и другие элементы для сборки (двигатели, мосты, вариаторы и другие комплектующие).

Получив кит-комплект, заказчику останется установить двигатель и коробку переключения передач, мост, колёса и гусеничные ленты, сидения и элементы управления.

Кит-комплект обычно собран из общедоступных запчастей. Для ремонта вездехода не нужно какого-то специнструмента, набора ключей, квалифицированного специалиста. По сути, весь вездеход разбирается тремя ключами. На большее количество моделей устанавливаются двигатели марки LIFAN, зарекомендовавшие себя на российском рынке с положительной стороны.

В чем плюсы использования кит-комплектов при строительстве вез-



деходов?

1. Экономия бюджета по сравнению с вариантом покупки готового вездехода.

2. Вы получаете готовую, рабочую конструкцию проверенную временем и доработанную специалистами.

3. Не нужно самим ничего изобретать и придумывать.

4. Экономия на доставке, стоимость доставки кит-комплекта значительно меньше, чем вездехода в сборе.

5. Возможность установки собственных запасных частей «из гаража», либо бывших в употреблении, что значительно снизит бюджет постройки.

6. Самостоятельный контроль качества сборки.

7. Возможность изучить устройство вездехода до последнего винтика.

8. Перспектива самостоятельно дополнить вездеход в процессе эксплуатации необходимыми именно для вас дополнительными опциями (бампера, лебедка, фаркоп, фары, фонари, лобовое стекло, дуги, тент, печка, транец и т.д.) без переплаты за доставку и установку.

В результате анализа работы компании «Техноволк», занимающейся производством гусеничных вездеходов, была получена статистика, которая говорит, что часто от потенциальных клиентов поступает заказы на изготовление только основы вездехода – кузова, остальные составляющие заказчики находят самостоятельно.

В виду чего сотрудниками инженерного факультета ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА (преподаватели и студенты) совместно с компанией «Техноволк» разработан универсальный модуль (кузов), который может продаваться в составе кит-комплекта или самостоятельно.

Общий вид универсального модуля (кузова) представлен на рисунках 1-5.

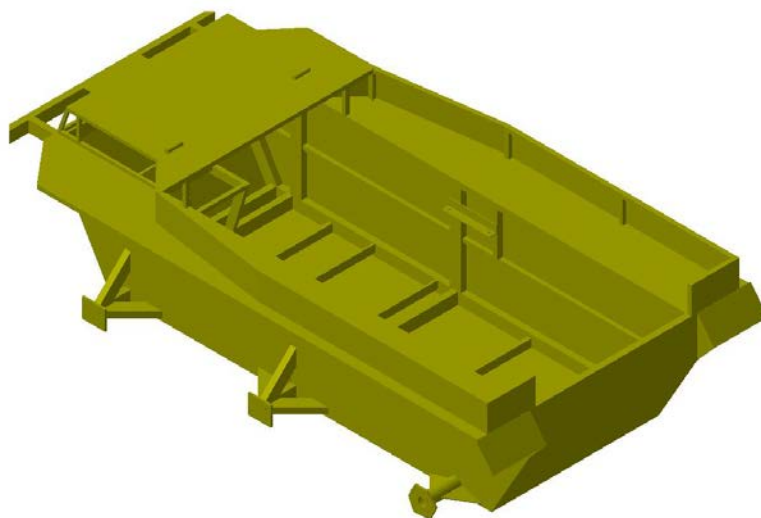


Рис. 1. Общий вид универсального модуля (кузова)

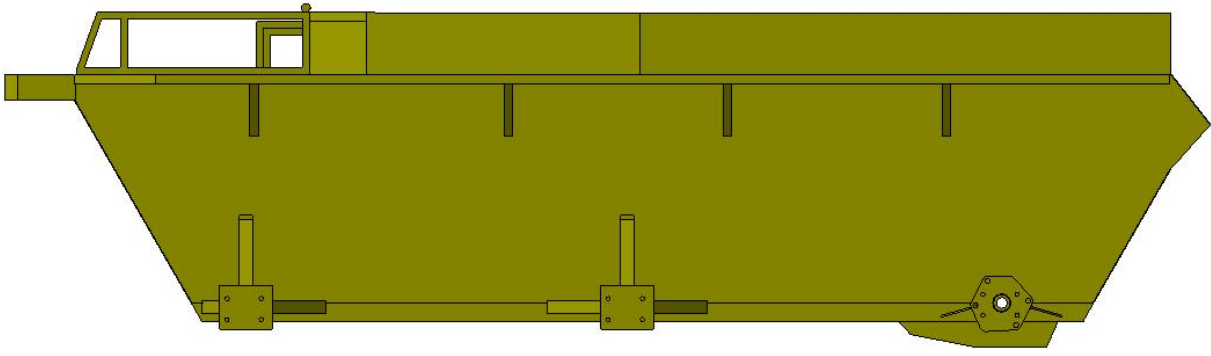


Рис. 2. Вид сбоку

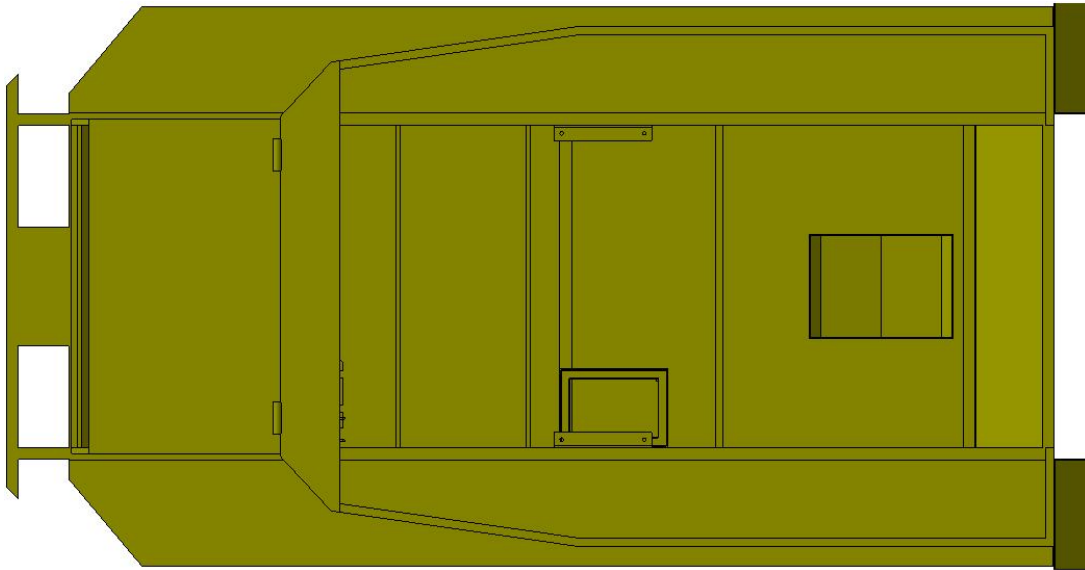


Рис. 3. Вид сверху

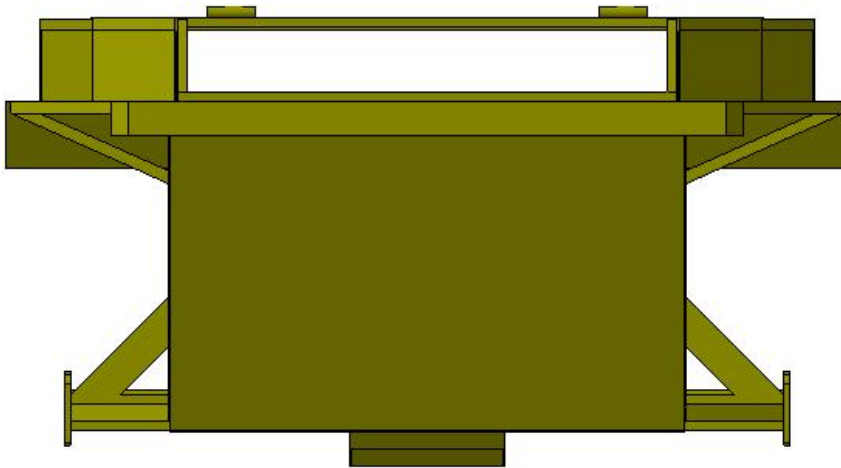


Рис. 4. Вид спереди

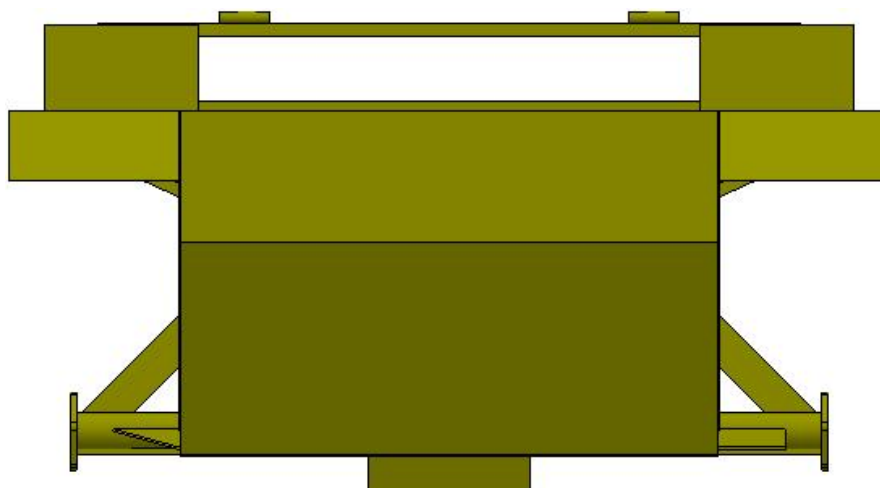


Рис. 5. Вид сзади

Приобретая кит-комплект заказчик, имея невысокую квалификацию в конструировании и изготовлении машин, сможет самостоятельно построить вездеход своей мечты и сэкономить на этом денежные средства.

#### Список литературы

1. Официальный сайт «Вездеходы в Вологде» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://volk35.ru>.
2. Официальный сайт «Техноволк» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tehnovolk.com/?yclid=1150958964291173050>.
3. Официальный сайт «MOTUX» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://motux.ru/product/kit-komplekt-vezdekhoda>.

#### УДК 631.1

#### РАСЧЕТ ВОСЬМИКОРПУСНОГО ДИСКОВОГО ПЛУГА

*Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в статье предложен восьмикорпусной дисковый плуг для основной обработки почвы, представлен расчет его параметров.

*Ключевые слова:* основная обработка почвы, дисковый навесной плуг

Основная обработка выполняется для существенного изменения сложения почвы. В зависимости от почвенных и климатических условий, от вида севооборота и засоренности полей основная обработка может проводиться с различной периодичностью: от одного – двух раз в год до одного – двух раз в одну-две ротации севооборота. Наиболее часто основная обра-

ботка проводится в условиях избыточного увлажнения, наиболее редко – в засушливых районах на хорошо оструктуренных, плодородных почвах.

Самый распространенный прием основной обработки – вспашка почвы. При вспашке происходят оборачивание обрабатываемого слоя почвы, его рыхление, крошение, а также подрезание подземной части растений, заделка удобрений, пестицидов, остатков растений и их частичное перемешивание с почвой. Вспашка почвы производится плугами. Есть несколько конструкций плугов: лемешные, дисковые, ротационные, комбинированные, чизельные [2].

Дисковые плуги предназначены для вспашки полей после многолетних трав, вспашки целины, обработки тяжелых переувлажненных почв, имеющих тяжелый механический состав с удельным сопротивлением до 0,127 МПа (1,27 кгс/см<sup>2</sup>) и слитное слоение. Плуг может использоваться для вспашки раскорчеванных лесочастьков с удельным сопротивлением почв до 0,09 МПа (0,9 кгс/см<sup>2</sup>) и твердостью до 30 кг/см<sup>2</sup> и влажностью до 30%. Существуют дисковые плуги марок ПДН-3, ПДН-5, ПДН-7. Эти плуги агрегируются с тракторами 3 и 4-го тягового класса.

Для увеличения производительности труда и дневной выработки предлагается сконструировать восьмикорпусный дисковый плуг [3, 4].

Общий вид плуга представлен на рисунке 1. Плуг состоит из рамы 1, сферических дисков 2, стойки 5, стабилизатора 3, гидравлического цилиндра 4, шарнирных соединений 7, опоры 8 и пальца 6.

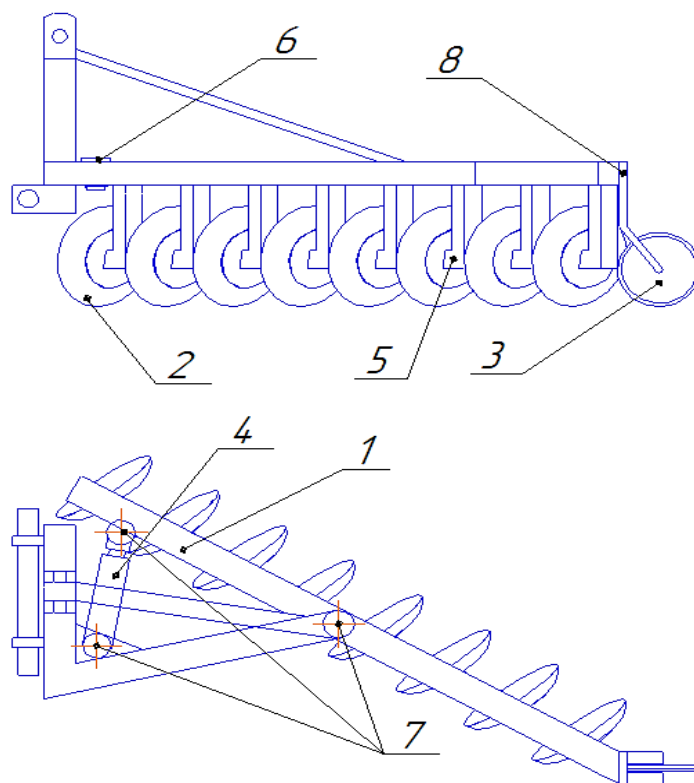


Рис. 1. Общий вид восьмикорпусного дискового навесного плуга:  
1 – рама; 2 – диск сферический; 3 – стабилизатор; 4 – цилиндр гидравлический; 5 – стойка; 6 – палец; 7 – соединение шарнирное, 8 – опора

Произведем основные расчеты проектируемого плуга.

Глубина обработки  $\alpha$ , см, скорость машины  $V_m$ , м/с, диаметр дисков  $D$ , мм, Теоретическая высота гребешков  $h_T$ , мм.

Радиус диска  $R$  выбирают из условия [1]:

$$m = \frac{\alpha}{R}, \text{ мм}; \quad (1)$$

Угол поворота ножа  $\varphi_0 = \omega t_0$ , в этот момент определяем [1]:

$$\sin\varphi_0 = 1 - \frac{\alpha}{R} = 1 - m; \quad (2)$$

Если принять, что в момент входа ножа в почву абсолютная скорость его направлена вертикально вниз, то при дальнейшем движении эта скорость будет направлена в сторону, противоположную движению машины, и сферический диск будет срезать стружку. Для указанного условия имеем [1]:

$$V_x = \frac{dx}{dt} = V_m - R\omega \sin\varphi_0 = 0; \quad (3)$$

отсюда:

$$\sin\varphi_0 = \frac{V_m}{R\omega} = \frac{1}{\lambda}; \quad (4)$$

С учетом соотношения показатель кинематического режима [1]:

$$\lambda = \frac{1}{1 - m}; \quad (5)$$

Глубина обработки, при которой  $V_x = 0$ , т.е. диск плуга входит в почву вертикально, называют оптимальной:

$$\alpha = \alpha_{\text{опт}} = mR; \quad (6)$$

За один оборот диска машина проходит путь [1]:

$$X_T = V_m \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{\lambda}, \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad (7)$$

В результате изучения сопротивления при движении плуга необходимую силу тяги можно представить слагающей из трёх [1]:

1. Силы для преодоления сопротивления трения плуга по поверхности поля при его движении –  $P_1$ ;

2. Силы, необходимой для сообщения деформации почве –  $P_2$ ;

3. Силы необходимой для сообщения скорости почве, непрерывно поступающей на рабочую поверхность корпусов –  $P_3$ ;

$$P = P_1 + P_2 + P_3, \text{ кВт}; \quad (8)$$

Первый член уравнения можно считать равным [1]:

$$P_1 = fG_n, \text{кВт}; \quad (9)$$

где  $f$  – общий коэффициент трения, учитывающий, что плуг частично опирается на скользящие опоры, частично на колеса,  $f = 0,5 \dots 0,9$ ;

$G_n$  – вес плуга, кН;

Вес плуга определяет на основании удельной металлоемкости [1]:

$$G_n = q_n B, \text{кН}; \quad (10)$$

где  $q_n$  – удельное металлоемкость,  $q_n = 6 \dots 12 \text{ кг/см}^2$ ;

Силу  $P_2$  можно считать прямо пропорциональной площади поперечного сечения пластов [1]:

$$P_2 = kab, \text{кВт}; \quad (11)$$

где  $k$  – коэффициент зависящий главным образом от её физико-механических свойств, а также от геометрической формы, для тяжелых почв  $k = 4000 \dots 5000 \text{ кгс}^2/\text{м}^4$ ;

$a$  – глубина обработки, см;

$b$  – ширина захвата, см.

Ширина захвата плуга определяется по формуле [1]:

$$b = \eta \frac{P_n}{ak_0}, \text{м}; \quad (12)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия трактора  $\eta = 0,8 \dots 0,95$ ;

$P_n$  – тяговые усилия трактора, кН;

$a$  – максимальная глубина обработки, для дисковых плугов, см;

$k_0$  – удельное сопротивление почвы, кг/см.

Третий член уравнения можно определить из условия равенства импульсов силы и количество движения [1]:

$$P_3 t = mV_n, \text{кН}; \quad (13)$$

где  $t$  – время, в течение которого действует сила  $P_3$ , с;

$m$  – масса почвы, кг;

$V_n$  – сообщаемая почве скорость м/с.

Если принять время  $t$  равным единице,  $m = m_0$ , то:

$$P_3 = m_0 V_n, \text{кВ}; \quad (14);$$

Масса почвы, обрабатываемая в единицу времени, равна:

$$m_0 = \frac{abV\gamma_{об}}{g}, \text{ кг}; \quad (15)$$

где  $V$  – скорость движения плуга, м/с;

$\gamma_{об}$  – объемный вес почвы, кгс/м<sup>3</sup>.

Можно считать, что скорость, сообщаемая почве корпусом плуга, равна:

$$V_n = CV, \text{ м/с}; \quad (16)$$

где  $C$  – коэффициент пропорциональности;

$V$  – скорость плуга, м/с;

Следовательно:

$$P_3 = \frac{abV\gamma_{об}CV}{g} = \varepsilon abV^2, \text{ кН}; \quad (17)$$

где  $\varepsilon = \frac{C\gamma_{об}}{g}$ , кгс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

Тогда рациональная формула В.П. Горячкина будет иметь вид [1]:

$$P = fG + kab + \varepsilon abV^2, \text{ кН}; \quad (18)$$

$P = 49,9$  кН.

Рациональную формулу можно представить в следующем виде [1]:

$$P = fG + (k + \varepsilon V^2)ab;$$

По определению В.П. Горячкина постоянной член рациональной формулы  $fG$  характеризует мертвое сопротивление плуга и непроизводительную трату энергии. А член  $(k + \varepsilon V^2)ab$  – полезное живое сопротивление почвы. Поэтому он предложил считать коэффициентом полезного действия плуга отношение [1]:

$$\eta = \frac{(k + \varepsilon V^2)ab}{fG + (k + \varepsilon V^2)ab}; \quad (19)$$

или

$$\eta = \frac{P - fG}{P} = 1 - \frac{fG}{P} = 0,94. \quad (20)$$

Результаты расчета свидетельствуют о том, что применение восьми-корпусного дискового плуга увеличивает дневную выработку машинно-тракторного агрегата. Данный плуг предназначен для агрегатирования с тракторами 5-го класса тяги, по результату расчета тракторы 5-го класса смогут работать с данным плугом. Необходимая сила тяги для плуга  $P = 49,9$  кН, коэффициент полезного действия плуга  $\eta = 0,94$ .

### Список литературы

1. Долгов, И.А. Расчет рабочих органов машин и орудий для обработки почвы, посева, посадки сельскохозяйственных растений и ухода за ними: учебное пособие / И.А. Долгов. – Волгоград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 520 с.
2. Сайт по основной обработке почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e-koncept.ru/2016/86064.htm>.
3. Тодждинов, Б.Ш. Классификация орудий для основной обработки почвы / Б.Ш. Тодждинов // Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. Том 2. Часть 1. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2019. – С. 336-339.
4. Тодждинов, Б.Ш. Разработка роторно-дискового плуга. / Б.Ш. Тодждинов // Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. Том 2. Часть 1. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2019. – С. 339-342.

УДК 636.03:004.9

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: УМНЫЕ ФЕРМЫ

*Тодждинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация: в статье представлены инновации, которые определяют будущее сельского хозяйства в целом и животноводства в частности – умные фермы.*

*Ключевые слова: цифровая экономика, цифровое сельское хозяйство, умная ферма*

Животноводство – неотъемлемая часть хозяйствования в мире и в России, в частности. На сегодняшний день, данная отрасль – невероятно перспективна, при условии постепенной модернизации, внедрения полностью или частично механизированного оборудования, а значит – и снижения себестоимости единицы продукции.

Россия, как и любая другая страна, занимающаяся сельским хозяйством, сталкивается с принципиально одинаковыми проблемами. Для понимания этих проблем, необходимо знать самые затратные расходы. Само по себе животноводство достаточно затратное мероприятие, и дело не только в поддержании хороших условий содержания, но и в кормах.

И, естественно, существует такая проблема, как рентабельность животноводческого производства. Чем бы ни занималось предприятие – племенное разведение, выработка мясной или молочной продукции, произ-



водство яиц, шерсти и так далее, проблема рентабельности будет главной составляющей всей экономической стратегии. Планирование и составление бюджета, расчет ожидаемой прибыли и учет всевозможных затрат – весь этот комплекс мероприятий должен быть учтен [1, 2].

Повысить рентабельность продукции животноводства поможет «Умное сельское хозяйство». Оно представляет собой современную автоматизированную систему ведения сельскохозяйственного производства, базирующегося на внедрении новых IoT-технологий: геоинформационных систем, спутниковой навигации, цифровизации процессов создания сельскохозяйственной продукции, обеспечивающих повышение продуктивности и качества при одновременном снижении затрат.

В России на данный момент действует Ведомственный проект Минсельхоза «Цифровое сельское хозяйство», который предполагает организацию отечественных комплексных цифровых агрорешений для предприятий АПК: «Умная ферма», «Умное поле», «Умное стадо», «Умная теплица», «Умная переработка», «Умный склад» и «Умный агроофис».

Умная ферма – это полностью автономный, роботизированный, сельскохозяйственный объект, предназначенный для разведения сельскохозяйственных видов/пород животных (мясные, молочные и др.) в автоматическом режиме, не требующий участия человека (оператора, животновода, ветеринара и др.). Такая ферма самостоятельно производит анализ экономической целесообразности производства, потребительской активности, уровня общего здоровья населения региона (страна, край, область, и др.) и других экономических показателей, используя необходимые цифровые технологии (искусственный интеллект, интернет вещей, большие данные, нейронные сети и др.), на основании такого анализа, ферма принимает решение какие виды/породы сельскохозяйственного животного (с заданными качественными и количественными показателями) необходимо разводить [3, 4]. На рисунке 1 представлена схема Умной фермы.

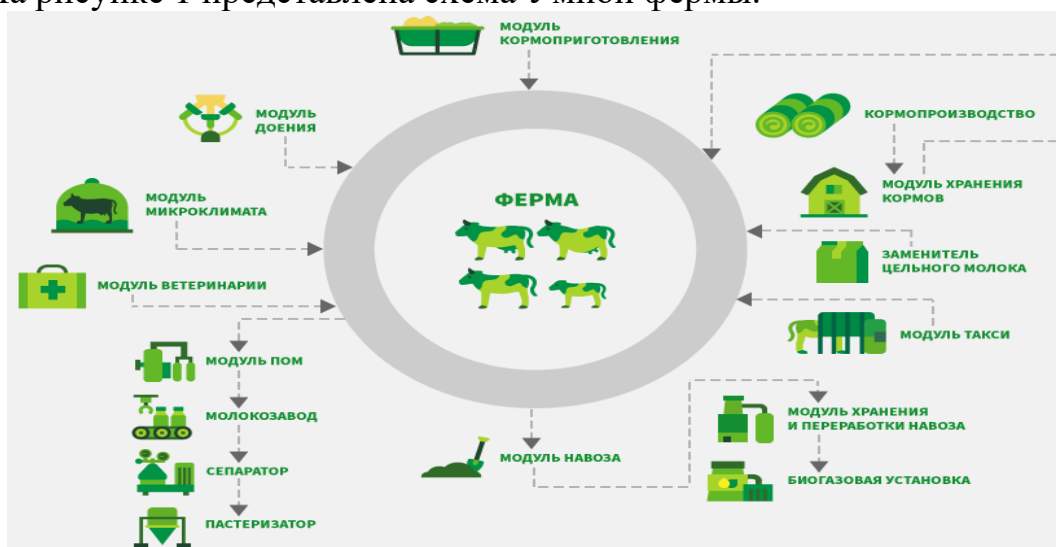


Рис. 1. Умная ферма

Прогноз развития рынка сельскохозяйственных роботов в период 2017-2026 годы показал, что объем рынка роботизации молочных ферм достигнет 504 млрд. руб. в 2023 году. В настоящее время в мире установлены десятки тысяч доильных роботов, оценка объемов этого рынка составляет порядка 120 млрд. руб.

Повысить уровень производства и потребления молочной продукции в России возможно за счет внедрения новых технологий в сельском хозяйстве. В частности, необходимо развивать хозяйства с автоматизированными системами управления, параметры которых изменяются в зависимости от микроклимата и состояния животных на фермах, только в таких хозяйствах можно повысить качество молока до класса «экстра» и обеспечить стабильный рост молочной продуктивности животных.

На базе цифровых систем идентификации и датчиков физиологического состояния животных будут созданы базы данных и основные технологии мониторинга поголовья КРС в виде:

- автоматизированных технологий и оборудования для проведения бонитировочных работ с обработкой и предоставлением данных в электронном виде;

- комплекса датчиков и программно-аппаратных средств для оценки физиологического состояния и лечения животных;

- приборов для автоматизированного контроля качества молока в потоке на доильных установках (белок, жир, соматика, электропроводность и др.);

- приборов и оборудования для определения соотношения жировой, мышечной и костной ткани на основе биоэлектрического импедансного метода;

- технологий и оборудования бесконтактного дистанционного контроля поведения животных.

Создание интеллектуальных цифровых систем управления производством предусматривает разработку и внедрение:

- автоматизированной централизованной системы управления Умной фермой;

- автоматизированных подсистем управления кормопроизводством, воспроизводством стада и зооветеринарным обслуживанием животных и др.);

- локальных цифровых подсистем управления технологическими процессами (доение, кормление, микроклимат, навозоудаление и др.);

- автоматизированных рабочих мест (АРМ) ведущих специалистов (ветврач, зоотехник, инженер);

- информационно-аналитических блоков по оценке качества продукции, взаимодействию с потребителями и др.

Разработка и внедрение автоматизированных инновационных машинных технологий и технических средств:

- автоматизированная технология оценки качества и состава кормов непосредственно при уборке, позволяющая организовать уборку кормов в оптимальные сроки, корректировать рацион кормосмесей;

- автоматизированная биокаталитическая технология приготовления фуражного зерна на основе высокоградиентного механического и ферментативного воздействия, позволяющая повысить усвояемость по сравнению с традиционными технологиями (дробление, плющение, экструдирование и др.);

- роботизированные средства для приготовления и раздачи кормосмесей с возможностью дозирования высокоэнергетических компонентов различным половозрастным группам, создания комфортных условий для содержания животных;

- автоматизированные и роботизированные доильные модули с четвертным выдаиванием и мониторингом качества молока и физиологического состояния животных для технического переоснащения существующих доильных залов и использования в системах добровольного доения, обеспечивают снижение заболеваемости коров маститом, отделение аномального молока в потоке, повышают сроки хозяйственного использования животных;

- автоматизированные доильные аппараты для линейных доильных установок с молокопроводом [4].

Разработка концептуальных технико-технологических решений по созданию молочных ферм нового поколения на основе интеллектуальных цифровых технологий («Умных ферм») позволит снизить уровень заболеваемости животных маститом, повысить качество молочной продукции и рентабельность продукции.

### Список литературы

1. Сельскохозяйственная информационная площадка «СельхозПортал» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--80ajgpcpbhkds4a4g.xn--p1ai/articles/problemy-zhivotnovodstva>.
2. Шушков, Р.А. Проблемы надежности оборудования животноводческих комплексов / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников, Ф.А. Киприянов // В сборнике: Наука – производству. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы международной научно-практической конференции посвященной 95-летию академии. Том 2. Инженерные науки. Вологда-Молочное, 2006. – С. 41-42.
3. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>.
4. Аналитический центр Минсельхоза России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mcxas.ru/digital-cx/umnaya-ferma>.

## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТРАСЛИ ЛЬНОВОДСТВА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Трушанин Андрей Сергеевич, студент-магистрант  
Булатов Александр Михайлович, студент-магистрант  
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в статье охарактеризована стратегическая отрасль сельского хозяйства Вологодской области – льноводство.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство, льноводство, Вологодская область

Лен-долгунец – древнейшая культура, в Индии он возделывался 9 тыс. лет назад, то есть задолго до хлопчатника [2-6]. Лен-долгунец выращивается в нескольких регионах Российской Федерации [7-10]. Рейтинг регионов по площадям под льном-долгунцом представлен в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Рейтинг регионов по площадям под льном-долгунцом, тыс. га

Субъект Российской Федерации	1990 год	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год	2016 год	2017 год
Российская Федерация	418	51,2	55,5	57,2	55,3	50,5	52,6	48,5	45,7
Вологодская область	33,8	9,1	9,2	6,2	4,9	5,6	5,8	5,8	5,3
Тверская область	102,6	6,1	6,3	6	6	6,5	7,4	6,8	4,4
Омская область	3,5	3,1	2,6	4,1	4,9	5,5	6,2	6,2	5,8
Смоленская область	71,5	1,6	2	3,9	4,1	3,1	3,9	5	5,1
Республика Удмуртия	14,8	6,2	6,2	6,2	5,9	6	6	4,9	4,5
Алтайский край	3,5	4,7	4,6	4,5	3,5	3,6	3,8	3,9	3,6
Ярославская область	27,4	3,6	4,1	3,9	3,4	2,9	2,8	2,9	2,5
Нижегородская область	16,1	2,5	2,7	3,1	4,2	2,6	1,8	2,2	2,3
Брянская область	4,9	0,5	0,8	1,2	2	2,1	2,2	1,8	2
Новгородская область	22,5	0,9	1	1,2	1,2	0,8	1,4	1,4	1,4
Республика Татарстан	0	0,2	0,9	0,9	0,5	1	1,1	1,1	1,1
Томская область	0,8	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1

По данным FAO STAT с 2012 г. Россия занимает третье место по объёму производимого льноволокна – 46 тыс. тонн. Наибольший сбор волокна в 2012 году был во Франции и Белоруссии – 52,4 и 51,6 тыс. т. Крупнейшим производителем продукции льна-долгунца в мире является Китай, где посевная площадь под этой культурой составляет более 75 тыс. га. В России посевная площадь льна-долгунца за последние годы снизилась с 50,5 до 45,7 тыс. га (табл. 1).

Посевная площадь, занимаемая льном-долгунцом в Вологодской об-

ласти, представлена на рисунке 1.

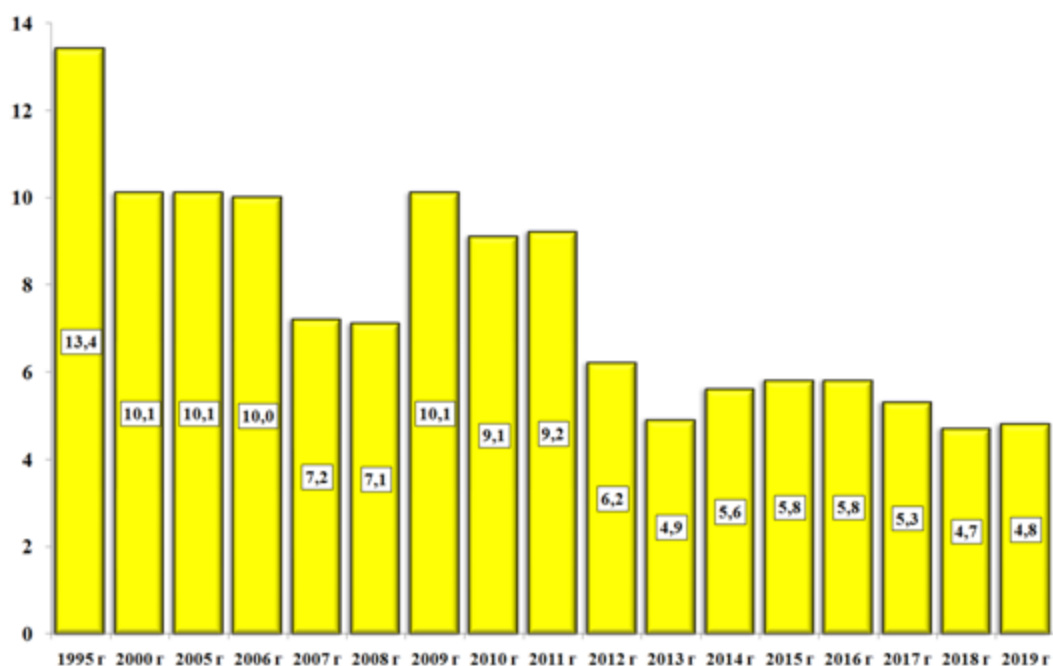


Рис. 1. Посевная площадь под лён-долгунец в Вологодской области, тыс. га

Как видно из графика, представленного на рисунке 1.4, в Вологодской области в 2018 году произошло снижение площадей, занятых льном-долгунцом на 0,6 тыс. га по сравнению с 2017 г [1].

Согласно «Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» предусмотрено увеличение производства льноволокна до 72 тыс. т.

По данным в Вологодской области за 2017 год произведено льна-долгунца – 1,9 тыс. тонн (58,1% от производства по СЗФО), 59,4% от объёма, предусмотренного Госпрограммой (табл. 2).

Таблица 2 – Выполнение Госпрограммы в 2016-2017 гг. по производству льноволокна

Наименование региона	2016 год			2017 год		
	План тыс. т	Факт, тыс. т	% выполнения	План тыс. т	Факт, тыс. т	% выполнения
Российская Федерация	61,5	41,2	67	43,6	38,7	88,8
Северо-Западный ФО	3	4,8	160	5	3,3	66
Вологодская область	1,5	3,4	226,7	3,2	1,9	59,4

Урожайность и валовой сбор льноволокна и льносемян в Вологодской области в динамике за последние годы представлены на рисунке 2.

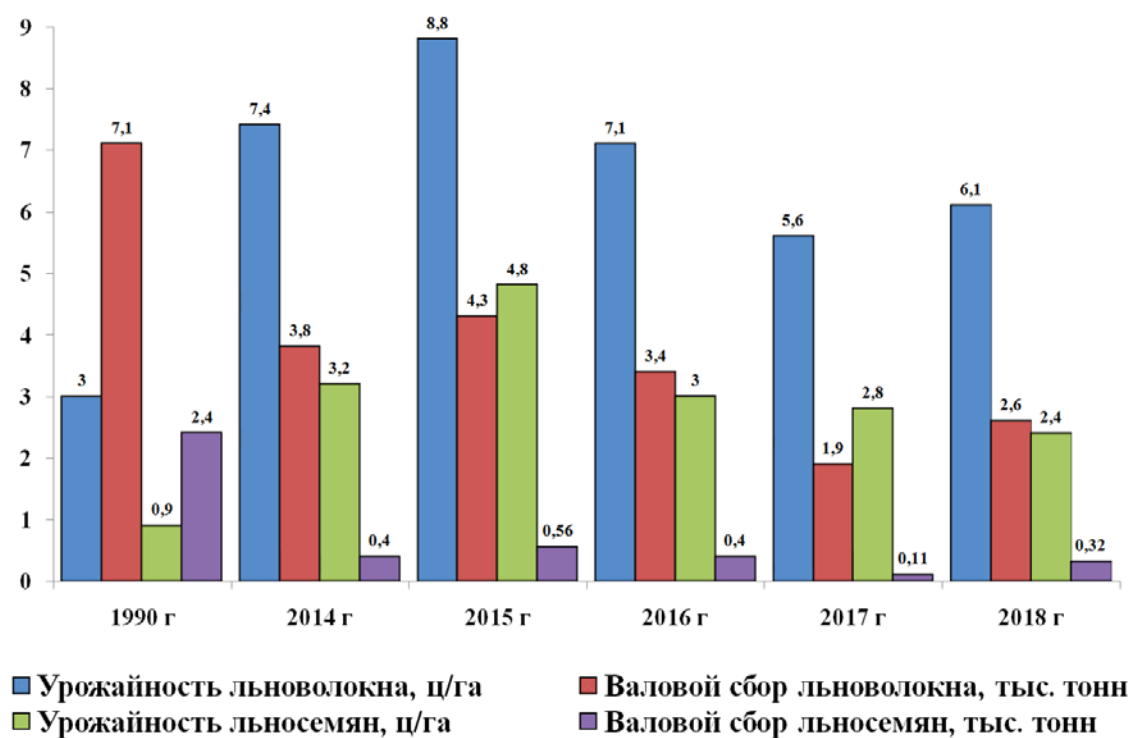


Рис. 2. Урожайность и валовой сбор льна-долгунца в Вологодской области

Анализируя график, представленный на рисунке 2, видим, что в Вологодской области средняя урожайность льноволокна с 1990-го по 2018-й годы колебалась в пределах 3,0-8,8 ц/га, урожайность льносемян в этот же период колебалась в пределах 0,9-4,8 ц/га. Наибольшие показатели урожайности относятся к 2015 году.

Вологодская область занимает второе место в России по посевам льна-долгунца (11% от общей площади по стране). Лен выращивают 12 хозяйств в 8 муниципалитетах. Их продукция поставляется в Удмуртию, Ивановскую и Ярославскую области [1].

В Вологодской области на поддержку льноводства выделяются значительные денежные средства. В январе 2008 года стартовала областная целевая программа «Развитие льняного комплекса Вологодской области на 2008-2012 годы».

Продолжением её явилась подпрограмма, заработавшая с января 2013 года и реализуемая в рамках государственной программы «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013-2020 годы».

Государственная поддержка развития льноводства Вологодской области в период 2013-2018 гг. представлена на рисунке 3 [1].

Как видно из данных рисунка 3 на поддержку развития льноводства Вологодской области в разные годы выделялись крупные суммы от 49,96 до 193,2 млн. рублей.

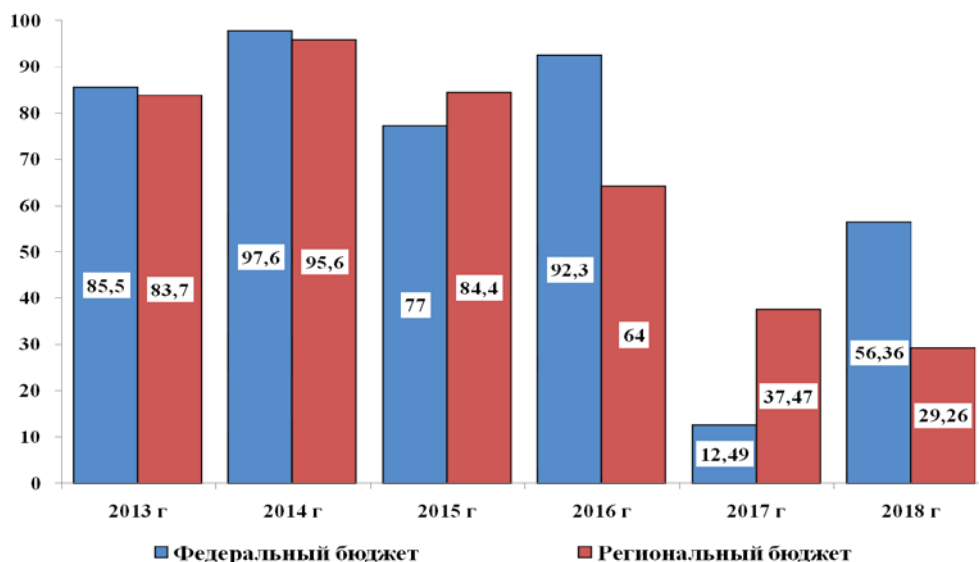


Рис. 3. Государственная поддержка развития льноводства Вологодской области в 2013-2018 годах (млн. руб.)

На рисунке 4 представлены планируемые направления государственной поддержки развития льноводства.

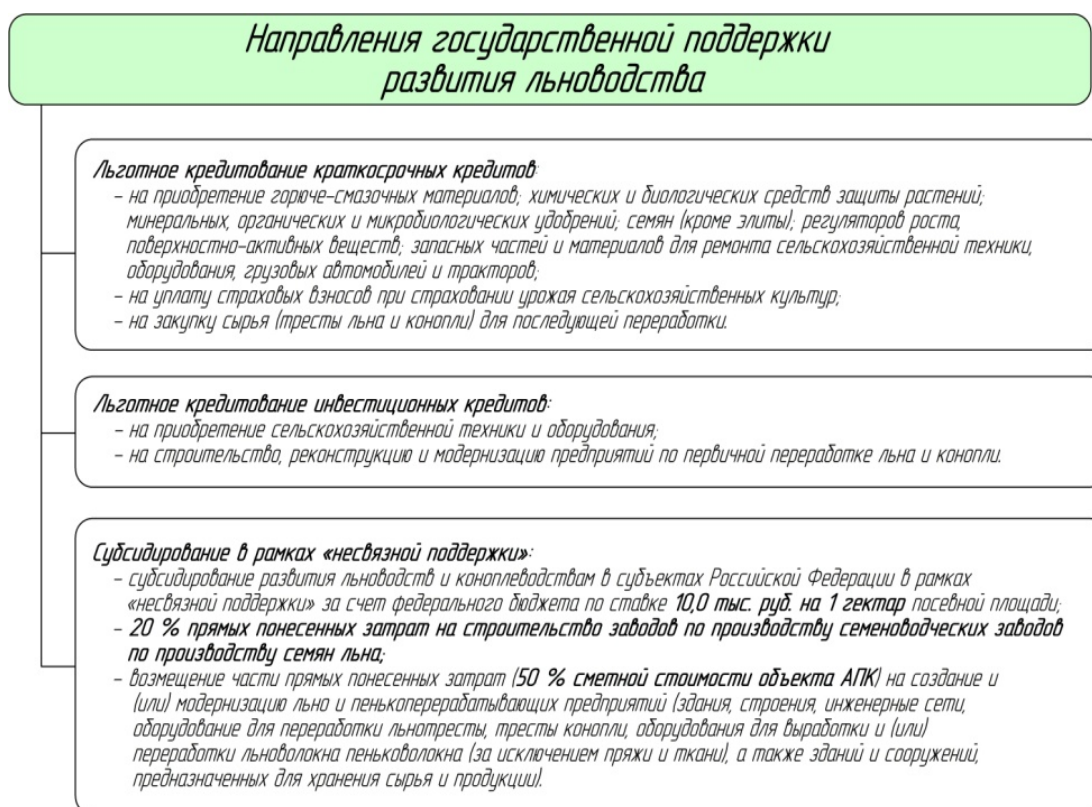


Рис. 4. Направления государственной поддержки развития льноводства

Анализируя планируемые направления государственной поддержки развития льноводства, можно сделать заключение, что Правительство РФ заинтересованно в развитии льноводства, как стратегической отрасли сельского хозяйства.

### Список литературы

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Агентство по производству и первичной обработке льна и конопли «Лен». Официальный сайт. Режим доступа: [http://agentstvo-len.ru/ob\\_agentstve](http://agentstvo-len.ru/ob_agentstve).
2. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2015. – 180 с.
3. Пат. 2524265 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> А01F25/08. Устройство для сушки рулонов льна / Шушков Р.А., Оробинский Д.Ф., Кузнецов Н.Н., Попов В.Д., Зыков А.В., Власенков А.Н.; заявитель и патентообладатель (ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии). – №2012152685/13; заявл. 06.12.2012; опубл. 27.07.2014, бюл. № 21.
4. Шушков, Р.А. Искусственное досушивание рулонов льнотресты, как элемент технологии уборочных работ / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – Ч. 1. – С. 348-351.
5. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сборник научных трудов. – СПб.: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.
6. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сборник научных трудов. – СПб.: СПбГАУ, 2013. – Ч. 1. – С. 408-412.
7. Шушков, Р.А. Распределительное устройство для досушивания рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 5. – С. 44-46.
8. Шушков, Р.А. Исследование распределения теплоносителя в процессе досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: сборник научных трудов. – СПб.: СПбГАУ, 2013. – С. 222-225.
9. Оробинский, Д.Ф. Универсальный пункт сушки льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 3. – С. 2-4.
10. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 5. – С. 136-142.



**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАБОЧИХ ОРГАНОВ  
МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК**

*Угрюмов Григорий Васильевич, аспирант  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

**Аннотация:** в статье приведено описание рабочих органов молотковой дробилки и разобраны пути повышения эффективности их использования.

**Ключевые слова:** измельчение, молоток, дека, решета, молотковая дробилка

Одной из основных операций, влияющих на качество готового продукта и на энергозатраты при изготовлении концентрированных кормов, необходимые на его производство является операция измельчения.

Поиск оптимизации операции измельчения, как показали исследования различных ученых, возможен за счет применения наиболее эффективного измельчающего устройства.

Наиболее распространенными измельчающими машинами в сельскохозяйственном производстве являются молотковые дробилки. Однако их конструкция и организация рабочего процесса обладают рядом недостатков, что ведет к снижению производительности и значительным затратам энергии при измельчении зерновых культур.

К изменяющих качественное состояние исходного материала, относятся следующие рабочие органы дробилок: молотки, деки и решета [1,2,3].

Основным ударным элементом в молотковых дробилках является молоток. Для измельчения в сельском хозяйстве применяются молотки различных конструкций [1, 3, 6].

Наибольшее распространение получили пластинчатые молотки (рисунок 1), которые можно разделить на прямоугольные (рисунок 1, а, б), со ступенчатыми концами (рисунок 1, в, г, д) и составные фигурные (рисунок 1, е). При наличии одного отверстия для пальцев молотки после износа переднего рабочего угла могут быть повернуты и вторично использованы, а молотки с двумя отверстиями могут быть использованы до четырех раз. Наличие ступеней на концах увеличивает эффективность процесса измельчения пленчатых и волокнистых материалов. Составные фигурные молотки, в основном нашли свое применение при измельчении крупнокусковых материалов (жмых, брикеты, кусковая соль, кости и др.).

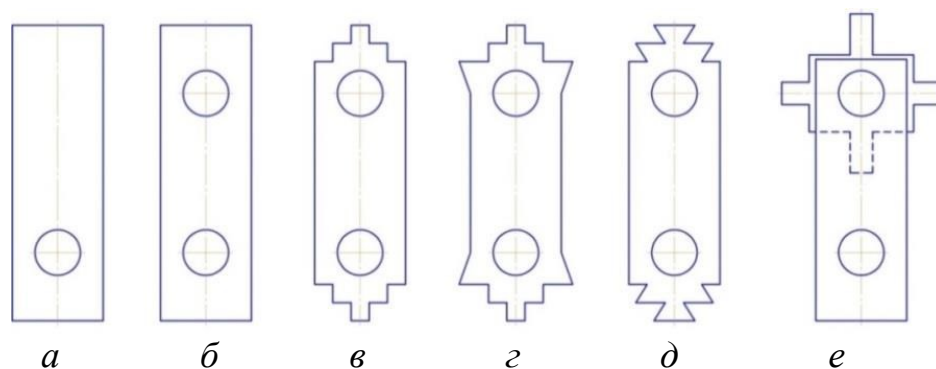


Рис.1. Формы молотков:

*a, б* – прямоугольные; *в, г, д* – со ступенчатыми концами; *е* – составные фигурные

По толщине молотки можно разделить на тонкие, нормальные и толстые [4].

Тонкие молотки (2 – 3 мм) используют при измельчении сыпучих материалов, для измельчения стебельных материалов используют средние молотки (6 – 8 мм), толстые молотки (8 – 12 мм) применяются при измельчении крупнокусковых материалов.

Молотки изготавливают из углеродистой или марганцовистой стали с термической обработкой рабочих концов до твердости по Бринеллю 390 – 475 НВ. В зависимости от вида термической обработки, а также изготавливаемого материала срок службы молотков составляет от 72 до 280 часов [1,3,7].

Деки, устанавливаются в верхней части корпуса и вместе с решетом являются неподвижными частями дробилки, о которые происходит ударе частиц измельчаемого материала, при отбрасывании после ударов молотков. Деки бывают с рифленой рабочей поверхностью или решетчатыми, уложенными поверх сплошной стенки корпуса дробилки [2,5].

Решета (рисунок 2) [4] служат для вывода измельченного продукта из рабочей зоны дробилки, а также для усиления эффекта измельчения. Решета изготавливают из листовой стали толщиной от 2 до 8 мм и по конструкции они бывают гладкие (рисунок 2, *a, б*) и чешуйчатые (рисунок 2, *в, г*). Для уменьшения сопротивления движения измельчаемого продукта отверстия в решетках делают конической формы. Чешуйчатые решета с отверстиями полуовальной или прямоугольной формы имеют острошероховатую поверхность, значительно повышающую эффект измельчения и пропускную способность в сравнении с гладкими решетками.

Обычно к дробилке прилагается несколько сменных решет с различной величиной отверстий. Сменой решет можно достигнуть необходимой степени измельчения.

Наибольший интерес среди рабочих органов дробилки представляют молотки, отличающиеся по форме рабочей поверхности. Недостатком представленных конструкций молотков, является низкая эффективность

взаимодействия рабочей поверхностью молотка с измельчаемой массой [4].

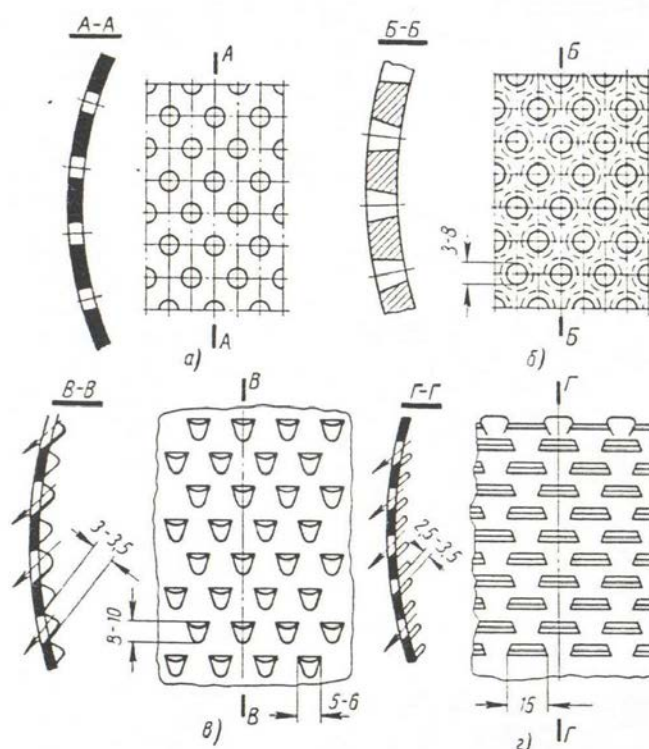


Рис.2. Решета молотковых дробилок:  
а, б – гладкие; в, г - чешуйчатые

Молотки, закрепленные на ротор дробилки, захватывают измельчаемую массу и наносят ударное воздействие, увлекая его во вращательное движение, образуя при этом воздушно-продуктовый слой, движущийся относительно вращения ротора. Подлежащие измельчению частицы группируются в воздушно-продуктовом слое так, что крупные частицы расположены ближе к рабочей поверхности решета, преграждая путь удаления из дробильной камеры частицам, которые находятся под ними. При данном расположении частиц измельчаемого материала, крупным частицам достаточно трудно попасть под удары молотков, а мелкие частицы в результате частого ударного воздействия молотков пере измельчаются, что ведет к увеличению энергоемкости процесса измельчения, а также снижению производительности [3].

Во время рабочего процесса молотки отклоняются от радиального положения, в результате чего сила удара будет слабее, а частица измельчаемого материала будет стремиться к скольжению вдоль грани молотка, вследствие чего также происходит снижение эффективности измельчения.

Повышению эффективности дробления измельчаемого материала и снижению энергозатрат способствует равномерная подача сырья в дробилку. На решение данной проблемы направленно исследование работы питателя молотковой дробилки.

### Список литературы

1. Алешкин, В.Р. Механизация животноводства: учебн. пособие для высш. с.-х. учеб. Заведений / В.Р. Алешкин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 136 с.
2. Воронин, В.В. Совершенствование рабочего процесса безрешетной молотковой дробилки: дис. ... канд. техн. наук / В.В. Воронин. – Воронеж, 2006. – 157 с.
3. Клушанцев, Б.В. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации / Б.В. Клушанцев, А.И. Косарев. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
4. Булатов, С.Ю. Совершенствование рабочего процесса кормоприготовительных машин путем обоснования их конструктивных и режимных параметров / С.Ю. Булатов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 2
5. Коношин, И.В. Перспективный способ регулирования степени измельчения сыпучих продуктов в молотковых дробилках / И.В. Коношин, А.В. Черепков // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – Т. 1 - № 1 – С. 178-181.
6. Шарыпов, А.Н. К вопросу повышения надежности работы молотковой дробилки за счет изменения конструкции вентилятора / А.Н. Шарыпов, Н.Н. Кузнецов // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – 2018. – С. 276-280
7. Иванов, И.И. Обзор технических средств процесса измельчения зерна / И.И. Иванов, Н.Н. Кузнецов // В сборнике: Современное состояние и перспективы развития науки, техники и образования. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Под общ. ред. Тончевой Н. Н. – 2018. – С. 56-60.

УДК 631

### ОСОБЕННОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ ПРИ УБОРКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*Филимонова Ксения Сергеевна, студент-бакалавр  
Александров Р.И., науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО ЧувГУ им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия*

*Аннотация:* высокий уровень загрязненности механически собранного сельскохозяйственного урожая не может удовлетворять требованиям перерабатывающих заводов. Теоретической основой отделения примесей от собранного урожая сельскохозяйственных культур с помощью экстракторов (осевые вентиляторы) является то, что компоненты рас-

*тений имеют различные аэродинамические характеристики. Многие исследователи сосредоточены на том, как эффективно отделить тяжелые верхушки от стеблей для повышения эффективности удаления примесей в уборочном комбайне.*

**Ключевые слова:** *тростник, суспензия, сельскохозяйственные культуры*

Точное моделирование динамического поведения растений и машин неотъемлемая часть мехатроники, необходимая как для построения системы, так и для последующего управления системой. В ряде работ рассматриваются такие системы [2, 4, 5, 8], в том числе с применением мехатронных систем [3, 6, 7, 9]. Поскольку почти все физические системы демонстрируют нелинейное поведение в определенной степени таких явлений, как трение и упругость, поэтому при моделировании ими нельзя пренебрегать.

Целью данной статьи является рассмотрение особенностей пневматического разделения примесей при уборке сельскохозяйственных культур.

Как правило, растительная смесь в процессе уборки урожая в основном включает колосья, стебли и зерна, которые имеют различные физические свойства, такие как плотность и форма, что приводит к различным аэродинамическим свойствам. Когда измельченная смесь проходит через вход экстрактора (осевые вентиляторы), создается всасывающая сила для извлечения легких примесей в поле, и оставшаяся смесь будет собрана. Вышеописанная операция извлечения примесей использует метод пневматического разделения, который является распространенным способом разделения примесей для существующих машин.

Ранее исследователи провели ряд исследований по методу пневматического разделения [10]. Однако они в основном сосредоточены на разделении шелухи и ядер в пшенице, кукурузе, сое и зерновых культурах. Uhl et al. (1966) измерили скорости суспензии овса, пшеницы, ржи, кукурузы и сои по нескольким переменным и проанализировали влияние выбранных физических характеристик на требуемые скорости воздуха для разделения (Uhl et al., 1966). В 1998 году Табак С. и др. измеряли скорость суспензии и коэффициент лобового сопротивления семян хлопчатника, а также изучали влияние содержания ворса и влажности семян на скорость суспензии. Кроме того, было проанализировано влияние интенсивности турбулентности на скорость подвеса и коэффициент лобового сопротивления (Табак С. и др., 1998). Гао и др. (2012) измеряли скорости суспензии неповрежденных ядер сои, незаполненных ядер и разделенных ядер, нерастворенных стручков сои, твердого стебля, сломанной соломы и оболочки стручка с помощью испытательной платформы PS-20 для определения скорости суспензии (Gao et al., 2012) [10].

До сих пор были проведены некоторые исследования характеристик суспензии стеблей сельскохозяйственных культур [10]. В 1968 году Мензис и др. исследовали скорость суспензии стеблей люцерны различной длины, диаметра и плотности в аэродинамической трубе, а также теоретически проанализировали причину ее изменения (Мензис и др., 1968). Скорости суспензии и коэффициенты сопротивления зерен пшеницы и соломы были экспериментально измерены Хоштагазой и др. (2006), и воздействие массы и содержание влаги из ядра пшеницы, узла установки, и длина соломы на скорости подвеска были изучены (Хоштагазой и др., 2006). В 2007 году Зевду измеряемых скоростей подвеска ТЭФ зерна и соломы методом подвеса, коэффициент аэродинамического сопротивления для зерна и коэффициента сопротивления для соломы были рассчитаны (Зевду и др. 2007).

При известных исследованиях суспензионных свойств компонентов тростника [10], были проведены шесть однофакторных испытаний на экстрагирующей испытательной платформе для изучения свойств суспензии компонентов растения (рисунок 1). Исследовали зависимости между скоростью суспензии и длиной и диаметром заготовок растения, качеством и длиной верхушек, длиной и шириной листьев растения соответственно. Результаты испытаний показали, что длина заготовки растения не оказывает существенного влияния на скорость ее суспензии, однако скорость суспензии увеличивается с увеличением диаметра заготовки. Обе скорости взвеси легких и тяжелых верхушек растения увеличивались с увеличением длины. Скорость суспензии листьев растения увеличивалась с увеличением длины, и наоборот, она уменьшалась с увеличением ширины.



Рис.1. Испытательная платформа для измерения аэродинамических свойств [10]

Таким образом, опираясь на известные исследования суспензионных свойств компонентов тростника и сравнивая диапазон скоростей суспензии каждого компонента, установлено, что листья растения легче всего удаляются, легкие верхушки - занимают второе место, а тяжелые верхушки труднее всего удаляются.

### Список литературы

1. Алексеев, В.В. Получение функциональной зависимости липкости почв от основных гидрофизических почвенных параметров / В.В. Алексеев, И.И. Максимов, С.А. Васильев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 3 (40). – С. 63-67.
2. Васильев, А.А. Устройство для внесения в почву жидких мелиорантов при плоскорезной обработке / А.А. Васильев, С.А. Васильев // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 111. – № 1. – С. 181-184.
3. Васильев, С.А. Разработка метода и профилографа для оценки мелиоративных технологий на склоновых агроландшафтах / С.А. Васильев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3 (43). – С. 220-226.
4. Васильев, С.А. Противозрозионная контурная обработка почвы машинно-тракторными агрегатами на агроландшафтах склоновых земель / С.А. Васильев, А.А. Васильев, Н.И. Затылков // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 5 (84). – С. 43-54.
5. Васильев, С.А. Разработка рабочего органа для внесения жидких мелиорантов в почву при плоскорезной обработке / С.А. Васильев, А.А. Васильев, И.И. Максимов, В.В. Алексеев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 1. – С. 55-58.
6. Васильев, С.А. К вопросу о технике и технологии глубокого рыхления склоновых земель / С.А. Васильев, П.В. Константинов, С.Н. Мардарьев, С.П. Зайцев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 2 (50). – С. 310-316.
7. Васильев, С.А. Метод определения направления движения водного потока на агроландшафте склоновых земель / С.А. Васильев, И.И. Максимов, Е.П. Алексеев, А.Н. Михайлов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т.12. – № 4 (46). – С. 72-77.
8. Карташов, Д.Ю. Анализ траектории движения зубьев при создании экспериментального почвообрабатывающего рабочего органа / Д.Ю. Карташов, С.А. Васильев, Е.П. Алексеев, А.А. Васильев, В.В. Алексеев // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2 (80). – С. 91-94.
9. Семенов, С.А. Особенности реализации и перспективы применения технологий цифрового земледелия в АПК / С.А. Семенов, С.А. Васильев, И.И. Максимов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной

академии. – 2018. – № 1 (4). – С. 69-76.

10. Fenglei Wang, Guangyou Yang, Wenli Ke, Shaochun Ma Studies on Suspension Property of Sugarcane Components // Fenglei Wang et al. / IFAC PapersOnLine 51-17 (2018). – 526-531.

**УДК 629.366**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДА ПРЕДПРИЯТИЯ,  
ПУТЁМ СОБЛЮДЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА  
И РАСЧЁТОВ ОСНОВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

*Чикулаев Вадим Андреевич, студент-бакалавр  
Ивановская Вероника Юрьевна, науч. рук., к.э.н., доцент  
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** охрана труда в современном мире имеет огромное значение в связи с интенсивным развитием производственной сферы и появлением новых видов деятельности.*

*Соблюдение ее принципов позволяет решить целый ряд задач, среди которых: гарантированная защита сотрудников предприятия от вредных и опасных факторов, влияющих на их здоровье или здоровье их потомства; снижение расходов на обеспечение производственного процесса; исключение серьезных экономических убытков из-за потери рабочего времени; повышение производительности и качества труда персонала.*

*К сожалению, и в настоящее время многие руководители сохранили ранее усвоенные консервативные принципы управления предприятием, в которых охране труда отводится второстепенная роль.*

*Однако в подавляющем большинстве нынешнее поколение управленцев понимает всю важность правильного подхода к организации охраны труда на предприятии.*

***Ключевые слова:** охрана труда, вредные и опасные производственные факторы, освещение, отопление, вентиляция, техническая эстетика, эффективность труда, энергетические показатели*

Охрана труда включает целый перечень мероприятий по обеспечению работы предприятия в максимально комфортных и безопасных условиях, а так же даёт возможность предприятиям работать добросовестно, экономично и эффективно [1].

Одной из задач охраны труда является защита сотрудников предприятия от опасных и вредных производственных факторов, к ним относятся:

- физические (подвижные машины и механизмы, подвижные части оборудования, запылённость, загазованность, повышенная и пониженные



температуры, шум, вибрации, влажность воздуха, недостаток освещения и т.д.)

- химические (токсические, раздражающие, канцерогенные и т.д.)
- психофизиологические (физические и нервно – психически нагрузки человека).

Соблюдение требований охраны труда может способствовать здоровью предприятия, его дальнейшему развитию и благополучию [2].

Таким образом, цель исследования - рассмотреть перечень мероприятий охраны труда способствующих повышению эффективности труда и ознакомиться с основными расчётами энергетических показателей предприятия (на примере ООО «Техпром» (Вытегорский участок)).

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

- 1) Проанализировать условия освещённости помещений;
- 2) Ознакомиться с расчётом вентиляции и отопления помещений;
- 3) Ознакомиться с общими требованиями технической эстетики;
- 4) Проанализировать расчёты основных энергетических показателей предприятия.

Согласно задачам исследования, проанализируем на выбранном предприятии условия освещённости помещений.

На предприятиях, согласно требованиям охраны труда, эффективней всего применять два вида освещения: естественное и искусственное.

При планировании работ на ремонтном предприятии управленцы могут рассчитать потребность рабочих в естественном освещении с помощью следующей формулы:

$$S_{\text{сп}} = S \cdot \alpha, \quad (1)$$

где  $S$  - площадь цеха;

$\alpha$  – световой коэффициент.

Примеры световых коэффициентов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры световых коэффициентов ремонтного предприятия

Участок	$\alpha$	Участок	$\alpha$
1. Сварочный, комплекточный, кузнечный	0,2-0,25	4. Ремонт топливной аппаратуры	0,3-0,35
2. Наружной мойки, разборочный, моечный	0,25	5. Дефектовочный, ремонт электрооборудования, медницкожестяницкий, слесарно-механический, окрасочный, испытательный	0,25-0,35
3. Моторный, сборочный, агрегатный	0,25-0,3		

Из формулы 1 мы можем рассчитать достаточную необходимость производственного помещения в естественном освещении.

Следствием формулы 1 является формула расчёта необходимого количества окон производственного помещения:

$$n = \frac{S_{сп}}{S_{ок}}, \quad (2)$$

где  $S_{ок}$  – площадь одного окна, рассчитывается произведением ширины окна на его высоту.

Стандартно ширина производственного окна ремонтного предприятия составляет (1,5; 2; 3; 4 м).

А его высота рассчитывается по следующей формуле:

$$h = H - (h_{под} + h_{над}), \quad (3)$$

где  $H$  – высота здания.

Тем самым количество окон достаточных для эффективной работы одного производственного участка рассчитывается отношением потребности рабочих в естественном освещении к площади одного производственного окна.

Мощность искусственного освещения производственного участка можно рассчитать разными способами, мы рассмотрим парочку из них:

1. Мощность искусственного освещения рассчитывается, как произведение мощности одного светильника (из технических характеристик) на количество требуемых осветительных приборов:

$$P_{осв} = P_{1с} \cdot N_c \quad (4)$$

Количество осветительных приборов рассчитывается, как отношение площади производственного участка к площади освещения участка одним светильником:

$$N_c = S/S_{осв} \quad (5)$$

Площадь освещения одним светильником рассчитывается, как отношение одной из технических характеристик производственных ламп под названием «Световой поток светильника», измеряется в Люменах (Лм) на освещённость помещения с учётом разряда зрительной работы и характеристики точности работ:

$$S_{осв} = L_{св}/L_{ос} \quad (6)$$

Нормы освещённости помещения с учётом разряда зрительной работы и характеристики точности работ указаны в таблице 2:

Таблица 2 – Нормы освещённости помещения с учётом разряда зрительной работы и характеристики точности работ

Разряд зрительной работы	Характеристика	Освещённость (общая система), Лм
1	Наивысшая точность	600
2	Очень высокая точность	500
3	Высокая точность	300
4	Средняя точность	200
5	Малая точность	
6	Грубая точность	
7	Общее наблюдение	100

На основании расчётов выше мы можем рассчитать один из основных энергетических показателей предприятия, годовую мощность искусственного освещения:

$$P_{\text{осв}}^{\text{г}} = \frac{P_{\text{осв}} \cdot T_{\text{см}} \cdot D_{\text{рг}}}{1000 \cdot \eta_{\text{сети}}}, \quad (7)$$

где  $T_{\text{см}}$  – время смены предприятия, рабочий день.

$D_{\text{рг}}$  – количество рабочих дней в году

$\eta_{\text{сети}}$  – КПД сети = 0,96

2. Мощность искусственного освещения рассчитывается, как произведение значения удельной мощности осветительной установки на площадь производственного участка:

$$P_{\text{осв}} = R \cdot S \quad (8)$$

Значение удельной мощности осветительной установки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Значение удельной мощности осветительной установки

Высота подвеса светильника, м	Площадь участка, м <sup>2</sup>	Удельная мощность R		
		$L_{\text{ос}} = 100$	$L_{\text{ос}} = 200$	$L_{\text{ос}} = 300$
2-3	15-25	7,3	14,6	22
	25-30	6	12	18
	50-150	5	10	15
	150-300	4,4	8,8	13,2
3-4	15-25	9,6	19,2	29
	25-30	8,5	17	25,5
	30-50	7,3	14,6	22
	50-150	5,8	11,6	17,4
	150-300	4,9	9,8	14,8
Более 4	15-25	10,4	21	31
	25-30	8,2	18,4	27,5
	30-50	7,9	15,8	23,5
	50-150	6,6	13,2	19,8
	150-300	5,3	10,6	16

Выбор значения удельной мощности осветительной установки зависит от высоты помещения, высоты подвеса светильника, площади помещения, освещённости помещения с учётом разряда зрительной работы и характеристики точности работ (таблица 2).

В новом способе новая формула расчёта количества необходимых ламп:

$$n = P_{\text{осв}} / P_{1\text{л}} \quad (9)$$

Также новая формула расчёта годового расхода электроэнергии на освещение:

$$W = P_{\text{осв}} \cdot Q, \quad (10)$$

где  $Q$  – продолжительность работы электрического освещения в течение года, в зависимости от географической широты указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Продолжительность работы электрического освещения в течение года, в зависимости от географической широты

Географическая широта	Время работы освещения	
	В 1 смену	В 2 смены
40	650	2300
50	800	2500
60	850	

В ходе исследования было доказано, что при расчётах годовое потребление электроэнергии на освещение отличалось не значительно, но количество осветительных установок отличалось в три раза. При первом расчёте требовалось в три раза меньше светильников на помещение, чем во втором случае. [3, 4].

Следующее мероприятие, которое может обеспечить повышение эффективности труда это – расчёт вентиляции. Вентиляция, также как и освещение, может быть двух видов: естественная и искусственная. При планировании работ на ремонтном предприятии управленческий персонал может рассчитать потребность рабочих в естественной вентиляции с помощью следующей формулы:

$$S_{\text{сп}} = S \cdot \alpha, \quad (11)$$

где  $S$  - площадь цеха

$\alpha$  – коэффициент вентилирования = 0,02-0,04

Мощность искусственной вентиляции производственного участка можно рассчитать, как произведение объёма производственного участка на коэффициент кратности воздухообмена по следующей формуле:

$$V_{\text{вв}} = V_{\text{п}} \cdot K \quad (12)$$

Кратность воздухообмена для помещений приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Кратность воздухообмена для помещений ремонтного предприятия

Помещение	К
Цех агрегатный и ремонта деталей, электротехнический, шиномонтажный, зона ТО и ТР, пост диагностики,	2-3
Слесарно-механический, топливной аппаратуры, медницко-радиаторный	3-4
Кузнечный, сварочный	5-6
Аккумуляторная	6-8

На основании произведённых расчётов подбираем тип и модель вентилятора соответствующий по производительности, развиваемое давление и КПД вентилятора.

Из предыдущей формулы можно рассчитать мощность электродви-

гателя, потребную для привода вентилятора:

$$N = \frac{K_3 \cdot V_{\text{вв}} \cdot P_{\text{в}}}{3600 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \quad (13)$$

где  $K_3 = 1,05 - 1,5$  коэффициент запаса (неучтённые потери напора)

$P_{\text{в}}$  – кгс/м<sup>2</sup> полное давление вентилятора

$\eta_{\text{в}}$  – КПД вентилятора

$\eta_{\text{п}} = 0,96$  для клиноременной передачи,  $=1$  для непосредственного соединения – КПД привода.

Общая мощность электродвигателя:

$$N_3 = N \cdot K_0, \quad (14)$$

где  $K_0$  – коэффициент, учитывающий затраты мощности на первоначальный пуск вентилятора

$K_0 = 1,5$ , если  $N$  меньше 5 кВт

$K_0 = 1,4$ , если  $N$  больше 5 кВт

Тем самым мы рассчитали ещё один из основных энергетического показателей предприятия годовая мощность потребляемой электроэнергии на вентилирование помещений производственного участка.

Для того чтобы подвести итог общей потребности предприятия в электроэнергии необходимо ещё вычислить последний показатель это годовая мощность потребления электроэнергии оборудованием предприятия:

$$P_{\text{об}} = \frac{\sum P_{\text{эл}} \cdot \Phi_{\text{об}} \cdot \eta_0 \cdot \eta_{\text{загр}}}{\eta_{\text{эл}} \cdot \eta_{\text{сети}}}, \quad (15)$$

где  $\sum P_{\text{эл}}$  – суммарная мощность всего электрооборудования предприятия, работающего в едином режиме.

$\Phi_{\text{об}}$  – годовой фонд рабочего времени оборудования = произведению времени смены, рабочий день на количество рабочих дней в году.

$\eta_0$  – 0,7 коэффициент одновременной работы оборудования

$\eta_{\text{загр}}$  – 0,8 коэффициент загрузки оборудования

$\eta_{\text{эл}}$  – 0,85 коэффициент использования электросети

$\eta_{\text{сети}}$  – 0,96 КПД сети.

Эти три показателя при суммировании их дают нам полное представление о годовой потребности предприятия в электроэнергии.

И наконец, остаётся рассмотреть потребность предприятий в услугах отопления в зимний период. Оно может быть центральное, водяное и паровое. Водяное отопление обеспечивает наиболее стабильную температуру воздуха в помещении.

Количество теплоты необходимое для отопления производственного помещения можно рассчитать по формуле 16:

$$Q_0 = V \cdot \rho_0 \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}), \quad (16)$$

где  $V$  – объём помещения

$q_0 = 2,08 \text{ кДж/С}^\circ$  - расход тепла на  $1 \text{ м}^3$  помещения, на  $1 \text{ }^\circ\text{С}$  разности внутренней и наружной температур.

$t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}$  - разность внутренней и наружной температур.

Количество теплоты, затрачиваемой на вентиляцию рассчитывается по формуле 17:

$$Q_{\text{в}} = V \cdot q_{\text{в}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) \quad (17)$$

$q_{\text{в}} = 1 - 2 \text{ кДж/С}^\circ$  - расход тепла на  $1 \text{ м}^3$  помещения, на  $1 \text{ }^\circ\text{С}$  разности внутренней и наружной температур.

Суммировав вышеуказанные результаты расчётов, мы сможем рассчитать необходимую площадь нагревательных приборов в помещении:

$$F_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{ов}}}{K_{\text{н}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{вн}})}, \quad (18)$$

где  $Q_{\text{ов}}$  – суммарная теплота на отопление и вентиляцию

$K_{\text{н}} = 30 \text{ кДж/м}^3$  - коэффициент, для нагревательных приборов из чугуна, из стальных труб =  $40 \text{ кДж/м}^3$

$t_{\text{н}} = 80^\circ$  – средняя расчётная температура теплоносителя (вода), пар низкого давления =  $100 \text{ }^\circ\text{С}$ , пар при давлении 1,2 атм. =  $104 \text{ }^\circ\text{С}$ .

Последним мероприятием по повышению эффективности труда предприятия является знакомство с положением «Общие требования технической эстетики». Цель технической эстетики – создать благоприятную внешнюю обстановку, способствующую безопасности труда, повышения качества работ, хорошее настроение работающих. К таким мероприятиям можно отнести: архитектурно-художественное оформление рабочего места, цветовое решение оборудования, транспортных средств, коммуникаций, стен и потолка помещения, элементы наглядной агитации (плакаты, доска почёта, доска объявлений и т.д.).

Таким образом, в ходе исследования были сделаны выводы о том, что раздел «охрана труда» содержит ряд мероприятий и расчётов по повышению эффективности труда предприятия. Если управленческий персонал будет уделять внимание данным мероприятиям, это значительно сократит расходы предприятия на обеспечение производственного процесса; исключит серьезные экономические убытки из-за потери рабочего времени; претензии, финансовые санкции контролирующих органов, призванных следить за соблюдением требований трудового законодательства.

### Список литературы

1. Косолапова, Н.В. Охрана труда / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко // М.: КноРус, 2018. – 63 с.
2. Секирников, В.Е. Охрана труда на предприятиях автотранспорта: Учебник / В.Е. Секирников. – М.: Академия, 2014. – 272 с.

3. Кокшарова, Г.А. Высшая математика / Г.А. Кокшарова, В.Ю. Ивановская // Тесты для промежуточного контроля знаний у студентов экономических специальностей ВГМХА по высшей математике разработаны с использованием частично методических материалов преподавателей кафедры. – Вологда-Молочное, 2005. – 55 с.

4. Ивановская, В.Ю. Математический анализ: Учебное пособие / В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное, 2018. – 106 с.

**УДК 629.366**

## **СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ**

*Чикулаев Вадим Андреевич, студент-бакалавр  
Гайдидей Сергей Владимирович, науч. рук., ст. преп.  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** излагаются зоотехнические требования к обработке кормов перед их скармливанием животным. Рассмотрены методы обработки кормов. Изучены преимущества и недостатки экструзии как современной технологии обработки кормов.*

***Ключевые слова:** обработка кормов; экструзия; экструдер; животноводческая ферма*

Перевод животноводства на промышленную основу неразрывно связан с совершенствованием кормопроизводства, т.к. без прочной и полноценной кормовой базы даже самая прогрессивная технология содержания не может дать положительного эффекта. Для обеспечения здоровья и высокопроизводительных функций животных в полной мере необходимо обеспечивать питательными веществами. Из-за низкого качества кормов, их несбалансированности по необходимым для животного составляющим рациона затраты корма на производство молока, мяса часто в 2 раза превышают научно-обоснованные нормы.

Ключевые слова: требования, обработка корма, методы, технология, питательные вещества, нормы, экструзия, измельчители, прессы, удельная поверхность, запарник.

К кормам предъявляются повышенные требования по соотношению и концентрации, прежде всего основных питательных веществ. Независимо от вида кормов и их назначения все они должны отвечать следующим основным требованиям:

- Содержать максимальное количество легкоусвояемых, уникальных для данного корма и ценных для животных питательных веществ.

- Минимальное содержание вредных и ядовитых веществ, оказывающих пагубное воздействие на состояние здоровья животных, усвоение

питательных веществ и качество продукции;

- Иметь привлекательный внешний вид, соответствовать цвету и запаху, характерным для данного корма, без признаков порчи;
- Отличаться хорошим улучшением аппетита у животных;
- Обладать способностью длительного хранения в консервированном или натуральном виде.

Для того чтобы максимально соблюдать данные требования, необходимо правильно подготовить корм к употреблению животными, тоже самое для людей, чтобы употребить пищу нужно её приготовить.

Только для животных не будет особого отношения: одной корове лепёшки из ржи, другой запеканка из пшеницы. Для них будет иметь значение лишь размеры гранул корма, который они могут более качественно употребить.

Технологический процесс обработки и подготовки кормов зависит от их вида и от требований, предъявляемых к ним.

Все способы обработки кормов делятся на четыре основные группы: механические, тепловые, химические и биологические.

Химическая подготовка предусматривает обработку с применением химических веществ.

Биологический способ основан на деятельности различных видов микроорганизмов с целью консервации кормов и улучшения их качества.

Тепловая обработка улучшает усвояемость кормов и уничтожает вредные бактерии и грибки.

К одному из способов механической обработки кормов относится измельчение:

Измельчение – процесс производства новых поверхностей частиц корма.

Для сравнения развитости поверхности частиц сыпучих материалов пользуются величиной удельной поверхности:

$$S_{уд} = \frac{S}{V}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь объекта;

$V$  – объём объекта

Кроме неё также рассчитывается степень измельчения, зависящая от размеров гранул материала:

$$\lambda = \frac{D}{d}, \quad (2)$$

где  $D$  – размеры кусков исходного материала

$d$  – размеры частиц продукта измельчения

Из предыдущих формул следует:

$$\lambda = \frac{S_K}{S_H}, \quad (3)$$



где  $S_K$  – удельная поверхность частиц конечного продукта;

$S_H$  – удельная поверхность кусков исходного материала.

Также существуют абсолютные значения измельчения – это приращение удельной поверхности:

$$\Delta S = S_K - S_H, \quad (4)$$

В производственных условиях степень размола определяют, подсчитывая модуль помола:

$$M = \frac{0,5P_0 + 1,5P_1 + 2,5P_2 + 3,5P_3}{100}, \quad (5)$$

где  $P_0$  – остаток на поддоне в %

$P_1, P_2, P_3$  – остатки на ситах размерами 1, 2 и 3 мм.

0,5; 1,5; 2,5; 3,5 – средний размер частиц каждого остатка между двумя смежными ситами.

Из этой формулы следует аналогичная формула степени измельчения:

$$\lambda = \frac{B}{M} \quad (6)$$

где  $B$  – модуль размера исходного материала.

Энергоёмкость процесса зависит от выбора способа воздействия рабочих органов машин на материал.

Ниже представлены следующие схемы измельчения кормов: плющением (рис. 1), истиранием (рис. 2), ударом (рис. 3) и крошением (рис. 4).

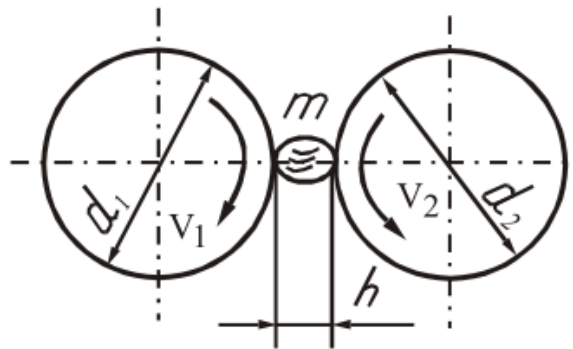


Рис. 1. Схема измельчения кормов: плющением

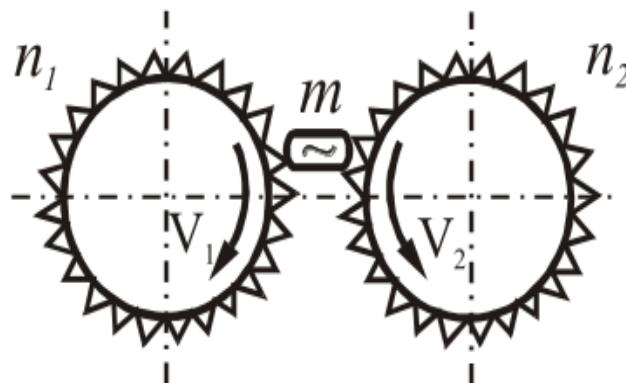


Рис. 2. Схема измельчения кормов: истиранием

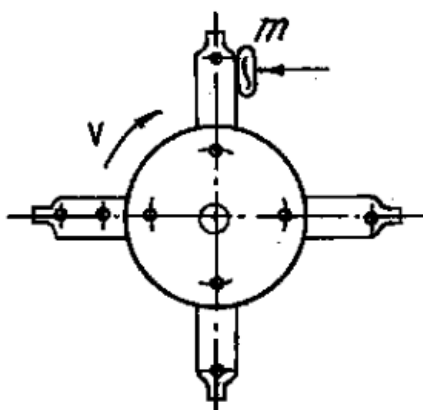


Рис. 3. Схема измельчения кормов: ударом

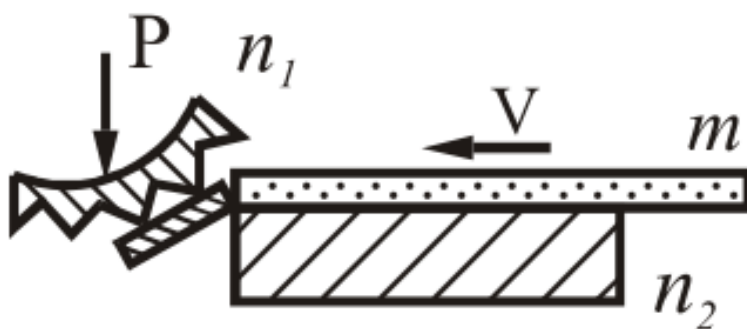


Рис. 4. Схема измельчения кормов: крошением

Все измельчающие машины должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- Равномерность измельчения.
- Возможность регулировать степень измельчения.
- Наименьший расход энергии.
- Быстрое удаление измельчённого продукта из рабочей зоны машины.
- Непрерывная разгрузка машины.
- Лёгкая замена быстроизнашивающихся деталей.
- Наименьшее пылевыведение.

С целью улучшения транспортабельности, снижения стоимости перевозок и хранения, а также лучшей сохранности питательных веществ и витаминов корма уплотняют или прессуют.

Использование прессованного корма создает условия для полной механизации и автоматизации процессов раздачи его животным.

Уплотнение кормов можно осуществлять: сжатием, скручиванием, вибротряской, экструзией, окатыванием. Основным способом уплотнения является сжатие, осуществляемое путем гранулирования и брикетирования.

Процесс прессования основан на свойстве сыпучих материалов уплотняться под действием внешней нагрузки и при ее определенной величине сохранять заданную форму после снятия нагрузки.

Гранулирование – это процесс сжатия рассыпных кормов до определенных плотностей с получением гранул различной формы: цилиндр, шар, куб. Изготовление гранул из сыпучих кормов можно осуществить окатыванием и прессованием.

Ниже представлены схемы прессов для гранулирования кормов: шестерёнчатые (рис. 5), шнековые (рис. 6), с горизонтальной (рис. 7) и кольцевой (рис. 8) вращающейся матрицей.

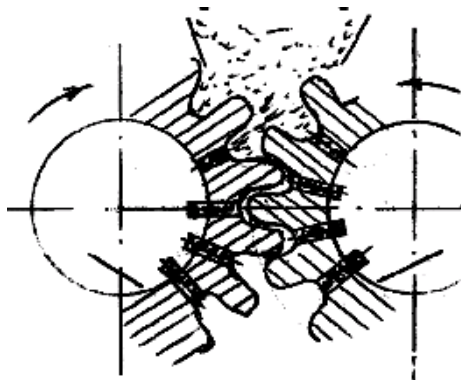


Рис. 5. Схема прессов для гранулирования кормов: шестерёнчатая

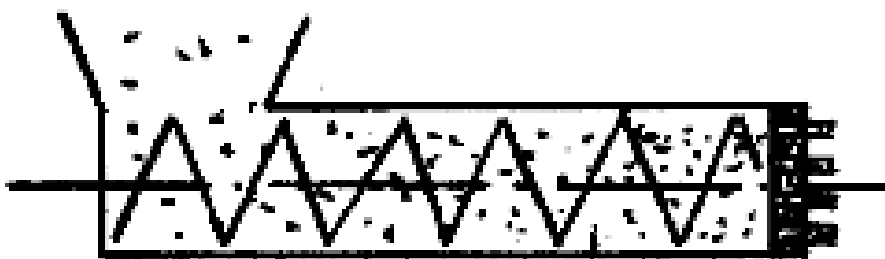


Рис. 6. Схема прессов для гранулирования кормов: шнековая

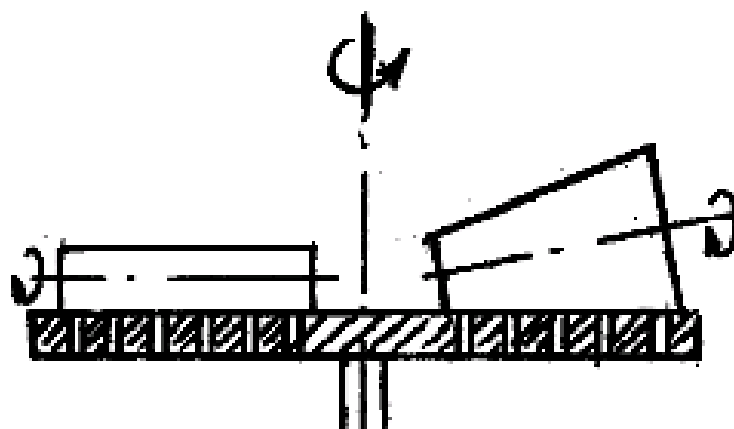


Рис. 7. Схема прессов для гранулирования кормов: с горизонтальной матрицей

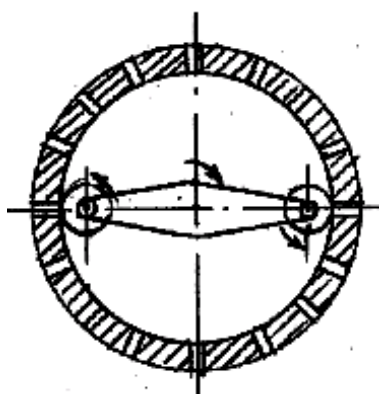


Рис. 8. Схема прессов для гранулирования кормов: с кольцевой вращающейся матрицей

Комбикорм представляет собой сухую смесь дробленого зерна и различных добавок. Доведение его до полужидкой консистенции после добавления горячей воды называют запариванием.

В ходе пропаривания комбикорма в нем гидролизуются питательные вещества, а крахмал декстринизируется. Корм становится мягким, кашеобразным, пережевывание упрощается. Вкус тоже немного меняется, делается сладковатым. Смесь приятно пахнет для животных.

При этом комбикорм сам по себе уже готов к скармливанию. Регулярно наполняя поилки, можно не беспокоиться за здоровье пищеварительной системы поголовья.

На рис. 9 представлен запарник-смеситель кормов С-12А.

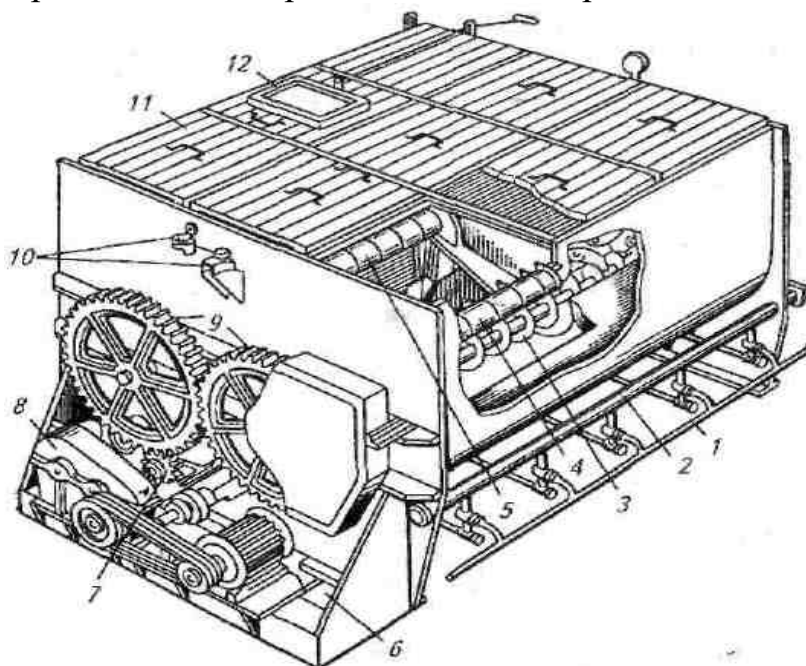


Рис. 9. Запарник-смеситель кормов С-12А:

- 1 – система управления кранами парораспределения, 2 – парораспределитель,
- 3 – выгрузной шнек, 4, 5 – лопастные мешалки,
- 6, 7 – натяжные устройства ременной и цепной передач, 8 – редуктор, 9 – шестерня,
- 10 – система управления шнеком и задвижкой, 11 – щит, 12 – крышка

Все вышеперечисленные процессы в полной мере описывают то множество операций по приготовлению кормов, которое должно происходить, прежде чем животные их употребят.

Но, так же как и у людей на кухне, всё это многообразие агрегатов по приготовлению будет занимать огромное пространство и требовать излишних затрат на приобретение и обслуживание каждого агрегата в отдельности, поэтому требуется искать иной способ приготовления кормов, нам на помощь приходит современная наука процесса экструзии.

Экструзия – технология получения изделий путём продавливания вязкого расплава материала или густой пасты через формующее отверстие. Обычно используется при формовке полимеров, ферритовых изделий, а также в пищевой промышленности, путём продавливания формуемого вещества через формующее отверстие головной части экструдера. Двумя основными преимуществами этого процесса перед другими производственными процессами являются его способность создавать очень сложные поперечные сечения и обрабатывать хрупкие материалы, поскольку материал сталкивается только со сжимающими и сдвиговыми давлениями. Он также формирует детали с отличным качеством поверхности. Процесс экструзии в металлах также может увеличить прочность материала. Продукты экструзии обычно называют «экструдатами».

Экструдер – машина для формования пластичных материалов, путём придания им формы, при помощи продавливания через профилирующий инструмент.

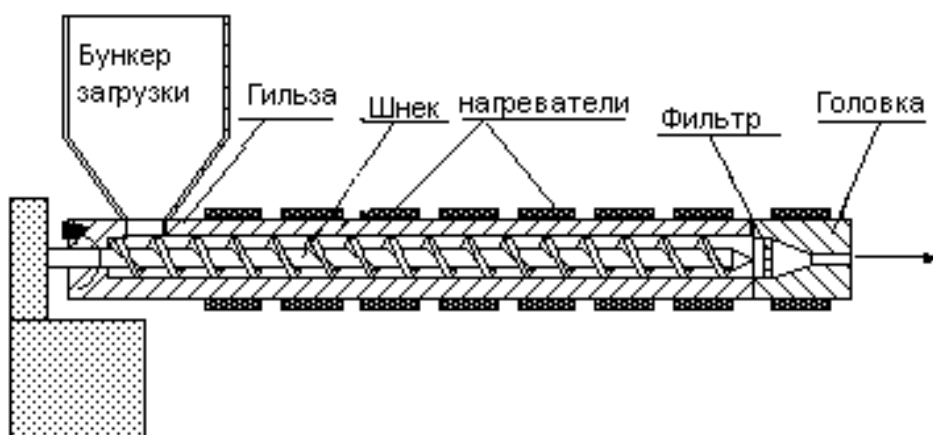


Рис. 10. Экструдер

Экструдер (рис. 10) состоит из корпуса с нагревательными элементами; рабочего органа, размещённого в корпусе; узла загрузки перерабатываемого материала; силового привода; системы задания и поддержания температурного режима, других контрольно-измерительных и регулирующих устройств.

По типу основного рабочего органа экструдеры подразделяют на одно-, двух- или многошнековые, дисковые, поршневые и др. Двухшнековые экструдеры в зависимости от конфигурации шнеков могут быть параллельными или коническими. В зависимости от направления вращения – с сонаправленным или противонаправленным вращением шнеков.

В пищевой промышленности метод экструзии применяется намного шире. В ходе процесса под действием значительных скоростей сдвига, высоких скоростей и давления, происходит переход механической энергии в тепловую, что приводит к различным по глубине изменениям в качественных показателях перерабатываемого сырья, например денатурация белка, клейстеризация и желатинизация крахмала, а также другие биохимические изменения. Простейший экструдер, применяемый в быту – кондитерский рукав, механический экструдер – ручная мясорубка.

Экструдирование – процесс, происходящий в стволе экструдера, при котором происходит механическое перемалывание за счёт трения, высокотемпературное воздействие при высоком давлении на кормовое сырьё. В процессе такого воздействия происходит расщепление сложных углеводов на простые сахара, что обеспечивает существенное улучшение органолептических показателей корма, а также повышает усваиваемость кормов.

В итоге данный процесс и оборудование включает в себя все вышеперечисленные операции. Экструдер – это современный агрегат выполняющий ряд функции одновременно, своего рода настоящий кухонный комбайн, который заменит вам целый ряд кухонной утвари.

В ходе изучения процессов было выявлены следующие недостатки процесса экструдирования:

- данные корма не будут являться основными для кормления животных;
- для настройки оборудования нужно привлекать специалиста;
- требуется предварительная очистка сырья.

Преимущества экструдирования:

- снижение себестоимости продукции животноводства;
- снижение заболеваемости животных;
- решение вопросов нехватки белковых компонентов;
- повышение сохранности кормов;
- повышение качества и вкусовых характеристик продукции;
- повышения качества кормов свежего урожая;
- снижение сорности полей;
- повышение прибыли отрасли растениеводства.

Таким образом, экструзия является современной технологией обработки кормов, но возможность применения такой технологии полностью зависит от возможностей конкретного хозяйства, и должна обосновываться экономически.

### Список литературы

1. Макарецв, Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных / Н.Г. Макарев. – Калуга: Ноосфера, 2017 – 460 с.
2. Боярский, Л.Г. Производство животноводства / Л.Г. Боярский. – М.: Россельхозиздат, 2016. – 126 с.
3. Кирсанов, В.В. Механизация и автоматизация животноводства / В.В. Кирсанов, Ю.А. Симарев, Р.Ф. Филонов // Академия. – 2004. – 134 с.
4. Семина, С.А. Хранение продукции растениеводства: Практическое руководство / С.А. Семина, Г.Э. Гришин, Н.И. Остробородова, А.Н. Арефьев, Е.В. Жеряков. – 2015.

УДК 631.3

### ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В НЕРАБОЧИЙ ПЕРИОД

*Шпак Артем Андреевич, аспирант  
Анкин Николай Викторович, студент-магистрант  
Шемякин Александр Владимирович, науч. рук., ст. преп.  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** в данной статье рассмотрены основные этапы организации машиноиспользования, каждый из которых имеет свои специфические соотношения между отдельными структурными элементами производственных сил и производственных отношений, которые в частности определяют и уровень организационных работ по поддержанию техники сезонного использования в работоспособном состоянии в нерабочий период*

***Ключевые слова:** хранение, машиноиспользование, этапы развития, организация, повышение сохранности*

В процессе развития общества возникают несоответствия между производственными силами и производственными отношениями, появляются диспропорции, которые сдерживают развитие. Диспропорции проявляются, прежде всего, в устаревании форм и способов организации материального производства.

С развитием сельскохозяйственного производства в нашей стране существовало несколько форм организации машиноиспользования, каждая из которых имела свои специфические соотношения между отдельными структурными элементами производственных сил и производственных отношений, которые в частности определяют и уровень организационных работ по поддержанию техники сезонного использования в работоспособном состоянии в нерабочий период [1,2].

На первом этапе развития формы организации машиноиспользования характеризовались образованием машинно-тракторных станций (МТС). Основные структурные элементы производительных сил сельского хозяйства были разделены между МТС (сельскохозяйственная техника, ремонтно-обслуживающие базы (РОБ), инженерно-технические и механизаторские кадры) и хозяйства (земля, основная часть рабочей силы и часть простейших сельскохозяйственных комбайнов). Эта форма была эффективной в период, когда сельское хозяйство испытывало дефицит сельскохозяйственной техники. Одним из основных недостатков этой формы был отток наиболее квалифицированных кадров из хозяйств в МТС, что приводило к снижению их производственного и экономического потенциала. При этом и техника и ремонтно-обслуживающая база были сосредоточены в одних руках, что позволило получать высокие показатели организации машиноиспользования. Несмотря на несовершенство оборудования для подготовки к длительному хранению и практическое отсутствие консервационных материалов была обеспечена относительно высокая сохранность комбайнов [3-5].

Созданные, после реорганизации машинно-технических станций, в каждом сельскохозяйственном предприятии собственный машинно-тракторный парк оказался оторванным от основной инженерно-технической службы и её ремонтно-обслуживающей базы, которые были сосредоточены в районных отделениях «Сельхозтехники», которая являлась монополистом в распределении новой техники и запасных частей между хозяйствами.

Третий этап развития организации машиноиспользования в стране характеризуется появлением в структуре сельскохозяйственного производства, наряду с предприятиями «Госкомсельхозтехники» районных промышленных отделений «Сельхозхимии» и «Мелиорации и водного хозяйства», что привело к дальнейшему удалению и разобщению по ведомственному принципу ремонтно-обслуживающих баз от машинно-тракторных парков хозяйств.

На втором и третьем этапе организации машиноиспользования в хозяйствах страны развивается собственная ремонтно-обслуживающая база, строятся мастерские, пункты технического обслуживания, площадки с ангарами и навесами для хранения сельскохозяйственных машин.

В то же время хозяйства ощущали острый дефицит запасных частей к сельскохозяйственным машинам и средствам технического обслуживания. Это привело к тому, что через 3-4 года эксплуатации, машины в хозяйствах начинали разбирать на запасные части, вследствие чего, вопрос хранения техники стал второстепенным [6, 7].

С началом перестройки начался четвёртый этап развития организации машиноиспользования в сельском хозяйстве. Он характеризуется проведением экономически необоснованных реформ в аграрном секторе эко-



номики не ориентированных на решение социальных задач, не обеспечивающих государственной поддержки отечественных сельхозпроизводителей.

Кризисные явления затронули создававшийся десятилетиями потенциал ремонтно-обслуживающей базы и инженерно-технической службы.

В настоящее время в России функционируют около 800-850 МТС, из которых 60% являются убыточными. Борясь с неплатёжеспособностью потребителей услуг, МТС ограничивались обслуживанием только экономически успешных хозяйств. Часть МТС были ориентированы на производство сельхозпродукции на землях, арендованных или выкупленных у неплатёжеспособных хозяйств.

Сейчас, все МТС разделяются на три группы:

- 1) к первой относятся 38%, занимающихся только обслуживанием хозяйств;
- 2) ко второй – 30%, совмещающие работ в хозяйствах с производством продукции на арендованной и собственной земле;
- 3) к третьей – 32 %, работающих только на полях арендуемых или приобретённых у экономически слабых хозяйств.

То есть, МТС из сервисных предприятий превратились в хозяйства, производящие сельскохозяйственную продукцию.

Таким образом, основная цель создания МТС – помощь сельхозтоваропроизводителям – трансформировалась и не достигнута.

Одной из причин такого положения является отсутствие научной концепции и методологии формирования, развития и функционирования системы материально-технического обеспечения отрасли техникой и поддержания её в работоспособном состоянии в специфических условиях перехода от централизованно регулируемой экономики к экономике рыночного типа.

Для решения задачи повышения сохранности сельскохозяйственной техники предлагает базироваться на совмещении надёжного и технического подходов, то есть сохранность необходимо рассматривать как составную часть надёжности и технологичности комбайнов, имеющую двойственный характер. С одной стороны, сохранность – это внутреннее свойство машины, которое закладывается в конструкцию при производстве комбайнов. С другой стороны – это приспособленность машины к обеспечению и восстановлению этого свойства путём проведения специального комплекса работ по защите машины от внешних воздействий. В этом случае сохранность уже не внутреннее свойство машины, поскольку она обеспечивается лишь во взаимодействии с обслуживающим персоналом [8].

Большое внимание сохранности сельскохозяйственных машин уделяют за рубежом. Причина заинтересованности монополий в решении вопросов, связанных с техническим обслуживанием и хранением техники кроется в том, что оно служит значительной статьёй доходов [9]. По опубли-

ликованным в США подсчётам экономистов, каждый доллар, вложенный в техническое обслуживание и хранение сельскохозяйственной техники, приносит вдвое больше прибыли, чем производство самих комбайнов.

Основной путь увеличения сохранности сельскохозяйственной техники в североамериканских и западноевропейских странах это повышение пригодности конструкции машины к хранению. Зарубежные фирмы при создании новой модели машины руководствуется такими критериями, как новизна, надёжность, технологичность, удобство, упрощение и удешевление работ по техническому обслуживанию и хранению [10]. Многие фирмы пришли к заключению, что прежде, чем создать новую или модернизированную модель необходимо учитывать опыт работы по хранению предшествующих моделей [11].

В основе экономической политики зарубежных фирм в сфере повышения сохранности лежит принцип, по которому даже усложнение конструкции машин не должно вести к заметному увеличению времени, затрачиваемого на техническое обслуживание, связанное с хранением сельскохозяйственной машины. Чтобы обеспечить достижение этой цели, фирма стремится при изготовлении машины добиться повышения надёжности узлов и деталей путём создания новых, более совершенных конструкций [12]. Всё шире применяются конструкции узлов с постоянной или сезонной смазкой (подшипники, шарниры), сокращается число марок смазки, точек смазки, применяются саморегулирующиеся тормоза, используются долговременные антикоррозионные покрытия и т.д. [13].

На практике решение проблемы пригодности конструкций сельскохозяйственных машин к хранению включает рассмотрение следующих вопросов:

1. Конструирование – создание конструкции машин с применением современных материалов, обладающих более высокой стойкостью к воздействию внешних климатических факторов.

2. Эксплуатационные – развитие процесса коррозии и старение материалов.

3. Организационные - создание условий, позволяющих снизить износ, коррозионные повреждения и обеспечить проведение технического обслуживания и хранения с минимальными затратами.

Для обеспечения правильной эксплуатации, технического обслуживания и хранения фирма-производитель прикладывает к каждому изделию полный комплект, простой, лёгкой к пониманию, технической документации для эксплуатационника.

Современный уровень экономического развития нашей страны, не даёт возможности применения первого направления, увеличения сохранности сельскохозяйственных машин.

Поэтому, наиболее актуальной для нас является второе и третье направление повышения сохранности сельскохозяйственной техники -

надёжная защита машин от внешних воздействий в нерабочий период и создание условий обслуживания, которые дают экономический эффект.

В настоящее время действует государственный стандарт 7751-2009 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения», которым определён комплекс организационно-технических мер, обеспечивающих защиту машин, их агрегатов, узлов и деталей от коррозии, старения, деформации и других разрушающих воздействий. Эти меры организационные и технологические.

К первым относятся оборудование и обеспечение мест для хранения техники, узлов и деталей, оплата и организация труда при хранении техники: учёт, ответственность и контроль; техника безопасности и противопожарные меры при хранении техники [14].

Технологические меры основываются на выборе способа и технологии хранения, учитывая конструктивные особенности конкретно взятой машины.

С развитием рыночных отношений в нашей стране в последнее время сильно претерпели изменения и технологические меры поддержания работоспособности машин в нерабочий период из-за возможностей использования для подготовки машин к хранению различных моечных, консервационных и защитных материалов отечественного и зарубежного производства, а также машин для их применения.

Большие интервалы цен, разнообразие свойств и технологий применения расходных материалов ставят перед хозяйственником сложную задачу определения оптимальной технологии подготовки конкретной марки сельскохозяйственной машины к хранению. Таким образом, повышение сохранности сельскохозяйственной техники, а, следовательно, и эффективности, возможно при решении двух взаимосвязанных проблем: повышения пригодности конструкций комбайнов к хранению и обеспечению их защиты от внешних агрессивных воздействий в нерабочий период [15].

Следовательно, выбор способа хранения конкретной марки сельскохозяйственной машины из всего многообразия существующих вариантов должен проводиться с учётом пригодности её конструкции к хранению.

### **Список литературы**

1. Андреев, К.П. Постановка сельхозтехники на зимнее хранение / К.П. Андреев, В.В. Терентьев // В сборнике: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 29-34.
2. Латышенко, М.Б. Централизованное техническое обслуживание сельскохозяйственной техники в межсезонный период / М.Б. Латышенко, А.В. Шемякин, Е.М. Астахова, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 7. – С. 16-17.

3. Шемякин, А.В. Оценка качества хранения сельхозтехники / А.В. Шемякин, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 11. – С. 2-3.
4. Терентьев, В.В. Обеспечение противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники при хранении / В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // В сборнике: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве Материалы Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 472-475.
5. Шемякин, А.В. Изменение состояния сельскохозяйственной техники в период хранения / А.В. Шемякин, В.Н. Володин, Е.Ю. Шемякина, К.П. Андреев // Сб. науч. тр. Рязань, – 2008. – С. 356 -358.
6. Латышёнков, М.Б. Тепловое укрытие для хранения сельскохозяйственных машин на открытых площадках / М.Б. Латышёнков, А.В. Шемякин, С.П. Соловьёва // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4 (16). – С. 93-94.
7. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39.
8. Латышенок М.Б. Механическая очистка деталей сельскохозяйственной техники от консервационного материала / М.Б. Латышенок, А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, А.В. Подъяблонский, В.Н. Володин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 2. – С. 28-29.
9. Шемякин, А.В. Детерминальная модель хранения сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин // В сборнике: Научное наследие профессора П.А.Костычева в теории и практике современной аграрной науки Сборник научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА: по материалам Всероссийской научно-практической конференции, 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается. – 2005. – С. 137-139.
10. Андреев, К.П. Повышение эффективности очистки машин / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сборнике: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве Сборник научных статей Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 306-309.
11. Зарубин, И.В. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / И.В. Зарубин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сборнике: Вавиловские чтения - 2010 Материалы Международной научно-практической конференции в 3-х томах. –2010. – С. 299-300.
12. Шемякин, А.В. Теоретические исследования очистки агрегатов сельскохозяйственной техники с использованием энергии кавитации / А.В. Шемякин, А.М. Баусов, С.С. Рогов, К.А. Жильцов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4. – С. 125-

127.

13. Шемякин, А.В. Улучшение условий труда операторов моечных установок / А.В. Шемякин, Е.М. Астахова, Е.Ю. Шемякина, Н.М. Тараканова // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 1. – С. 46-47.

14. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1 (29). – С. 10-13.

15. Шемякин, А.В. Современные способы повышения эффективности процесса очистки сельскохозяйственных машин / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Е.Г. Кузин // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 95-99.

## УДК 331.45

### ЗНАЧИМОСТЬ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

*Шпилева Алена Ивановна, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены вопросы значимости организации охраны труда на предприятии, их влияние на конечный результат производственной деятельности, проведен краткий сравнительный анализ с зарубежным опытом. Также рассмотрены основные факторы, влияющие на состояние безопасности трудящихся на производстве, и предложены пути решения возникающих проблем в сфере охраны труда.*

***Ключевые слова:** охрана труда, безопасность трудящихся, травматизм, профессиональные заболевания, техника безопасности, защита сотрудников от вредных и опасных факторов*

Охрана труда в современном мире имеет огромное значение в связи с интенсивным развитием производственной сферы и появлением новых видов деятельности. Соблюдение ее принципов позволяет решить целый ряд задач, среди которых:

- гарантированная защита сотрудников предприятия от вредных и опасных факторов, влияющих на их здоровье или здоровье их потомства;
- снижение расходов на обеспечение производственного процесса;
- исключение серьезных экономических убытков из-за потери рабочего времени;
- исключение претензий и финансовых санкций контролирующих органов, призванных следить за соблюдением требований трудового законодательства;
- повышение производительности и качества труда персонала [1].

В настоящее время многие руководители сохранили ранее усвоенные консервативные принципы управления предприятием, в которых охране труда отводится второстепенная роль. Правда, в подавляющем большинстве нынешнее поколение управленцев понимает всю важность правильного подхода к организации охраны труда на предприятии.

Так в чем же заключается роль охраны труда на предприятии?

Во-первых, в том, что самой высокой ценностью всегда является человек, его жизнь и здоровье. Ни размер заработной платы, ни уровень рентабельности предприятия, ни ценность производимого продукта не могут служить основанием для пренебрежения правилами безопасности и оправданием существующих угроз жизни или здоровью работников. Кроме того, в данном случае речь также идет о ценности конкретного человека как сотрудника с присущими ему знаниями, навыками и опытом.

Во-вторых, правильно организованная работа по обеспечению безопасности труда повышает дисциплинированность работников, что, в свою очередь, ведет к повышению производительности труда, снижению количества несчастных случаев, поломок оборудования и иных нештатных ситуаций, то есть повышает в конечном итоге эффективность производства.

В-третьих, охрана труда подразумевает не только обеспечение безопасности работников во время исполнения ими служебных обязанностей. На самом деле сюда также относятся самые разные мероприятия: профилактика профессиональных заболеваний, организация полноценного отдыха и питания работников во время рабочих перерывов, обеспечение их необходимой спецодеждой и гигиеническими средствами и даже выполнение социальных льгот и гарантий. Правильный подход к организации охраны труда на предприятии, грамотное использование различных нематериальных способов стимулирования работников дают последним необходимое чувство надежности, стабильности и заинтересованности руководства в своих сотрудниках. Таким образом, благодаря налаженной охране труда снижается текучесть кадров, что тоже благотворно влияет на стабильность всего предприятия.

Охрана труда сегодня, как никогда, актуальна. Трудно представить себе успешное предприятие на рынке, руководство которого халатно относилось бы к вопросам охраны труда. Как известно, несчастные случаи на производстве выбивают из колеи, часто надолго парализуют работу предприятия, не только создавая нервную обстановку в коллективе, но и принося существенные финансовые потери. Опыт крупнейших мировых компаний показывает, что охрану труда высшие руководители считают одним из главных приоритетов. Так, из десятков показателей деятельности предприятия охрану труда и здоровья своих работников они ставят на второе место, сразу после квалификации и компетентности персонала. Вопросы охраны труда в США играют довольно важную роль с 1970 г. [2]. Принятым законом было учреждено федеральное агентство Управления безопас-

ности труда на производстве, которое стало основным исполнительным органом, обеспечивающим выполнение законов на всей территории США. В странах Европейского союза инспекция труда входит в состав Министерства труда и социальной защиты [3,4]. Ее генеральный директор несет ответственность перед заместителем министра за управление, планирование и организацию работы инспекции. Страховые организации, обеспечивающие компенсационные выплаты в случае производственных травм или заболеваний, занимают важное место в системе охраны труда. В соответствии с законом работодателя, а также рабочие и служащие должны вносить взносы в Национальный институт социальной защиты.

Актуальность вопросов охраны труда в России еще выше, чем на Западе, и объясняется это тем, что более 80% основных фондов российских предприятий давно выработали свой ресурс [6]. Естественно, что работа на изношенном оборудовании влечет за собой повышенную аварийность, сопровождающуюся несчастными случаями различной степени тяжести. В связи с этим возрастает роль вопросов охраны труда как одной из первоочередных задач развития предприятия. Рост значимости безопасности жизни и здоровья трудящихся на предприятии приведет к развитию следующих процессов на предприятии:

- комфортные и безопасные условия труда как один из основных факторов, влияющих на производительность и безопасность труда, здоровье работников;
- эффективность мероприятий по улучшению условий и повышению безопасности труда, что является экономическим выражением социального значения охраны труда, как источник финансирования охраны труда и повышения эффективности производства является важнейшим элементом конкурентоспособности предприятия;
- социальное значение охраны труда заключается в содействии росту эффективности общественного производства путем непрерывного совершенствования и улучшения условий труда, повышения его безопасности, снижения производственного травматизма и заболеваемости;
- рост производительности труда в результате увеличения фонда рабочего времени за счет сокращения внутрисменных простоев путем предупреждения преждевременного утомления, снижения числа микротравм, уменьшения целодневных потерь рабочего времени по причинам временной нетрудоспособности из-за травматизма, профессиональной и общей заболеваемости [5].

Также немаловажную роль в повышении производительности труда и росте значимости вопросов охраны труда в коллективе играют психологические средства повышения безопасности труда, которые объединяют в себе факторы, определяющие психологический климат в производственном коллективе, обеспечение психологической совместимости его членов, профессионального подбора кадров, подготовки и обучения безопасным

методам труда рабочих, расстановки и эффективного использования трудовых ресурсов, их взаимоотношения в процессе производства. Этические средства повышения безопасности труда отражают взаимоотношения между участниками трудового процесса, членами коллектива. Характер и проявление таких отношений - важнейшие аспекты охраны труда. Взаимоотношения работников в процессе труда могут быть соответствующие, не соответствующие, а иногда и противоречащие принципам организации производства. Формирование в трудовом коллективе правильных межличностных отношений на основе правил внутреннего трудового распорядка, правил, норм и инструкций по охране труда является одной из основных обязанностей инженерно-технических работников — руководителей коллективов. Умение руководителя грамотно и правильно строить отношения в подчиненном коллективе – это своего рода искусство, от которого в конечном итоге будет значительно зависеть и результат деятельности всего предприятия, его авторитет на рынке и, естественно, конкурентоспособность. При этом особая роль в этой деятельности должна отводиться организации работы по обеспечению безопасных условий труда для сотрудников предприятия, то есть охране труда.

Решение этих задач дает руководителю определенную степень защищенности и уверенности в том, что завтра его предприятие не остановит инспектор, а прокуратурой не будет возбуждено уголовное дело по фактам нарушений Федерального закона от 17 июля 1999 года № 181-ФЗ «Об основах труда в Российской Федерации» или положений Трудового кодекса Российской Федерации. Также решение вопросов охраны труда дает уверенность персоналу, коллективу предприятия в том, что он работает в комфортных условиях, где выполнены все требования безопасности, и что в случае чего (например, несчастного случая) работник и его семья будут защищены путем компенсационных выплат. Таким образом, значение роли охраны труда на производстве очевидна, и пренебрежение этими вопросами явно ведет к негативным последствиям. На сегодняшний день в государстве поднимается вопрос о культуре охраны труда, которая является одним из главных элементов управления предприятием. Хотелось бы, чтобы и для российских руководителей это стало нормой, чтобы работа по охране труда не выполнялась формально, чтобы финансирование этих работ не осуществлялось по остаточному принципу. К сожалению, нередко попытки сокрытия несчастных случаев на производстве в угоду «хорошей» статистике. А поэтому изучение и решение проблем, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий, в которых протекает труд человека, - одна из наиболее важных задач в разработке новых технологий и систем производства. Изучение и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин, позволяют создать безопасные и благоприят-



ные условия для труда человека. Социальное значение охраны труда проявляется во влиянии на изменение трех основных показателей, характеризующих уровень развития общественного производства: сохранение трудовых ресурсов и повышение профессиональной активности работающих за счет улучшения состояния здоровья, увеличения средней продолжительности жизни, что сопровождается увеличением трудового стажа; повышение профессионального уровня вследствие роста квалификации и мастерства в связи с увеличением трудового стажа; возможность использования остаточной трудовой активности, опыта и профессиональных знаний пенсионеров на доступных для них работах. Увеличивается совокупный национальный продукт за счет улучшения указанных выше показателей. Повышается производительность труда, а следовательно, и экономические результаты деятельности предприятия за счет создания комфортных условий для трудовой деятельности, например, путем обеспечения оптимальных параметров микроклимата, освещения и световой среды, учета психофизиологических и эргономических особенностей труда, формирования оптимальных режимов труда и отдыха, проведения лечебно-профилактических мероприятий. Увеличивается фонд рабочего времени за счет сокращения времени неявки на работу из-за травм и заболеваний. Следует обратить внимание на то, что условия труда существенно влияют не только на профессиональную заболеваемость, но и на возникновение и длительность общих заболеваний. Происходит экономия расходов на льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда. Такие льготы и компенсации, как сокращенный рабочий день и дополнительный отпуск, связаны со значительными трудовыми потерями и сопровождаются выплатами больших денежных сумм за фактически не отработанное время. Такие разновидности льгот и компенсаций, как повышенные тарифные ставки, льготные пенсии, лечебно-профилактическое питание, бесплатная выдача молока, также требуют больших денежных средств. Создание условий, соответствующих допустимым нормативным требованиям, позволяет частично или полностью сократить эти расходы.

Вопросы безопасности и охраны труда, а также здоровья работников являются очень важными и актуальными для любого предприятия в России. Охрана труда - это важнейший элемент социальной политики современного государства. Без соблюдения законов по охране труда, а также без модернизации мер по обеспечению безопасных условий труда на предприятиях невозможно эффективное развитие промышленности. Борьба за рост культуры охраны труда - верный путь к обеспечению безопасности жизни и здоровья трудящихся. В странах Европейского союза сейчас поднимается вопрос о культуре охраны труда, которая является одним из главных элементов управления предприятием.

Законодательство России об охране труда основывается на Конституции РФ и состоит из упомянутого Закона об основах охраны труда, дру-

гих федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Федерации. В соответствии с Законом об основах охраны труда и в целях введения единых государственных нормативных требований в сфере охраны труда Правительство РФ приняло Постановление от 23 мая 2000 г. «О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда». В данном документе констатируется, что в России сложилась система нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда. В указанную систему входят: межотраслевые и отраслевые правила и типовые инструкции по охране труда; строительные и санитарные нормы и правила; инструкции и правила безопасности; правила безопасной эксплуатации; своды правил по проектированию и строительству; гигиенические нормативы и государственные стандарты безопасности труда. Включенные в перечисленные документы требования должны соблюдаться федеральными органами исполнительной власти, организациями всех форм собственности при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Тем же постановлением Правительства РФ утвержден перечень видов правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда в нашей стране. К таким актам относятся: межотраслевые правила по охране труда; межотраслевые типовые инструкции по охране труда; отраслевые правила по охране труда; типовые инструкции по охране труда; государственные стандарты системы стандартов безопасности труда; строительные нормы и правила; своды правил по проектированию и строительству; государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы; гигиенические нормативы; санитарные правила и нормы; санитарные нормы. [1,5,6]

### Список литературы

1. Русак, О.Н. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. / под ред. О. Н. Русака. – СПб.: Изд-во «Лань», 2000. – 448 с.
2. Соловьев, А. Охрана труда и защита пострадавших на производстве в США / А. Соловьев // Служба кадров. Социальное страхование. – 2002. – №4. – С. 25-28.
3. Калинин, А.В. Состояние охраны труда на предприятиях в мире / А.В. Калинин // Вопросы инновационной экономики. – 2011. – № 5. – с. 37-42.
4. Шариков, Л.П. Охрана труда в малом бизнесе. Сервисное обслуживание автомобилей. Практическое пособие / Л.П. Шариков. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2009. – 216 с.
5. Литвинов, В.И. Охрана труда: Учебное пособие / В.И. Литвинов, В.А. Раков. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. – 167 с.
6. Литвинов, В.И. Вопрос охраны труда в сельском хозяйстве / В.И. Лит-

винов // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда-Молочное, 2019. – С. 200-204.

**УДК 331.432.4**

## **ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ВИБРАЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ**

*Шубина Вероника Александровна, студент-бакалавр  
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в данной статье проведено изучение воздействия вибрации на организм человека и принципов нормирования уровня вибрационных нагрузок, возникающих при производственном процессе.*

***Ключевые слова:** вибрация, производство, измерение, контроль, воздействие на человека*

Современные технологии требуют непрерывного контроля многих параметров технологического процесса и контроля состояния оборудования. К числу важнейших относятся параметры механического движения, в частности параметры периодических перемещений исследуемого объекта в пространстве (вибрации). Этими параметрами являются виброперемещение (амплитуда вибрации) и виброскорость (частота вибрации). [1,2]

Подобный контроль необходим в самых разных областях: в полупроводниковой электронике (контроль вибрации установок для выращивания кристаллов), в микроэлектронике (вибрация установок фотолитографии), в машиностроении (вибрация станков и биение деталей), в автомобильной промышленности (контроль вибрации отдельных узлов автомобилей и всего автомобиля в целом), на железнодорожном транспорте (датчики приближения поезда), в энергетике (контроль вибрации лопаток газовых турбин), в авиастроении (контроль биений турбин) и т.д. Для этого применяются различные методы измерения параметров вибрации: контактные, подразумевающие механическую связь датчика с исследуемым объектом, и бесконтактные, т.е. не связанные с объектом механической связью. Контроль предполагает сравнение первичной информации, полученной при измерениях, с нормативным значением параметра. Допустимые уровни вибрационных нагрузок на оборудование устанавливаются в результате его испытаний и содержатся в соответствующей нормативно - технической документации.

Однако при производственном процессе вибрация оказывает влияние

не только на средства производства и средства измерения, но и на человека. В связи с этим контроль вибраций на производстве имеет еще одну задачу - обеспечение безопасных условий труда. [4]

Целью данного литературного поиска является изучение воздействия вибрации на организм человека и принципов нормирования уровня вибрационных нагрузок, возникающих при производственном процессе.

Основными нормируемыми параметрами вибрации являются: частота (Гц), амплитуда колебания (м), период колебания (с), виброскорость (м/с), виброускорение (м/с<sup>2</sup>).

В зависимости от характера контакта работника с вибрирующим оборудованием различают локальную и общую вибрацию. Локальная вибрация передается в основном через конечности рук и ног. Общая - через опорно-двигательный аппарат. Существует еще и смешанная вибрация, которая воздействует и на конечности, и на весь корпус человека. Локальная вибрация имеет место в основном при работе с вибрирующим ручным инструментом или настольным оборудованием. Общая вибрация преобладает на транспортных машинах, в производственных цехах тяжелого машиностроения, лифтах и т.д., где вибрируют полы, стены или основания оборудования.

Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами, имеющими собственные частоты, которые для плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение «стоя») составляют 4 - 6 Гц, головы относительно плеч (положение «сидя») - 25 - 30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6 - 9 Гц. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц, определяемая как качка, хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, вызванная нарушением нормальной деятельности вестибулярного аппарата по причине резонансных явлений.

При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности.

Местная вибрация малой интенсивности может благоприятно воздействовать на организм человека, восстанавливать трофические изменения, улучшать функциональное состояние центральной нервной системы, ускорять заживление ран и т.п.

При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воз-

действия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии – вибрационной болезни.

Ручные машины, вибрация которых имеет максимальные уровни энергии в низких частотах (до 35 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают сосудистые расстройства с склонностью к спазму периферических сосудов. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8-10 лет (формовщики, бурильщики), при воздействии высокочастотной вибрации - через 5 и менее лет (шлифовщики, рихтовщики).

Различают допустимые уровни вибрации: гигиеническое и техническое нормирование вибраций. Гигиенические - ограничивают параметры вибрации рабочих мест и поверхности контакта с руками работающих исходя из физиологических требований, исключающих возможность возникновения вибрационной болезни. Технические - ограничивают параметры вибрации не только с учетом указанных требований, но и исходя из достижимого на сегодняшний день для данного типа оборудования уровня вибрации.

Масса вибрирующего оборудования или его частей, удерживаемых руками, не должна превышать 10 кг, а усилие нажима – 20 кг.

Общая вибрация нормируется с учетом свойств источника ее возникновения и подразделяется на вибрацию:

транспортную, которая возникает в результате движения машин по местности и дорогам;

транспортно-технологическую, которая возникает при работе машин, выполняющих технологическую операцию в стационарном положении, а также при перемещении по специально подготовленной части производственного помещения, промышленной площадке или на оптовых базах;

технологическую, которая возникает при работе стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибраций (например, от работы холодильных, фасовочно-упаковочных машин) [5, 6].

Таблица 1 – Влияние вибрации на организм человека

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

Высокие требования предъявляют при нормировании технологических вибраций в помещениях для умственного труда (дирекция, диспетчерская, бухгалтерия и т.п.). Гигиенические нормы вибрации установлены для рабочего дня длительностью 8 ч (табл. 1).

Санитарные нормы устанавливают предельно допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий (табл. 2).

Таблица 2 – Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с <sup>2</sup>
0,6-0,4	До3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

\* При таких параметрах вибрации даже сверхпрочные клепочные конструкции до полного своего разрушения выдерживают не более 30 минут [3]

Для снижения воздействия вибрирующих машин и оборудования на организм человека применяются следующие меры и средства:

замена инструмента или оборудования с вибрирующими рабочими органами на невибрирующие в процессах, где это возможно (например, замена электромеханических кассовых машин на электронные);

применение виброизоляции вибрирующих машин относительно основания (например, применение рессор, резиновых прокладок, пружин, амортизаторов);

использование дистанционного управления в технологических процессах (например, использование телекоммуникаций для управления вибротранспортером из соседнего помещения);

использование автоматики в технологических процессах, где работают вибрирующие машины (например, управление по заданной программе);

использование ручного инструмента с виброзащитными рукоятками, специальной обуви и перчаток.

Таким образом, проведенный анализ позволил рассмотреть отрицательные стороны влияния вибрации и важность ее контроля и определить методы снижения воздействия вибрации на человека в качестве решения проблемы.

### Список литературы

1. Маткаримов, А.М. Измерение и контроль вибраций при производственном процессе / А.М. Маткаримов // Достижения науки и образования. – 2017. – С. 100-105.
2. Литвинов, В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебное пособие / В.И. Литвинов, И.Н. Кружкова. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 202 с.
3. ГОСТ ИСО 8041-2006 «Вибрация. Воздействие вибрации на человека. Средства измерений»
4. Литвинов, В.И. Охрана труда: Учебное пособие / В.И. Литвинов, В.А. Раков. – Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. – 167 с.
5. Волошинов, В.Б. Безопасность человека: Учебно-методическое пособие для образовательных учреждений / В.Б. Волошинов // М.: Фонд национальной и международной безопасности, 1994. 472 с.
6. Литвинов, В.И. Инженерная экология: Учебное пособие / В.И. Литвинов. – Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2018. – 120 с.

### УДК 633.521:631.361

#### ПРОЕКТ УЧАСТКА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЛЬНА НА БАЗЕ ФГБОУ ВО ВОЛОГОДСКАЯ ГМХА

*Шушков Роман Анатольевич, к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Аннотация:* в статье предложен проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство, льноводство, переработка льна, образование, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Рост валового объёма производства льносырья требует совершенствования технологий возделывания льна-долгунца, обновления и полного обеспечения техникой сельскохозяйственных предприятий, занимающихся возделыванием льна, научно обоснованного применения удобрений, способствующему повышению урожайности волокна и его качества. А также требуется подготовка высококачественных специалистов по льноводству [1-4].

Необходимо осуществить подготовку специалистов-льноводов как для сельскохозяйственных предприятий и льнозаводов региона, так и для государственных предприятий, таких как Россельхознадзор, Россельхозцентр, Госкомиссия по сортоиспытанию селекционных достижений.

Осуществление подготовки квалифицированных кадров для отрасли, специализирующейся на возделывании и получении продукции льноводства, в Вологодской ГМХА возможно на факультете агрономии и лесного хозяйства. Осуществление подготовки квалифицированных кадров для отрасли, специализирующейся на переработке продукции льноводства возможно на инженерном факультете. Факультет имеет необходимую материально техническую базу для реализации разрабатываемого профиля подготовки «Машины и оборудование для хранения и переработки льна» и высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав.

Одной из основ качественной подготовки специалистов является материальная база и достаточный объем практических занятий. Для этого предлагается на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА спроектировать участок по переработке льна. На проектируемом участке студенты смогут изучать процессы превращения льнотресты в моноволокно (короткое волокно), изучить конструкцию, устройство, принципы работы и основные регулировки оборудования по переработке льна.

Проанализировав технологии получения длинного и короткого льноволокна, с целью максимального снижения финансовых затрат на приобретение дорогостоящего оборудования, на проектируемом участке предлагается организовать линию получения короткого волокна (моноволокна).

Линия получения короткого волокна установлена в КХ «Подворье» д. Яковцево Вологодского района. Она включает в себя приемный стол для накопления рулонов, рулоны на стол укладываются тракторным погрузчиком, со стола рулон попадает на размотчик рулонов льна РЛР-1500, далее лента поступает в питатель льняной ПЛ-1, откуда поступает в мяльную машину М-110-Л2, далее волокно поступает в трясильную машину ТН-112, затем волокно поступает в трепально-очистительную машину ТОМ-Л2, из которой выходит волокно товарного вида, которое вручную загружают в гидравлический пресс, прессуют, обвязывают шпагатом, получая прямоугольные кипы.

На проектируемом участке предлагается следующая технология переработки льнотресты на короткое волокно: рулоны льнотресты посредством трактора доставляются на участок, где складываются. Далее рулон посредством ручного труда студентов докатывается до цепочного наклонного транспортера (конструкторская разработка), который поднимает рулон на приемный стол (самодельный), со стола рулон попадает на размотчик рулонов льна РЛР-1500, далее лента льнотресты поступает в питатель льняной ПЛ-1, откуда поступает в мяльную машину М-110-Л2, далее волокно поступает в трясильную машину ТН-112. Если качество волокна не устраивает, то его можно еще раз пропустить через мяльную машину М-110-Л2 и трясильную машину ТН-112, тем самым сможет отказаться от трепально-очистительной машины ТОМ-Л2. Далее волокно вручную загружают в пресс гидравлический для прессования льноволокна с усилием



40 т. УЖИМ-560, прессуют, обвязывают шпагатом, получая прямоугольные кипы, которые вручную доставляют зону хранения кип [5].

На рисунке 1 представлена технология получения короткого волокна на проектируемом участке.

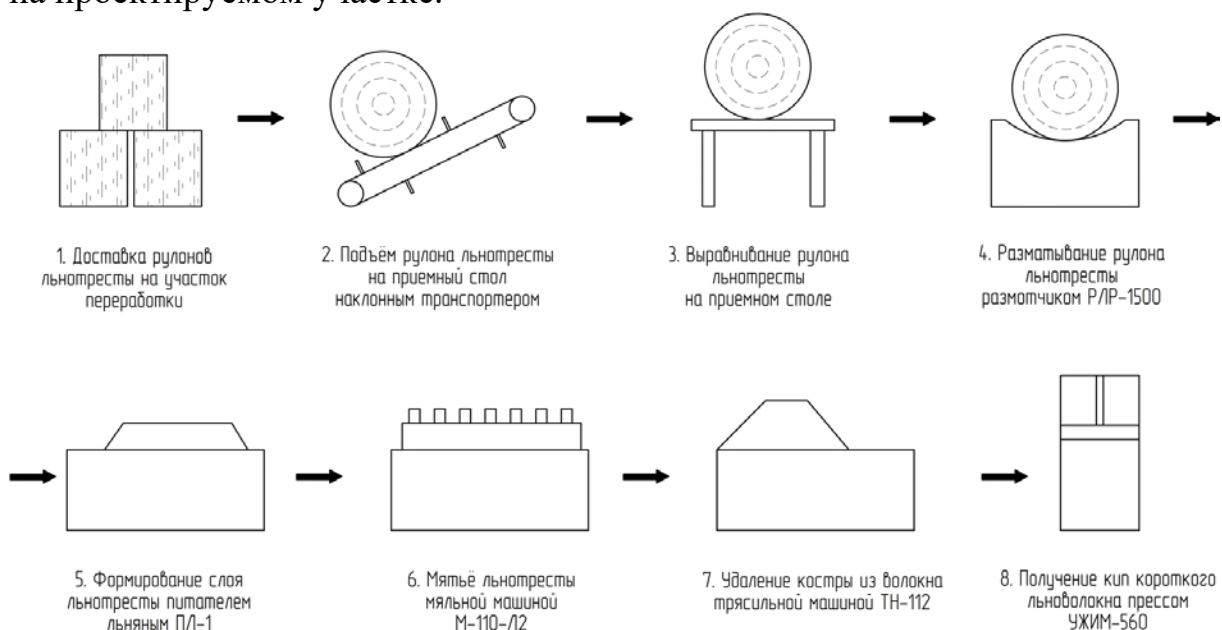


Рис. 1. Технологическая схема переработки льнотресты на участке

В соответствии с выбранной технологией получения короткого волокна на рисунке 2 представлен план проектируемого участка.

Проектируемый участок предполагается разместить на свободных площадях помещений (гаражей) учебного парка. Участок может содержать учебное оборудование для студентов: парты, стулья, доска ученическая, шкаф для раздаточного материала, плакаты, макеты, мультимедийное оборудование.

Для освоения учебной программы необходим минимальный перечень материально-технических средств учебных аудиторий (учебных помещений) для чтения лекций, проведения практических (семинарских) занятий и лабораторных практикумов.

Ниже представлено экономическое обоснование проектируемого участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

Стоимость участка по переработке льна рассчитывается по формуле:

$$C_{y.} = C_{o.} + C_{m.p.} + C_{y.o.} + H_{p.} \quad (1)$$

где  $C_{o.}$  – стоимость оборудования, руб.;

$C_{m.p.}$  – стоимость монтажных работ, руб.;

$C_{y.o.}$  – стоимость учебного оборудования, руб.;

$H_{p.}$  – общепроизводственные расходы, руб.

Срок окупаемости участка найдем по формуле:

$$O = C_{y.} / П \quad (2)$$

где  $\Pi$  – прибыль от образовательной деятельности за 1 год обучения, руб./г.

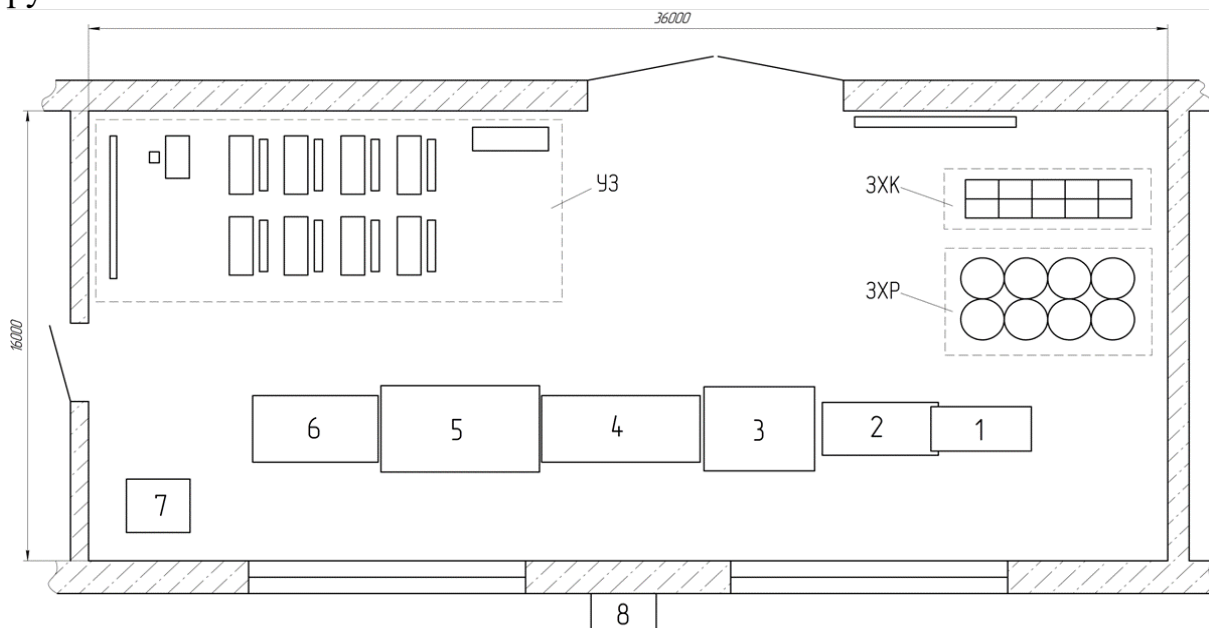


Рис. 2. План участка по переработке льна:

УЗ – учебная зона; ЗХК – зона хранения кип льноволокна; ЗХР – зона хранения рулонов льнотресты; 1 – транспортер наклонный цепной; 2 – приёмный стол; 3 – размотчик рулонов льна РЛР-1500; 4 – питатель льняной ПЛ-1; 5 – машина мяльная М-110-Л2; 6 – машина трясильная ТН-112; 7 – пресс вертикальный УЖИМ-560; 8 – вентилятор пылевой ВР 100-45-5 (№5)

$$\Pi = C_{п.у.} \cdot 0,5 \cdot N \quad (3)$$

где  $C_{п.у.}$  – стоимость года обучения на очном отделении инженерного факультета, руб./г;

0,5 – процент (50%) от суммы дохода на прибыль (остальное идет на зарплату, начисления на зарплату, коммунальные услуги, налоги, прочие расходы);

$N$  – планируемое количество студентов в группе, чел.;  $N = 25$  чел.

Все расчеты сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Экономическая эффективность проекта участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Показатели	Значение
1. Производственная площадь участка, м <sup>2</sup>	576
2. Общие финансовые затраты, руб.	6379909,19
в том числе, стоимость оборудования, руб.	5236020,59
стоимость монтажных работ, руб.	1047204,12
стоимость учебного оборудования, руб.	66860
накладные расходы, руб.	29824,48

3. Прибыль от образовательной деятельности, руб./г	965000
4. Срок окупаемости, лет	6,62

Главная цель проекта участка – разработка базы для осуществления подготовки квалифицированных кадров для отрасли, специализирующейся на возделывании и получении продукции льноводства.

Общие финансовые затраты на проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА составят 6379909,19 руб. При годовой прибыли от образовательной деятельности 965000 руб. срок окупаемости проекта составит 6,62 года (в ценах 2019 г.).

### **Список литературы**

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с.
2. Шушков, Р.А. Искусственное досушивание рулонов льнотресты, как элемент технологии уборочных работ / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – Ч. 1. – С. 348-351.
3. Оробинский, Д.Ф. Универсальный пункт сушки льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 3. – С. 2-4.
4. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 5. – С. 136-142.
5. Черников, В.Г. Инновационные технологии и технические средства нового поколения для производства и глубокой переработки лубяных культур: Учеб. пособ. / В.Г. Черников, М.М. Ковалев, Ю.Ф. Лачуга и др. – М.: изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011.– 150 с.

**УДК 621.791.92 : 621.81**

### **ВЛИЯНИЕ ТИПА ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТОКА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ И КАЧЕСТВО ПОКРЫТИЙ**

*Щурский Денис Сергеевич, студент-магистрант  
Афанасенко Дмитрий Евгеньевич, студент-магистрант  
Миранович Алексей Валерьевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в статье представлены результаты исследования влияния типа источников технологического тока на производительность магнитно-электрического упрочнения и качество формируемых покрытий.*

***Ключевые слова:** магнитно-электрическое упрочнение, источник технологического тока, производительность упрочнения, качество покрытий*

На показатели качества покрытий, производительность процесса магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) деталей сельскохозяйственной техники преимущественное влияние оказывают параметры электрических и магнитных импульсов (энергия импульса, длительность и частота следования и др.), создаваемые электромагнитными системами (ЭМС) [1, 2]. Стабильность процесса МЭУ в основном описывается критериями электромагнитных потоков, обеспечивающими интенсивное тепловыделение в местах контакта частиц ферромагнитного порошка (ФМП) с поверхностью детали и последующее формирование покрытий [3, 4].

При этом диапазон значений параметров, обеспечивающий стабильный процесс МЭУ, ограничен из-за технологических возможностей ЭМС, которые в основном определяются источниками технологического тока (ИТТ) – генераторами импульсов, сварочными трансформаторами и выпрямителями.

В результате применения ИТТ для МЭУ установлены ограничивающие факторы использования генераторов импульсов: повышенная энергоемкость при небольшой величине энергии единичного электрического разряда; увеличенные масса и габаритные размеры [5]. Также определены основные недостатки сварочных трансформаторов и выпрямителей, получивших наибольшее применение в устройствах МЭУ: невысокая скорость регулирования величины энергии технологического тока, определяемая частотой питающей сети; отсутствие возможности стабилизации режима упрочнения при изменении напряжения сети [4, 5].

Ранее выполненные исследования [1–3] показали, что ИТТ для устройств МЭУ должны отвечать следующим требованиям: обеспечивать быстрое действие обратной связи силы разрядного тока и напряжения дуги с изменяемыми технологическими параметрами в рабочей зоне; иметь невысокий расход электроэнергии и небольшие габариты.

В настоящее время известны инверторные источники питания для дуговой сварки (например, инверторы модельного ряда Invertec фирмы Lincoln Electric, США), главной особенностью которых является высокая скорость каплепереноса электродного металла [6].

Основными преимуществами инверторных сварочных источников являются [6–8]: быстрое действие за счет высокоскоростного управления микропроцессорной системой силой сварочного тока и напряжением дуги;

экономичность (потребление электроэнергии в 2–3 раза меньше); малые габариты и масса, высокая электробезопасность; возможность выполнения сварочно-наплавочных работ, как в стационарных, так и в полевых условиях.

Следует отметить, что стабильность процесса МЭУ ранее определялась визуально по групповому горению цепочек-микроэлектродов ФМП в рабочем зазоре без привязки к качеству формируемых покрытий и производительности упрочнения. Поэтому целью настоящего исследования являлась оценка влияния источников технологического тока с различными вольт-амперными характеристиками на производительность процесса МЭУ и стабильности параметров качества формируемых покрытий (сплошность, разнотолщинность).

В рамках проводимых исследований нанесение покрытий из композиционного ФМП (Fe-5%V) на образцы из стали 45 ГОСТ 1050-88 выполняли на установке МЭУ модели ЭУ-5. Исследовали три варианта компоновочных схем электромагнитной системы: электрический магнит (ЭМ) и генератор импульсов (модель ШГИ-125-100); ЭМ и сварочный выпрямитель трансформаторного типа (модель ВД-306); ЭМ и сварочный источник инверторного типа (модель Invertec V270 T). Питание электромагнита осуществляли однофазным выпрямленным током по двухполупериодной мостовой схеме, разнотипных источников технологического тока – трехфазным током промышленной частоты. Согласно рекомендациям источников [3, 5] были приняты технологические режимы МЭУ: сила технологического тока  $I = 110$  А; рабочий зазор  $\delta = 1,5$  мм; скорость вращения заготовки  $V = 0,06$  м/с; подача ФМП  $q = 2,9 \cdot 10^{-3}$  г/(с·мм<sup>2</sup>); величина магнитной индукции в рабочем зазоре  $B_z = 1,0$  Тл; размер частиц ФМП  $\Delta = 320$  мкм; расход рабочей жидкости (СОЖ – 5%-й раствор эмульсола Э2 в воде)  $q = 2,0 \cdot 10^{-3}$  дм<sup>3</sup>/(с·мм<sup>2</sup>).

Производительность МЭУ определялась по приращению массы наносимого материала ФМП в единицу времени. Масса исходных образцов с наружным диаметром 40 мм, внутренним – 16 мм и толщиной 10 мм составляла 106,0 г. Взвешивание образцов и ФМП выполнялось на лабораторных весах ВЛА-200-2М с точностью до 0,001 г. Измерение толщины и оценка сплошности покрытий осуществлялись на шлифах поперечного среза при помощи светового микроскопа Mef-3 фирмы «Reichert-Jung» (Австрия) при увеличении в 200 раз. Разнотолщинность покрытий определялась по разности максимальной и минимальной местных толщин покрытий образца. Сплошность определялась как отношение длины участков с покрытием к общей протяженности исследуемого участка выраженное в процентах. В процессе исследования параметров качества покрытий изучалось по пять наиболее характерных участков одного образца с покрытием.

Для получения достоверных результатов, эксперименты по

определению производительности МЭУ, сплошности и разнотолщинности покрытий повторялись 50 раз, а их точность оценивалась следующим образом:

– среднее арифметическое значение

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

– абсолютная погрешность каждого опыта

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x},$$

– среднеквадратичная погрешность среднего арифметического

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2},$$

– доверительный интервал

$$\bar{x} - t_{\alpha,n} \cdot \sigma < x < \bar{x} + t_{\alpha,n} \cdot \sigma,$$

– относительная погрешность результатов опытов

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100\%,$$

где  $x_i$  – результат  $i$ -го измерения;

$t_{\alpha,n}$  – критерий Стьюдента;

$\alpha$  – уровень значимости;

$n$  – число измерений.

Стабильность исследуемых параметров качества формируемых покрытий и производительности МЭУ в работе определялась коэффициентом вариации по формуле:

$$k_{vi} = \frac{\sigma_i}{M(\Pi_i)} \cdot 100\%,$$

где  $M(\Pi_i)$  – математическое ожидание  $i$ -го исследуемого параметра.

Для оценки сплошности и разнотолщинности покрытий в качестве математического ожидания  $M(\Pi_i)$  в работе использовалось среднее арифметическое значение экспериментов  $\bar{x}$ .

По результатам статистической обработки исследуемых параметров определялся максимально стабильный процесс МЭУ, которому соответствовало минимальное значение коэффициентов вариации.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что

применение инверторного по сравнению с генераторным и трансформаторным ИТТ позволило повысить производительность МЭУ и среднюю сплошность покрытий на 2,5–5,0%, а среднюю разнотолщинность покрытий уменьшить на 9,7–12,3%.

Статистическая оценка экспериментальных значений исследуемых параметров (таблица) показывает, что значения коэффициентов вариации производительности  $k_{vП}$ , сплошности  $k_{vG}$  и разнотолщинности  $k_{vPt}$  покрытий соответственно на 13,9; 25,1 и 17,0 % меньше для инверторного ИТТ модели Invertec V270 T, чем для сварочного выпрямителя модели ВД-306 и на 21,6; 22,2 и 33,3 % меньше, чем для генератора импульсов модели ШГИ-125-100.

Таблица 1 – Оценка показателей качества формируемых покрытий и производительности процесса МЭУ

Источник технологического тока модели	Производительность процесса МЭУ				Средняя разнотолщинность покрытий				Средняя сплошность покрытий			
	Значение показателя, мг/мин	Значения статистических показателей			Значение показателя, мкм	Значения статистических показателей			Значение показателя, %	Значения статистических показателей		
		$\bar{x}$ , мг/мин	$\sigma_i$ , мг/мин	$k_{vП}$ , %		$\bar{x}$ , мкм	$\sigma_i$ , мкм	$k_{vPt}$ , %		$\bar{x}$ , %	$\sigma_i$ , %	$k_{vG}$ , %
ШГИ-125-100	205,3	204	29,9	14,8	69,6	67,2	13,7	19,8	87,9	86,7	15,9	18,6
ВД-306	210,5	209	28,1	13,5	68,0	64,6	12,2	18,6	90,2	88,1	14,5	16,5
Invertec V270 T	216,0	212	24,6	11,6	62,0	61,6	9,5	15,4	92,5	91,4	11,3	12,4

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы: типы источников технологического тока, используемых в установке МЭУ, оказывают влияние на стабильность процесса нанесения покрытий, его производительность, сплошность и разнотолщинность покрытий; наиболее стабильному процессу МЭУ на установке модели ЭУ-5 с электромагнитной системой, состоящей из электромагнита и инверторного сварочного источника модели Invertec V270 T, соответствует минимальное значение коэффициентов вариации исследуемых параметров.

Учитывая то, что инверторный сварочный источник модели Invertec V270 T позволяет получить наибольшую стабильность показателей качества покрытий и производительности магнитно-электрического упрочнения, а также превосходит по техническим, конструктивным и технологическим показателям традиционные сварочные аппараты, он

принят в качестве источника технологического тока для установки МЭУ.

### Список литературы

1. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л.М. Акулович. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Акулович, Л.М. Самоорганизация процессов упрочняющей обработки / Л.М. Акулович, В.С. Ивашко, М.Л. Хейфец. – Минск : Народная книга, 2008. – 236 с.
3. Люцко, В.А. Технология и установки магнитно-электрического упрочнения плоских поверхностей деталей машин : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.А. Люцко ; ПГУ. – Новополоцк, 2004. – 24 с.
4. Акулович, Л.М. Повышение износостойкости поверхностей валов короб перемены передач упрочнением и обработкой в электромагнитном поле / Л.М. Акулович, А.В. Миранович, О.Н. Ворошуха // Научное обозрение. – 2015. – № 4. – С. 151-163.
5. Толстых, Л.Г. Инверторные источники питания для дуговой сварки / Л.Г. Толстых, А.Л. Толстых, А.А. Вопнерук // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2009. – № 9. – С. 29-31.
6. Милютин, В.С. Источники питания для сварки : учеб. пособие / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров; Изд-во Айрис Пресс. – М. : 2007. – 384 с.
7. Солодский, С.А. Источники питания для дуговой сварки: учеб. пособие / С.А. Солодский, О.Г. Брунов, Д.П. Ильященко. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2012. – 165 с.
8. Шеховцов, В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование: учебник / В.П. Шеховцов. – М.: Форум; Инфра-М, 2004. – 407 с.

УДК 621.762

### ПРИЧИНЫ И ВИДЫ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Щурский Денис Сергеевич, студент-магистрант  
Залуцкий Максим Александрович, студент-специалист  
Миранович Алексей Валерьевич, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* в статье выполнен анализ причин и видов износа деталей погружных электронасосных агрегатов, рассмотрены основные технологические операции их ремонта.

*Ключевые слова:* электронасосный агрегат, очистка и мойка, дефектация и сортировка деталей, ремонт электронасосного агрегата



Типичным представителем электрооборудования машин и технологических комплексов, работающим в наиболее жестких условиях и, соответственно, подверженным всем характерным для него видам износа, являются погружные электронасосные агрегаты (ПЭА). Они работают в условиях, отличающихся не только продолжительностью работы в течение суток, величиной нагрузки или воздействием загрязненной воды и абразивных примесей, но и качеством потребляемой электроэнергии [1]. При этом почти все детали ПЭА, за исключением герметичных электродвигателей, работают в перекачиваемой воде, и защитить их от проникновения абразива в зону трения затруднительно. Такие условия определяют значительные изменения сроков службы конкретных ПЭА [2].

Статистический анализ показывает [1, 2], что дефекты деталей ПЭА возникают в результате: трения и изнашивания; механических разрушений; химико-тепловых повреждений.

Результатом механических разрушений деталей являются трещины, пробоины, сколы, скручивание, риски, надирь, выкрашивание, поломки, изгибы, вмятины. Следствием химико-тепловых повреждений – корабление, коррозия, раковины, нагар, накипь [2–4].

Известны основные факторы, снижающие эксплуатационную надежность погружных электронасосных агрегатов [1, 2]:

- разрушение изоляции обмотки статора из-за перегрева при возникновении аварийного режима, перегрузок и работы на двух фазах (40–50%);
- интенсивный износ подшипников скольжения из-за «сухого трения» в начале пуска (20–25%);
- механические перегрузки вначале пуска (10–15%);
- пробой изоляции обмотки статора (15–25%);
- прочие факторы (до 7%), т.е. гидравлические нестационарные возмущения в скважине при пуске ПЭА, ведущие к пескованию; коррозия.

В таблице 1 приведены возможные причины выхода из строя электродвигателей погружных насосов.

Таблица 1 – Распределение причин выхода из строя электродвигателей погружных насосов

№ п/п	Причины выхода из строя электродвигателей	%
1	Асимметрия питающих напряжений (в том числе обрыв фазы)	13,6
2	Перегрузка (появление грозových и коммутационных перенапряжений)	17,9
3	Снижение сопротивления изоляции (увлажнение)	23,7
4	Износ и разрушение подшипников	25,9
5	Ухудшение охлаждаемой поверхности	2,9
6	Коррозия	8,6
7	Некачественный ремонт	7,4

Анализ данных по распределению отказов погружных электродвигателей [1, 2] показывает, что более 40% отказов приходится на детали узлов трения ротора: трещины на втулках подшипников и втулке уплотнения, износ или наличие рисок на поверхности втулок подшипников и втулке уплотнения, износ (или повреждение) шеек и концов вала, изгиб вала (таблица 2).

Таблица 2 – Дефекты деталей погружных электродвигателей

№ п/п	Наименование детали, узла	Вид дефекта детали	Коэффициент повторяемости
1	Ротор в сборе	Вал ротора	
1.1		Износ рабочей поверхности распорной втулки подшипника	0,30
1.2		Износ посадочного места под соединительную муфту	0,11
1.3		Износ посадочного места под пяту	0,10
1.4		Износ шпоночной канавки по ширине под пяту	0,08
1.5		Изгиб вала	0,08
1.6		Износ шпоночной канавки по ширине под муфту	0,07
1.7		Обрыв конца вала под соединительную муфту	0,07
1.8		Износ посадочного места под распорную втулку подшипника	0,06
2	Корпус подпятника	Корпус	
2.1		Износ поверхности посадочного места под подшипниковый щит	0,30
2.2		Износ поверхности посадочного места под днище	0,20
		Подпятник	
2.3		Повреждение резины	0,20
2.4		Износ подпятника по высоте	0,08
2.5		Износ сферы	0,10
		Пята	
2.6		Износ шпоночной канавки по ширине под вал	0,40
2.7		Износ пяты по высоте	0,12
2.8		Механические повреждения на рабочей поверхности	0,08

При этом существенную номенклатуру быстроизнашивающихся деталей ПЭА, требующих восстановления, составляют валы роторов электродвигателей различных серий (восстановлению подлежат рабочие поверхности шеек и концов вала). Также интенсивно изнашиваются пята электродвигателя и подпятник в случае попадания частиц песка (продуктов износа) на поверхность резинового подшипника.

Следует отметить, что качественный ремонт ПЭА выполняется на участках технического обслуживания и текущего ремонта специализированных предприятий [1, 5, 6]. При этом основными операциями ремонта являются: очистка и мойка сборочных единиц (деталей) от загрязнений; дефектация и сортировка деталей; определение вида ремонта насоса и электродвигателя, способа восстановления деталей (таблица 3); выполнение технологических операций по ремонту статора, ротора, пяты и корпусных деталей; замена вышедших из строя быстроизнашиваемых деталей; сборка; испытание, соединение насоса с электродвигателем и окраска агрегата.

В таблице 3 приведены основные сведения о видах износов и повреждений деталей ПЭА, способах их обнаружения и требуемых операциях при выполнении ремонта.

Таблица 3 – Дефектация и определение способа восстановления деталей погружных электронасосных агрегатов

№ п/п	Износы и повреждения деталей, указания по выбраковке	Способ обнаружения	Необходимый ремонт, способ восстановления
1	Корпус подшипника		
1.1	Износ рабочей поверхности втулок подшипника	Осмотр, измерение диаметра втулок нутромером	Замена подшипников
2	Втулки распорная и защитная		
2.1	Трещины на втулках распорной и защитной	Осмотр	Замена втулок
2.2	Износ или наличие рисок на поверхности втулок распорной и защитной	Измерение диаметра втулок	Шлифование в ремонтный размер, нанесение покрытия
3	Рабочее колесо		
3.1	Трещины и обломы	Осмотр	Замена колеса
3.2	Износ поверхности по наружному диаметру	Измерение диаметра колеса	Замена колеса
4	Отвод лопаточный		
4.1	Трещины и обломы	Осмотр	Замена отвода
5	Обойма		
5.1	Трещины или сквозная коррозия	Осмотр	Замена обоймы
6	Вал насоса		
6.1	Трещины и обломы	Осмотр	Замена вала

№ п/п	Износы и повреждения деталей, указания по выбраковке	Способ обнаружения	Необходимый ремонт, способ восстановления
6.2	Изгиб вала		Правка вала
7	Статор		
7.1	Ослабление бандажей обмотки	Осмотр	Замена бандажей
7.2	Повреждение изоляции мест соединений обмоток фаз и соединений обмоток с выводными проводами	Осмотр, измерение сопротивления	Замена изоляции мест соединений
7.3	Повреждение изоляции выводных проводов	Осмотр	Изолирование или замена проводов
7.4	Ослабление пазовых клиньев	Осмотр	Замена клиньев
8	Ротор		
8.1	Трещины на втулках подшипников и втулке уплотнения, расположенных на валу ротора	Осмотр	Замена втулок
8.2	Износ или наличие рисок на поверхности втулок подшипников и втулке уплотнения	Измерение диаметра втулок	Шлифование в ремонтный размер, нанесение покрытия Правка вала
8.3	Изгиб вала	Измерение биения	
9	Щиты подшипниковые		
9.1	Износ рабочей поверхности втулок подшипника	Осмотр, измерение диаметра втулок нутромером	Замена подшипников
10	Пята		
10.1	Риски на рабочей поверхности пяты	Осмотр	Шлифование и полирование, нанесение покрытия
10.2	Износ пяты по высоте, канавки и рыски на рабочей поверхности	Измерение высоты	Протачивание, полирование
11	Подпятник		
11.1	Износ подпятника по высоте	Осмотр	Замена подпятника, нанесение покрытия
12	Диафрагма		
12.1	Потеря эластичности, трещины и разрывы	Осмотр	Замена диафрагмы
13	Шпонки насоса и электродвигателя		
13.1	Трещины и надломы	Осмотр	Замена шпонок

Так, после выполнения операций разборки детали и узлы электродвигателей и насосов очищают от загрязнений и продуктов коррозии в основном механическим способом. В качестве материалов применяются следующие материалы: дробь из отбеленного чугуна диаметром 3 мм или чу-

гунный песок из молотой дробы, стальной песок из колотой дробы или алюминиевый песок.

Для радиальных подшипников, установленных в корпусе подшипника насоса, производится замена, если на их рабочих поверхностях имеются трещины, вырывы, шелушение резины, а также, если диаметры рабочих поверхностей больше допускаемых.

Рабочие поверхности вала насоса (посадочные места под соединительную муфту), имеющие диаметры меньше допускаемых значений, подлежат восстановлению нанесением износостойких покрытий.

Защитные и распорные втулки подлежат шлифованию до следующего ремонтного размера, если на их поверхности имеются риски, канавки или диаметр втулок меньше допускаемого для соответствующего ремонтного размера.

При поломке или наличии трещин на валу ротор электродвигателя подлежит выбраковке. При биении поверхности ротора более 0,05 мм вал подлежит правке.

Втулки подшипников подлежат шлифованию до следующего ремонтного размера, если на их поверхности имеются риски, канавки или диаметр втулок меньше допускаемого для соответствующего ремонтного размера.

Диаметр посадочного места и ширина шпоночной канавки в пяте под вал ротора не должен превышать допускаемых значений. Пята подлежит замене, если ее высота меньше допускаемой. При наличии на рабочей поверхности пяты рисок, канавок, шероховатостей, а также при неравномерном износе пяты по высоте, пята подлежит ремонту.

Подпятник заменяют, если высота меньше допускаемого значения. При наличии рисок, царапин, канавок на рабочей поверхности подпятника он подлежит восстановлению.

Обкатка и испытание погружных электродвигателей производится на установке для испытания электрооборудования модели КИ-6380 или стенде модели КИУ-6. При этом электродвигатель погружают в ванну с водой и обкатывают на холостом ходу. Обкатку выполняют в течение 20 минут.

Перед сборкой у деталей проверяют внутренние места поверхностей обойм, стяжек, головок на наличие лакокрасочных покрытий, продувают сжатым воздухом и протирают обтирочной ветошью. Сборка насосов производится в тисках на слесарном верстаке. В собранном электродвигателе проверяют осевой люфт ротора (в пределах 2,5–4 мм) и расстояние от торца выходного конца вала до торца верхнего подшипникового щита.

Далее осуществляется окраска ПЭА лакокрасочными материалами с помощью переносного окрасочного агрегата пневматического распыления.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В результате выполненного анализа, установлено, что основными видами износа данного класса оборудования являются: усталостное изна-

шивание, кавитационное изнашивание, гидроабразивное изнашивание.

2. На основании анализа дефектов погружных электронасосных агрегатов, причин их появления определена номенклатура быстроизнашивающихся деталей электрооборудования машин, требующих восстановления.

3. Рассмотрены основные технологические операции ремонта погружных электронасосных агрегатов (статора, ротора, пяты и корпусных деталей и др.).

### Список литературы

1. Козорез, А.С. Эксплуатация и технический сервис. Погружные скважинные электронасосные агрегаты / А.С. Козорез, В.С. Ивашко. – Минск: Изд-во РУП «Институт энергетики АПК НАН Беларуси», 2006. – 186 с.

2. Ивашко, В.С. Водоснабжение животноводческих комплексов с применением погружных электронасосных агрегатов: монография / В.С. Ивашко и др.; под науч. ред. В.К. Пестиса. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 251 с.

3. Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин и др.; под общ. ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.

4. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин и др.; под ред. Е.А. Пучина. – М.: УМЦ «Триада», 2006. Ч. I. – 348 с.

5. Юдин, М.И. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий: учеб. для высш. уч. завед. / М.И. Юдин и др. – Краснодар: Совет. Кубань, 2007. – 968 с.

6. Черноиванов, В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / В.И. Черноиванов и др.; под общ. ред. В.И. Черноиванова. – М.; Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2001. – 831 с.

### УДК 631

## РОБОТ ДЛЯ СБОРА ЯБЛОК-НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ТЕНДЕНЦИЯ В РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

*Ямбаршева Лия Владиславовна, студент-бакалавр  
Александров Рустам Иванович, науч. рук., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО ЧувГУ им. И.Н. Ульянова, г.Чебоксары, Россия*

*Аннотация: робот-сборщик является неизбежной тенденцией развития технологии уборочной машины в будущем. После обобщения преимуществ и недостатков технологии сбора яблок в лаборатории за рубежом, было разработано устройство для сбора данной фрукта. Устройство основано на целях определения зрелости яблок и состоит из оболочки, режущего устройства, силового устройства. Это может обеспечить эффективный и быстрый сбор фруктов и более точную диф-*

ференциацию зрелости.

**Ключевые слова:** сервопривод, шаговое устройство, цветное пространство

Яблоко является одним из основных фруктов, производимых в Китае. В 2002 году производство яблок в Китае составляло 19,24 млн. тонн, а на производство яблок приходилось 27% производства фруктов в стране. Устройство напрямую влияет на эффективность и качество комплектации роботов. Из-за особенностей распределения яблони трудно точно расположить плоды. Неправильный сбор приведет к таким проблемам, как царапина на поверхности плодов и чрезмерная посадка, что приведет к снижению производства и дохода в саду. Для практических задач по сбору, суммируя преимущества и недостатки выбора роботов в стране и за рубежом, в этой статье говорится о том, что был разработан робот по сбору яблок в саду. В ряде работ рассматриваются такие системы [1, 2, 4, 5, 8], в том числе с применением мехатронных систем [3, 6, 7, 9].

Целью данной статьи является изучение всех тонкостей сбора яблок с помощью устройства для сбора.

Сборочное устройство состоит из оболочки, режущего и силового устройства. Оболочка сделана в соответствии с размером фактического яблока, оставляя достаточный запас, чтобы гарантировать, что яблоко может войти гладко; режущая часть приводится в действие силовым устройством и может выполнять вращения; сервопривод выбран в качестве движущей части режущего устройства; в нижней части корпуса есть отверстие для сбора [10]. Основная структура сборочного устройства показана на рисунке 1.

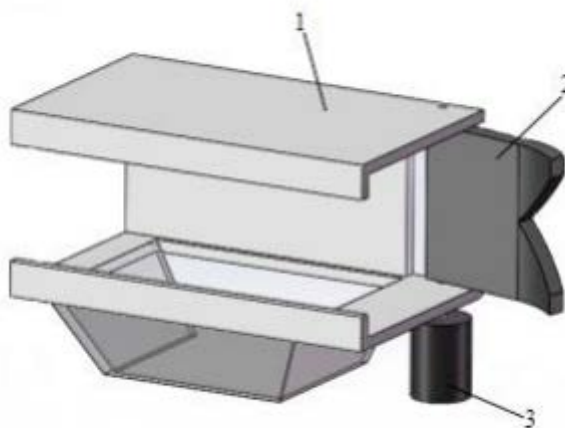


Рис. 1. Структура сборочного устройства  
1-оболочка, 2-режущее устройство, 3-устройство питания

Защитная оболочка для сборочного устройства гарантирует, что яблоки могут упасть в отверстие относительно точно. В соответствии с тре-

бованиями к прочности оболочка собирающего устройства изготавливается из алюминиевого сплава или конструкционного пластика для уменьшения веса устройства.

В качестве силового устройства можно выбрать шаговый двигатель и сервопривод. Шаговый двигатель - это управляющий двигатель с разомкнутым контуром, который преобразует электрические импульсные сигналы в угловые или линейные смещения. В случае перегрузки скорость двигателя и положение останова зависят только от частоты импульсного сигнала и количества импульсов, но не зависят от изменений нагрузки. Когда шаговый драйвер получает импульсный сигнал, он заставляет шаговый двигатель вращаться в заданном направлении на фиксированный угол.

С точки зрения конструкции сервопривод представляет собой небольшой двигатель постоянного тока вместе с датчиками, микросхемами управления и комплектами редукторов, упакованными во встроенный корпус. Принцип работы сервопривода заключается в том, что приемник посылает сигнал сервоприводу, а направление вращения определяется ИС на печатной плате. Затем двигатель начинает вращаться, и мощность передается на поворотный рычаг через редуктор, в то же время детектор угла отправляет сигнал, чтобы определить, достигло ли оно желаемого положения.

После сравнения характеристик шагового двигателя и сервопривода мы обнаружили, что первому трудно получить большой крутящий момент, и он будет нестабильным при быстром вращении. Поэтому мы выбрали сервопривод в качестве устройства питания.

Система зрения фотографирует яблоню и обрабатывает изображения. Основываясь на положении, полученном системой видения, роботизированные руки перемещают устройство захвата в положение захвата. Яблоки входят в собирающее устройство со стороны отверстия, а другая сторона будет заблокирована режущим устройством. Сервопривод приводит режущее устройство в нужное положение, чтобы отрезать фрукты. Плоды падают в отверстие в нижнюю часть скорлупы. Под защитой скорлупы собранные плоды не упадут на землю. Это значительно повысит эффективность и результативность комплектации.

Основная задача системы наблюдения за роботом для сбора яблок состоит в том, чтобы получать цифровые изображения яблок, выполнять их обработку на полученных изображениях, определять и позиционировать яблочные цели.

Цветовое пространство обеспечивает цифровое представление цветов на основе этой модели. Цвет чувствителен и играет ключевую роль в обработке изображений. Данное пространство описывает все цвета несколькими компонентами, также можно сказать, что цвета объясняются более приемлемым способом на основе определенных стандартов. Все цвета в изображении могут выполнять самовыражение в форме одной точки с



помощью цветового пространства.

Цветовое пространство RGB является наиболее часто используемой цветовой моделью. Основываясь на трех основных цветах: красном, зеленом и синем, они могут быть наложены в разной степени, и может быть синтезировано более 16 миллионов различных цветов. Модель RGB имеет три пиксельных слоя. Выделение красного элемента на каждом пикселе достигается с помощью следующей формулы:

$$V = 2R - B - G \quad (1)$$

Чтобы обеспечить более точное позиционирование яблок, мы попробовали метод обработки изображений - метод OTSU (максимальная дисперсия между кластерами). В данном методе OTSU исчерпывающе ищет порог, который минимизирует дисперсию внутри класса, определяемую как взвешенную сумму дисперсий двух классов.

$$\sigma_w^2(t) = \omega_1(t)\sigma_1^2(t) + \omega_2(t)\sigma_2^2(t) \quad (2)$$

$$\sigma_b^2(t) = \sigma^2 - \sigma_w^2(t) = \omega_1(t)\omega_2(t)[\mu_1(t) - \mu_2(t)]^2 \quad (3)$$

В формулах (2) и (3) веса  $\omega_i$  являются вероятностями двух классов, разделенных порогом  $t$  и  $2\sigma_i$  дисперсий этих классов. OTSU показывает, что минимизация внутриклассовой дисперсии аналогична максимизации межклассовой дисперсии. Формулы (3) выражаются в терминах вероятностей класса  $\omega_i$  и средних значений класса  $\mu_i$ , которые, в свою очередь, могут обновляться итеративно. Эта идея дает эффективный алгоритм.

Для того чтобы яблоки могли беспрепятственно входить в сборочное устройство, размер оболочки должен иметь достаточный запас. Форма яблока похожа на сферу. Десять яблок были измерены случайным образом, и диаметры десяти яблок были 76, 78, 81, 72, 86, 79, 84, 75, 88 и 80 мм соответственно. Среднее значение десяти яблок составило 79,9 мм, где самое большое яблоко примерно на 22% больше, чем самое маленькое. Согласно среднему диаметру, если поперечное сечение оболочки рассчитано на квадрат с длиной стороны 120 мм, то оболочка примерно на 50% больше, чем 79,9 мм, что может привести к успешному попаданию яблок в устройство для сбора.

Из этой статьи следует, что устройство сбора яблок принимает относительно простую конструкцию и эффективное режущее устройство. Оно может удовлетворить потребности роботов, собирающих яблоки, и повысить эффективность и качество сбора яблок.

Нынешняя конструкция корпуса с длиной стороны 120 мм может обеспечить успешное попадание подавляющего большинства яблок в сборочное устройство. В последующем проекте мы рассмотрим возможность настройки скорлупы для адаптации к разным размерам и зрелости яблок.

### Список литературы

1. Алексеев, В.В. Получение функциональной зависимости липкости почв от основных гидрофизических почвенных параметров / В.В. Алексеев, И.И. Максимов, С.А. Васильев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2014. – №3 (40). – С. 63-67.
2. Васильев, А.А. Устройство для внесения в почву жидких мелиорантов при плоскорезной обработке / А.А. Васильев, С.А. Васильев // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 111. – № 1. – С. 181-184.
3. Васильев, С.А. Разработка метода и профилографа для оценки мелиоративных технологий на склоновых агроландшафтах / С.А. Васильев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 3 (43). – С. 220-226.
4. Васильев, С.А. Противозерозионная контурная обработка почвы машинно-тракторными агрегатами на агроландшафтах склоновых земель / С.А. Васильев, А.А. Васильев, Н.И. Затылков // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 5 (84). – С. 43-54.
5. Васильев, С.А. Разработка рабочего органа для внесения жидких мелиорантов в почву при плоскорезной обработке / С.А. Васильев, А.А. Васильев, И.И. Максимов, В.В. Алексеев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 1. – С. 55-58.
6. Васильев, С.А. К вопросу о технике и технологии глубокого рыхления склоновых земель / С.А. Васильев, П.В. Константинов, С.Н. Мардарьев, С.П. Зайцев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 2 (50). – С. 310-316.
7. Васильев, С.А. Метод определения направления движения водного потока на агроландшафте склоновых земель / С.А. Васильев, И.И. Максимов, Е.П. Алексеев, А.Н. Михайлов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 12. – № 4 (46). – С. 72-77.
8. Карташов, Д.Ю. Анализ траектории движения зубьев при создании экспериментального почвообрабатывающего рабочего органа / Д.Ю. Карташов, С.А. Васильев, Е.П. Алексеев, А.А. Васильев, В.В. Алексеев // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2 (80). – С. 91-94.
9. Семенов, С.А. Особенности реализации и перспективы применения технологий цифрового земледелия в АПК / С.А. Семенов, С.А. Васильев, И.И. Максимов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1 (4). – С. 69-76.
10. Xindong Ni et al. / IFAC PapersOnLine 51-17. – 2018. – P. 489-494.

# СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ

<i>Аникин Николай Викторович.</i> Повышение эксплуатационной надежности транспортно-технологических машин.....	3
<i>Афанасенко Дмитрий Евгеньевич, Щурский Денис Сергеевич.</i> Технологические параметры магнитно-электрического упрочнения рабочих поверхностей валов роторов погружных электронасосов.....	7
<i>Белей Елена Витальевна, Иткина Дарья Леонидовна.</i> Создание генетической конструкции экспрессионной системы с геном щелочной фитазы <i>Bacillus ginsengihumi</i> и сигнальным пептидом <i>killer</i> на основе метилотрофных дрожжей <i>Pichia pastoris</i> .....	13
<i>Булатов Александр Михайлович, Трушанин Андрей Сергеевич.</i> Проблемы развития производства и переработки льна.....	16
<i>Бут-Гусаим Вадим Николаевич.</i> Вязкое и хрупкое разрушение деталей сельскохозяйственных машин и агрегатов .....	20
<i>Веселовский Глеб Валерьевич.</i> Экспериментальные исследования гомогенизатора для жидкого навоза.....	25
<i>Галимов Руфан Рамильевич, Максимович Кирилл Юрьевич.</i> Анализ состояния машинно-тракторного парка на территории Новосибирской области.....	31
<i>Гапанович Александр Владимирович.</i> Муха «Черная львинка» как кормовая добавка для КРС.....	36
<i>Грибанов Артем Валерьевич.</i> Недостатки патентных станков для зооветеринарного обслуживания КРС .....	41
<i>Грибанов Дмитрий Александрович.</i> Улучшение качества кормовой смеси при раздаче кормораздатчиком ИСРК-12 .....	45
<i>Гудин Вадим Максимович, Барабанов Алексей Сергеевич, Чиркова Наталья Сергеевна.</i> К методике расчета изгибающих и крутящих моментов действующих на вал редуктора луковой сажалки.....	48
<i>Гудин Вадим Максимович, Барабанов Алексей Сергеевич, Чиркова Наталья Сергеевна.</i> Расчет нагрузок действующих на вал цепного редуктора луковой сажалки.....	53
<i>Ерошкин Андрей Дмитриевич, Аникин Николай Викторович.</i> Система визуализации для измерения скорости и улучшения качества распределения удобрений.....	57
<i>Залуцкий Максим Александрович, Раймбеков Асылхан Аканович.</i> Магнитно-абразивная обработка металлических молочных катетеров.....	62
<i>Зыков Никита Дмитриевич.</i> Время осаждения частиц загрязнений в моторном масле при центробежной очистке.....	68
<i>Карпов Егор Сергеевич, Самородов Алексей Сергеевич.</i> Анализ существующих форм организации хранения сельскохозяйственных машин в не-	

рабочий период .....	73
<b>Карякин Константин Сергеевич.</b> Технический ремонт и обслуживание сельскохозяйственной техники в полевых условиях .....	77
<b>Копейкин Артем Дмитриевич.</b> Установка для экспериментальных исследований почвообрабатывающих рабочих органов .....	80
<b>Крюкова Надежда Сергеевна.</b> Способ снижения бактерицидности молока при дойке .....	82
<b>Курманов Николай Игоревич, Солтан Елена Леонидовна.</b> Причины образования сажи в дизельном двигателе внутреннего сгорания .....	86
<b>Лисина Екатерина Сергеевна.</b> Современные методы очистки и регенерации отработанных смазочных масел .....	91
<b>Литвинов Владимир Игоревич.</b> Проблемы использования альтернативных источников энергии и их влияние на окружающую среду .....	97
<b>Лукашкин Дмитрий Викторович, Гольдбурд Андрей Леонидович.</b> Совершенствование процесса очистки транспортно-технологических машин .....	103
<b>Максимова Юлия Рудольфовна.</b> Моделирование рабочего поведения сельскохозяйственной техники на основе смартфонов .....	108
<b>Малашин Виталий Игоревич.</b> Проект организации работы заправочного участка обслуживания автомобилей: экономическое обоснование .....	111
<b>Миранович Никита Алексеевич, Щурский Денис Сергеевич.</b> Технологическое оборудование для нанесения на детали сельскохозяйственной техники износостойких покрытий и их финишной обработки .....	116
<b>Михайлов Андрей Сергеевич.</b> Анализ работы электронной образовательной среды «Web. ГОСТЕХНАДЗОР 2.0» в Вологодской ГМХА .....	122
<b>Моор Евгений Владимирович.</b> Разработка дозатора-транспортера для бункерных кормораздатчиков .....	125
<b>Наухан Еркежан Мауленкызы.</b> Многофакторный эксперимент исследования процесса сушки зерна посредством индукционных нагревателей .....	128
<b>Низов Никита Сергеевич.</b> Технология производства лубяных волокон. 134	
<b>Осипов Никита Алексеевич, Голицын Алексей Михайлович.</b> Изучение влияния электромагнитного поля сверхвысокой частоты на посевные качества семенного зерна и возделывание овощных культур .....	139
<b>Парфёнов Антон Иванович.</b> Получение литых поршней автотракторных Двигателей из композиционных материалов .....	143
<b>Попов Дмитрий Александрович, Медведев Артем Владимирович.</b> Агротехническое решение создания минитеплицы для возделывания овощей в домашних условиях .....	148
<b>Рожков Георгий Александрович, Чугунов Сергей Валерьевич.</b> Анализ способов скарификации семян трав .....	153
<b>Рыхлик Антон Николаевич.</b> Перспективы использования фильтроэлементов из медных кабельных отходов .....	156

<b>Рыхлик Антон Николаевич, Зыков Никита Дмитриевич.</b> Генерация металлических частиц загрязнений в моторном масле двигателя Д-243 .....	159
<b>Сагындикова Айгуль Журсиновна, Дуйсенова Ш.Т., Наухан Е.М.</b> Механика движения зерна по геликоиду с переменным шагом в сушильной установке .....	164
<b>Серов Илья Дмитриевич.</b> Расчет массы детали. Экономический расчет стоимости заготовки в машиностроении .....	171
<b>Соколов Павел Александрович.</b> Ресурсосберегающие технологии при инфракрасного обогреть порослят .....	175
<b>Сорокина Диана Алексеевна, Шадура Маргарита Юрьевна.</b> Проблема поднятия уровня воды на Новочебоксарской ГЭС .....	179
<b>Терехов Дмитрий Юрьевич, Михайленко Дмитрий Александрович.</b> Алгоритмы. Свойства алгоритмов .....	182
<b>Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович.</b> Интерактивный стенд для освоения цифровых технологий в сельском хозяйстве .....	186
<b>Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович.</b> Разработка модуля для комплекта вездехода .....	191
<b>Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович.</b> Расчет восьмикорпусного дискового плуга .....	194
<b>Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович.</b> Цифровизация сельского хозяйства: умные фермы.....	199
<b>Трушанин Андрей Сергеевич, Булатов Александр Михайлович.</b> Краткая характеристика отрасли льноводства Вологодской области .....	203
<b>Угрюмов Григорий Васильевич.</b> Обоснование выбора рабочих органов молотковых дробилок .....	208
<b>Филимонова Ксения Сергеевна.</b> Особенности пневматического разделения примесей при уборке сельскохозяйственных культур .....	211
<b>Чикулаев Вадим Андреевич.</b> Повышение эффективности труда предприятия, путём соблюдения требований охраны труда и расчётов основных энергетических показателей .....	215
<b>Чикулаев Вадим Андреевич.</b> Способы обработки кормов для животных.....	222
<b>Шпак Артем Андреевич, Анкин Николай Викторович.</b> Основные пути повышения сохранности сельскохозяйственных машин в нерабочий период.....	230
<b>Шпилева Алена Ивановна.</b> Значимость безопасности труда на производстве .....	236
<b>Шубина Вероника Александровна.</b> Измерение и контроль вибраций при производственном процессе .....	242
<b>Шушков Роман Анатольевич.</b> Проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА .....	246
<b>Щурский Денис Сергеевич, Афанасенко Дмитрий Евгеньевич.</b> Влияние типа источников технологического тока на производительность магнитно-	

электрического упрочнения и качество покрытий.....	250
<b>Щурский Денис Сергеевич, Залуцкий Максим Александрович.</b> Причины и виды износа деталей погружных электронасосных агрегатов, используемых в сельскохозяйственном производстве.....	255
<b>Ямбаршева Лия Владиславовна.</b> Робот для сбора яблок-неотъемлемая тенденция в развитии технологии сельскохозяйственной отрасли.....	261

*Научное издание*

**Молодые исследователи  
агропромышленного и лесного  
комплексов – регионам**

*Том 2. Часть 1. Технические науки  
Сборник научных трудов по результатам работы  
V международной молодежной научно-практической конференции*

*Ответственный за выпуск В.В. Суров*

Подписано в печать 15.05.2020 г.

Объем 16,9 усл. печ. л.

Заказ № 77-Р

Формат 60/90 1/16

Тираж 50 экз.

**ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА  
160555 г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2**

ISBN 978-5-98076-321-3



9 785980 763213