



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА»

НОВАЦИИ КАК СТРАТЕГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



**Материалы
Всероссийской научно-практической конференции,
посвящённой памяти профессора
Анатолия Михайловича Лопатина
(1939-2007)**

Рязань, 2021 г.

УДК: 63:001(06)

ББК: 40я43

B562

Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина, 12 ноября 2021 года. Рецензируемое научное издание. – Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2021. –210 с.

Редакционная коллегия:

Шемякин Александр Владимирович, д-р техн. наук, профессор, врио ректора ФГБОУ ВО РГАТУ;

Лазуткина Лариса Николаевна, д-р пед. наук, доцент, и.о. проректора по научной работе ФГБОУ ВО РГАТУ;

Бачурин Алексей Николаевич, канд. техн. наук, доцент, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;

Рембалович Георгий Константинович, д-р техн. наук, доцент, декан автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;

Борычев Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, первый проректор ФГБОУ ВО РГАТУ;

Каширин Дмитрий Евгеньевич, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой электроснабжения ФГБОУ ВО РГАТУ;

Успенский Иван Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ;

Ульянов Вячеслав Михайлович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технические системы в АПК ФГБОУ ВО РГАТУ;

Богданчиков Илья Юрьевич, канд. техн. наук, заместитель декана инженерного факультета по научной и инновационной работе, председатель Совета молодых учёных, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО РГАТУ;

Терентьев Вячеслав Викторович, канд. техн. наук, доцент, заместитель декана автодорожного факультета по научной и инновационной работе, доцент кафедры организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности ФГБОУ ВО РГАТУ;

Колошеин Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры Строительства инженерных сооружений и механики ФГБОУ ВО РГАТУ

В сборник вошли материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007) «Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства» 12 ноября 2021года.

©Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Содержание

<i>Абрамов Ю.Н., Бачурин А.Н., Жирков Е.А., Юдаев Ю.А., Холодён И.В.</i> Метод диагностирования топливной системы питания ДВС	6
<i>Агафонов С.М., Богданчиков И.Ю.</i> К вопросу технического обеспечения при введении залежных земель в оборот	10
<i>Барабанов А.В.</i> К вопросу регенерации моторных масел	14
<i>Богданчиков И.Ю., Винников А.В., Коротаева Д.С.</i> Анализ обеспеченности Рязанской областисельскохозяйственной техникой.....	17
<i>Бондаренко А.А., Драгуленко В.В.</i> Плавающая геометрия цилиндров двигателя с алюминиевым блоком.....	22
<i>Бондаренко А.А., Руднев С.Г.</i> Необходимость применения жидких моторных масел в современных двигателях внутреннего сгорания.....	26
<i>Бондаренко А.А., Руднев С.Г.</i> Последствия уменьшения кривошипно-шатунного механизма современных бензиновых двигателей.....	30
<i>Бродин Н.В., Ступин А.С.</i> Определение показателей качества опрыскивания ..	34
<i>Вакуленко О.С., Тарасенко Б.Ф., Дмитриев С.А.</i> Формирование структурыгазотермических покрытий	39
<i>Вышебабина А.В., Богус А.Э.</i> Анализ конструкций режущих аппаратоврисоуборочных машин	43
<i>Волков А.Ю., Гобелев С.Н.</i> Обоснование параметров энергосберегающих осветительных установок с компактными люминесцентными и светодиодными лампами для освещения птицы при клеточном содержании.....	49
<i>Захарова О.А.</i> Особенности цифровизации в сельском хозяйстве и педагогической деятельности	54
<i>Иванова Д.О., Брюхин Я.А., Нагаев Н.Б., Винников А.В.</i> Обзор существующих способов обеззараживания зерна на линиях послеуборочной обработки.....	59
<i>Кадыров М.Р., Чеботарев М.И.</i> Стенд для контроля биения шеек коленчатого вала.....	64
<i>Колошеин Д.В., Бoryчев С.Н., Волков А.И., Щавелев И.В.</i> Автоматическое регулирование температурно-влажностного режима в картофелехранилищах, при проведении эксперимента	69
<i>Коновалов А.Г., Коновалов В.И., Коновалов М.Г.</i> Зерноуборочный комбайн с почвообрабатывающим органом.....	74
<i>Корж Я.А., Драгуленко В.В.</i> Анализ причин снижения ресурсасовременного двигателя автомобиля	78
<i>Кугушев И.А., Гобелев С.Н.</i> Обоснование выходных параметров ветровойустановки	82
<i>Куликов А. А., Фатьянов С.О., Морозов А.С.</i> Способы обеззараживания семян сельскохозяйственных крупяных культур.....	86
<i>Кураксин П.А., Семина Е.С., Максименко О.О.</i> Установка для восстановления иремонтаизоляцииэлектродвигателя.....	91
<i>Локтев Д.С., Семина Е.С., Максименко О.О.</i> Устройство для магнитной обработкиводы.....	96

<i>Манецкий М.А., Колупаев С.В. Особенности машинного производства картофеля</i>	<i>100</i>
<i>Матущенко А.Е., Полуэктов А.А., Сарксян М.Д. Исследование скорости початкоотделяющего аппарата</i>	<i>105</i>
<i>Матущенко А.Е., Полуэктов А.А., Сарксян М.Д. Энергетические затраты машин при внесении минеральных удобрений под рис</i>	<i>109</i>
<i>Матущенко А.Е., Полуэктов А.А., Тарасенко Е.А. Некоторые вопросы теории обмолотарисапланетарным аппаратом</i>	<i>114</i>
<i>Нагаев Н.Б., Тишкин Д.В., Алексеев А.Н., Дементьев Т.Р., Куракин Д.В. К вопросу использования нейронных сетей для прогнозирования параметров качества электрической энергии</i>	<i>119</i>
<i>Назаров П.А., Колупаев С.В. Снижение повреждений клубней при машинной уборке картофеля</i>	<i>124</i>
<i>Нистратов Е.А., Гончарук Д.В. Совершенствование рабочих органов картофелеуборочных машин</i>	<i>128</i>
<i>Олейник Д.О., Леденева П.А., Анисимов С.А. Разработка способа и приспособления для искусственного опыления сельскохозяйственных культур защищенного грунта с применением программно-управляемого малого беспилотного летательного аппарата</i>	<i>132</i>
<i>Пантюхин К.А., Липатова М.А., Гончарук Д.В. Совершенствование сепарирующих органов картофелеуборочных машин</i>	<i>137</i>
<i>Припоров И.Е., Савельев Т.К. Система питания дизельного двигателя при работе на биотопливе</i>	<i>141</i>
<i>Пуков Р.В. Снижение потребления топлива как инструмент сдерживания роста стоимости сельскохозяйственной продукции</i>	<i>146</i>
<i>Селезнев В.В., Воротников Е.С. Совершенствование погрузочных работ при машинной уборке картофеля</i>	<i>150</i>
<i>Симонова Н.В., Борычев С.Н., Якутин Н.Н., Щавелев И.В. Повышение надежности элеваторных картофелекопателей</i>	<i>154</i>
<i>Славянский Р.А., Воротников Е.С. Контейнерный способ транспортировки сельскохозяйственной продукции</i>	<i>159</i>
<i>Слободскова А.А., Поликарпова Ю.А., Бырылов И.М. К вопросу развития всемирной энергетической системы</i>	<i>163</i>
<i>Слободскова А.А., Поликарпова Ю.А., Кабаков А.А. К вопросу о проектировании солнечных энергоустановок</i>	<i>167</i>
<i>Соколенко О.Н., Белобаба А.Н. Способ интенсификации работы ленточных сушильных установок</i>	<i>171</i>
<i>Станин В.Д., Вышебабина А.В., Богус А.Э. Анализ конструкций приводов беспальцевых режущих аппаратов</i>	<i>175</i>
<i>Станин В.Д., Тлишев А.И. Обзор теоретических исследований двухбарабанных початкоочищающих аппаратов</i>	<i>179</i>
<i>Станин В.Д., Вышебабина А.В., Тлишев А.И. Обзор теоретических исследований технологического процесса работы режущего аппарата с возвратно-поступательным движением ножа</i>	<i>184</i>

<i>Теличенко А.В., Башняк С.Е.</i> Обоснование конструкции комбинированного орудия с фрезой безвального типа.....	188
<i>Туркин В.Н., Горшков В.В.</i> Линии обработки и брикетирования прополиса	194
<i>Филючков Д.С., Крапивина С.В.</i> Совершенствование конструкции кузовов транспортных средств для перевозки картофеля.....	197
<i>Чигишева Л.А., Бачурин А.Н., Липин В.Д., Богданчиков И.Ю.</i> Устройство для ухода залугами и пастбищами.....	201
<i>Шемякин А.В., Борычев С.Н., Каширин Д.Е., Павлов В.В.</i> Оценка экономических потерь, связанных с нарушениями в работе системы электроснабжения.....	205

*Абрамов Ю.Н., канд. техн. наук,
Бачурин А.Н., канд. техн. наук, доцент,
Жирков Е.А.,
Юдаев Ю.А., д-р. техн. наук, профессор,
Холодён И.В.
ФГБОУ ВО ГАТУ, г. Рязань, РФ*

МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВС

В настоящее время процесс диагностирования входит в состав системы технического обслуживания (ТО) и ремонта сельскохозяйственной техники. По результатам диагностирования назначаются различные технологические операции в процессе ТО и ремонта, что позволяет снизить затраты на поддержание сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии и повысить ее надежность при эксплуатации [1, 2, 3, 4, 5].

Для обслуживания машин в сельском хозяйстве предусмотрена комплексная система ТО и Р, согласно которой обслуживание сборочных единиц и агрегатов машин можно проводить по трем вариантам. Для обслуживания топливной аппаратуры (ТА) предназначен второй вариант, то есть периодическое техническое обслуживание (ТО) в зависимости от наработки. Но при техническом обслуживании ТНВД и форсунок, устранение последствий отказов которых наиболее трудоемкое, проведение операций, связанных с предупреждением отказов, практически не предусматривается [6, 7].

Если при проверке технического состояния топливной системы на стационарных стендах по выходным параметрам процесса подачи будет установлена ее работоспособность, то ТО насоса и форсунок как наиболее сложных агрегатов на этом заканчивается и продолжается их эксплуатация до очередного обслуживания. При выявлении нарушений работоспособности ТНВД и форсунок технология ТО предусматривает выполнение ряда операций по устранению отказов [8, 9, 10].

Содержание работ по техническому обслуживанию насоса и форсунок без применения средств диагностирования по своей сути схожи с обслуживанием агрегатов машин по первому варианту комплексной системы ТО и Р, когда ТО проводится по необходимости. Первый вариант обслуживания неэффективен. Второй не позволяет обнаружить необходимый объем информации для управления техническим состоянием и процессом обслуживания.

Наиболее эффективным является третий вариант, при котором диагностика выполняет роль обратной связи между техническим состоянием элементов топливной системы и системой технического обслуживания.

На современном уровне развития методов и средств диагностирования использовать третий вариант для обслуживания топливной системы сложно по методологическим и техническим причинам.

Таким образом, для того чтобы применять третий вариант обслуживания топливной системы, необходимо, чтобы диагностика решала три задачи:

- могла оценивать работоспособность топливной системы;
- могла оценивать правильность ее функционирования;
- могла решать задачу поэлементной диагностики.

Для того, чтобы диагностировать прецизионные элементы, выпускается целый ряд специальных приборов. Эффективность диагностирования прецизионных пар во многом зависит как от отдельных методов, так и от совокупности методов, имеющих какой-либо общий признак [11, 12, 13, 14]. Для систематизации этих недостатков все методы поэлементного диагностирования подразделяются по различным классификационным признакам, позволяющим определить общие и индивидуальные недостатки (рисунок 1).

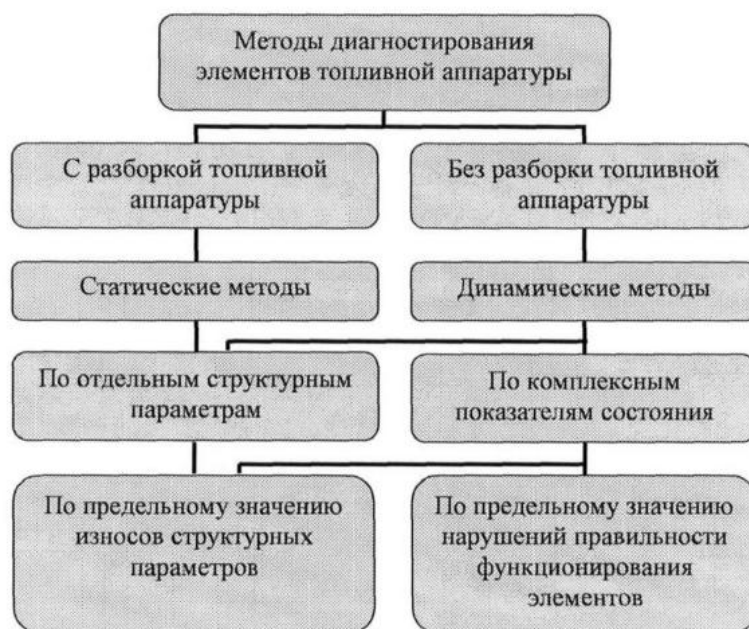


Рисунок 1 – Методы диагностирования прецизионных элементов топливной системы питания

Проведя анализ методов диагностирования прецизионных элементов топливной системы, делаем вывод, что метод диагностирования системы питания по амплитудно-фазовым параметрам топливоподачи является наиболее перспективным и позволяет решить все задачи диагностики. Суть метода заключается в том, что с помощью датчика давления М12, который установлен перед форсункой, на мониторе компьютера, подсоединенного к прибору (мотортестер МЗ-2), или дисплее самого мотортестера отображаются осциллограммы давления топлива на разных режимах работы (рисунок 2).

Осциллограммы представляют собою ряд точек с ярко выраженными экстремумами (1...10), координаты которых несут информацию о техническом

состоянии всех элементов насоса и форсунки. Однако этот метод диагностирования не нашел широкого применения в практике диагностирования прецизионных элементов топливной системы питания.

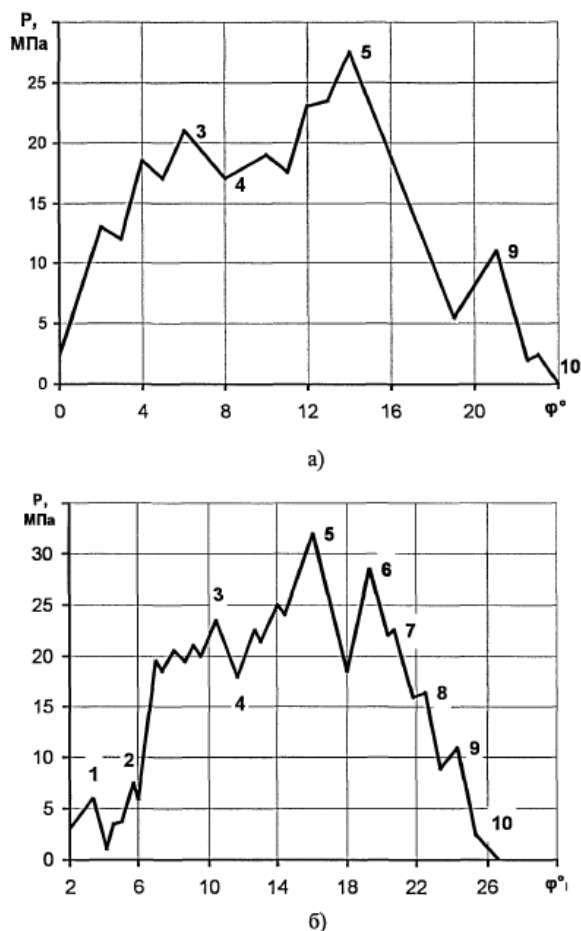


Рисунок 2 – Осциллограммы давления топлива:
а) $q=20 \text{ мм}^3/\text{цикл}$ б) $q=70 \text{ мм}^3/\text{цикл}$

Основные требования, предъявляемые к методу диагностирования прецизионных элементов. Метод диагностирования должен:

- быть безразборным;
- предоставлять достоверную информацию о техническом состоянии элементов топливной системы;
- давать оценку технического состояния любого прецизионного элемента с учетом всех его структурных параметров, которые оказывают влияние на выходные параметры;
- давать оценку работоспособности элементов топливной системы с учетом их технического состояния;
- давать оценку технического состояния всех прецизионных пар;
- создавать высокую производительность процесса;
- предоставлять информацию в полном объеме.

Таким образом, разработка основных требований, предъявляемых к методу диагностирования прецизионных элементов, позволит получить

полную информацию о работоспособности прецизионных элементов топливной системы питания с учетом фона, при котором работает каждый из элементов.

Библиографический список

1. Передвижная лаборатория для диагностики и сервиса трубопроводного транспорта в АПК/ Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, Ю.В. Якунин, А.В. Просянкин // Сборник научных трудов студентов магистратуры. – Рязань : РГАТУ, 2012. – С. 59-64.
2. Пат. РФ № 178332. Топливная система газового двигателя внутреннего сгорания / Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Корнюшин В.М. и др. – Оpubл. 30.03.2018.
3. Королев, А.Е. Оценка качества обкатки двигателей/ А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 2(26). – С. 56-60.
4. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при помощи диагностического тестера/ А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков, Т.М. Богданчикова, И.В. Серявин // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2015. – № 1. – С. 239-244.
5. Выбор диагностического параметра для оценки геометрического угла опережения подачи топлива/ Ю.Н. Абрамов, А.Н. Бачурин, Е.А. Жирков и др. // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2020. – № 2 (11). – С. 75-80.
6. Исследование связей между техническим состоянием топливной аппаратуры и сигналом давления топлива/ Ю.Н. Абрамов, А.Н. Бачурин, Е.А. Жирков и др. // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2020. – № 2 (11). – С. 81-87.
7. Стребков, С.В. Топливо и смазочные материалы: Лабораторный практикум/ С.В. Стребков, А.В. Бондарев. – Белгород : Изд-во Белгородский ГАУ, 2015. – 214 с.
8. Бoryчев, С.Н. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Бoryчев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.
9. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 09 (123). – С. 169-192.
10. Бышов, Н.В. Пути научного обеспечения развития АПК/ Н.В. Бышов, М.М. Крючков, М.М. Крючков (мл.) // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4 (8). – С. 3-5.
11. Экологическая безопасность жизнедеятельности человека/ А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казачёнок и др. – Рязань : РГАТУ, 2017. – 196 с.

12. Анализ и обоснование разработки диагностического устройства топливной аппаратуры автотракторных дизелей/ А.В. Марусин, И.К. Данилов, И.А. Успенский и др. // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3 (35). – С. 102-106.

13. Пат. РФ № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / Максименко О.О., Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Крыгин С.Е., Ерохин А.В. – Опубл.: 24.04.2002.

14. Пат. РФ № 2012112086/06. Система питания дизеля с двумя видами топлива / Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Солдатов Р.А., Дмитриев В.В., Липин В.Д. – Опубл. 10.12.2012; Бюл. № 3.

УДК 631.171

*Агафонов С.М.
ООО «Неварь Технологии», г. Сасово, Рязанская область, РФ;
Богданчиков И.Ю., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

К ВОПРОСУ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ВВЕДЕНИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ОБОРОТ

Для обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо увеличение объемы получаемой сельскохозяйственной продукции, что не возможно без увеличения посевных площадей [1]. На 1 января 2020 г. площадь неиспользуемой пашни составила 19,13 млн. га (16,6% общей площади пашни) и 59,1% неиспользуемых сельскохозяйственных угодий в стране [2]. В большинстве случаев, на распространение неиспользуемых земель являются природные факторы, приводящие к снижению плодородия почвы (ветровая и водная эрозия, переувлажнение и засоление и пр.) и экономические (нехватка ресурсов для обработки). При этом затраты на работы по возврату этих земель обратно в сельскохозяйственный оборот (раскорчёвка деревьев, срезка кустарника, удаление пней, камней и др.), увеличиваются по мере возрастания срока, в течение которого участок не использовался [2, 3]. На рисунке 1 представлено поле, выбывшее из оборота *а* и это же поле, вновь введенное в оборот *б*.



а



б

Рисунок 1 – Опытное поле:
а–залежь; *б* – вновь введенное в оборот

На рисунке 2 представлена диаграмма по площади вовлеченных в оборот земель в Рязанской области в 2016-2019 гг.

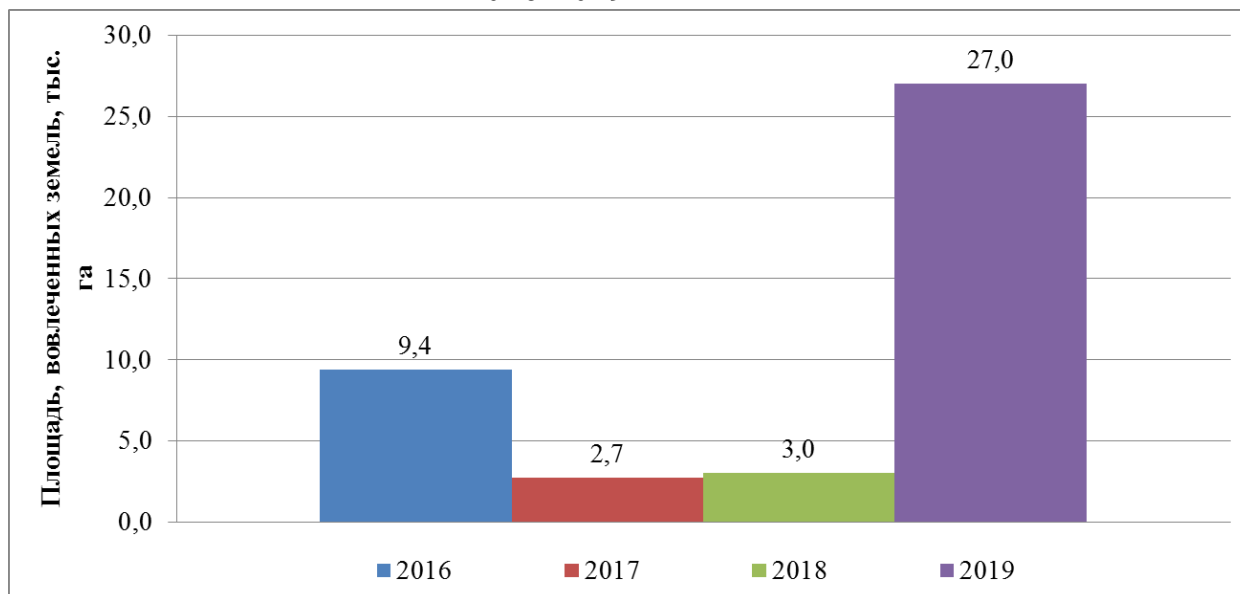


Рисунок 2 – Динамика вовлечения земель сельскохозяйственного назначения в оборот в Рязанской области в период 2016-2019 гг.

Для того, чтобы ввести залежных земель в оборот наиболее эффективно необходимо получить как можно больше информации об объекте технологического воздействия. Так, например все зарастающие поля по продолжительности периода их не использования делятся на 4 группы [2]:

1) примерно от 1 до 5 лет не использования. На поле присутствуют одиночные молодые деревья и кустарники высотой не более 3 м толщиной не более 0,5 см;

2) от 5 до 10 лет не использования. На поле деревья доходит до 6-7 м в высоту и толщиной ствола до 4 см в диаметре. Деревья уже не конкурируют с травой, сомкнутость крон составляет не более 20%;

3) от 10 до 15 лет не использования. На поле формируется древесно-кустарниковый ярус разной высоты. Большие деревья по высоте достигают 12 м, маленькие не более 1 м. Толщина деревьев более 7 см;

4) от 15 до 20 лет неиспользования. На поле присутствует сомкнутый молодой лес, стволы деревьев более 12 см в диаметре, а высота от 10 м. и более.

При вводе в оборот данных земель, помимо агротехнических и мелиоративных приемов у сельхозтоваропроизводителей возникнет потребность в качественной и высокопроизводительной сельскохозяйственной техники (дискаторы, фрезы, мульчеры, тяжелые бороны, щепдробилки, глубокорыхлители и пр.). На рисунке 3 представлена схема технологии введения залежных земель, которая составлена на основе анализа литературных источников [2, 3, 4]. Чтобы земля стала пригодна для пастбища или пашни, рекомендуется выполнить не меньше четырех-пяти технологических операций, включая орошение и внесение минеральных удобрений. Учитывая, что при обработке почвы даже на хорошо культивированных землях рабочие органы

почвообрабатывающих орудий подвергаются сильным нагрузкам и чрезмерному износу, то при обработке залежи, нагрузка увеличивается в разы (рисунок 4).

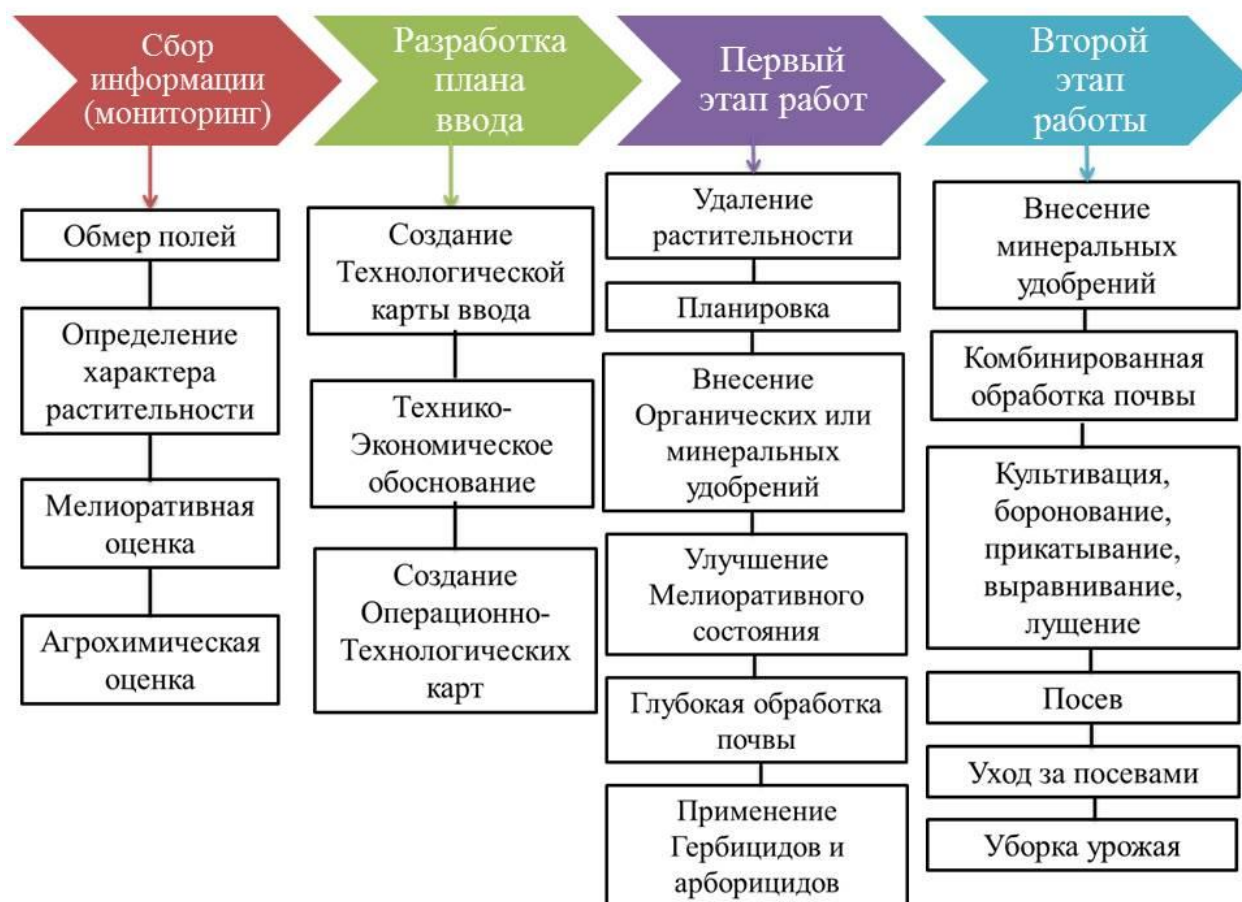


Рисунок 3 – Схема технологии освоения залежных земель



Рисунок 4 – Износ рабочих органов почвообрабатывающих машин

В настоящее время при мониторинге обрабатываемых земель, широкое применение получили беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в виде

квадрокоптеров [2, 4, 5]. Даже при использовании стандартных камер, возможно, визуально оценить размеры поля, группу по продолжительности заброшенности, возможные заболоченные или сложные места (рисунок 1).

Одной из проблем при введении залежных земель в оборот является удаление деревьев и кустарников, а в последующем и с древесными остатками, которые необходимо максимально эффективно утилизировать и не допустить гнилостных процессов в почве. В ряде хозяйств Рязанской области для удаления деревьев и кустарников активно применялись измельчители-мульчировщики с универсальными «У»-образными ножами (например Kvernelandfx 230). Например, на базе измельчителя-мульчировщика можно изготовить агрегат для утилизации послеуборочных остатков [6], а при правильно подобранной дозировке биопрепаратов-деструкторов [7] возможно ускорить процесс гумификации уже древесных остатков в почве.

Еще одной сложностью является, равномерное распределение в вертикальной плоскости древесных остатков при их заделке в почву. Дисковые почвообрабатывающие орудия (размер дисков от 1 метра!) не обеспечивают равномерную заделку древесных остатков в почву, но при этом идет высокое энергопотребление мощностей агропредприятия (использование энергонасыщенных тракторов при режимах работы сверх номинальной, что приводит к перерасходу топлива).

Таким образом, важным направлением в совершенствовании технологии введения залежных земель в оборот является разработка почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами обладающих высокой надежностью, низким энергопотреблением при высоком качестве по равномерности заделки и распределения древесных остатков в вертикальной плоскости.

Библиографический список

1. Богданчиков, И.Ю. Почвенное плодородие как залог продовольственной безопасности страны/ И.Ю. Богданчиков // Сб.: Международный форум молодых ученых : Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 01-02 декабря 2020 года. – М. : Академия управления Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2020. – С. 82-86.
2. Передовые практики введения залежных земель в оборот: аналит. обзор/ И.Г. Голубев, Н.П. Мишуков, В.В. Голубев и др. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 80 с.
3. Орлова, О.И. Борьба за землю: восстановление залежных земель/ О.И. Орлова // Карельский научный журнал. – 2015. – № 2 (11). – С. 130-133.
4. Результаты технологии введения залежных земель в севооборот/ А.В. Кудрявцев, Ю.А. Кокорев, П.В. Морозов и др. // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 12 (115). – С. 5-15.
5. Мониторинг почвенных неоднородностей на основании мультиспектральных снимков полей в технологиях утилизации пожнивных

остатков в качестве удобрения/ И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин и др. // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. – Рязань : РГАТУ, 2020. – С. 96-101.

6. Устройство для утилизации незерновой части урожая/ И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин и др. // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 2-3.

7. Русакова, И.В. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии/ И.В. Русакова. – Владимир : ФГБНУ ВНИИОУ, 2016 – 131 с.

8. Поляков, М.В. Основы формирования национальной инновационной технической системы для агропромышленного комплекса/ М.В. Поляков, Е.В. Меньшова, М.В. Евсенина // Сб.: Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань : ИП Жуков В.Ю., 2020. – С. 374-379.

9. Мартынушкин, А.Б. Направления технической и технологической модернизации российского аграрного производства/ А.Б. Мартынушкин // Техническое обеспечение сельского хозяйства. – 2019. – № 1 (1). – С. 175-180.

УДК 66.066–035.8

*Барабанов А.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

К ВОПРОСУ О РЕГЕНЕРАЦИИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Рост производительности труда не возможен без роста количества техники вовлеченной в технологический процесс. В процессе эксплуатации техники накапливаются большие объёмы отработанных масел различного назначения (моторные, гидравлические, трансмиссионные и др.) [1, 2], которые нужно правильно утилизировать (с наименьшим ущербом для экологии).

Одним способов утилизации отработанных масел является их очистка и восстановление качества близкое к исходному, что позволит использовать их повторно. Такой способ утилизации получил название – регенерация. Такой подход соответствует концепции бережливого производства, и снижает нагрузку на экологию [3, 4, 5].

Рассмотрим требования, которые предъявляются к маслам.

1. Масла должны обеспечить идеальную смазку трущихся поверхностей. Для этого необходимо, чтобы на всех местах трения была образована прочная масляная пленка. Данная плёнка должна быть устойчива на всех режимах работы механизма при различных диапазонах температур.

2. Химической стойкостью против окисления. Особенно ценно сохранение маслом своих свойств при повышенных температурах.

3. Масло должно сохранять свои свойства при хранении и

транспортировки. Например, при стремительном окислении происходит выпадение осадка, который может стать причиной выхода из строя узлов трения.

Одним из свойств масла, которое характеризует его устойчивость при эксплуатации в различных температурных диапазонах, является вязкость. При высоких температурах масло обладает большей текучестью, а при низких меньшую, что может привести к обратному – затруднению работы механизма.

Во время эксплуатации нефтяных масел в узлах и механизмах в них накапливаются асфальтосмолистые соединения, коллоидальные кокс и сажа, разные виды солей, кислоты, а также металлические пыль и стружка, минеральная пыль, волокнистые вещества, вода и т. д., что в общем характеризуется как старение масла. В настоящее время единственным способом восстановления является замена отработавшего масла на новое.

Соответственно технологический процесс утилизации отработавших масел заключается в их очистки от нежелательных примесей. Возникшим в результате эксплуатации, удаление механических примесей (продуктами трения) с выполнением восстановительных работ по восстановлению свойств масла (добавление различных присадок).

Начальными данными для разработки технологического процессов являются:

- типы перерабатываемых масел;
- объемы перерабатываемых масел;
- данные из типовых технологических процессов восстановления сходственных материалов;
- стандарты, каталоги технологического оборудования, приспособлений и инструмента;
- нормативы и режимам обработки, нормативы по труду и иная справочная литература.

Разработка технологической документации включает в себя комплект следующих взаимосвязанных работ:

- анализ типов перерабатываемых масел;
- анализ допустимых трудозатрат;
- разработку технологического маршрута (оглавления и последовательности операций) утилизации и переработки;
- определение и выбор нужных средств технологического оснащения (оборудования, приспособлений, инструмента);
- расчет расхода времени на выполнение технологических операций;
- оформление технологических документов в соответствии с установленной степенью детализации изложения технологического процесса.

Исследования показали, что в основном групповой химический состав масла меняется незначительно [3, 5], что и даёт возможность повторного использования отработанных масел после из очистки и введения специальных

присадок для улучшения некоторых их свойств.

Выбор способа регенерации отработанных масел определяется характером содержащихся в них засорений и продуктов старения: для одних масел довольно легкой чистки от механических примесей, для других нужна глубокая переработка, изредка с применением химических реагентов.

На сегодняшний день применяются следующие методы регенерации масел:

- 1) физико-механический способ;
- 2) отстаивание;
- 3) фильтрация;
- 4) центрифугирование;
- 5) физико-химические методы регенерации;
- 6) коагуляция;
- 7) адсорбционная очистка;
- 8) ионно-обменная очистка;
- 9) селективная регенерация;
- 10) химические методы очистки;
- 11) очистка серной кислотой;
- 12) гидрогенизация.

Каждый из известных способов регенерации имеет свои преимущества и недостатки, поэтому на практике обычно применяют сразу несколько методов ступенчато, что позволяет использовать только сильные стороны каждого метода. Актуальной задачей является разработка технических комплексов, позволяющих в автоматическом режиме проводить регенерацию отработанных масел с рациональным использованием нескольких методик.

Библиографический список:

1. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при помощи диагностического тестера/ А.Ю. Богданчикова, И.Ю. Богданчиков, Т.М. Богданчикова, И.В. Серявин // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2015. – № 1. – С. 239-244.

2. Королев, А.Е. Оценка качества обкатки двигателей/ А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 2 (26). – С. 56-60.

3. Регенерация отработанных моторных масел на автотранспортных предприятиях/ И.В. Морозов, Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов и др. // Сб.: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении : Материалы 5-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Курск, 14 февраля 2020 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 179-181.

4. Возможность регенерации минерального моторного масла/ И.В. Морозов, В.А. Масленников, Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2014. – № 3 (8). – С. 25-27.

5. Мухортов, И.В. Зависимость свойств регенерированного моторного масла от глубины очистки сырья/ И.В. Мухортов, Е.И. Брагина // Техническая эксплуатация, надежность и совершенствование автомобилей. – Челябинск, 1996. – С. 88-92.

УДК631.171:338.43

*Богданчиков И.Ю., канд. техн. наук,
Винников А.В.,
Коротаева Д.С.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКОЙ

Для обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, что достигается только при строгом соблюдении агротехнологий, а в условиях рискованного земледелия следует обеспечить высокий уровень механизации труда [1, 2, 3, 4, 5]. Используя статистические данные по Рязанской области [6], нами проведён анализ сельскохозяйственной техники в регионе.

Анализ начнём с общей оценки отрасли, на основе открытых данных, представленных на сайте Федеральной службы государственной статистики. На рисунке 1 представлен график изменения показателей энергообеспеченности и энерговооруженности труда сельскохозяйственных организаций за 2000–2020 гг (Энергообеспеченность рассчитывалась как сумма энергетических мощностей тракторов, комбайнов, сельскохозяйственных машин (в лошадиных силах) делённая на общую посевную площадь и умноженную на 100, согласно приказа Росстата от 21.07.2020 №399. Энерговооруженность труда рассчитывалась как: сумма всех энергетических мощностей (в лошадиных силах) деленных на среднегодовую численность работников, согласно приказа Росстата от 21.07.2020 №399). А на рисунке 2 представлен график изменения посевных площадей в РФ в сопоставлении со значениями энергообеспеченности сельскохозяйственных предприятий за 2000–2020 гг (Данные взяты на сайте Федеральной службы государственной статистики https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy).

Как видно из графиков (рисунок 1 и 2), посевные площади стремительно сокращались до 2007 года, после чего ситуация стабилизировалась и наблюдается рост, в 2020 год посевные площади достигли уровня 2002 года. В период с 2000 по 2020 года наблюдается снижение энергообеспеченности сельскохозяйственных предприятий, что свидетельствует о недостатке техники для выполнения всего перечня работ. Энерговооружённость труда за этот же период показывает рост, что также свидетельствует о снижении численности парка техники, что также было отмечено в статье Пыталев А.В. и Кузнецов А.Л. «Энерговооруженность труда и возможности человека» [7]. Таким

образов, видим, что сокращение темпов обновления сельскохозяйственной техники привело к сокращению энергообеспеченности и послужило поводом к уменьшению посевных площадей (не хватает техники для выполнения всех агротехнологических операций).

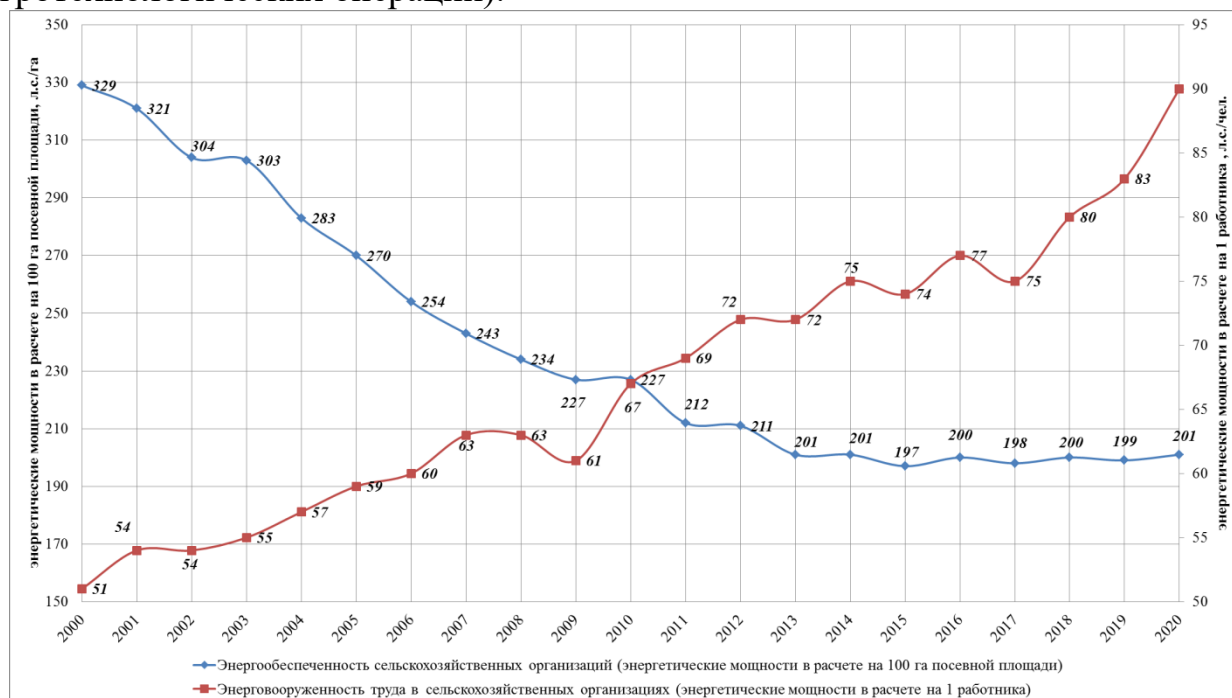


Рисунок 1 – график изменения показателей энергообеспеченности и энерговооруженность труда сельскохозяйственных организаций за 2000–2020 гг.

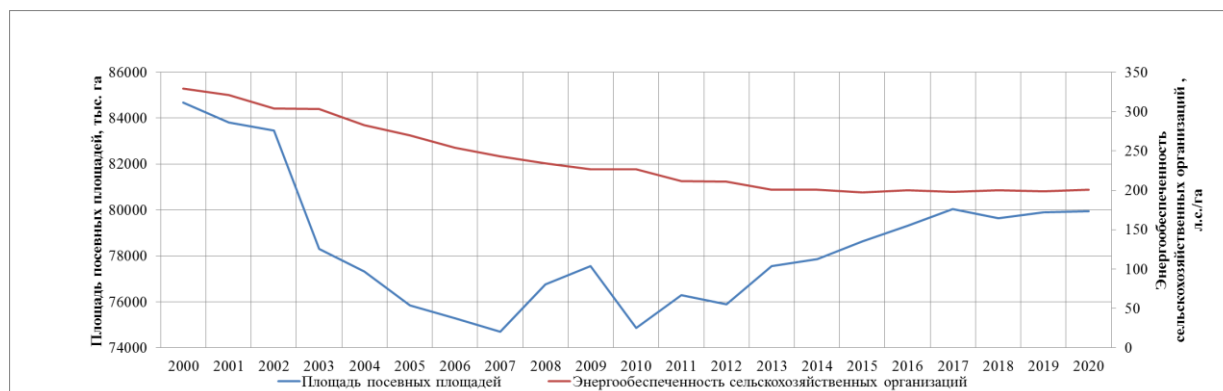


Рисунок 2 – график изменения посевных площадей в РФ в сопоставлении со значениями энергообеспеченность сельскохозяйственного производства за 2000–2020 гг.

По статистическим данным [6] построили диаграмму о количестве сельскохозяйственной техники в Рязанской области на конец 2020 года, а также количестве списанной и приобретенной техники (Рисунок 3). Оценивали количество тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов, валковых жаток, плуги, культиваторы и машины для посева. Посевная площадь в рязанской области в 2020 году составила 850,7 тыс. га, что больше на 15,7% (133,7 тыс. га) по сравнению с 2015 годом [6]. Однако за это же время нагрузка

пашни на 1 трактор увеличилась на 12,8% с 286 га до 328 га [6], на 1000 гектар пашни приходится 3 трактора (как и по России) [8]. Всё это свидетельствует о не достаточной обеспеченности тракторами в Рязанской области. Для сравнения, в Канаде, где почвенно-климатические условия схожи с Россией, составляет 16 тракторов. В Казахстане этот показатель составляет 6, Белоруссии – 9, США – 26, Китае – 28, Германии – 65, Франции – 65 [8].

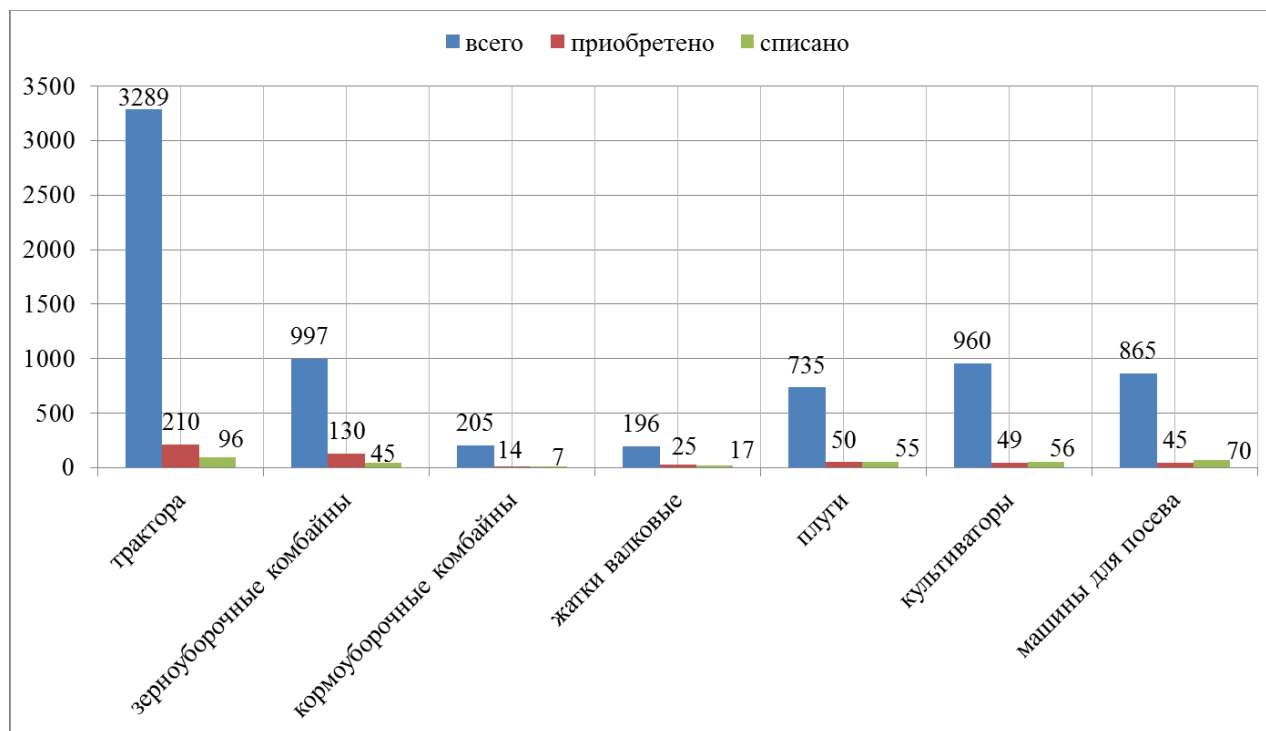


Рисунок 3 – Обеспеченность Рязанской области сельскохозяйственной техникой на конец 2020 года

С зерноуборочными комбайнами ситуация выглядит также: на 1000 га посевов приходится 2 единицы техники, при этом на 1 комбайн приходится 458 га посевов, что почти в 1,4 раза выше чем у тракторов.

Анализ диаграммы (рисунок 30 показывает, что в 2020 году темпы обновления плугов, культиваторов и машин для посева существенно сократились (количество списанных машин превышает количество вновь приобретенных). Коэффициент обновления составил 6,8, 5,1 и 5,2 соответственно. Отметим, что за год было приобретено 24 посевных комплекса, (коэффициент обновления – 13,6), что объясняет сокращение культиваторов и посевных машин (в частности сеялки).

Таким образом, проведенный анализ показывает, что в настоящее время Рязанская область испытывает дефицит в сельскохозяйственной техники. Особенно остро это наблюдается у зерноуборочных комбайнов, так при нормативной нагрузке на 1 машину 180-200 га (максимум 270 га для импортных комбайнов 6-го класса) превышение составляет 458 га (более чем в 2 раза), что приводит к повышенному износу дорогостоящей техники. Увеличение нагрузки на трактора, а также сложные условия эксплуатации

существенно снижают их ресурс, что зачастую приводит к упрощению технологий возделывания (особенно при почвообработке), что сказывается на последующей урожайности сельскохозяйственных культур.

С учётом дефицита техники необходимо научно-обосновано скорректировать технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учётом имеющейся техники. Особое внимание следует уделить научным работам студентов, аспирантов и молодых учёных аграрных вузов, которые в большинстве случаев направлены на модернизацию техники, имеющееся в хозяйствах до возможностей современной.

Библиографический список

1. Богданчиков, И.Ю. Почвенное плодородие как залог продовольственной безопасности страны/ И.Ю. Богданчиков // Международный форум молодых ученых : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Москва, 01–02 декабря 2020 года. – М. : Академия управления Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2020. – С. 82-86.

2. Бондюк, Т.В. Современное состояние машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий Рязанской области/ Т.В. Бондюк // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона, Рязань, 18 мая 2016 года. – Рязань : РГАТУ, 2016. – С. 30-34.

3. Богданчиков, И.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности/ И.Ю. Богданчиков, А.Ю. Богданчикова // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года. – Рязань : РГАТУ, 2017. – С. 39-43.

4. Панфилова, Т.И. К вопросу о повышении производительности машинно-тракторных агрегатов/ Т.И. Панфилова, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018 года. – Рязань : РГАТУ, 2018. – С. 106-110.

5. Бачурин, А.Н. Перспективы применения биотоплив на автотракторной технике/ А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин // Сборник научных трудов студентов магистратуры. – Рязань : РГАТУ, 2013. – С. 24-30.

6. Рязанская область в цифрах. 2021: Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Рязанской обл. (Рязаньстат). – Рязань : Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Рязанской обл., 2021. – 178 с.

7. Пыталев, А.В. Энерговооруженность труда и возможности человека/ А.В. Пыталев, А.Л. Кузнецов // Вестник сельского развития и социальной политики. – 2017. – № 1 (13). – С. 46-50.

8. Состояние и перспективы обновления парка сельскохозяйственной техники : Научный аналитический обзор/ П.И. Бурак, И.Г. Голубев, В.Ф. Федоренко и др. – М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. – 152 с.

9. Чиркина, Е.В. Анализ основных средств и резервы роста фондоотдачи/ Е.В. Чиркина, О.А. Ваулина // Сб.: Проблемы регионального социально-экономического развития: тенденции и перспективы : Материалы студенческой научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2017. – С. 589-595.

10. Лучкова, И.В. Влияние технического обеспечения процесса уборки и первичной обработки картофеля на объемы его производства (на примере ООО «Верея» Клепиковского района Рязанской области)/ И.В. Лучкова, Д.В. Колошеин, В.Д. Липин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2021. – С. 274-277.

11. Быстрова, И.Ю. Анализ организации выращивания ремонтного молодняка в условиях роботизированной фермы/ И.Ю. Быстрова, В.А. Позолотина, К.К. Кулибеков // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2020. – С. 23-28.

12. Киселева, Е.В. Качество молока коров в зависимости от уровня механизации доильного процесса/ Е.В. Киселева, Г.Н. Глотова // Сб.: Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. Скрипникова. – Рязань : РГАТУ, 2016. – С. 140-143.

13. Водолазская, Н.В. О необходимости инновационного подхода к решению проблем производственных систем регионального уровня // Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2021. – Том 1. – С 214-215.

14. Корнев, О.С. О тенденциях повышения эксплуатационной надежности сельскохозяйственной техники/ О.С. Корнев, Н.В. Водолазская // Молодежный аграрный форум – 2018. – Белгород : Изд-во Белгородского ГАУ, 2018. – Том 2. – С. 105.

15. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве/ Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев и др. // Сборник научных докладов ВИМ. – М. : 2011. – Т. 2. – С. 455-461.

16. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография / С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.

17. Евсенина, М.В. Эффективность использования оборотного капитала как элемент оценки качества автотранспортного обслуживания/ М.В. Евсенина, Л.В. Черкашина // Сб.: Автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее. – Курск, 2020. – С. 113-118.

18. Туркин, В.Н. Научные разработки ученых РГАТУ в технологической цепочке производства и переработки сельскохозяйственной пищевой продукции/ В.Н. Туркин, М.Н. Павлова // Вестник РГАТУ, 2013. – № 2 (18). – С. 76-77.

УДК 621.432.3

*Бондаренко А.А.,
Драгуленко В.В.,
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, РФ*

ПЛАВАЮЩАЯ ГЕОМЕТРИЯ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ С АЛЮМИНИЕВЫМ БЛОКОМ

В последние десятилетия в автомобилестроении произошла смена вектора развития и разработок новых технологий. Если в прошлом XX веке инженеры-конструкторы стремились выпустить «долгоиграющий» ресурсный продукт автомобилестроения с высокими мощностными показателями и без оглядки на расход топлива, то с наступлением XXI века в автомобильных стандартах появились нормы по выбросу в атмосферу вредных веществ [1]. И резкое повышение цен на топливо значительно поменяло концепцию автомобилестроения, в частности, двигателестроения.

Конструкторы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) были вынуждены подстраиваться под введенные экологические нормы и, разрабатывая новые модели двигателей [2], применять новые технологии для уменьшения выброса вредных веществ и снижения расхода топлива.

Одной из таких технологий стало применение алюминиевых сплавов в качестве материала для отливки блока двигателей автомобилей. Применение такого металла позволило конструкторам добиться следующих положительных моментов:

- снижение массы двигателя и, соответственно, автомобиля в целом;
- лучшее и более быстрое охлаждение двигателя, так как алюминиевый сплав имеет хорошую теплоотводящую способность;
- при производстве и отливке алюминиевого блока в атмосферу в разы меньше выбрасывается вредных веществ;
- алюминиевые цилиндры имеют тот же коэффициент расширения, что и алюминиевые поршни [3].

Однако при всех положительных элементах применения «крылатого» металла для блока двигателя выявился и достаточно отрицательный момент – потеря геометрии цилиндров двигателя при относительно небольших пробегах. Проявляется такая потеря геометрии довольно быстро и уже на небольших

пробегах. Таким проявлением является повышенный расход моторного масла [4], потеря компрессии и, как следствие, – потеря мощности.

Хотя сейчас большинство автопроизводителей закладывают в норматив расход масла от 500 до 800 мл/1000 км. пробега, но при потере геометрии цилиндром он увеличивается до катастрофических значений – 1 500...3 000 мл/1000 км пробега. Такой повышенный расход приводит к быстрому [5] закоксовыванию поршневых колец, их залеганию и приводит к вынужденному капитальному ремонту двигателя. Потеря геометрии, к сожалению, не может компенсироваться тонкими поршневыми кольцами, которые применяют конструкторы в современных двигателях в совокупности с маленькими, практически «безыюбочными» поршнями.

Применением такой облегченной цилиндропоршневой группы (ЦПГ), конструкторы дополнительно снижают массу двигателя и уменьшают механические потери на трение. В чугунном блоке также есть уход геометрии и увеличение зазора между поршнем и цилиндром, но в прошлых генерациях двигателей инженеры применяли более толстые поршневые кольца, которые сохраняли дольше свою упругость и компенсировали зазоры. В современных облегченных по максимуму двигателях применяемые тоненькие поршневые кольца не успевают компенсировать зазоры в паре «поршень-цилиндр» и в картер прорываются продукты сгорания, ввиду чего падает компрессия [6]. Такой прорыв газов увеличивает давление картерных газов, уменьшает срок службы моторного масла и может выдавливать его в камеру сгорания.

Причинами такого быстрого и значительного ухода геометрии цилиндров в алюминиевых блоках является, в первую очередь, меньшая прочность алюминиевого сплава блока относительно чугуна. Алюминий – более мягкий металл и подвержен большей деформации. Такой сильной деформации способствует в подавляющем большинстве алюминиевых блоков применение открытой рубашки охлаждения и наддува на впуске.



Рисунок 1 – Чугунный блок двигателя автомобиля с закрытой водяной рубашкой

Если в большинстве чугунных блоков применяется закрытая проточная система охлаждения (рисунок 1), которая дает хорошую жесткость для цилиндров, то при открытой рубашке охлаждения алюминиевые цилиндры не связаны жестко с корпусом блока двигателя и их начинает раздувать в стороны (рисунок 2). Заметно такое «раздутие» цилиндров при снятии головки на капитальном ремонте по пятнам на зеркале цилиндра.



Рисунок 2 – Алюминиевый блок двигателя автомобиля с открытой водяной рубашкой

По статистике ремонтных организаций, такой уплыв геометрии наблюдается не только на двигателях с наддувом, в которых большое давление внутри цилиндра, но и на обычных атмосферных моторах [7]. Усугубляет потерю геометрии цилиндра и высокая тепловыгрузка современных моторов. В последних поколениях ДВС повышена рабочая температура охлаждающей жидкости. Таким повышением конструкторы стремятся уменьшить тепловые потери и повысить индикаторную мощность двигателя. Однако такое тепловыгруженное состояние легкосплавного металла цилиндра сказывается для него отрицательно, делая его более податливым к деформации. Тем более современные автомобили, проводящие подавляющее большинство времени в пробках городских мегаполисов [8], имеют достаточно тепловыгруженный режим работы двигателя.

Многие производители пытаются решить эту проблему на этапе конструирования, например, заливая или запрессовывая чугунную гильзу в алюминиевый блок. Однако в большинстве своем это не спасает ситуацию, так как гильзы имеют небольшую толщину и точно так же имеют свойство к деформации.

Библиографический список

1. Руднев, С.Г. Допуски на угар масла современных бензиновых двигателей/ С.Г. Руднев, А.А. Бондаренко // Сб.: Современные наука и образование: достижения и перспективы развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 109-113.

2. Драгуленко, В.В. Особенности работы бензинового двигателя с наддувом/ В.В. Драгуленко, Я.А. Корж // Сб.: Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 211-215.

3. Руднев, С.Г. Причины преждевременного залегания поршневых колец/ С.Г. Руднев, Я.А. Корж. // Сб.: Современные наука и образование: достижения и перспективы развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 114-118.

4. Драгуленко, В.В. Повышенный расход масла в современных двигателях внутреннего сгорания/ В.В. Драгуленко, Я.А. Корж // Сб.: Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения. – Нальчик : КБГАУ, 2020. – С. 92-96.

5. Матущенко, А.Е. Залегание поршневых колец и их раскоксовка/ А.Е. Матущенко, Б.Х. Тазмеев // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 85-88.

6. Драгуленко, В.В. Детонационные явления в современных форсированных бензиновых двигателях внутреннего сгорания/ В.В. Драгуленко, А.А. Бондаренко // Сб.: Наука, образование, молодежь: горизонты развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 18-23.

7. Руднев, С.Г. Регулировочные параметры двигателя внутреннего сгорания, работающего на газовом топливе/ С.Г. Руднев, Я.А. Корж // Сб.: Наука, образование, молодежь: горизонты развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 66-70.

8. Матущенко, А.Е. Снижение ресурса двигателя автомобиля при его эксплуатации в мегаполисе/ А.Е. Матущенко, С.И. Костылев // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 82-85.

9. Королев, А.Е. Оценка качества обкатки двигателей/ А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 2 (26). – С. 56-60.

10. Справочник по курсу детали машин и основы конструирования/ С.Н. Борычев, Т.В. Горина, Р.А. Чесноков и др. – Рязань, 2014.

11. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 09 (123). – С. 169-192. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/>

12. Пат. РФ № 2019124232. Бесшатунный двигатель внутреннего сгорания с синусоидальным механизмом преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное / Власов Д.Ю., Федотова М.Ю., Бышов Н.В., Виноградов Д.В., Власов Ю.Л. – Заявка № от 25.07.2019.

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Моторное масло в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) с самого его появления является его «кровью», важной составляющей внутренних процессов, происходящих при работе двигателя [1]. Масло необходимо для уменьшения и предотвращения сухого трения между деталями двигателя. Оно отводит продукты износа двигателя в фильтрующий элемент и, что немаловажно, в современных теплонагруженных моторах – дополнительно охлаждает его.

В начале своего пути моторные масла разделяли на зимние и летние, у них была разная вязкость и состав. Затем к концу XX века стали появляться универсальные моторные масла с обозначениями различных индексов вязкости на таре по SAE (рисунок 1). На индексе вязкости первая цифра обозначала зимний интервал температур использования, вторая цифра указывала летний диапазон температуры эксплуатации моторного масла в двигателе автомобиля.



Рисунок 1 – Температурные диапазоны применения масел по SAE

Например, индекс 5W40 указывает на то, что моторное масло можно использовать от -30° до $+35^{\circ}$ градусов Цельсия. В те годы простых

атмосферных, литражных, низко форсированных двигателей моторные масла были более вязкие (20W50, 15W40, 10W40). В нынешнее же время автопроизводители указывают в инструкции к автомобилю масла низкой вязкости относительно прошлых поколений автомобилей (0W40, 0W30, 0W20 и даже 0W16).

Одной из основных причин рекомендации к использованию таких жидких моторных масел – это уменьшение размеров двигателя автомобиля и его цилиндропоршневой группы (ЦПГ) с большой степенью форсирования. Не секрет, что в последние годы инженеры-конструкторы всевозможными способами пытаются уменьшить массу автомобиля и двигателя, в том числе и при этом не уменьшить мощностные показатели, а увеличить их.



Рисунок 2 – Современный Т-образный облегченный поршень бензинового двигателя

Одним из конструкторских решений в погоне за уменьшением массы и потерь на трение цилиндропоршневой группы стало значительное уменьшение в размерах поршня. Такой небольшой Т-образный поршень практически не имеет юбки, небольшой жаровой пояс и тоненькие канавки под поршневые кольца (рисунок 2). Небольшие размеры поршня и его составных частей [2] заставили конструкторов значительно уменьшить количество, а главное, и размер маслоотводящих отверстий под маслосъемным кольцом.

Данное конструкторское решение вызвано тем, что современные двигатели при своем малом объеме имеют большую форсировку, высокую степень сжатия и, как следствие, частые явления детонации [3]. Из-за этого поршень испытывает высокое давление, которое может привести к его разрушению при слабой структуре. Соответственно такие небольшие отверстия будут хуже отводить более вязкое моторное масло, снимаемое маслосъемным кольцом со стенок цилиндра. При несвоевременном отводе масла из-под маслосъемного кольца оно начнет попадать в камеру сгорания цилиндра и

закоксовывать кольца своими продуктами сгорания [4]. Вот поэтому автопроизводители и рекомендуют применять жидкие, с малой вязкостью моторные масла в моторах с такой облегченной поршневой группой.

Но при использовании таких более жидких масел выявляются и некоторые недостатки. Одним из них является их высокая текучая и проникающая способность. Уплотнения двигателя должны быть в целостности во избежание появления течей и попадания моторного масла в почву и тем самым причинения вреда экологии [5].

Еще одним выявленным недостатком жидких масел в процессе эксплуатации является их высокая испаряемость и угар при попадании в них бензина [6]. Бензин в масло может попадать в моторное масло в современных ДВС через тонкие поршневые кольца при работе двигателя под высокой нагрузкой и при долговременной работе его на холостых оборотах или долгой езде по пробкам. Такая высокая испаряемость и угар могут привести к закоксовыванию поршневых колец [7], быстрому падению уровня масла и, соответственно, «масляному голоданию».

В ходе капитальных ремонтов двигателей, работающих на жидких маслах, выявлен быстрый износ и протирание вкладышей шатуна на коленчатом валу. Ведь более вязкие моторные масла создают более прочную масляную пленку между парой трения «шатунная шейка коленвала – вкладыши шатуна», которая держится при высоких нагрузках в этом механизме. В случае же с жидкими менее вязкими маслами тонкая масляная пленка теряет свою прочность и возникает сухое трение, которое приводит к ускоренному износу деталей.

Вывод. С принятыми конструкторскими решениями современных автомобильных двигателей неизбежно использование жидких, маловязких масел. Однако необходимо:

- тщательно подбирать моторное масло для двигателя своего автомобиля, причем согласно той спецификации, которую указывает автопроизводитель;
- масло необходимо менять вовремя и желательно не по пробегу автомобиля, а по моточасам двигателя;
- остерегаться покупки поддельного масла и стараться использовать оригинальный фильтр масляной очистки.

Соблюдая все вышеперечисленные требования, можно добиться долгой и качественной работы двигателя вашего автомобиля или трактора.

Библиографический список

1. Матущенко, А.Е. Снижение ресурса двигателя автомобиля при его эксплуатации в мегаполисе/ А.Е. Матущенко, С.И. Костылев // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 82-85.

2. Руднев, С.Г. Причины преждевременного залегания поршневых колец/ С.Г. Руднев, Я.А. Корж. // Сб.: Современные наука и образование: достижения и перспективы развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 114-118.
3. Драгуленко, В.В. Детонационные явления в современных форсированных бензиновых двигателях внутреннего сгорания/ В.В. Драгуленко, А.А. Бондаренко // Сб.: Наука, образование, молодежь: горизонты развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 18-23.
4. Матущенко, А.Е. Залегание поршневых колец и их раскоксовка/ А.Е. Матущенко, Б.Х. Тазмеев // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 85-88.
5. Драгуленко, В.В. Повышенный расход масла в современных двигателях внутреннего сгорания/ В.В. Драгуленко, Я.А. Корж // Сб.: Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения. – Нальчик : КБГАУ, 2020. – С. 92-96.
6. Руднев, С.Г. Допуски на угар масла современных бензиновых двигателей/ С.Г. Руднев, А.А. Бондаренко // Сб.: Современные наука и образование: достижения и перспективы развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 109-113.
7. Руднев, С.Г. Нагарообразование впускных клапанов бензиновых ДВС с непосредственным впрыском топлива/ С.Г. Руднев, А.Л. Мечкало // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 119-122.
8. Королев, А.Е. Оценка качества обкатки двигателей/ А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 2 (26). – С. 56-60.
9. Булгакова, О.А. Загрязнение атмосферного воздуха транспортными средствами города Рязани/ О.А. Булгакова, Л.Ю. Макарова, Т.В. Хабарова // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственно й безопасности региона : Материалы 66-й Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию со дня рождения профессора Павла Андреевича Костычева : в 3-х частях. – Рязань : РГАТУ, 2015. – С. 49-51.
10. Ерофеева, Т.В. Экология/ Т.В. Ерофеева, Д.В. Виноградов, Л.Ю. Макарова. – Рязань : ИП Викулов К.В., 2021. – 280 с.
11. Максименко, О.О. Нестационарный теплообмен в быстроходных двигателях внутреннего сгорания/ О.О. Максименко, Е.С. Семина, А.А. Максименко // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения) 6-9 декабря 2018 года. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С.131-138.
12. Колосов, А.А. Способ экспресс оценки качества прикатки двигателя внутреннего сгорания/ А.А. Колосов, Е.В. Лунин, В.М. Пащенко // Сб.: Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века. К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии. – Рязань : РГАТУ, 2004. – С. 225-228.

13. Борячев, С.Н. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Борячев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.

14. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н.В. Бышов, С.Н. Борячев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 09 (123). – С. 169-192. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/>

УДК 621.432.3

Бондаренко А.А.,

Руднев С.Г.

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, РФ

ПОСЛЕДСТВИЯ УМЕНЬШЕНИЯ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА СОВРЕМЕННЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Одним из важных показателей двигателя внутреннего сгорания автомобиля является расход топлива [1]. В прошлом веке, когда цена на нефть была небольшая и стоимость получаемого из нее топлива была приемлемой, конструкторы двигателей делали свой упор на мощностные и ресурсные показатели при конструировании новых двигателей для авто. Однако в скором времени топливо стало постоянно прибавлять в цене и появились экологические требования к выбросам моторов автомобилей [2], что вынудило конструкторов искать решения при разработке новых двигателей, позволяющие уменьшить их аппетит и, соответственно, уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Одним из таких технических решений стало уменьшение деталей кривошипно-шатунного механизма (КШМ) на бензиновых двигателях, поскольку дизельные двигатели изначально имели меньший расход топлива относительно однообъемных бензиновых собратьев [3].



Рисунок 1 – Поршни бензинового двигателя старого и нового поколений

Уменьшая размеры деталей кривошипно-шатунного механизма (КШМ), конструкторы, в первую очередь, уменьшили массу, а, следовательно, и инерционные силы при возвратно-поступательном движении поршня. Большая часть энергии сгораемого топлива тратится на механические потери от трения поршня и его поршневых колец о стенки цилиндра [4]. В последних моделях современных бензиновых двигателей конструкторы уменьшили значительно как сам поршень, так и его компрессионные и маслосъемные кольца. Поршень стал Т-образной формы, в отличие от первоначально разработанной стаканообразной формы с большой юбкой, которой он теперь практически лишился и уменьшился жаровой пояс. Кольца также значительно уменьшились в размерах: компрессионные кольца получили толщину около 1...1,2 мм вместо 1,5...2,0 мм, а маслосъемные – 1,5...2,0 мм вместо 2,5...4,0 мм (рисунок 1).

Такие уменьшения дали положительный эффект в плане уменьшения расхода топлива двигателем и выбросов вредных веществ в атмосферу. Однако появились и негативные последствия такого уменьшения в особенности эксплуатации таких бензиновых моторов. Уменьшившись в размерах, поршень стал более теплонагруженный, из-за меньшей площади соприкосновения с цилиндром он хуже отдает свой тепловой нагрев от сгорающих газов. Такой горячий режим работы поршня двигателя требует дополнительного охлаждения поршня, что многие производители делают, устанавливая масляные форсунки, бьющие струей масла в днище поршня и охлаждающие его. Ведь при плохом охлаждении поршня могут появиться задиры (рисунок 2) на стенках цилиндра и самом поршне, на режиме максимальной нагрузки двигателя и некачественной применяемой смазке.

На таких современных двигателях с небольшими поршнями и его кольцами наблюдается повышенный расход моторного масла [5] даже на свежих экземплярах с небольшими пробегами. Причем такой расход масла считается нормой у отдельного производителя и прописан в руководстве по эксплуатации автомобиля.



Рисунок 2 – Тепловой задир на юбке поршня

Причиной такого повышенного расхода топлива является, во-первых, увеличенный тепловой зазор между поршнем и стенками цилиндра, который необходим для компенсации теплового расширения теплонагруженного поршня небольшого размера.

Во-вторых, применяемые тонкие компрессионные и маслосъемные кольца зачастую не справляются с плавающей геометрией алюминиевого блока с открытой водяной рубашкой и оставляют часть масла на стенках, которое начинает выгорать [6]. К тому же такое поведение поршневых колец позволяет прорываться в картер продуктам горения, повышать там давление и выдавливать моторное масло через систему вентиляции картерных газов во впускной коллектор, а, следовательно, масло попадает в камеру сгорания и начинает сгорать.

В-третьих, конструкторы, уменьшив размер поршня, вынуждены уменьшить в размерах маслоотводящие каналы в канавке маслосъемного кольца и их количество для упрочнения корпуса поршня. Зачастую такие небольшие отверстия (в некоторых моделях двигателей и их полное отсутствие) не успевают отводить масло из зоны маслосъемного кольца, и оно остается на стенках цилиндра и начинает угорать. Все эти случаи, приводящие к угару масла [7], вызывают нагар на поршнях, закоксовывание поршневых колец [8] и выходу из строя КШМ с последующим капитальным ремонтом двигателя.

Также все больше автопроизводителей, уменьшая объем своего двигателя и не желая потери мощностных показателей, оснащают такие малообъемные моторы турбонагнетателями. Таким образом, они не только компенсируют потерю момента и мощности двигателя при уменьшении объема, но и значительно увеличивают мощность и получают хороший крутящий момент с низких оборотов с ровной полкой. Но имея такие высокие мощностные показатели на небольшом размерах КШМ, последний получает колоссальные нагрузки на сочлененные пары деталей и требуется хорошее качество как самих деталей, так и используемых в двигателе горюче-смазочных материалов.

Вывод. Современные малообъемные двигатели внутреннего сгорания утратили свою надежность относительно двигателей прошлых эпох, но получили хорошие экологические показатели и небольшой расход топлива на единицу мощности. Продлить ресурс таких моторов с уменьшенным КШМ сможет своевременное техническое обслуживание, применение оригинальных запчастей и моторных жидкостей, а также бережная эксплуатация.

Библиографический список

1. Драгуленко, В.В. Целесообразность применения бензина с октановым числом АИ-95 на ДВС с небольшой степенью сжатия/ В.В. Драгуленко // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 289-290.
2. Руднев, С.Г. Регулировочные параметры двигателя внутреннего сгорания, работающего на газовом топливе/ С.Г. Руднев, Я.А. Корж // Сб.: Наука, образование, молодежь: горизонты развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 66-70.
3. Драгуленко, В.В. Особенности работы бензинового двигателя с наддувом/ В.В. Драгуленко, Я.А. Корж // Сб.: Сельскохозяйственное

землепользование и продовольственная безопасность. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 211-215.

4. Руднев, С.Г. Причины преждевременного залегания поршневых колец/ С.Г. Руднев, Я.А. Корж. // Сб.: Современные наука и образование: достижения и перспективы развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 114-118.

5. Драгуленко, В.В. Повышенный расход масла в современных двигателях внутреннего сгорания/ В.В. Драгуленко, Я.А. Корж // Сб.: Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения. – Нальчик : КБГАУ, 2020. – С. 92-96.

6. Руднев, С.Г. Нагарообразование впускных клапанов бензиновых ДВС с непосредственным впрыском топлива/ С.Г. Руднев, А.Л. Мечкало // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 119-122.

7. Руднев, С.Г. Допуски на угар масла современных бензиновых двигателей/ С.Г. Руднев, А.А. Бондаренко // Сб.: Современные наука и образование: достижения и перспективы развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 109-113.

8. Матущенко, А.Е. Залегание поршневых колец и их раскоксовка/ А.Е. Матущенко, Б.Х. Тазмеев // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 85-88.

9. Королев, А.Е. Влияние качества сборки на работоспособность двигателей/ А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин // Вестник РГАТУ. – 2014. – № 4 (24). – С. 64-67.

10. Садовая, И.И. К вопросу о возможности создания компактной установки для оперативного определения октанового числа автомобильных бензинов прямым методом/ И.И. Садовая, Д.А. Кондауров, В.М. Пашенко // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2018. – Т. 2. – № 2. – С. 239-242.

11. Бoryчев, С.Н. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Бoryчев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.

12. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 09 (123). – С. 169-192. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/10>.

13. Виноградов, Д.В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования/ Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. – Москва, 2017. – 128 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОПРЫСКИВАНИЯ

Действенность гербицидов в существенной мере определяется показателями качества технологического процесса, осуществляемого опрыскивателями: равномерное распределение рабочей жидкости по ширине захвата машины или рабочего органа; диспергирования рабочей жидкости (диаметра капель); густоты покрытия (количество капель на 1 см²) [1,2].

Данные показатели установлены агротехническими требованиями, благодаря этому в большинстве моментов, возможно, провести оценку технологического процесса, машин и их рабочих органов до начала проводимых работ для того, чтобы внести надлежащие поправки. Показатели опрыскивания служат важнейшими критериями при оценки разнообразных видов опрыскивания [3, 4, 5].

Установление показателей опрыскивания проводится на рабочей жидкости, представляющей собой 1...5%-й раствор нигрозина, родамина или иных красителей, которая осаждается на захватывающей поверхности: стандартные предметные стекла или полиэтиленовые пленки (50 X 70 мм) для установления равномерности размещения препарата по ширине захвата и карточки из мелованной бумаги (50x70 мм) для изучения частоты покрытия и величины капель.

При проверках штанговых опрыскивателей захватывающей поверхности размещаются с промежутком 0,2...0,5 м, а удистанционных их соответственно должно быть не менее 50 шт. на ширине захвата; кроме того, сохраняют незанятые места для колес трактора. При ленточном опрыскивании по ширине ленты размещаются 6 предметных стекол.

В любых ситуациях захватывающие поверхности размещаются на деревянных или фанерных досочках в 3 сечениях, перпендикулярных линии хода опрыскивателя. Дистанция между сечениями должно быть не менее 10...20 м.

Равномерность размещения рабочей жидкости, а значит и пестицида, устанавливается по количественному оседанию красителя на захватывающих поверхностях методом колориметрического анализа на фотоколориметрах ФЭК-М, ФЭК-56МКФК, КФК-2, КФК-2МП в соответствии с применяемой к ним инструкцией. Полученные результаты оседания жидкости (мл/см²) на захватывающих поверхностях подвергают обработки математическим методом по подобающим формулам.

Среднеарифметическое значение вычисляют:

$$x = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1),$$

где $x_1; x_2; x_3 \dots x_n$ – отложение жидкости на поверхности, мл/см²

n – число повторностей

Среднеквадратическое отклонение вычисляют:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}} \quad (2),$$

где $\bar{x}$ – среднеарифметическое значение, мл/см²

x_i – отложение на каждой поверхности, мл/см²

$x - x_i$ – отклонение отложения от среднего значения, мл/см²

Неравномерность размещения жидкости обозначается коэффициентом вариации, %:

$$V = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} 100 \quad (3),$$

Наименьший показатель коэффициента вариации характеризует наилучшую равномерность распределения.

Частота покрытия каплями (шт./см²) устанавливается методом подсчитывания капель на карточках из мелованной бумаги под микроскопом. При этом на любой карточке должно проглядываться не менее 5 полос длиной 20 мм, которые смотрят в разнообразных участках карточки. При высчитывании капель учитывают просмотренную площадь.

Плотность покрытия n_0 , шт/см², вычисляется по формуле

$$n_0 = \frac{N_0}{f_0} \quad (4),$$

где N_0 – общее число подсчитанных капель;

f_0 – просмотренная площадь, см³.

Диспергирование рабочей жидкости устанавливается методом микроскопирования карточек и математической обработки полученных итогов микроскопирования.

При микроскопировании карточек образуется капельная выборка, которая состоит из установленного количества посчитанных капель, разделенных по классам размеров. Для простоты последующих расчетов классы величины капель сформулированы в числе делений окулярной линейки микроскопа:

$$K_i = \frac{K_{\min} + K_{\max}}{2} \quad (5),$$

где K_i – средний размер класса, сформулированный в числе делений окулярной сетки;

$K_{\min}$ – нижняя граница каждого класса величины капель, сформулированный в числе делений окулярной сетки;

$K_{\max}$ – верхняя граница каждого класса величины капель, сформулированный в числе делений окулярной сетки.

При микроскопировании карточку размещают на столик препаратодителя. Осмотр производится полосами длиной $L = 60$ мм. Ширину полосы при этом устанавливают количеством делений окулярной линейки или сетки в поле зрения микроскопа при избранном увеличении. При визуальном осмотре определяют число капель N_i во всяком конкретном классе размеров капель и численность учтённых полос для определённого класса размеров капель.

Важным становится просмотр 4 полос. В случае, если после их осмотра в классе K_i будет меньше 10 капель, то необходимо осмотреть еще 6 полос (всего 10), фиксируя только капли класса K_i и больше. После осмотра 10 полос карточки, на которых находятся капли класса 30 делений и более, подвергают дальнейшему микроскопированию, фиксируют капли того класса и ниже, где зафиксировано на 10 полосах менее 10 капель. Добавочно проглядывают 10 полос.

На густо покрытых карточках для классов до 15...17 делений нет надобности осматривать целиком 4 полосы, а довольно ограничиваться комплектом капель в численности не менее 500 шт., причем капель класса 15...17 делений должно быть не менее 20, а для классов 13...15, 11...13 и т. д. минимальное число зарегистрированных капель должно быть больше.

Обработку полученных результатов микроскопирования производят в следующей последовательности.

1. Для всякого класса величины капель вычисляется общая просмотренная площадь, S_i , см^2 , по формуле

$$S_i = LhZ_i \quad (6);$$

где L – длина просматриваемой полосы, см ;

h – ширина просматриваемой полосы, см ;

Z_i – количество просмотренных полос для каждого класса величины капель.

2. Для всякого класса величины капель устанавливают приведенное количество капель, т.е. число капель, приходящееся на 1 см^2 просмотренной площади, по формуле

$$n_i = \frac{N_i}{S_i} \quad (7),$$

где n_i – приведенное к 1 см^2 число капель;

N_i – число капель, зафиксированное в любом классе размеров при микроскопировании;

S_i – общая просмотренная площадь для каждого класса величины капель, см^2 .

3. Для любого класса величины капель вычисляют величину $n_i K_i^3$, характеризующую массу жидкости, находящихся в каплях определенного класса.

4. Затем вычисляют сумму показателей величины $n_i k_i^3$, (т. е. сумму по вертикали).

5. Устанавливают долю массы жидкости P_i , %, хранящейся во всяком классе величины капель, по формуле

$$P_i = \frac{n_i k_i^3}{\sum n_i K_i^3} 100 \quad (8),$$

6. Устанавливают накопленные значения показателей доли массы жидкости для всякого следующего класса, т. е.

$$\sum_{i=1}^i P_i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad (9),$$

где m – количество классовых промежутков

В сумме полученных значений показателей долей массы жидкости для всех классов должно быть 100%.

По полученным данным расчетов создают интегральную кривую распределения долей массы жидкости по классам размеров капель в координатах P_{jd} таким образом: по оси абсцисс откладывают верхние пределы каждого класса размеров капель в микронах $d_{\text{макс}}$; по оси ординат откладывают накопленные значения доли массы жидкости $\sum_{j=1}^i P_i$, отвечающие каждому классу размеров капель. По полученным точкам строят плавную кривую. Показатель диаметров капель, мкм, вычисляют по формуле

$$d_i = \frac{K_i \beta}{\alpha} \quad),$$

где K_i – размер капли, показанный в числе делений окулярной сетки;

β – цена одного деления окулярной сетки, мкм;

$\alpha = 1,026$ – коэффициент растекания на карточках из мелованной бумаги, покрытых парафином.

Таблица 1 – Определение дисперсности распыла жидкости

Классовый промежуток, $K_{\text{мин}} - K_{\text{макс}}$	$k_i = \frac{k_{\text{мин}} - k_{\text{макс}}}{2}$	k_i^3	Приведенное количество капель, n_i , шт./см ³	$n_i k_i^3$	P_i , %	$\sum_{i=1}^i P_i$, %	Диаметр капль, $d_{\text{мин}} - d_{\text{макс}}$, мкм
1...3	2	8	303,6	2 429	0,32	0,32	13...41
3...5	4	64	239,3	15 315	2,13	2,35	41...68
5...7	6	216	121,4	26 222	3,50	5,85	68...95
7...9	8	512	60,71	31 083	4,13	9,98	95...123
9...11	10	1 000	41,67	41 670	5,52	15,50	123...150
11...13	12	1 728	41,67	72 006	9,60	25,10	150...177
13...15	14	2 744	23,81	65 335	8,70	33,80	177...205
15...17	16	4 096	19,44	79 626	10,60	44,40	205...232
17...19	18	5 832	11,61	67 709	9,00	53,40	232... 250
19...21	20	8 000	6,55	52 400	7,00	60,40	259...286
21...23	22	10 648	4,167	44 370	6,80	66,20	286...314
23...25	24	13 824	3,124	44 430	5,80	72,00	314...341
25...27	26	17 576	2,142	37 648	5,03	77,03	341...368
27...29	28	21 952	1,666	36 572	4,87	81,90	368...396
29...31	30	27 000	1,190	32 130	4,30	86,20	396...423

7. Массовый медианный диаметр капль d_m устанавливают по таблице дисперсности распыла, где он отвечает доле массы жидкости в 50%, или из графика интегрального распределения. В связи с этим из точки по оси ординат, соответствующей значению 50%, проводят линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с кривой и из точки пересечения – линию, параллельную оси ординат, до пересечения с осью абсцисс. Точка пересечения с осью абсцисс и обуславливает размер массового медианного диаметра.

Пример математической обработки полученных результатов микроскопирования и определения массового медианного диаметра показан в таблице 1. Цена деления окулярной сетки 14 мкм при увеличении в 54 раза. Ширина полосы 1,4 мм.

$$\sum n_i k_i^3 = 752532$$

При данном эксперименте даже глазомерный (визуальный) анализ обработанных улавливающих поверхностей способен предоставить предварительную оценку качеству проводимого опрыскивания.

При сравнении разных способов опрыскивания машин или их рабочих органов следует по рядам, разложенным улавливающим поверхностям визуально остановить свой выбор на оптимальных вариантах.

Библиографический список

1. Наумкин, В.Н. Технология растениеводства/ В.Н. Наумкин, А.С. Ступин. – Спб. : Лань, 2014. – 592 с.
2. Ступин, А.С. Методологические принципы и способы применения рострегулирующих препаратов в растениеводстве/ А.С. Ступин // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й международной научно-практической конференции. – Рязань, 2014. – С.83-88.
3. Ступин, А.С. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы/ А.С. Ступин // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного производства. – Рязань, 2014. – С. 231-233.
4. Ступин, А.С. Биологические факторы эффективности применения инсектицидов/ А.С. Ступин // Сб.: 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Рязань, 2005. – С. 18-20.
5. Ступин, А.С. Особенности проведения испытаний регуляторов роста растений на зерновых культурах/ А.С. Ступин, С.А. Механтьев // Юбилейный сб. науч. тр. студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета РГАТУ, посвящ. 100-летию со дня рождения проф. С.А. Наумова : Материалы научно-практической конференции. – Рязань, 2012. – С. 259-262.
6. Богданчиков, И.Ю. К вопросу определения оптимального значения радиуса конуса распыла форсунки устройства для утилизации незерновой части урожая/ И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК. – Рязань : РГАТУ, 2012. – С. 54-59.
7. Испытание форсуночной ramпы устройства для утилизации незерновой части урожая/ И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин и др. // Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань : РГАТУ, 2017. – С. 24-27.

8. Устройство для утилизации незерновой части урожая/ И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин и др. // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 2-3.

9. Семенова, А.С. Анализ методов дезинфекции животноводческих помещений/ А.С. Семенова, В.Ю. Гречникова, И.А. Кондакова // Сб.: Научно-практические достижения молодых учёных как основа развития АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – 2020. – С.265-269

9. Обоснование модернизированной конструктивной схемы опрыскивателя ОП-2000/ А.П. Слободюк, С.В. Стребков, А.В. Бондарев, А.Ф. Мазнев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 2 (22). – С. 78-87.

10. Водолазская, Н.В. Пути повышения эффективности технических систем/ Н.В. Водолазская // Сб.: Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2020. – Том 1. – С. 21-22.

11. Стребков, С.В. Оценка качества сельскохозяйственной техники по показателям надежности. – Белгород, 2006. – 65 с.

12. Экологический мониторинг и разработка природоохранных мероприятий в условиях предприятий Рязанского района/ Т.В. Ерофеева, Д.В. Виноградов, Ю.В. Однодушнова и др. // АгроЭкоИнфо. – 2021. – №3 (45). – Режим доступа: <https://doi.org/10.51419/20213327>

13. Исследование топографии температурного поля облака генератора горячего тумана/ М.Ю. Костенко, И.Н. Горячкина, В.С. Мельников и др. // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 3 (27). – С. 65-69.

14. Рычков, В.А. О механизации приготовления тукосмесей и биологизированных минеральных удобрений/ В.А. Рычков, С.С. Васильев, В.Н. Туркин // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2014. – № 6. – С. 27-32.

УДК 621.791.923

*Вакуленко О.С.,
Тарасенко Б.Ф., д-р техн. наук, профессор,
Дмитриев С.А.
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Покрытия, образуемые посредством газотермических методов позволяют восстанавливать детали без изменения основной структуры металла, исключая коробление и деформацию ввиду незначительного нагрева. Ресурс восстановленных деталей газотермическими методами во многом определяется прочностью сцепления наплавляемого порошка с основным металлом и является

важным критерием оптимизации режимов при нанесении износостойких покрытий [1].

Формирование наносимого слоя металла происходит при нагревании до высокопластического состояния в ацетиленокислородном пламени газовой горелки частиц порошка, которые, соударяясь с подготовленной поверхностью детали, сплавляются между собой и формируют наплавленный слой за счет тепловой, химической и кинетической энергии, которая определяется температурой и скоростью этих частиц [2].

Образование адгезионно-когезионной связи покрытия с поверхностью детали происходит за счет межмолекулярных сил и механического сцепления с неровностями шероховатой поверхности, образуемой в результате предварительной механической струйно-абразивной обработки, для придания необходимой шероховатости поверхности. В качестве материала для струйно-абразивной обработки используют стальную колотую дробь ДСК номер 02,03 (размер частиц 1,6-2,0 мм) по ГОСТ 11964-81Е. Струйно-абразивную обработку производят при давлении сжатого воздуха 0,5-0,6 МПа. Расстояние от среза сопла пистолета до восстанавливаемой поверхности должно составлять 140-150 мм. Сжатый воздух должен иметь 5 класс чистоты по ГОСТ 17433-80. Шероховатость поверхности после струйно-абразивной обработки должна составлять не менее 50 мкм, проверяемой по эталонному образцу [3].

Силы физического взаимодействия частиц порошка с восстанавливаемой поверхностью детали представляют собой группу адсорбционных связей, выражающихся перераспределением электронной плотности между взаимодействующими атомами. Прочное сцепление между поверхностью детали и напыляемым материалом происходит в результате протекания экзотермической реакции на границе раздела фаз, образующих физический контакт вследствие расплавления и деформации частиц. Структура и состояние частиц, восстанавливаемой поверхности, их энергетическое состояние в момент соударения являются определяющими факторами в образовании прочной связи [4].

Адгезионный и когезионный контакты образуются за счет объединения валентных электронов атомами контактных поверхностей с образованием металлической связи для соединения металлов и сплавов. Формирование структуры физического контакта при соударении расплавленных частиц порошка напыляемого материала с поверхностью детали происходит вследствие пластической деформации наплавленного металла на границе взаимодействия атомов. При этом основная доля возбужденных атомов частиц подготовлена к химическому взаимодействию и входит в соприкосновение с атомами подложки. При сообщении атомам подложки некоторой активации они вступают в химические связи с атомами частиц порошка. На этом этапе основную роль играет явление электростатического взаимодействия поверхности атомов. Качество соединения во многом определяется пластической деформацией между напыляемым материалом и

приповерхностным слоем, зависящим от величины давления частиц при ударе и шероховатости поверхности [5].

Высокое импульсное давление, возникающее в результате удара в месте контакта наносимых частиц порошка с основанием, интенсивное радиальное течение в точке соприкосновения материала способствует разрушению образовавшихся тонких оксидных пленок, обеспечивающих полное химическое взаимодействие материалов на межмолекулярном уровне.

Роль пластической деформации в образовании прочной связи частицы с основным металлом проявляется в том, что внутренние напряжения, возникающие в области соприкосновения частицы с поверхностью основы, содействуют выходу дислокаций на контактную поверхность и ее активации за счет разрыва насыщенных связей, что приводит к образованию дополнительных активных центров. Все поверхностные атомы основания, находясь в поле упругих напряжений вокруг дислокации, энергия которых достигла или превысила потенциальный барьер вступают между собой в химическое взаимодействие на активных центрах, в роли которых выступают примесные атомы, вакансии, ступеньки дислокации [6].

На проходящей стадии химического взаимодействия основную роль играет квантовый процесс электронного взаимодействия. Для протекания процессов электронного взаимодействия различных типов, в контакте соединяемых материалов необходима определенная энергия для протекания диффузионных процессов. Эта энергия может сообщаться в виде теплоты для термической активации, механической при энергии упругопластической деформации, электронной и ионной активации.

При газотермическом напылении в процессе активации поверхности выделяют три этапа:

- образование локального физического контакта под действием давления от удара частицы, вследствие упругих искажений кристаллической решетки и пластической деформации;
- активация контактных поверхностей и образование прочных химических связей на границе раздела фаз за счет внутренней энергии колебаний атомов в твердом теле;
- развитие объемного межатомного взаимодействия в зависимости от вида напряженного состояния вследствие релаксационных процессов, гетеродиффузии и образования новых фаз.

Формирование физического контакта происходит в результате адгезионного процесса сплавления частиц порошка с поверхностью детали. При химическом взаимодействии на границе раздела фаз объемные процессы в пограничной зоне при напылении успевают пройти по дислокациям, малоугловым границам зерен и другим дефектам структуры. Развитие объемного взаимодействия материалов обеспечивается взаимной диффузией элементов системы, которое облегчается пластической деформацией и повышением температуры [7].

Для образования прочных адгезионных связей контактируемых поверхностей обеспечиваемых хемосорбцией, частицы напыляемого порошкового материала при соударении с поверхностью твердого тела должны совершить работу, величина которой будет зависеть от энергии кристаллической решетки, структуры и поверхностной энергии наносимого материала. При соединении чистых металлов или твердых растворов процессы электронного взаимодействия сопровождаются коллективизацией валентных электронов положительными ионами. Вследствие чего между системой атомов образующих кристаллическую решетку возникает прочная металлическая связь, особенностью которой является отсутствие насыщения, определяемое валентностью соответствующих атомов. Для осуществления хемосорбции на поверхности требуется энергия для активации этой поверхности, т.е. на приобретение молекулой или атомом энергии активации. Физически это явление проявляется как процесс разрыва насыщенных связей на поверхности адсорбирующего тела, который приводит к появлению неспаренных электронов (радикалов), способных участвовать в химическом взаимодействии.

Свойство объемного взаимодействия металлов при восстановлении деталей газотермическим методом определяется пластической деформацией и химическим процессом протекания реакции. В результате газопламенного напыления и последующей механической обработки шлифованием, восстановленная поверхность приобретает номинальные размеры и необходимые эксплуатационные свойства – твердость, износостойкость, задиростойкость, противокоррозионную стойкость и др., определяемые условиями работы детали с гарантированной прочностью сцепления порошкового материала с основным металлом при сохранении усталостной прочности, при этом исключая отслоение, растрескивание и разнотолщенность напыленного покрытия.

Технологический процесс применяется на предприятиях технического сервиса и относится к ресурсо и энергосберегающим технологиям при восстановлении деталей до заданного уровня параметров технического состояния.

Библиографический список

1. Савин, И.Г. Новые технологии ремонта/ И.Г. Савин, С.А. Дмитриев // Агронабформ. – 2012. – № 3. – С. 44-46.
2. Дмитриев, С.А. Термомеханическое упрочнение наплавленного металла газопорошковой наплавкой/ С.А. Дмитриев // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы 71-й научно-практической конференции преподавателей. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 201-203.
3. Дмитриев, С.А. Теплообмен при контактировании плоскостно-шероховатых поверхностей/ С.А. Дмитриев, С.О. Олейник // Сб.: Проблемы и

перспективы инновационного развития агротехнологий : Материалы XX Международной научно-производственной конференции. – 2016. – С. 29-30.

4. Пат. РФ № 2652609. Способ восстановления шеек стальных коленчатых валов / Тарасенко Б.Ф., Лебединский Н.Н., Дмитриев С.А., Ильченко Я.А. – Оpubл. 27.04.2018.

5. Дмитриев, С.А. Направленная порошковая металлизация/ С.А. Дмитриев // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской (национальной) конференции – Краснодар : КубГАУ, 2019. – С. 181-182.

6. Дмитриев, С.А. Термомеханическая обработка металлических сплавов / С.А. Дмитриев // Сб.: Год науки и технологий 2021 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – С. 132.

7. Дмитриев, С.А. Обоснование величины контактного давления при контактировании плоскостно-шероховатых поверхностей/ С.А. Дмитриев // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы 72-й научно-практической конференции преподавателей. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 287-288.

8. Повышение эффективности нанесения износостойких покрытий на режущие ножи универсальных измельчителей/ М.Н. Горохова, В.В. Коновалов, Ю.Н. Абрамов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 85. – С. 244-253.

9. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов/ Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов, А.В. Барановский, Э.А. Блинова. – Рязань : Индивидуальный предприниматель Жуков Виталий Юрьевич, 2019. – 308 с.

10. Виноградов, Д.В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования/ Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. – Москва, 2017. – 128 с.

УДК 631.354.022

*Вышебабина А.В.,
Богус А.Э., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РЕЖУЩИХ АППАРАТОВ РИСОУБОРОЧНЫХ МАШИН

Занимая в мировом хозяйстве второе место по площади посева, рис, благодаря высокой урожайности, стоит на первом месте по валовому сбору зерна [5, 9]. Однако, ввиду трудоемкости процесса возделывания и уборки риса, себестоимость его по сравнению с другими зерновыми культурами пока еще высока. Поэтому поставленные задачи требуют создания эффективного комплекса высокопроизводительных рисоуборочных машин, закономерно

связанных между собой агротехническими требованиями к возделыванию и уборке данной культуры и отвечающими требованиям надежности и долговечности.

В условиях сельскохозяйственного производства особенно важно своевременное проведение работ с выполнением агротехнических требований. Несоблюдение оптимальных сроков и нарушение требований агротехники приводит к резкому снижению урожая.

Уборка риса производится как прямым, так и раздельным способом [2]. Согласно агротехническим требованиям, кошение риса необходимо завершить в 8-10 дней. Более продолжительное выдерживание его на корню приводит к резкому росту потерь урожая от осыпания и появления в зерне микротрещин [6]. Поэтому залогом успешной уборки риса является повышение производительности жатвенного агрегата.

Повышение производительности уборочных машин достигается увеличением ширины захвата и повышением рабочих скоростей.

Ширина захвата жатвенного агрегата, работающего на уборке риса лимитируется заданной мощностью валка, определяемого пропускной способностью молотильного устройства комбайна. Рабочая скорость ограничивается, возможной скоростью перемещения агрегата по рисовым чекам из условия его проходимости и управляемости. В связи с этим рабочие органы жатки, в частности режущей аппарат и его привод должны обеспечить нормальное выполнение технологического процесса при максимально допустимой по проходимости, скорости агрегата,

Рис - однолетнее растение. Стебель риса представляет собой: соломинку, разделенную плотными узлами на полые междоузлия, заканчивающиеся соцветием-метелкой.

Густота стояния риса в уборочный период колеблется в зависимости от способа посева в пределах от 250 до 500 стеблей на квадратный метр [3]. Высота стеблей от 70 до 120 см. Среднее значение диаметра стеблей у различных сортов риса на высоте 15-20 см от уровня почвы 4-6 мм.

Физико-механические свойства риса, характеризующие отношение стеблей к полеганию, поведение их при срезе и энергозатрат на их резание в зависимости от сортов, следующие: жесткость 17-77 кг.см², разрывное усилие 12,5-24,8 кг, средняя работа резания 1,39-1,7 кг см [4].

Поля, занятые рисом, затапливаются слоем воды, глубина которого в различные сроки вегетации равна 5-30 см. Для равномерного распределения слоя воды поля, разбитые на карты, строго планируются. Карта в свою очередь разбита на прямоугольные, окруженные валиками земли высотой 0,5-1 м чеки. Площадь чека, в зависимости от рельефа местности, имеет размер 0,5-5 га. Для обеспечения равномерной глубины затопления с точностью ± 5 см [1]. Перед уборкой риса вода с рисовых полей спускается. Просыхание же почвы в основном начинается после кошения и укладки риса в валок. К началу уборки наблюдается полегание растений риса.

Основными причинами полегания риса являются: мелкая заделка семян при разбросном посеве, специфические условия роста в период постоянного затопления и резко меняющийся режим влажности на поле после спуска воды.

Эта особенность возделывания риса и его физико-механические свойства создают сложный уборочный фон, характеризующийся высоким биологическим урожаем, прочностью и гибкостью стеблей, полеглости и перепутанностью массы, высокой степенью засоренности и влажностью почвы вплоть до наличия слоя воды.

Повышение производительности жатвенного агрегата может быть достигнуто за счет приближения рабочей скорости агрегата к предельной по его проходимости и управляемости, а также увеличения времени чистой работы. Это предъявляет определенные требования к рабочим органам жатки. В частности, режущий аппарат должен производить кошение риса на предельной по проходимости поступательной скорости агрегата и под любым углом движения к направлению полеглости риса, имея при этом высокий коэффициент эксплуатационной надежности.

Отличаясь числом подвижных ножей, их пробежностью и кинематическим режимом работы при одинаковой поступательной скорости жатки, эти аппараты имеют различную динамическую и энергетическую характеристику. Поэтому, для обоснования оптимального типа беспальцевого режущего аппарата и кинематической схемы привода его ножей применительно к жатке для уборки риса, необходим сравнительный анализ существующих конструкций, а также анализ теоретических исследований технологических, динамических и энергетических характеристик этих аппаратов.

В двухножевом беспальцевом режущем аппарате, подвижным является один (верхний) нож, Сегменты неподвижного ножа служат для разделения стеблей на порции и одновременно выполняют роли противоречащих пластин.

Этот аппарат позволяет производить более низкий, по сравнению с пальцевыми аппаратами, срез и реже забивается стеблевой массой при уборке полегшего и засоренного риса, В результате производительность жатки повышается на 25-30%.

Недостатками данного аппарата в части выполнения технологического процесса являются, оборудованные наличием неподвижного ножа неравномерность по высоте среза растений и невозможность кошения риса в направлении полеглости стеблей. Поэтому потери при кошении таким аппаратом высокоурожайного риса остаются большими, достигая в отдельных случаях до 4,7%.

С точки зрения динамических характеристик беспальцевый режущий аппарат с одним подвижным ножом обладает всеми недостатками, присущими обычным пальцевым режущим аппаратам.

Результаты конструкторских и исследовательских поисков методов устранения отмеченных недостатков привели к созданию беспальцевого аппарата с двумя подвижными ножами двух типов: с ходом ножей равным

половине шага расстановки сегментов (однопробежный) и шагу расстановки сегментов (двухпробежный) (рисунок 1)

Наличие двух подвижных ножей позволяет скашивать полегший рис в любом направлении движения агрегата. Отсутствие в зоне подвода и резания пассивных деталей в виду подвижности обоих ножей способствует увеличению равномерности среза, самоочищению режущего, аппарата и отсутствию забивания в самых тяжелых условиях.

Сегменты беспальцевых аппаратов до настоящего времени не стандартизированы. Наряду с обычными по ширине сегментами (76,2), в некоторых случаях [7] применяются сегменты уменьшенной (57мм) ширины.

Одной из проблем создания беспальцевого режущего аппарата является создание рациональной конструкции прижима ножа.

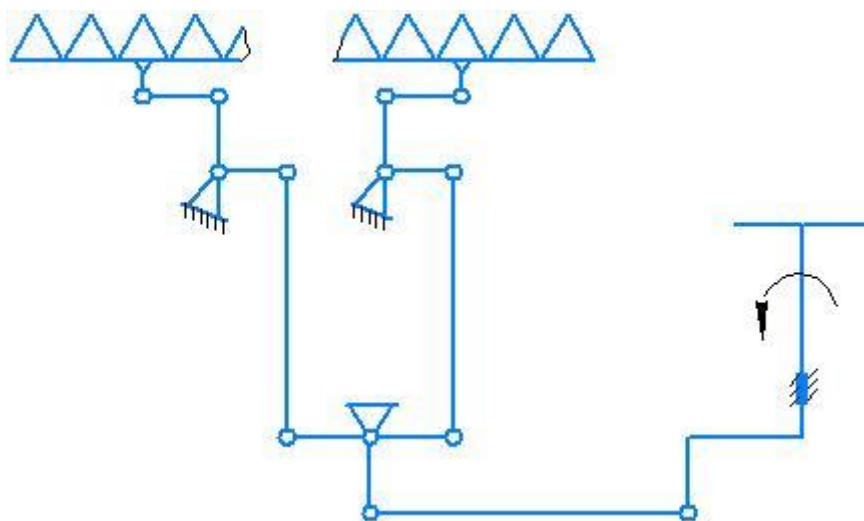


Рисунок 1 – Беспальцевый режущий аппаратов с двумя подвижными ножами

В настоящее время в беспальцевых режущих аппаратах применяется два типа прижимов: прижимы трения (рисунок 2 а) и поворотные прижимы (рисунок 2б, в).

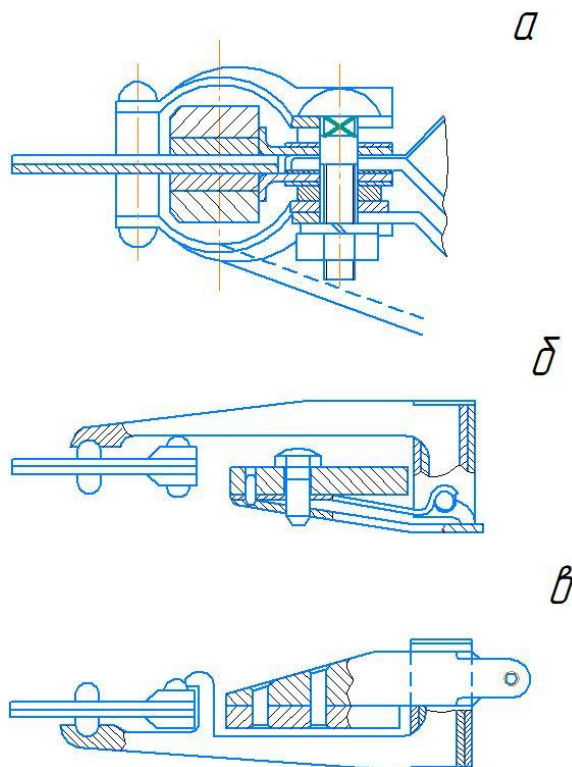


Рисунок 2 – Прижимы ножей беспальцевых режущих аппаратов:
а – трения; б – поворотный верхний; в – поворотный нижний

Прижимы трения обеспечивают фиксацию сегмента с обеих сторон ножевой полосы. Зазоры между ножами регулируется набором прокладок, устанавливаемых под верхним и нижним прижимами.

Прижимы такого типа отличаются простотой конструкции.

Недостатком их является возникновение больших сил трения между соприкасающимися плоскостями сегментов и прижимов. Определенную трудность при применении прижимов такого типа представляет смена ножей, при которой необходимо снять большинство прижимов.

Поворотный прижим [8], выполненный; в виде колеблющегося рычага, устраняет отмеченные недостатки. Недостатками этого, типа прижимов является сложность их конструкции также конструкции привода, совершающих обусловленное прижимами криволинейное движение.

На режущих аппаратах для уборки риса применяются прижимы трения и сегменты обычной ширины. Для повышения их прочности толщина сегмента увеличена до 2,9мм. (вместо 2мм); высота уменьшена на 10мм.

С появлением беспальцевых режущих аппаратов, как и в случае спальцевыми становится проблема создания надежного привода. При наличии двух подвижных ножей задача более усложняется необходимостью привода обоих ножей. Отсутствие надежного привода является одной из основных причин, сдерживающих применений беспальцевых режущих аппаратов с двумя подвижными ножами на промышленных образцах жаток для уборки риса.

Библиографический список

1. Богус, А.Э. Исследование ударного импульса ребра вальца планетарного молотильного устройства о хлебную массу/ Е.А. Грачев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 135. – С. 188-199.
2. Богус А.Э. Исследование устройства для удаления остей ячменя/ А.Э. Богус, А.И. Тлишев // Сб.: Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов : Материалы II Международной конференции. – 2018. – С. 65.
3. Совершенствование технологии и технических средств для машинной уборки табака/ И.И. Дьячкин, Н.Н. Винеvская, А.И. Петрий, Е.В. Шидловский, С.К. Папуша // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 5. – С. 78-80.
4. Жалнин, Э.В. Современное состояние механизации уборки табака/ Э.В. Жалнин, Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 356-368.
5. Теоретическое исследование процесса отделения листа табака от стебля / С.К. Папуша, Е.И. Винеvский, В.И. Коновалов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 289-303.
6. Установление кинематических параметров обмолачиваемой массы в рабочем зазоре вальцового молотильного устройства/ Т.А. Сторожук, А.Э. Богус, А.В. Морева // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 2 (30). – С. 44-49.
7. Трубилин, Е.И. Некоторые вопросы кинематики экспериментального молотильного устройства/ Е.И. Трубилин, А.Э. Богус // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 12-13.
8. Принцип действия дифференциального молотильного устройства/ Е.И. Трубилин, А.Э. Богус, А.Д. Кузьменко, Д.А. Котов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета – 2019. – № 151. С. 24-32.
9. Моделирование работы ротора ботводробительной машины с шарнирными ножами/ Ю.Н. Абрамов, Н.В. Бышов, М.Б. Угланов, Ю.А. Юдаев // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 8-12.
10. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография / С.Н. Борячев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.
11. Справочник по курсу детали машин и основы конструирования/ С.Н. Борячев, Т.В. Горина, Р.А. Чесноков и др. – Рязань : РГАТУ, 2014.

12. Ванюшина, О.И. Система критериев и показателей эффективности развития рисоводства/ О.И. Ванюшина, Н.В. Барсукова // Сб.: Теория и практика современной аграрной науки : Материалы IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск : НГАУ, 2021. – С. 1080-1084.

13. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов/ В.В. Коченов, Н.Е. Лузгин, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2016. – С. 98-102.

14. Коченов, В.В. Направления повышения производительности зерноуборочных комбайнов/ В.В.Коченов // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : Материалы 66-й Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2015. – С. 153-157.

15. Коченов, В.В. Анализ новых принципов повышения производительности зерноуборочных комбайнов/ В.В. Коченов // Сборник научных трудов ФГБНУ ВНИМС, посвященный 50-летию института. – Рязань : Изд-во ФГБНУ ВНИМС, 2015. – С.157-161.

УДК 631.363

*Волков А.Ю.,
Гобелев С.Н., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ г. Рязань, РФ*

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С КОМПАКТНЫМИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМИ И СВЕТОДИОДНЫМИ ЛАМПАМИ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПТИЦЫ ПРИ КЛЕТОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ

Существующие технологии выращивания птицы предлагают её содержание на подстилке, комбинированных полах и в клетке. Преимущество клеточной технологии перед остальными заключается в максимальном использовании производственных площадей, высоком уровне механизации и автоматизации производственных процессов, сокращении затрат на инженерные коммуникации, улучшении санитарно-ветеринарных условий, увеличении выхода мяса с единицы площади в 2,5-3 раза. [1] Правильно организованная система освещения в совокупности с правильно спроектированной программой освещения, позволяет влиять на возраст полового созревания, обеспечить оптимальный режим развития птицы, увеличить яйценоскость, длительность периода яйцекладки, размер яиц и их массу, прочность скорлупы, оплодотворенность, увеличить выживаемость молодняка, снизить затраты кормов и улучшить их усваиваемость, снизить травматизм у птицы и уменьшить затраты электроэнергии в 1,5-3 раза. К освещению птицы предъявляют следующие требования: уровни освещенности,

продолжительность светового дня и имитация освещения «рассвет-закат». Освещенность является важнейшим параметром светового режима. С одной стороны, от нее зависит физиологическое состояние молодняка и взрослой птицы, продуктивность кур-несушек, с другой стороны, освещенность непосредственно определяет общую установленную мощность осветительной установки птичника. Поскольку на технологическое освещение в птицеводстве расходуется значительно больше энергии, чем на электромеханизацию всех трудоемких процессов вместе взятых, то освещение следует отнести к наиболее энергоемким процессам отрасли. Оптимальной освещенностью в птичнике с лампами накаливания для кур-несушек является 1СН-25 лк. Управление уровнем освещенности в птичнике можно осуществлять различными способами – изменением количества включенных источников света, их единичной мощности или величины питающего напряжения.

Влияние чередования световой и темновой фаз в течение суток на продуктивность и кур несушек, и бройлеров активно изучается как у нас в стране, так и за рубежом. Необходимо отметить, что режимы прерывистого освещения разработаны, как правило, эмпирически. Не исключено, что более глубокие исследования связи режимов освещения с биоритмами птицы позволят найти варианты освещения, обеспечивающие еще большую эффективность как в отношении их экономичности, так и по влиянию на поведенческие птицы. Опытами, проведенными за рубежом, показано, что при свободном выборе длительности светового дня птица предпочитает суммарную продолжительность освещения 19-23 часа в сутки. Интенсивность излучения оказывает меньшее воздействие на рост и развитие молодняка, чем длительность светового дня. Однако избыточная освещенность вызывает беспокойство цыплят и может стать причиной расклевывания. Также важна равномерность распределения света. При этом следует учитывать, что предпочтительнее использовать большее число ламп, но меньшей мощности, чем наоборот, ибо в таком случае легче обеспечить равномерную освещенность клеток. Размещают лампы посередине проходов над клетками, через каждые 3,5 - 4 м.

Первые серийные компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) появились на европейском рынке в 1981 году. Это были 2-канальные КЛЛ со встроенным стартером для работы с выносным ЭмПРА мощностью 5, 7, 9, 11 Вт. Успехи в области микроэлектроники интенсифицировали дальнейшее развитие КЛЛ; для них были созданы несколько видов встраиваемых и автономных ЭПРА, что значительно упростило решение многих из перечисленных выше проблем, повысило энергоэкономичность ламп, облегчило конструирование осветительных приборов, расширило их номенклатуру и области применения. По конструктивным признакам КЛЛ разделяют на две большие группы: «А» – лампы для включения с выносными ПРА и штифтовыми цоколями; «Б» – лампы со встроенными ПРА и резьбовыми цоколями (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Общий вид КЛЛ группы «Б» со встроенным ЭПРА

К достоинствам компактных люминесцентных ламп относится значительно меньшее энергопотребление и соответственно экономия на оплате электроэнергии, длительный срок службы, стойкость к перепадам напряжения, особенно к снижению, широкий выбор оттенков, слабый нагрев, минимальная нагрузка на электропроводку, что важно в случае её ветхости. К недостаткам относится нестабильное качество, неэкологичность. Исследовано влияние различных факторов на параметры компактных люминесцентных ламп. С внедрением высокочастотной ЭПРА, компактные люминесцентные лампы стали практически «безразличными» к числу включений. КЛЛ более чувствительны к температуре окружающего воздуха, чем обычные линейные люминесцентные лампы. Существующие светодиоды разных конструкций излучают в телесном угле от 4 до 140 градусов. Цвет определяется координатами цветности и цветовой температурой, а также длиной волны излучения. Источники электропитания (ИЭ) – батарейки, аккумуляторы, сетевые модули питания (стабилизирующие преобразователи) и т.д. при этом на практике в равной мере используются как ИЭ - источники тока, так и ИЭ-источники напряжения (В зависимости от ситуации: у каждого из вариантов свои-достоинства и недостатки). В последнем случае для стабилизации прямого тока питания используются балластные (гасящие) резисторы.

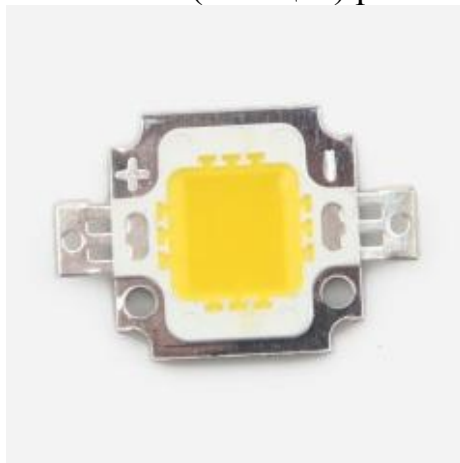


Рисунок 2 – SMD светодиод 1 Вт 30 вольт

К достоинствам светодиодов относится очень большой срок службы, пониженные затраты на обслуживание, конструктивная гибкость светодиодных изделий и легко осуществимый с ними «ненавязчивый скрытый свет», живые насыщенные цвета – без светофильтров, направленность излучения, устойчивость к нежелательным воздействиям, виброустойчивость, управляемость динамикой цвета, регулируемость белого тона, мгновенность выхода на рабочие характеристики после включения, безртутность конструкции, отсутствие ИК и УФ компонентов в световом пучке, способность легко включаться и нормально работать при низких температурах и низковольтное питание на постоянном токе. Исследованы особенности электрических и оптических характеристик светодиодов. Энергетические характеристики светодиодов значительно зависят от температуры. Люмен-амперные характеристики мало зависят от температуры окружающей среды. Светодиоды полностью диммируются, их срок службы не зависит от числа включений [4].

При выборе цветности излучения энергосберегающих источников освещения в птичниках, целесообразно отдавать предпочтение тёпло-белому спектру излучателей с температурой свечения, близкой к 2700 °К. [3] При таком выборе, цветность искусственного излучателя максимально приближена по значению к естественному источнику света.

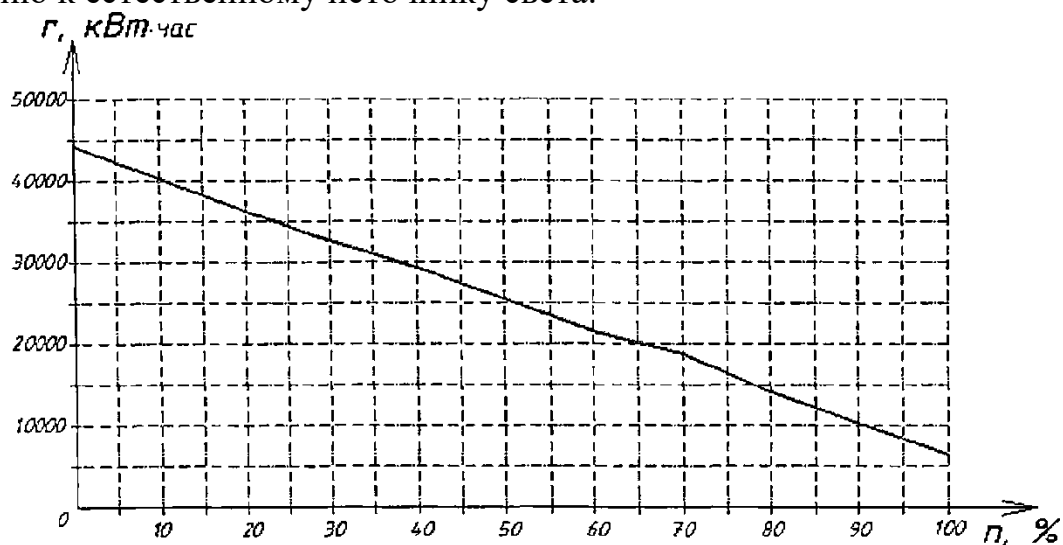


Рисунок 3 – Зависимость количества потребляемой эл. энергии в год от объёма заменяемых ЛН 60 Вт на КЛ лампы 9 Вт

Расход электрической энергии при использовании светильников с компактными люминесцентными лампами, в сравнении с освещением светильниками с лампами накаливания уменьшается на 37890 кВт-часов в год или 85%, а затраты на оборудование окупаются менее чем за четверть года. При использовании для освещения светильников с СД лампами в сравнении с освещением светильниками с лампами накаливания, расход электрической энергии на освещение уменьшается на 41175 кВт-час в год или на 92%, окупаемость приведенных затрат из-за значительной стоимости светодиодов составляет 1,3 года. Лучшее решение для освещения – это использование

энергосберегающих компактных люминесцентных ламп с теплым белым светом. Следует ожидать, что в ближайшие годы параметры СД ламп повысятся в 2-3 раза, а стоимость их заметно понизится. Это может привести к тому, что СД лампы станут конкурентоспособными источниками света с компактными люминесцентными лампами.

Важным фактором, влияющим на развитие и продуктивность птицы, является освещение. В настоящее время самыми распространёнными источниками освещения в птицеводстве являются лампы накаливания. Анализ показал, что расход электроэнергии на освещение на базе ламп накаливания составляет до 50% от общего расхода электроэнергии птицеводческих зданий. КЛ лампы более чувствительны к температуре окружающей среды, чем обычные линейные ЛЛ [5]. Энергетические характеристики светодиодов значительно, а люмен-амперные характеристики мало зависят от температуры окружающей среды. Применена методика расчёта освещённости в птицеводческих помещениях на базе программного комплекса DIALux. Программа при расчете учитывает отражённый и преломлённый световой поток и анализирует распределение освещённости по всей освещаемой поверхности. Эти особенности позволили более точно определить величину освещённости в птичниках, являющуюся основным критерием для оптимизации параметров энергосберегающих ламп. Разработана методика исследования параметров и характеристик КЛ и СД ламп в арматуре ЛСП. По результатам исследований установлено, что наиболее подходящими параметрами для освещения птицы при клеточном содержании обладают КЛЛ мощностью 9Вт и СД лампы мощностью 4,5 Вт тёпло-белого света. Варианты совмещения КЛ ламп с СД лампами и ЛИ в осветительных линиях, позволяют обеспечить режим освещения «рассвет-закат» в птичниках с сохранением равномерности освещения и экономией электроэнергии от 42 до 89% в зависимости от типа и количества заменяемых ламп. Расход электроэнергии при использовании светильников с КЛЛ в сравнении с освещением светильниками на ЛН уменьшается на 85%, а затраты на оборудование окупаются за два месяца. При использовании светильников на базе СД ламп в сравнении с освещением на ЛН расход электроэнергии на освещение уменьшается на 92%, окупаемость приведенных затрат из-за высокой стоимости светодиодов составляет 1,3 года.

Библиографический список

1. Акатов, А.Е. Влияние освещённости на воспроизводительные качества яичных кур при люминесцентном освещении – передовой научно-производственный опыт в птицеводстве/ А.Е. Акатов // Экспресс информация. – 1988. – № 6. – С. 10-13.
2. Бедило, Н.М. Выращивание бройлеров при люминесцентном освещении/ Н.М. Бедило // Сб.: Повышение продуктивности птицы и совершенствование технологии производства яиц и мяса. – 1984. – С. 23-27.

3. Зелятров, А. Влияние различных световых режимов на продуктивность бройлеров/ А. Зелятров // Достижения сельскохозяйственной науки и практики. Сер. Животноводство и ветеринария. – 1982. – № 6. – С. 18-27.

4. Кистень, Г.Е. Энергосберегающие режимы освещения птичников/ Г.Е. Кистень, С.С. Шевель, О.Н. Берека // Сб.: Механизация и автоматизация технологических процессов в агропромышленном комплексе : Материалы всесоюзной научно-практической конференции (10...12 октября 1989 г., Новосибирск). – М., 1989 г. – С. 42-43.

5. Рябов, А.Г. Методы оценки влияния светового фактора окружающей среды на сельскохозяйственных животных и птицу/ А.Г. Рябов // Вопросы электрификации животноводческих комплексов. – Волгоград : Волгоградский СХИ, 1986. – С. 140-143.

6. Безопасность жизнедеятельности/ А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько и др. – Рязань : ИП «Жуков В.Ю.», 2018. – 326 с.

УДК 378:001.895

*Захарова О.А., д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Под цифровой грамотностью понимается умение пользоваться поисковыми системами и находить нужную и полезную информацию, способность отличить добросовестные и вызывающие доверие источники информации от недобросовестных [8]. Это понятие вошло в употребление после публикации книги Пола Гилстера «Цифровая грамотность» (1997) [2].

Цифровизация вошла в жизнь нашего общества с 2010 года [7]. А.В. Шариков [8] провел анализ запросов о «цифровой грамотности» в базе данных РИНЦ за 2010-2018 гг. и установил, что в 2010 г. по ключевому слову найдено лишь 2 публикации, а в 2018 г. выгружалось 85 публикаций. Им же выделены четыре базовых подхода российских авторов: инфокоммуникационно-технологический (ИКТ-подход), психолого-педагогический, медийно-информационный и «индустриальный». Эти направления были в «Четырехкомпонентной модели цифровой грамотности», предложенной автором данной статьи в 2015 году.

Так, ИКТ-подход выступает как начало формирования знаний, умений, навыков при распространении в обществе компьютерных технологий; и опирается на понятия «компьютерная культура», «компьютерная грамотность», «информационная культура» и «информационная грамотность», сформировавшиеся в 1970-е годы [2, 5, 6].

Психолого-педагогический подход имеет цель создания теоретических концепций, которые базируются на традиционных достижениях возрастной и педагогической психологии, пытаются осмыслить реалии новейших практик.

На этом уровне выделяется концепция цифровой компетентности, разработанная группой исследователей с факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова под руководством Г.У. Солдатовой, которая с соавторами указывает, что под цифровой компетентностью понимается основанная на непрерывном овладении компетенциями (знания, умения, мотивация, ответственность) способность индивида уверенно, эффективно, критично и безопасно выбирать и применять инфо-коммуникационные технологии в разных сферах жизнедеятельности (информационная среда, коммуникации, потребление, техносфера), а также его готовность к такой деятельности [1, 8].

Иными словами, цифровая компетентность – это не только сумма общепользовательских и профессиональных знаний и умений, которые представлены в различных моделях ИКТ-компетентности, информационной компетентности, но и установка на эффективную деятельность и личное отношение к ней, основанное на чувстве ответственности [2, 3, 8].

Медийно-информационный подход определяется как концепция «медийно-информационной грамотности», о чем отмечалось в международном проекте ЮНЕСКО «Информация для всех» и закреплена как самостоятельная на международной конференции «Медиа- и информационная грамотность в обществах знания» (Москва, 2012), в финальном документе под названием «Московская декларация о медиа- и информационной грамотности».

Индустриальный подход – бизнес-сообщество, работающее в интернете, проявляющие интерес к проблематике цифровой грамотности [1, 6].

Сельское хозяйство улучшает под влиянием био- и нанотехнологий сорта растений, породы животных, сохраняет плодородие почв, а производители уходят от продуктовой к сервисной модели, то есть адаптируют свою продукцию под запросы потребителей.

Лишь в 2017 г. Министерство сельского хозяйства РФ вышло с предложением создать государственную подпрограмму «Цифровое сельское хозяйство». По уровню цифровизации, по данным Министерства сельского хозяйства РФ, Россия занимает 15 место. С помощью цифровых технологий сейчас обрабатывается лишь до 10% пашни [8].

Созданный аналитический центр ведет мониторинговые исследования земель сельскохозяйственного назначения, осуществляет взаимодействие [2], совместно с крупными научными (к примеру, ВНИИГиМ) и учебными (к примеру, Рязанский ГАТУ) институтами с Роскосмосом и Росгидрометом о создании единой базы снимков из космоса и климатических данных. В Рязанском ГАТУ создан отдел по развитию образовательного процесса и цифровой трансформации, возглавляемый д.э.н., профессором И.Г. Шашковой, одной из целей которого является содействие структурным подразделениям университета в нормативном обеспечении внедрения и эффективного использования системы качества с целью достижения требуемого уровня предоставляемых образовательных услуг и подготовки высококвалифицированных специалистов, востребованных в России и за рубежом.

На многих направлениях в Рязанском ГАТУ читается курс «Производство экологически безопасной продукции» с отражением результатов высокой урожайности возделываемых культур при хорошем качестве продукции (точное земледелие, органическое земледелие, экологическое растениеводство и пр.) [4].

В 2020 г. ведущие преподаватели Рязанского ГАТУ прошли курсы повышения квалификации от Университета Иннополис. Университет Иннополис – один из самых молодых и инновационных ИТ-вузов России и интеллектуальном центре нового города. Образовательные программы, ориентированные на потребности бизнеса и промышленности, направлены на создание высококачественного потока специалистов для ИТ-индустрии [5]. Готовность к использованию цифровых технологий у преподавателей РГАТУ в учебном процессе высокая. Так, в преподавании дисциплин, к примеру «Ботаники», вводятся задания по поиску сайтов с Ботаническими садами, лугами, растениями разных групп и т.д.; работы с информацией по заданию преподавателя при выполнении самостоятельной работы.

Запущен портал по повышению цифровой грамотности «Готов к цифре» [<https://skillbox.ru/media/education/zapushchen-portal-po-povysheniyu-tsifrovoy-gramotnosti/>] с сервисами для тестирования уровня цифровых навыков и обучения работе с технологиями.

В соответствии с прогрессом в области цифровизации все больше публикации размещается в РИНЦе, в которых авторы выделяют преимущества компьютерной технологии, позволяющей производить экологически безопасную продукцию.

Исследование особенностей внедрения и развития эффективных, цифровых технологий в сельском хозяйстве с целью определения проблем и перспективных направлений цифровизации АПК занимает первое место.

В 2018 г. в технопарке «Сколково» состоялась третья конференция «Точное земледелие». Съёмка сельхозугодий с дронов, анализ агрохимического состава почв по спутниковым снимкам, программируемая сельхозтехника, связанная с сенсорами в почве, – это реальность отрасли. Главные цели инноваций для аграриев – рост производительности и сокращение потерь [1, 2, 7].

По внедрению информационных технологий в сельское хозяйство Россия занимает 45-е место в мире. Сегодня порядка 13–15% российских агрохозяйств в состоянии заниматься цифровизацией и коммерциализацией научно-технических разработок. «Переход российского АПК на цифровые технологии важен для обеспечения конкурентоспособности», – отмечается в работе Вартановой М.Л. и Дробот Е.В. [2].

Библиографический список

1. Александрова, А.В. Проблема формирования и развития цифровых компетенций персонала в авиастроении/ А.В. Александрова, С.А. Курашова,

Н.Н. Кондрашева, А.В. Бабкин // Сб.: Инновационные кластеры в цифровой экономике: Теория и практика : Материалы VIII научно-практической конференции с международным участием. – СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого, 2017. – С. 544-549.

2. Вартанова, М.Л. Перспективы цифровизации сельского хозяйства как приоритетного направления импортозамещения/ М.Л. Вартанова, Е.В. Дробот // Journal of international economic affairs. Экономические отношения. – 2018. – № 2018 (Январь-март). – С. 1-18.

3. Захарова, О.А. Информатизация и цифровизация высшего образования/ О.А. Захарова // Сб.: Цифровизация экономики и общества: проблемы, перспективы, безопасность : Материалы Международной научно-практической конференции. – В 2-х т. – 2019. – С. 93-95.

4. Оценка эффективности применения биомодифицированных минеральных удобрений под ячмень/ Е.Р. Коняев, Я.В. Костин, О.А. Захарова, Н.М. Троц // Вестник РГАТУ. – 2021. – Т.13. – № 3. – С. 19-25.

5. Сергеева, А.И. Анализ использования удобрений при производстве зерновых культур на землях Рязанской области/ А.И. Сергеева // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 1 (29). – С. 99-104.

6. Студеникин, Н.В. Цифровые технологии и новые возможности для КСО в России в контексте зеленой экономики, цифровой экономики и «шеринг экономики»/ Н.В. Студеникин // Государственно-частное партнерство. – 2017. – № 4. – С. 13-28.

7. Шустиков, В. Цифровые технологии приходят в сельское хозяйство. SK Сколково/ В. Шустиков. – Режим доступа://sk.ru/news/b/pressreleases/archive/2018/02/21/cifrovye-tehnologii-prihodyat-v-selskoe-hozyaystvo.aspx

8. Шариков, А.В. Концепции цифровой грамотности: Российский опыт/ А.В. Шариков // Коммуникации. Медиа. Дизайн, 2018. – Том 3. – № 3. – С. 96-112.

9. Результаты мониторинга почвенных неоднородностей на основе мультиспектральных снимков полей при утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения/ И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, К.Н. Дрожжин и др. // Вестник РГАТУ. – 2020. – № 3 (47). – С. 74-78.

10. Корытченкова, Е.Е. Цифровизация электроэнергетики как фактор активизации развития отрасли/ Е.Е. Корытченкова, А.В. Мешков, Н.В. Водолазская // Сб.: Экономика. Наука. Инноватика : Материалы I Республиканской научно-практической конференции. – 2020. – С. 131-134.

11. Самукова, А.Д. Цифровые технологии, реализуемые в процессе обучения по специальности «Ветеринария»/ А.Д. Самукова, Г.Н. Глотова, В.А. Позолотина // Сб.: Совершенствование образовательного процесса в условиях изменяющейся среды : Материалы Всероссийской (национальной) науч.-метод. конф. – Лесниково : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2021. – С. 161-165.

12. Торжков Н.И. Программный комплекс «Рацион 2+» для составления и балансирования рационов кормления сельскохозяйственных животных/ Н.И. Торжков, Ж.С. Майорова, Д.А. Благоев // Аграрный вопрос. – 2015. – № 4. – С. 20.
13. Систематизация составляющих цифровой экономики в современной рыночной среде/ А.В. Мешков, И.А. Бондарева, Н.В. Водолазская и др. // Инновационные перспективы Донбасса, 2020. – С. 186-190.
14. Бережная, И.Ш. Использование компьютерной графики при подготовке агроинженеров/ И.Ш. Бережная, А.Н. Масловская // Сб.: Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII Международной научно-производственной конференции. – 2019. – С. 67-68.
15. Справочник по курсу детали машин и основы конструирования/ С.Н. Борячев, Т.В. Горина, Р.А. Чесноков и др. – Рязань, 2014.
16. Черкашина, Л.В. Технологическая трансформация аграрного производства посредством цифровизации/ Л.В. Черкашина, М.В. Евсенина // Сб.: Мировой опыт и экономика регионов России. – Курск, 2020. – С. 387-391.
17. Туркин, В.Н. Программа ИРТ-4 в мультимедийных средствах обучения/ В.Н. Туркин // Сб.: Интеграция науки с сельскохозяйственным производством : Материалы научно-практической конференции, посвященной деятельности «Университетского комплекса» в Рязанской области. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 94-96.
18. Чихман, М.А. Аутсорсинг как инструмент развития малого агробизнеса и трансфера технологий в АПК/ М.А. Чихман, О.А. Федосова, Т.В. Торженева // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 416-421.
19. Чихман, М.А. Совершенствование аграрного образования как фактор развития потребительского рынка России/ М.А. Чихман, О.А. Федосова // Сб.: Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2019 года. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 266-272.

*Иванова Д.О.,
Брюхин Я.А.,
Нагаев Н.Б., канд. техн. наук,
Винников А.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНА НА ЛИНИЯХ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ

Зерно – это основной продукт, который показывает продовольственную безопасность страны и постоянную работу аграрного рынка. Производство зерна является важнейшей частью, необходимой отраслям промышленности, работающих с переработкой зерна и всем отраслям АПК, – развиваться.

Такое внимание к данной проблеме обосновывается не только весомыми последствиями для здоровья при использовании заражённого зерна, но и быстро возрастающей проблемой увеличения количества в поставках такого зерна. Исполнение поручения Министра сельского хозяйства Российской Федерации Д. Н. Патрушева и плана мероприятий («дорожная карта») по борьбе с распространёнными на территории Российской Федерации вредными организмами, имеющими карантинное значение для основных стран-импортеров российского зерна, в нашей стране проводились исследования по выявлению болезней, вредителей и сорной растительности. В 2020 году проведен фитосанитарный мониторинг по обнаружению вредоносных организмов на площади 369,18 тысяч гектаров (нарастающим итогом), в т.ч. на наличие вредителей обследовано 90,9 тысяч гектаров (озимые зерновые колосовые – 60,47 тысяч гектаров, яровые зерновые колосовые культуры – 30,35 тысяч гектаров); болезни – 111,10 тыс. га (озимые зерновые колосовые культуры – 59,1 тысяч гектаров, яровые зерновые колосовые культуры – 36,4 тысяч гектаров, зернобобовые культуры – 13,6 тысяч гектаров, лен – 2,3 тысяч гектаров); сорные растения – 167,28 тысяч гектаров (озимые зерновые колосовые культуры – 66,55 тысяч гектаров, яровые зерновые колосовые культуры – 60,53 тысяч гектаров, зернобобовые культуры – 19,04 тысяч гектаров, подсолнечник – 8,5 тысяч гектаров, рапс – 7,33 тысяч гектаров, лен – 2,59 тысяч гектаров, горчица – 2,89 тысяч гектаров). Также после проверки на посевах зерновых колосовых культур на площади 32,4 тысяч гектаров было выявлено заражение септориозом (*Septoria tritici*) 11,64 тысяч гектаров. Обработки были проведены на площади 8,25 тысяч гектаров.

На международном уровне составлялись, как необходимые стандарты, так и нормативные документы для импорта/экспорта зерна.

Оценка качества зерна, собранного в России за десять лет, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка качества зерна нового урожая 2012 – 2019 годы в России

Показатель	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Объём исследуемого зерна, тыс. тонн	11 035	10 452	12 597	10 920	16 589	26 520	12 996	12 937
Объём зерна не соответствующего требованиям по показателю заражаемости, тыс. тонн	3 786	4 852	4 455	4 102	7 040	14 487	4 829	3 799

Важно отметить, что проблема загрязнения зерна носит международный характер, и для борьбы с этой данной проблемой привлекаются значительные усилия и средства [1, 2].

Обработка зерна является первостепенной экономической проблемой. Переработка зерна должна осуществляться на всех этапах его хранения и переработки.

Проводить обеззараживание зерна необходимо не только в период хранения и переработки, но и во время послеуборочной обработки зерна. Также необходимо проводить технологию подготовки семян к посеву.

Рассмотрим существующие методы обеззараживания зерна на линиях послеуборочной обработки.

По способам дезинфекции различают 4 вида методов: биологические; химические; физические, электрофизические. На рисунке 1 показана классификация способов обеззараживания.



Рисунок 1 – Методы обеззараживания зерна

Химические способы. Для нейтрализации зерна используются химические реагенты следующего типа: метабисульфит калия – ГОСТ 12274-66, кальцинированная техническая сода – ГОСТ 10689-70. Зерно хранится в коробках, мешках или на платформах в течение 24 часов после увлажнения, не допуская при этом замораживания. По истечении срока годности зерно сушат. Срок годности неограничен.

Недостатками данного способа являются необходимость сушки и поддержания положительной температуры обрабатываемого зерна, что значительно увеличивает энергозатраты на обработку и требует дополнительного оборудования.

Также используется нейтрализация и консервирование зерна метабисульфитом натрия [3, 4]. Этим способом зерно консервируют, чтобы остановить развитие в нем различных токсичных грибов, или зерно I-II степени заражения нейтрализуют кожным тестом, пораженным токсином [5, 6]. Этот метод опасен непосредственно для человека, поэтому при растворении метабисульфита натрия в воде образуется диоксид серы, который раздражает слизистые оболочки.

Биологические способы. Биологические методы используют такие вещества и препараты для животных и птицы, при скормливании они обладали бы повышенным иммунитетом к токсинам и патогенной микрофлоре, а дезинфекция происходит непосредственно во время переваривания пищи животными.

Все биологические методы имеют три общих недостатка: сложная технология, длительное время подготовки и огромные затраты на приобретение оборудования и его техническое обслуживание [7, 8]. Биологические методы не подходят для маломощных предприятий с прерывистым рабочим циклом.

Физические способы. Существует большое количество физических методов обеззараживания зерна и продуктов. Самые простые методы включают механическую очистку от грибов и плесени.

Обработка зерна и комбикормов теплой водой также является физическим методом обработки. Суть метода заключается в том, что корм смешивают с водой комнатной температуры. На 1 часть корма берется 6 частей воды. После отстаивания в течение получаса удаляется 50% верхнего слоя смеси. В результате выводятся токсины и нитраты. Недостатком данного способа является необходимость сушки продукта, немалый расход воды на обработку, наличие вместительных емкостей.

Электрофизические способы. Анализируя существующие технологии обеззараживания зерна и продуктов его переработки, борьбы с фитопатогенными грибами и вырабатываемыми ими микотоксинами, можно сказать, что большинство методов обработки применяется на зерне, которое уже потеряло свои качества из-за негативного воздействия плесени и грибов при хранении и переработке. Использование фитосанитарных технологий в производстве зерна снижает степень заражения, но не может обеспечить полную защиту от инфекции.

Нужно предоставить полную дезинфекцию зерна во время послеуборочных обработок и понизить обеззараживание на следующих этапах обработки зерна. Высокий эффект можно получить при применении однотипного унифицированного оборудования. Использование электромашин и различных технологий, дающих проводить послеуборочную обработку зерна с уничтожением фитопатогенной микрофлоры, даст понизить все потери при хранении, не позволит образовываться вредным микотоксинам и увеличить безопасность хранения зерна.

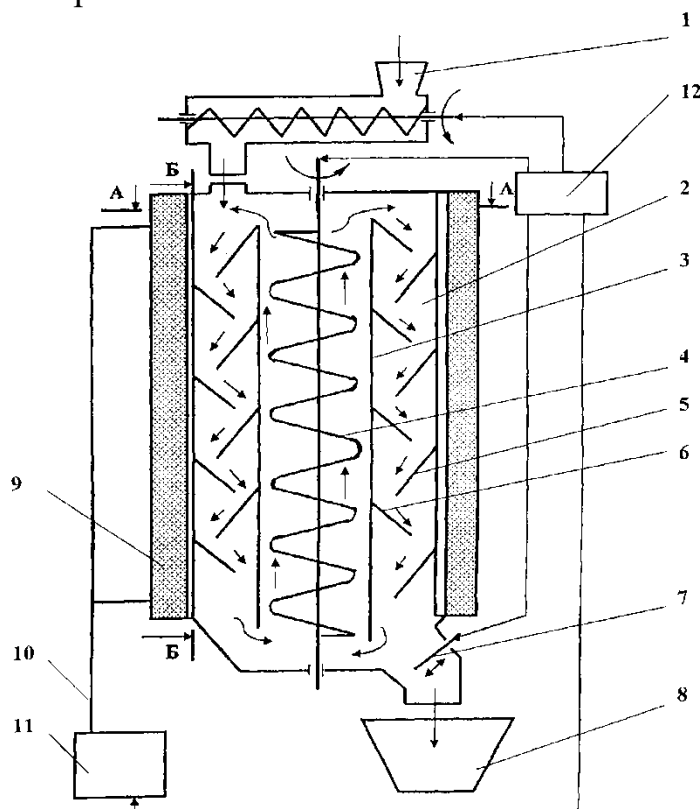


Рисунок 2 – Установка для СВЧ обработки фуражного зерна:

- 1 – загрузочный дозатор; 2 – СВЧ камера; 3 – устройство для перемещения зерна; 4 – шнек; 5 – большой направляющий усеченный конус; 6 – малый направляющий усеченный конус; 7 – шлюз; 8 – бункер; 9 – СВЧ экран; 10 – волновод; 11 – магнетрон; 12 – микропроцессор

Использование установки для микроволновой обработки фуражного зерна позволяет повысить качество его переработки в широком спектре сельскохозяйственных процессов, снизить металлоемкость и удельные энергозатраты [9, 10].

Установка для микроволновой обработки фуражного зерна, отличающаяся тем, что она имеет загрузочный дозатор, микроволновую камеру, магнетрон, волновод, приемный бункер, микропроцессор, при этом внутри микроволновой камеры расположено устройство для перемещения зерна снизу вверх, оснащенное вертикальным винтом, на внешней поверхности которого закреплены по высоте небольшие усеченные направляющие конусы, малым диаметром направленные вверх, а на внутренней поверхности

микроволновой камеры установлены большие усеченные направляющие конусы, малым диаметром направленные вниз, и угол наклона поверхности конусов относительно вертикальной оси составляет 42-45, а кольцевой зазор δ между нижней кромкой большого направляющего усеченного конуса и наружной конической поверхностью малого направляющего усеченного конуса, а также зазор δ между нижней кромкой малого направляющего усеченного конуса и внутренней конической поверхностью большого направляющего усеченного конуса равны и составляют 25-30 мм, и все детали, расположенные внутри микроволновой камеры, выполнены из диэлектрика.

Подводя итоги, следует отметить что в современном мире чаще всего используется электрофизический метод. Это связано с тем, что значительно сокращается время работы и качество обработки, но недостатком является дороговизна оборудования.

Обеззараживание зерна является основой его безопасности, а также безопасности людей. Насекомые и клещи, а также птицы и грызуны питаются зерном. В результате неблагоприятных воздействий зерно теряет в весе, может само нагреваться и даже становиться токсичным и непригодным для употребления в пищу, корм и, особенно, семена. Важно поддерживать качество и проводить постоянную обработку.

Библиографический список

1. Шемякин, А.В. Оценка безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования/ А.В. Шемякин, К.П. Андреев, А.А. Кильдишев, В.В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 1 (283). – С. 20-23.

2. Вибрационная установка для извлечения перги из сотов и очистки воскового сырья от загрязнений/ Д.Е. Каширин, Д.Н. Бышов, Н.Б. Нагаев и др. // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 156-159.

3. Нагаев, Н.Б. Теоретическое исследование процесса отделения воскового сырья от рамок центробежными силами/ В.Ф. Некрашевич, А.С. Попов, Н.Б. Нагаев // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 3 (27). – С. 76-79.

4. Исследование теплофизических и реологических свойств воскового сырья и воска/ Н.Е. Лузгин, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин и др. // Сб.: Исследования молодых ученых – аграрному производству : Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки. Ассоциация аграрных вузов ЦФО. – 2015. – С. 102-110.

5. Технологическая линия извлечения перги/ Р.А. Мамонов, В.Ф. Некрашевич, М.В. Коваленко и др. // Пчеловодство. – 2015. – № 9. – С. 56-59.

6. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения

потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова и др. // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 4 (32). – С. 93-97.

7. Семина, Е.С. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания систем освещения в сельской местности/ Н.Б. Нагаев, С.С. Трухачев, В.А. Тюкин, А.А. Жильцова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 310-315.

8. Пат. РФ №147131. Пистолет-распылитель / Ушанев А.И., Малюгин С.Г., Малюгин В.С., Попов А.С., Нагаев Н.Б., Тараскин А.И. – Оpubл. 27.10.2014; № Бюл. № 30. – 9 с.

9. Применение оптического излучения - перспективная энергосберегающая технология/ А.А. Полякова, А.П. Пустовалов, А.М. Алешов, М.В. Мануев // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 185-188.

10. Лузгин, Н.Е. Агрегат для вытопки воска/ Н.Е. Лузгин, В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев // Сб.: Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития : Материалы Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 554-557.

УДК629.083

*Кадыров М. Р.,
Чеботарев М. И., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

СТЕНД ДЛЯ КОНТРОЛЯ БИЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Технический прогресс в отечественном АПК неразрывно связан с интенсификацией и автоматизацией технологических и производственных процессов, с повышением скоростей, мощностей и производительности, что в свою очередь влечет за собой возрастание рабочих температур, давлений, скоростей газовых потоков, силовых нагрузок на конструктивные элементы узлов и агрегатов сельхозтехники. Вместе с тем значительная часть материалов, из которых изготовлены детали этих узлов, безвозвратно теряется в процессе эксплуатации (в основном за счет коррозии, эрозии, абразивного износа). Поэтому наряду с созданием новых прогрессивных конструкционных материалов для обеспечения высокой механической прочности, ударной вязкости и коррозионной стойкости в различных агрессивных средах в последнее время большое значение уделяется восстановлению изношенных деталей и защите материалов покрытиями.

Затраты труда и потери в производстве, связанные с ремонтом машин и оборудования, в настоящее время достаточно велики, что представляют один из важнейших факторов, определяющих уровень и динамику производства, и, следовательно, эффективность производства в отрасли.

В связи с этим проблема сокращения ремонтно-эксплуатационных издержек и экономических потерь, вызываемых простоями машин и оборудования в ремонте, становится в современных условиях особенно актуальной. Для решения этой задачи разрабатываются и совершенствуются технологии ремонта машин и восстановления деталей [1, 2, 4, 7, 8], инструменты и приспособления для ремонта и восстановления [3, 5, 6, 9, 10], внедряются новые методы организации труда.

Общее число деталей в современных тракторах, автомобилях и других машинах АПК составляет тысячи наименований. Однако число деталей, лимитирующих срок службы технических средств до капитального ремонта (КР), не превышает нескольких десятков наименований. Задача заключается в том, чтобы повысить долговечность этих деталей до уровня, обеспечивающего наибольшую долговечность машин.

Одной из этих лимитирующих деталей является коленчатый вал двигателя. Затраты на его восстановления гораздо меньше, чем при изготовлении нового. Восстановленный коленвал должен обеспечить работоспособность и ресурс, указанный в технической документации. В связи с этим, контроль восстановленного коленвала, соответствие всех его параметров, в том числе и геометрических, должен соответствовать ремонтному чертежу и техническим требованиям к двигателю и его составным сборочным единицам.

Процесс контроля размеров и геометрической точности коленчатых валов состоит из нескольких этапов, связанных с перемещением, установки его на верстак или на контрольные приспособления, вращением коленчатого вала вокруг оси, снятия с приспособлений и т. д.

В ремонтной мастерской может подвергаться восстановлению различные типоразмеры валов, поэтому разработка универсальных приспособлений для их контроля существенно снизит затраты на ремонт, а механизированные приспособления – уменьшат затраты времени.

В связи с этим, для повышения контроля качества восстановленного коленвала и, соответственно, двигателя, а также снижения затрат, целесообразно иметь универсальные станды для проверки коленчатых валов. В связи с этим, предлагается универсальный стенд для проверки биения коренных шеек различных коленвалов.

Обычно, коленчатый вал устанавливается крайними коренными шейками на призмы на поверочной плите, а индикатором на штативе при ручном провороте вала проверяется биение других коренных шеек относительно крайних. Однако, некоторые валы достаточно тяжелые (например, вес коленвала двигателя ЯМЗ-240 более 147 кг), поэтому процесс проворота вала при измерении на призмах достаточно сложное дело. Поэтому, в этом случае

вал при помощи подъемно-транспортного устройства устанавливается на роликовые призмы, на которых он легко проворачивается. В случае измерения различных валов или биения относительно различных шеек тяжелых длинных многоопорных коленчатых валов существенно возрастает время на переустановку и выверку призм.

Нами предлагается конструкция универсального стенда для контроля биения шеек коленчатых валов различных типоразмеров (рисунок 1), который состоит из рамы 1, на которой установлена плита 2 с неподвижной роликовой призмой 6 и направляющими 3, на которых находятся линейный двигатель 4 и подвижная роликовая призма 5.

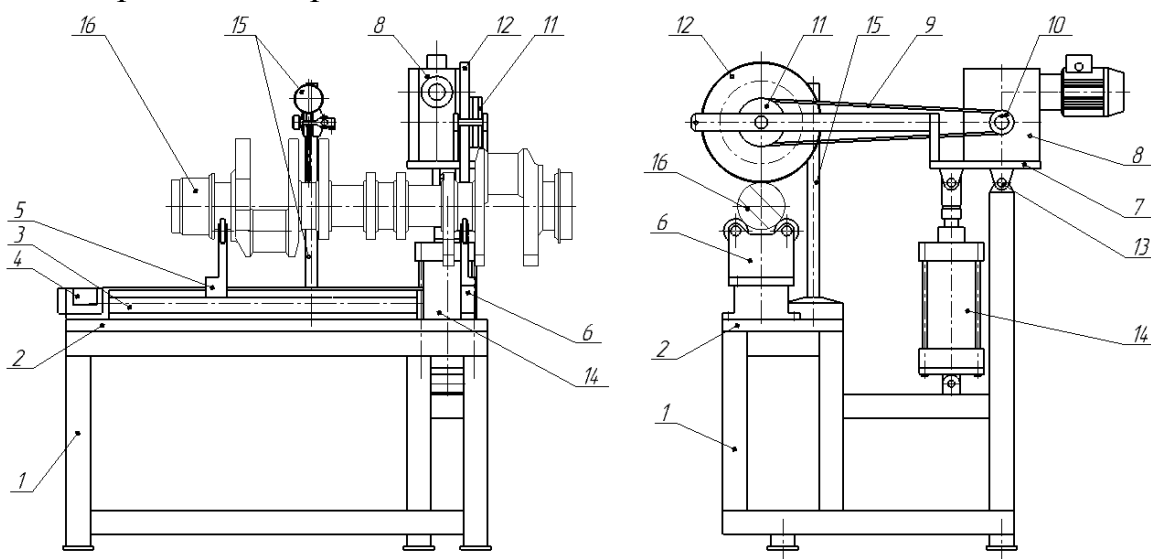


Рисунок 1 – Стенд для контроля биения коренных шеек коленчатого вала

На раме 1 также установлена малая плита 7 с мотор-редуктором 8, соединенным ременной передачей 9 через шкивы 10 и 11 с фрикционным обрезиненным диском 12. Малая плита 7 может качаться вокруг горизонтальной оси 13 с помощью пневмоцилиндра 14. На плите установлен штатив с измерительным индикатором 15.

Контроль радиального биения коренных шеек коленчатого вала осуществляется следующим образом.

Перед проведением операции контроля подвижную призму 5 устанавливают на необходимом расстоянии от неподвижной призмы 6, учитывая размеры между базовыми шейками проверяемого коленвала, на которые должен быть установлен вал. Шток пневмоцилиндра 14 выдвинут, фрикционный диск 12 находится в крайнем верхнем положении и не мешает установки вала как вручную, так и с помощью подъемного механизма (рисунок 2).

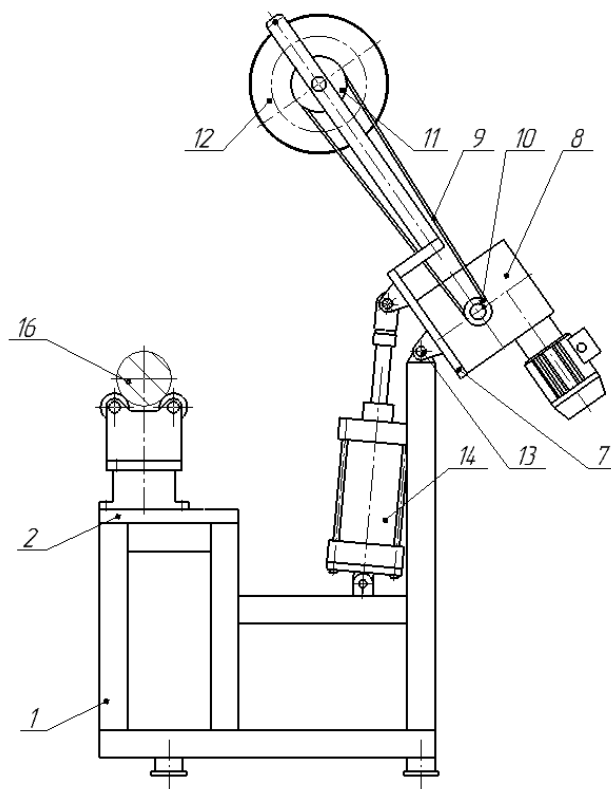


Рисунок 2 – Стенд перед установкой коленчатого вала

Проверяемый коленчатый вал 16 устанавливают нужными шейками на призмы 5 и 6, подают воздух в пневмоцилиндр 14, шток опускает малую плиту 7, которая поворачивается вокруг оси 13, и фрикционный диск 12 прижимается к шейке коленвала, лежащей на неподвижной призме 6. Устанавливают ножку индикатора 15 на проверяемую шейку, запускают мотор-редуктор 8, который через шкивы 10 и 11 ременной передачи 9 передает вращение на обрезиненный фрикционный диск 12. Диск 12, вращаясь, с помощью пневмоцилиндра 14 обеспечивает прижатие шейки коленвала к роликам неподвижной призмы 6 и вращение коленвала, во время которого можно снимать показания с измерительного индикатора 15. После измерения биения одной шейки, останавливают мотор-редуктор 8, передвигают индикатор 15 к следующей шейке, включают мотор-редуктор 8 и проводят измерения. При необходимости, можно остановить мотор-редуктор 8, с помощью пневмоцилиндра 14 отвести фрикционный диск 12 от шейки коленвала, и переустановить его на другие шейки.

На предложенном стенде можно измерять биение шеек коленчатых валов с расстоянием между крайними коренными шейками до 720 мм, что позволит существенно снизить расходы на ремонт при достаточно большой программе ремонта различных двигателей за счет экономии времени измерения и использовании одного приспособления для измерения всех коленвалов.

Библиографический список

1. Масиенко, В.В. Применение детонационного напыления при восстановлении валов/ В.В. Масиенко, М.Р. Кадыров // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы научно-практической конференции. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 206-208.
2. Кадыров, М.Р. Применение накатки при упрочнении восстанавливаемых поверхностей валов/ М.Р. Кадыров // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы научно-практической конференции. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 208-209.
3. Кадыров М.Р. Восстановление рессор автомобилей/ М.Р. Кадыров, Н.Н. Долгулин // Сб.: Инновационная деятельность в модернизации АПК : Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 частях. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 238-240.
4. Кадыров, М.Р. Обработка поверхностей под резьбу и шлифование при восстановлении деталей/ М.Р. Кадыров // Сб.: Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : Международной научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова. – 2015. – Т. 3. – № 4-1 (15-1). – С. 184-188.
5. Угрюмов, Е.А. Центрирование гильз автотракторных двигателей при хонинговании/ Е.А. Угрюмов, М.Р. Кадыров // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы 75-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2019 год. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – С. 385-387.
6. Белик, Ю.И. Установка для восстановления фасок клапанов головок блоков цилиндров дизельных ДВС/ Ю.И. Белик, М.Р. Кадыров // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы научно-практической конференции. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 476-477.
7. Кадыров, М.Р. Способ восстановления внутренней поверхности гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания/ М.Р. Кадыров // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы научно-практической конференции. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 295-296.
8. Пат. РФ № 2016112809. Способ восстановления внутренней поверхности гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания / Кадыров М.Р. . – Оpubл. 18.10.2017.
9. Пат. РФ № 2019103310. Инструментальная головка для электромеханического упрочнения гильз цилиндров / Кадыров М.Р. – Оpubл. 26.09.2019.
10. Пат. РФ № 2019103309. Устройство для правки и контроля шатунов двигателей внутреннего сгорания / Кадыров М.Р., Чеботарев М.И. – Оpubл. 19.08.2019.

11. Королев, А.Е. Влияние качества сборки на работоспособность двигателей/ А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин // Вестник РГАТУ. – 2014. – № 4. – С. 64-67.

12. Туркин, В.Н. Учебные стенды холодильной техники/ В.Н. Туркин // Сб.: Технология и продукты здорового питания : Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Саратов : ВПО ФГОУ СГАУ, 2010. – С. 148-150.

УДК 621.796

*Колошеин Д.В., канд. техн. наук, доцент,
Борычев С.Н., д-р техн. наук, профессор,
Волков А.И.,
Щавелев И.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩАХ, ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Внутреннее потребление картофеля в России составляет около 7,5 млн т в год. Из них в среднем 6,7–7,2 млн т продукции приходится на отечественных аграриев. Ежегодный импорт картофеля в РФ составляет от 300 до 800 тыс. т продукции.

Однако неблагоприятная погода, которая наблюдалась в этом году, негативно сказалась на качестве урожая. Так в РФ качество картофеля в этом году намного меньше, чем в предыдущем году. Из-за сложностей с новым урожаем, оптовые цены на картофель выше в сравнении с 2020 годом на 71,4%.

Основной проблемой при уборке картофеля является качество продукции. Так из-за непогоды, клубни картофеля, закладываемые на хранение чрезмерно влажные, это в свою очередь ведет к уменьшению сохранности в картофелехранилищах.

Главной задачей по производству картофеля [1, 2] является его сохранность в течение осенне-зимнего времени. Решение этой задачи позволит внести значительный вклад в продовольственную безопасность страны в рамках Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации.

Одним из основных способов повышения сохранности [3, 4] картофеля при хранении является обеспечение оптимальных температурно-влажностных режимов в картофелехранилищах. Для того чтобы поддержать требуемые режимы в хранилищах используют специальные системы автоматического контроля [5].

На основе анализов И.Л. Волкинда и д.р. потери клубней картофеля от несоблюдения скорости воздушного потока и температуры достигают 15%, а при снижении относительной влажности потери увеличиваются в 5 раз.

При этом убыль массы картофеля при относительной влажности воздуха 90-95% в сравнении с влажностью 85-87% сокращается в 2 раза.

При хранении картофеля осуществляются следующие технологические режимы:

- сушка;
- лечебный;
- охлаждение;
- хранение.

Каждый режим хранения картофеля [7] должен характеризоваться с таблицами 1, 2 и 3.

Таблица 1 – Температурно-влажностные режимы хранения картофеля

Продукция	Температура в массе продукции		Относительная влажность воздуха, %		Продолжительность хранения, сут.
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	
Картофель продовольственный	+2	+4	90	95	300
Картофель семенной	+2	+4	90	95	210

Таблица 2 – Технологические режимы хранения картофеля

Режим	Температура массы продукции		Относительная влажность, %	Скорость снижения	Продолжительность, час
	Начало режима	Окончание режима			
Осушение	12...18	12...18	90...95	-	72
Лечебный	12...18	12...18	95	-	288
Охлаждение и хранение	12...18	3	90...95	0,5	-
Предреализационный	3	8	-	0,5	10

Таблица 3 – Интенсивность вентилирования картофеля

Режим	Вид хранимой продукции	Минимальная интенсивность вентилирования Температура наружного воздуха	
		-20° и выше	-30° и ниже
Осушение	Картофель семенной	100	70
	Картофель продовольственный	70	50
Лечебный	Картофель семенной	100	70
	Картофель продовольственный	70	50
Охлаждение и хранение	Картофель семенной	50	35
	Картофель продовольственный	35	25

Все операционные процессы управления микроклиматом в картофелехранилищах имеют три главных направления (рисунок 1).

Одной из главных проблем является регулирование влажности и контроль вентиляционного воздуха в насыпи картофеля [7, 8].

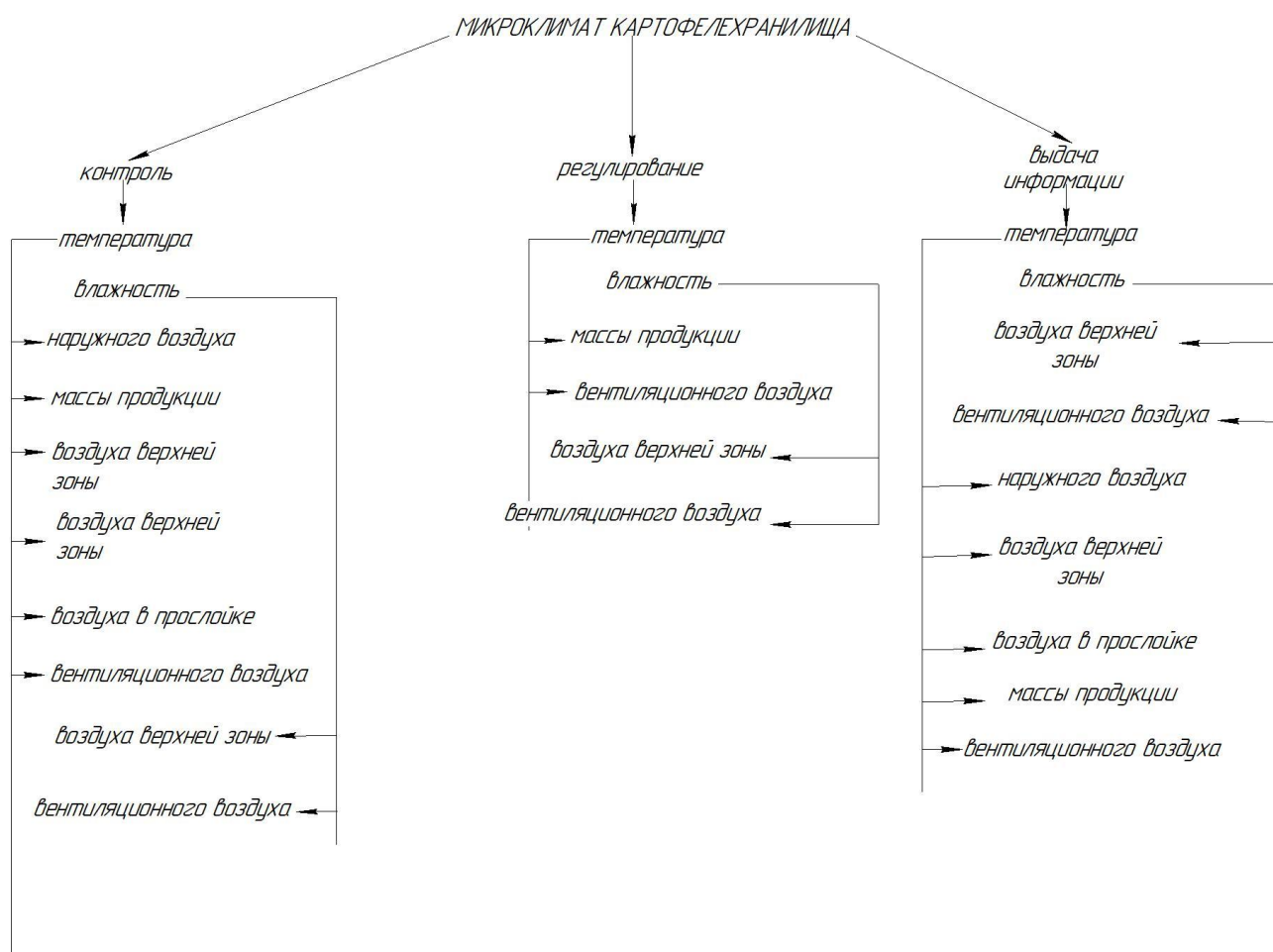


Рисунок 1 – Типовая структурная модель управления микроклиматом в картофелехранилище

В рамках проведения исследований по тематике хранения картофеля нами использовался сорт продукции «Гала». Представленный сорт картофеля широко распространён в РФ, за счет высоких вкусовых свойств и обильных урожаев. Сорт картофеля «Гала» представляет собой полностью адаптированный к различным климатическим условиям сорт. В РФ указанный сорт пришел из Германии в 2008 году.

Были уточнены размерно-массовые характеристики сорта картофеля «Гала».

С целью определения рациональных параметров воздуховода был выполнен полнофакторный эксперимент по плану в программе «MathCad 14.0».

Переменными факторами являлись:

- диаметр напольного канала, мм;
- температура насыпи картофеля, °C;

- вентиляционные отверстия на стороне напольного воздуховода, мм.

Скорость воздуха из вентиляционных отверстий на стороне напольного воздуховода определялась по формуле (1):

$$0,069 - 0,025x_1 - 0,141x_2 - 0,128x_3 - 0,093x_2x_3 + 0,091x_1x_2x_3 \quad (1)$$

Цель исследований состояла в определении размеров вентиляционных отверстий на сторонах воздуховода и пропуска через них воздуха в насыпь сельскохозяйственной продукции (в соответствии с таблицами 1,2 и 3)

Результаты исследования подвергались обработке с использованием методов математической статистики.

Величина изменения температуры и скорость воздушного потока снималась при помощи установленных приборов [9].

При расчете учитывалось, что одним из основных параметров являются размеры вентиляционных отверстий на стороне напольного воздуховода. Исходя из этого, воспользуемся формулой (2):

$$c = c_1 \cdot y_1 \cdot \omega_{xp} - c_2 \cdot y_2 \quad (2)$$

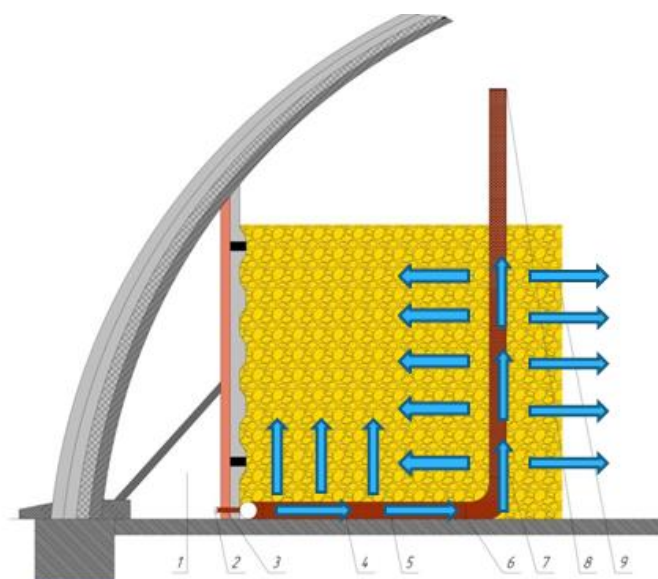
где, c_1 – стоимость картофеля, руб.;

y_1 – сохранность картофеля, %;

ω_{xp} – объем хранения;

c_2 – стоимость электроэнергии, руб/кВт·ч;

y_2 – потребление электроэнергии кВт·ч.



1 - магистральный канал, 2 - регулирующая заслонка, 3 - окна, 4 - горизонтальный воздуховод,
5 - вентиляционные отверстия, 6 - колено, 7 - вертикальный воздуховод,
8 - цилиндрическая заглушка, 9 - камера для закладки продукции

Рисунок 2 – Конструкция картофелехранилища с воздуховодом в виде цилиндрических труб

Найдем предложенный критерий оптимизации при среднем диаметре напольного воздуховода равным $\square_1 = 100$ мм и температурой насыпи картофеля, °С; $\square_2 = 3$ °С, получим начальные вентиляционные отверстия

на стороне напольного воздуховода, равные 8 мм. Дальнейшее увеличение их осуществляется согласно фракционному составу насыпи картофеля.

Полученные результаты исследований позволили обосновать движение воздушного потока по воздуховоду в виде цилиндрических труб (рисунок 2) с использованием различных моделей;

- 1) гидравлическая модель и общие соотношения;
- 2) обеспечение равномерного распределения воздуха;
- 3) распределение воздуха по одинаковым отверстиям;
- 4) распределение воздуха по двум различным отверстиям.

Библиографический список

1. Колошеин, Д.В. Лабораторные исследования процесса хранения картофеля в хозяйстве ООО «Подсосенки» Шацкого района Рязанской области/ Д.В. Колошеин // Вестник РГАТУ. – 2016. – Т. 29. – № 1. – С. 71-74.

2. Biologically active nanomaterials in production and storage of arable crops/ S.D. Polischuk, G.I. Churilov, D.G. Churilov et al // International Journal of Nanotechnology. – 2019. – №16 (1/2/3). – P. 133-146.

3. Эффективность внедрения усовершенствованной энергосберегающей технологии хранения картофеля/ С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.В. Колошеин и др. //Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 16-17.

4. Колошеин, Д.В. Теоретические исследования хранения картофеля в современных картофелехранилищах/ Д.В. Колошеин, Р.А. Чесноков // Новые технологии в науке, образовании, производстве. – 2015. – С. 211-214.

5. Колошеин, Д.В. Условия хранения корнеплодов в Рязанской области (на примере картофеля и морковки)/ Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Сб.: Проблемы и пути инновационного развития АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Махачкала, 2014. – С. 101-105.

6. Пат. РФ № 158787. Хранилище сельскохозяйственной продукции / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Липин В.Д. и др. – Оpubл. 20.01.2016.

7. Пат. РФ № 175783. Хранилище сельскохозяйственной продукции / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Липин В.Д., Успенский И.А., Колошеин Д.В. – 2017.

8. Theoretical and economic studies of a floor duct in the form of cylindrical pipes/ A.I. Volkov, L.A. Maslova, D.V. Koloshein., S.N. Borychev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. – 2020. – С. 012129.

9. Технология послеуборочной доработки и хранения картофеля/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова, Л.Б. Винникова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 79-84.

*Коновалов А.Г.,
Коновалов В.И., канд. техн. наук, доцент,
Коновалов М.Г.
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, РФ*

ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН С ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИМ ОРГАНОМ

В настоящее время минимальная обработка почвы подразумевает использование таких технологических операций, при которых в процессе их выполнения происходит минимальное физико-механическое воздействие на структуру почвы, при этом плодородность обрабатываемой почвы не снижается [1]. Кроме того, формируются оптимальные условия для роста и развития растений. Одним из основных путей минимальной обработки почвы являются сокращение «лишних» технологических операций или их совмещение [2].

Рекомендуемые и перспективные технологии возделывания яровых и озимых колосовых культур предусматривают после уборки урожая выполнять поверхностную обработку почвы, путем измельчения и перемешивания незерновой части урожая и почвенного горизонта, что приводит к сохранению и накоплению влаги, питательных элементов, а также провокации к прорастанию семян сорняков и падалицы [3-6]. Также учеными КНИИСХ им. Лукьяненко предложены технологии возделывания, предусматривающие после уборки основной культуры выполнять мульчирование поля измельченными растительными остатками [2]. Такая технология позволяет повысить агропродуктивность почвы путем накопления в ней питательных элементов, влаги и формирования ее структуры [7].

Недостатком вышеописанных и аналогичных технологий возделываний зерновых культур является то, что рыхление почвы на конкретном поле происходит с большим перерывом после окончания уборки культуры. Известно, что с 1 гектара необработанного поля в течении суток испаряется до 100 тонн влаги. Это приводит к высыханию поля, что в свою очередь снижает плодородность почвы и ухудшает урожайность последующих культур [7]. Кроме того, обработка почвы сразу после окончания уборки на одном и том же поле приводит к одномоментной потребности механизаторов, что не только с экономической точки зрения нерационально, но и на практике является неосуществимым. К тому же раздельное выполнение технологических операций уборки культур и обработки почвы приводит к переуплотнению почвы и росту приведенных затрат [8]. Увеличенное уплотнение почвы влияет не только на накопление влаги в почве, но и на развитие корневой системы выращиваемой культуры и на саму структуру почвы в целом, что в свою очередь негативно сказывается на передвижении воздуха, остаточной влаги и питательных элементов в ней. Поэтому необходимо совмещать

технологические операции с целью уменьшения воздействия на почву и улучшения её агротехнических показателей.

В настоящее время предложено множество различных конструктивно-технологических схем, которые совмещают технологические операции уборки основной культуры и обработки почвы [9-12]. К общими признакам указанных конструктивно-технологических схем можно отнести наличие собственно комбайна, который выполняет технологический процесс уборки без каких-либо изменений и наличие почвообрабатывающего органа. В качестве почвообрабатывающих органов предлагается использовать штригельную или дисковую бороны, ротационную мотыгу и ряд других почвообрабатывающих орудий.

Существенными недостатками вышеназванных конструктивно-технологических схем являются [13-16]:

- снижение технической и технологической надежности;
- неполное подрезание сорной растительности и пожженных остатков;
- плохая заделка семян сорных растений на недостаточную глубину;
- высокая рядность зубцов штригеля приводит к большим габаритам почвообрабатывающего органа;
- низкое качество обработки почвы при небольших скоростях;
- плохое заглубление рабочих органов ротационной мотыги при работе в условиях повышенной твердости почвы.

Данные недостатки можно устранить путем использования в качестве почвообрабатывающего органа культиваторных лап, которые должны выполнять обработку почвы после среза растений, но до покрытия почвы пожнивными остатками. Например, культиваторные лапы 2 (рисунок 1) можно установить на жатвенной части 1 зерноуборочного комбайна, что позволит выполнять их перевод в рабочее или транспортное положение синхронно, выполнять обработку почвы до ее уплотнения движителем комбайна, а также постоянно визуально контролировать процесс. Кроме того, за счёт использования культиваторных лап улучшается заглубляющая способность рабочих органов в почву, что позволяет за один проход проводить интенсивное рыхление почвенной корки и одновременно уничтожать сорную растительность и заделывать семена сорняковых и падалицы. Наряду с этим культиваторные лапы позволяют работать в тяжёлых почвах, что способствует улучшению качества обработки почвы.

Технологический процесс уборки урожая с одновременной обработкой почвы, согласно предложенной конструктивно-технологической схеме, проходит в следующей последовательности. В процессе работы комбайна его жатка 1 (рисунок 1) срезает хлебную массу и подает ее в молотильный барабан через наклонную камеру (на рисунке не показано). Культиваторные лапы 2, заглубляются на глубину до 12 см, при этом интенсивно крошат почвенную корку, полностью подрезают пласт почвы с сорняками, провоцируя прорастание семян сорняков. Культиваторные лапы 2 крепятся на жатке 1, на жёстких или пружинных стойках. Жесткое крепление позволяет прикрепить

рабочие органы непосредственно к раме. При таком креплении происходит лучшее заглубление рабочих органов культиваторных лап. Кроме того, такая конструкция очень проста и легка в обслуживании. Если использовать пружинное крепление, тогда каждая из культиваторных лап сможет копировать микропрофиль поля, что позволяет более качественно и равномерно обрабатывать различные поверхности поля. Использование такого крепления снижает тяговое сопротивление почвы и уменьшает частоту поломок рабочего органа. Можно заменить культиваторную лапу на оборотную, тогда при работе будет происходить оборот пласта почвы, с заделкой семян сорняковых на глубину, или можно заменить на плоскорежущую лапу, тогда при работе рабочий орган лап будет заглубляться на небольшую глубину, при этом нижние влажные слои почвы не будут выноситься на поверхность. Таким образом можно менять виды культиваторных лап в зависимости от поставленной задачи, климатических условий и физико-механических свойств почвы [17]. Культиваторные лапы установлены в два ряда в шахматном порядке с перекрытием до 40 мм для лучшей обработки почвы. К тому же из-за конструкции лап при их работе уменьшается ветровая эрозия, что позволяет их применять в зонах где она распространена. Также культиваторные лапы можно применять в тяжёлых почвах, при этом качество и глубина обработки почвы не ухудшаются. Следом измельчитель-разбрасыватель соломы комбайна укрывает только что обработанную почву, что позволяет уменьшить испарение остаточной влаги. Такая обработка почвы позволяет заделать семена сорных растений на требуемую глубину и создать благоприятные условия почвы для последующих технологических операций. Образовавшиеся всходы сорняков в дальнейшем можно уничтожить как гербицидами, так и механическим способом в соответствии с выбранной технологией.

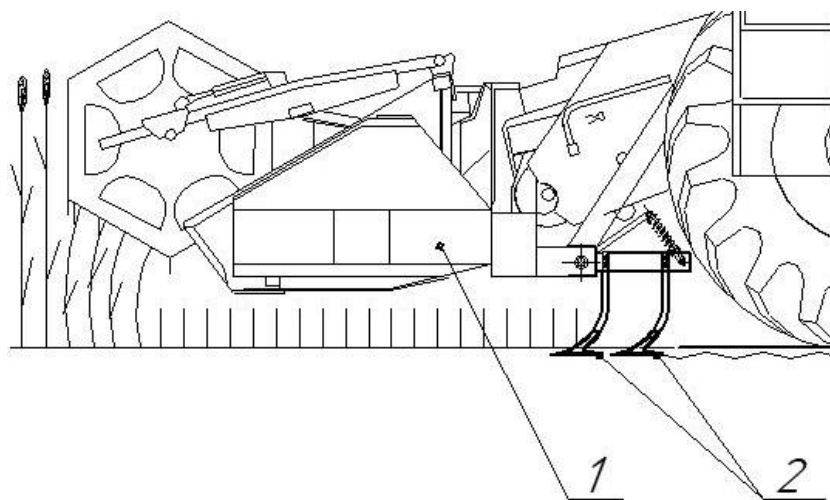


Рисунок 1 – Зерноуборочный комбайн с почвообрабатывающим органом:
1 – жатка, 2 – культиваторные лапы

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что, используя предлагаемую конструктивно-технологическую схему, за один проход агрегата выполняется уборка урожая и обработка почвы с заданными агротехническими

показателями. При этом уменьшается переуплотнение почвы и величина приведенных затрат при выполнении заданных технологических операций.

Библиографический список

1. Konovalov, V. Constructive-technological diagram of the rotary-string cultivator and the definition of its main parameters/ V. Konovalov, S. Konovalov, V. Igumnova // E3S Web of Conferences 126. – 2019. – P. 00039.
2. Сохт, К.А. Машинные технологии возделывания зерновых культур : Монография / К.А. Сохт. – Краснодар : Изд-во «Просвещение юг», 2001. – С. 256.
3. Коновалов, В.И. Обоснование конструктивных параметров измельчающего узла В.И. Коновалов, С.И. Коновалов, В.В. Кравченко, Е.Р. Минаков // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 2 (30). – С. 22-28.
4. Сохт, К.А. Дисковые бороны и луцильники. Проектирование технологических параметров/ К.А. Сохт, Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов // Краснодар, 2014. – С. 164.
5. Сельскохозяйственные машины (устройство, работа и основные регулировки)/ В.А. Романенко и др. – Краснодар : Куб ГАУ, 2014. – 232 с.
6. Rykov, V.B. System of energy criteria in the justification of technical units for field production/ V.B. Rykov, S.I. Kambulov, E.I. Trubilin, YU. K. Kastidi // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 193. – P. 01008.
7. Сохт, К.А. Структура почвы. Технологии и техника. Проблемы и решения/ К.А. Сохт, Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 7-39.
8. Трубилин, А.И. Теоретические аспекты повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники в растениеводстве/ А.И. Трубилин, Ю.И. Бершицкий, Ю.К. Кастиди // Труды Кубанского государственного аграрного университета – 2009. – № 17. – С. 7-11.
9. Пат. РФ №2012154761/13. Зерноуборочный комбайн с почвообрабатывающим органом / Трубилин Е.И., Сохт К.А., Коновалов В.И., Малышев С.А. – Оpubл. 27.05.2013; Бюл. № 15.
10. Пат. РФ № 2307498. Способ уборки урожая зерновых культур и утилизации незерновой части урожая и устройство для его осуществления/ Г.Г. Маслов, Е.И. Трубилин, В.В. Абаев, С.М. Михайлович. – Оpubл. 10.10.2007; Бюл. № 28.
11. Пат. РФ № 155937 РФ. Зерноуборочный комбайн с почвообрабатывающим органом / Трубилин Е.И., Сохт К.А., Коновалов В.И., Кравченко В.В., Масиенко И.В., Малышев С.А. – Оpubл. 20.10.2015; Бюл. № 29.
12. Маслов, Г. Многофункциональный уборочный агрегат/ Г. Маслов, А. Палапин, Н. Ринас // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2014. – № 1-2. – С. 16-19.

13. Трубилин, Е.И. Теоретическое исследование способов повышения эффективности эксплуатации дисковых почвообрабатывающих орудий/ Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов, С.И. Коновалов // Труды Кубанского государственного аграрного университета – 2017. – № 65. – С. 165-171.
14. Трубилин, Е.И. Повышение технологической надежности дисковых борон и луцильников/ Е.И. Трубилин, К.А. Сохт, В.И. Коновалов// Техника и оборудование для села. – 2013. – № 6. – С. 12-15.
15. Трубилин, Е.И. Заглубляющая способность дисковых борон и луцильников/ Е.И. Трубилин, К.А. Сохт, В.И. Коновалов, В.В. Кравченко // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. –С. 14-15.
16. Трубилин, Е.И. Заглубляющая способность дисковых борон и луцильников/ Е.И. Трубилин, К.А. Сохт, В.И. Коновалов, В.В. Кравченко // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 11. – С. 31-34.
17. Konovalov, V. Analytical study of the design parameters of the grinding unit of disk harrows/ V. Konovalov, S. Konovalov, V. Igumnova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – P. 012086.
18. Прохоров, Б.В. Инновационные технологии в сельскохозяйственном производстве/ Б.В. Прохоров, А.А. Коровушкин // Сб.: Научные приоритеты современного животноводства в исследованиях молодых учёных : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2020. – С. 210-217.
19. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография / С.Н. Борячев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.
20. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования/ Р.В. Безносюк, В.В. Фокин, Н.В. Бышов и др. // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

УДК 621.432.3

*Корж Я. А.,
Драгуленко В. В.
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

АНАЛИЗ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ РЕСУРСА СОВРЕМЕННОГО ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Двигатель автомобиля является одной из самых главных его составляющих частей. С момента его разработки конструкторы стремились сделать его надежным, имеющим длительный ресурс и выдающим высокие мощностные показатели. С каждым новым поколением инженеры-конструкторы вносили изменения, модернизировали отдельные системы

двигателя сгорания, тем самым улучшая его показатели, повышая надежность и увеличивая интервалы пробега до капитального ремонта.

В конце XX в. появились в так называемые двигатели-«миллионники». Но в скором времени в концепцию конструкторов вмещались новые требования экологических норм для автомобилей [1] и во главе автомобилестроения стал преобладать маркетинг, а не инженерия, вследствие чего ресурс двигателей последних поколений современных автомобилей стал значительно меньше [2]: 100...150 тыс. км пробега против 500...800 тыс. км пробега раньше. Так в чем же причина снижения ресурса современных двигателей внутреннего сгорания в нынешнем технологичном XXI веке?

1. **«Даунсайзинг»** или уменьшение двигателя в размерах. Когда появились новые экологические требования к выпускаемым автомобилям, то конструкторы стали бороться за каждый сэкономленный грамм топлива. Ведь при уменьшении потребления топлива двигатель автомобиля будет выбрасывать меньше веществ в атмосферу [3].

Одним из способов такого уменьшения «аппетита» мотора является уменьшение массы как самого двигателя, так и автомобиля в целом. В двигателе внутреннего сгорания конструкторы уменьшили непосредственно кривошипно-шатунный механизм (КШМ). Уменьшив КШМ, они добились уменьшения инерционных масс и механических потерь на трение. Теперь в большинстве бензиновых двигателей вместо добротного, так называемого «ведерного», поршня с нормальной юбкой и толстыми поршневыми кольцами ставят небольшие Т-образные поршни с практически отсутствующей юбкой и тонкими кольцами. Вследствие такого уменьшения поршни стали иметь перекидку в верхней мертвой точке, так как для компенсации их теплового расширения по причине большей их тепловой нагруженности из-за малого размера, стали делать большой тепловой зазор между стенкой цилиндра и поршнем. Такая перекидка поршня вызывает быстрый износ компрессионных и маслосъемных колец поршня и стенок самого цилиндра [4].

2. **Тепловая нагруженность** двигателя. Современные автомобильные двигатели очень теплонагруженные, особенно при эксплуатации автомобиля в больших городах, где заторы на дорогах и небольшая средняя скорость автомобиля. Помимо сложной эксплуатации автомобиля у современного двигателя поднята рабочая температура охлаждающей жидкости. Такое повышение конструкторы приняли для уменьшения тепловых потерь двигателя на такте сжатия и увеличения показателя политропы сжатия. Одновременно КШМ имеет более высокую температуру при работе, как выше было сказано, из-за уменьшения своих размеров. Поршень и его кольца, имея меньший размер, уже хуже отдают тепловую энергию стенкам цилиндра. Такая теплонагруженная работа приводит к перегреву деталей КШМ и, в частности, «прихваткам» поршня к стенкам цилиндра. Такие «прихваты» вызывают задиры на стенках цилиндра и поршня, падению компрессии и скорому капитальному ремонту.

3. Повышенное давление в цилиндре. Уменьшая в размерах двигателя и их составные части, конструкторы стали искать возможности не только не потерять мощностные показатели двигателя, но и приумножить их. Одним из решений стало применение наддува на такте впуска, что позволило увеличить крутящий момент, выровнять его полку и повысить мощность двигателя. Некоторые автопроизводители вместо использования наддува [5] стали увеличивать степень сжатия в своих атмосферных моторах. Увеличение степени сжатия привело к уменьшению расхода топлива, вырос крутящий момент и мощность двигателя.

Однако в обоих случаях внутри цилиндра двигателя увеличилось давление газов и, как следствие, возрастает давление на сам поршень, поршневые кольца, поршневой палец и на соединение «шатун-коленчатый вал». Возрастает нагрузка и увеличивается износ при некачественной смазке и охлаждении этих деталей. Также возросшее давление в цилиндре способствует прорыву газов продуктов сгорания через тонкие кольца в картер двигателя. Прорываясь в картер, газы повышают там давление, из-за которого моторное масло может выкидывать в камеру сгорания или выдавливать его через уплотнения двигателя [6]. Одновременно прорвавшиеся продукты сгорания, взаимодействуя с моторным маслом, снижают его показатели качества и разбавляют парами не полностью сгоревшего топлива [7].

4. Качество смазки трущихся деталей двигателя. Система смазки и качество моторного масла играет ключевую роль в ресурсе двигателя, тем более в современных моторах, имеющих небольшие теплонагруженные поршни, высокое давление на КШМ и зачастую эксплуатирующийся в жестких городских условиях [8]. В большинстве своем автопроизводители пишут в рекомендациях к своим автомобилям производить замену масла согласно пробегу по одометру. Однако, уже давно выявлено, что ресурс моторного масла лежит в пределах 250...300 моточасов. В большинстве случаев автомобиль наработывает эти моточасы в два раза быстрее, чем межсервисный интервал в километрах. Работа двигателя на уже выработавшем свой ресурс моторном масле приводит к его угару, закоксовыванию поршневых колец и ускоренной выработке трущихся деталей [9]. Также важен момент применения моторного масла на двигателе согласно спецификации, приведенной в инструкции к автомобилю заводом-изготовителем.

Вывод. В современном автомобилестроении и, в частности, в двигателестроении преобладает маркетинг и экология. В настоящее время производители автомобилей рассчитывают на эксплуатацию выпускаемого ими автомобиля владельцем не более 5 лет и скорой его замены на новый. Поэтому не закладывается такой долгий ресурс, какой старались заложить конструкторы в прошлом веке [10]. Однако если соблюдать технический регламент, а при эксплуатации автомобиля в городских условиях и проводить межсервисную замену моторного масла, следить за температурным режимом двигателя, то можно достичь долгого ресурса и в современных капризных моторах.

Библиографический список

1. Руднев, С.Г. Допуски на угар масла современных бензиновых двигателей/ С.Г. Руднев, А.А. Бондаренко // Сб.: Современные наука и образование: достижения и перспективы развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 109-113.
2. Матущенко, А.Е. Снижение ресурса двигателя автомобиля при его эксплуатации в мегаполисе/ А.Е. Матущенко, С.И. Костылев // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 82-85.
3. Драгуленко, В.В. Целесообразность применения бензина с октановым числом АИ-95 на ДВС с небольшой степенью сжатия/ В.В. Драгуленко // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 289-290.
4. Руднев, С.Г. Причины преждевременного залегания поршневых колец/ С.Г. Руднев, Я.А. Корж. // Сб.: Современные наука и образование: достижения и перспективы развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 114-118.
5. Драгуленко, В.В. Особенности работы бензинового двигателя с наддувом/ В.В. Драгуленко, Я.А. Корж // Сб.: Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 211-215.
6. Драгуленко, В.В. Повышенный расход масла в современных двигателях внутреннего сгорания/ В.В. Драгуленко, Я.А. Корж // Сб.: Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения. – Нальчик : КБГАУ, 2020. – С. 92-96.
7. Драгуленко, В.В. Детонационные явления в современных форсированных бензиновых двигателях внутреннего сгорания/ В.В. Драгуленко, А.А. Бондаренко // Сб.: Наука, образование, молодежь: горизонты развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 18-23.
8. Матущенко, А.Е. Залегание поршневых колец и их раскоксовка/ А.Е. Матущенко, Б.Х. Тазмеев // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 85-88.
9. Руднев, С.Г. Нагарообразование впускных клапанов бензиновых ДВС с непосредственным впрыском топлива/ С.Г. Руднев, А.Л. Мечкало // Сб.: Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты. – Нальчик : КБГАУ, 2021. – С. 119-122.
10. Руднев, С.Г. Регулировочные параметры двигателя внутреннего сгорания, работающего на газовом топливе/ С.Г. Руднев, Я.А. Корж // Сб.: Наука, образование, молодежь: горизонты развития. – Керчь : КГМТУ, 2021. – С. 66-70.
11. Современная с.-х. техника и энергосберегающие технологии в хозяйствах Рязанской области/ Н.В. Бышов, А.М. Лопатин, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин // Сборник научных трудов, посвященный 55-летию инженерного факультета. – Рязань : РГАТУ, 2005. – С. 43-47.

12. Пат. РФ №. 2017114759. Топливная система газового двигателя внутреннего сгорания / Бышов Н.В., Бачурин А.Н., Корнюшин В.М. и др. – Оpubл. 30.03.2018.

13. Булгакова, О.А. Загрязнение атмосферного воздуха транспортными средствами города Рязани/ О.А. Булгакова, Л.Ю. Макарова, Т.В. Хабарова // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : Материалы 66-й Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию со дня рождения профессора Павла Андреевича Костычева: в 3-х частях. – Рязань : РГАТУ, 2015. – С. 49-51.

14. Воздействие перевозимого груза на колебания автомобиля/ В.Н. Чекмарев, И.А. Успенский, С.Н. Бoryчев, Н.В. Аникин // Сб.: Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века. К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии. – Рязань, 2004. – С. 170-171.

15. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Г.Д. Кокорев и др. – Рязань, 2015.

16. Виноградов, Д.В. Экология агроэкосистем/ Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. – Рязань : РГАТУ, ВНИИГиМ, 2020. – 256 с.

17. Анализ и обоснование разработки диагностического устройства топливной аппаратуры автотракторных дизелей/ А.В. Марусин, И.К. Данилов, И.А. Успенский др. // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3 (35). – С. 102-106.

18. Коченов, В.В. Анализ новых принципов повышения производительности зерноуборочных комбайнов/ В.В. Коченов // Сб.: Сборник научных трудов ФГБНУ ВНИМС, посвященный 50-летию института. – Рязань : Изд-во ФГБНУ ВНИМС, 2015. – С. 157-161.

УДК 621.311.24

*Кугушев И.А.,
Гобелев С.Н., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ г. Рязань РФ*

ОБОСНОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОВОЙ УСТАНОВКИ

Использование энергии ветра для автономного электроснабжения потребителей в агропромышленном комплексе является одной из важнейших целей эффективного использования энергоресурсов.

Исключение потребителей из электрических сетей делает автономное электроснабжение единственным приемлемым вариантом. В настоящее время для автономного электроснабжения небольших ферм в подавляющем большинстве используются мобильные дизельные или бензиновые электростанции, а также аккумуляторно-инверторные системы.

Использование топливных электростанций затруднено, в первую очередь, их высокой стоимостью, необходимостью транспортировки топлива,

оборудованием мест безопасного хранения горюче-смазочных материалов, экологическими аспектами. Использование аккумуляторно-инверторной системы также связано с высокой стоимостью компонентов. Продолжающийся рост цен на ископаемую энергию заставляет искать другие формы электроснабжения, такие как использование ветроэнергетических установок для автономного электроснабжения небольших хозяйств.

Потребители с низким энергопотреблением могут включать пасечные хозяйства, рыбацкие дома, пастбищные фермы и других потребителей, удаленных от электрических сетей и/или меняющих свое местоположение с течением времени.

Для подачи электроэнергии сельскохозяйственным потребителям, включая однофазных и трехфазных потребителей энергии, применяется ветроэнергетическая установка с асинхронным генератором с трехфазным ротором переменного тока.

Для стабилизации выходных параметров асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором необходимо использовать систему стабилизации его скорости вращения, в связи с чем для зарядки аккумулятора или балласта используется система выбора избыточной энергии с использованием заряженного регулятора мощности. В случае недостатка энергии на валу ветроколеса для работы асинхронного генератора применяется высокоскоростной стабилизационный регулятор для вращения генератора, передающий накопленную в нем энергию на вал генератора в соответствии с программой мгновенной ветровой нагрузки. Раскрутка электромеханического аккумуляторного маховика обеспечивается электродвигателем постоянного тока из-за энергии, хранящейся в батарее. В случае отсутствия ветра подача электроэнергии потребителям осуществляется от резервного источника питания-бензинового генератора.

Структурная схема автономной системы энергоснабжения представлена на рисунке 1.

Ветроэнергетическая установка содержит: ветроколесо, соединенное посредством вала с мультипликатором, выходной вал которого соединен с обгонной муфтой, которая соединена со сквозным ротором асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, к которому присоединена электромагнитная муфта скольжения соединенная с электродвигателем и маховиком, к выходам статорных обмоток асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором электрически подсоединены: батарея пусковых конденсаторов, трансформаторы напряжения, потребитель электрической энергии, систему управления, систему управления двигателем постоянного тока; трансформаторы напряжения электрически соединены с диодным мостом, который электрически соединен с системой управления, система управления электрически соединена с зарядным устройством и регулятором мощности, зарядное устройство соединено с аккумуляторной батареей и балластной нагрузкой, системой управления двигателем постоянного тока электромеханического аккумулятора энергии, которая электрически соединена

с якорной обмоткой двигателя постоянного тока электромеханического аккумулятора, и с электромагнитной муфтой скольжения.

В качестве ветроклеса используется спиральный преобразователь энергии ветра в механическую энергию с профилем ветровой установки WE-3000, асинхронный генератор с короткозамкнутым ротором со сквозной стандартной конструкции.

Автономная система электроснабжения на базе ветроэнергетической установки, представленная на рисунке 1, работает следующим образом.

Крутящий момент ветрового колеса входит в мультипликатор, в котором в соответствии с передаточным отношением угловая скорость ветрового колеса преобразуется в скорость асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором. Выходной вал мультипликатора соединен с обгонной муфтой, которая соединена с ротором асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, в то время как сквозной ротор асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором позволяет подключать высокоскоростной регулятор с другой стороны, тем самым приобретая дополнительный момент инерции и сглаживая изменения импульса ротора асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором при изменении ветровой и электрической нагрузки.

Если крутящего момента выходного вала мультипликатора недостаточно для работы асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, высокоскоростной регулятор, который хранит определенное количество инерционной энергии, передает его в виде крутящего момента асинхронному генератору с короткозамкнутым ротором. Таким образом, независимо от мощности на валу ветроколеса и, соответственно, выходного вала мультипликатора, через регулятор высокой скорости и муфту обгона, стабилизирует скорость вращения и выходных параметров генератора асинхронный с короткозамкнутым ротором.

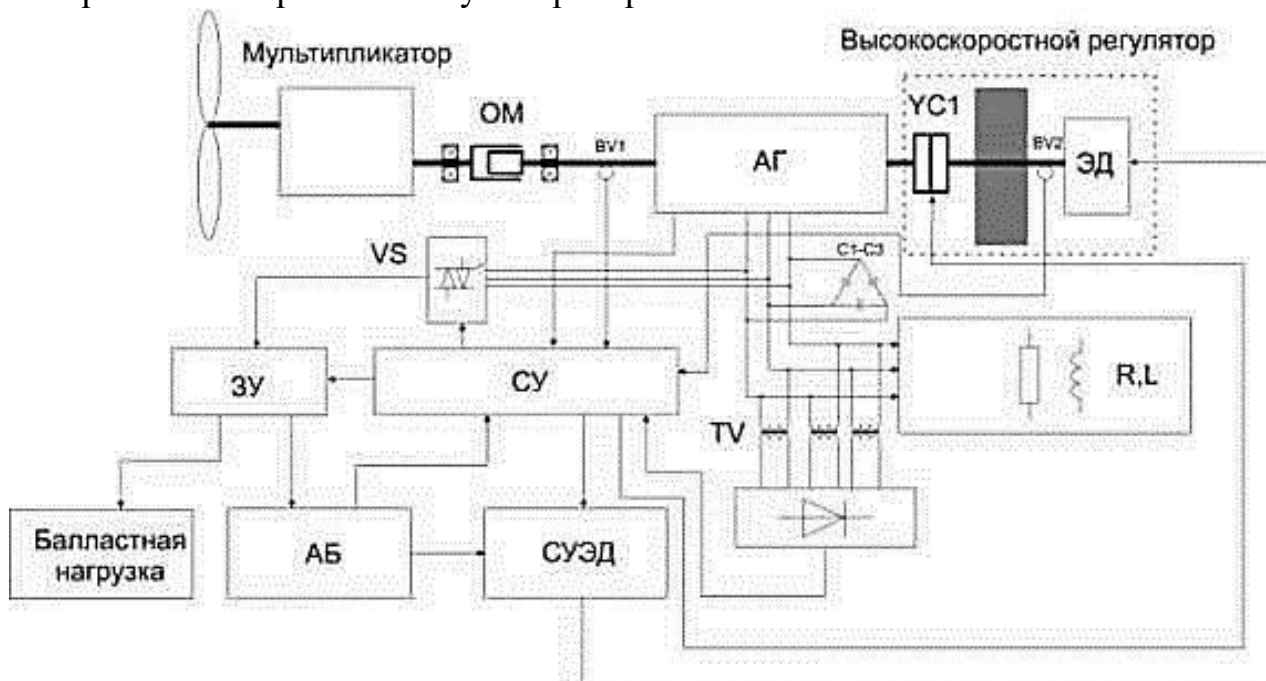


Рисунок 1 – Структурная схема ветроэнергетической установки

Аккумулятор пусковых конденсаторов используется для возбуждения асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, трансформаторы напряжения удаляют информацию об уровне напряжения у потребителя электроэнергии и через диодный мост передаются в систему управления. По результатам обработки полученной информации об уровне напряжения на потребителя электрической энергии и скорости вращения генератора асинхронный с короткозамкнутым ротором, система управления формирует сигналы управления электромагнитной муфтой, контролирует заряд аккумулятора и режима работы регулятора мощности, и систему управления электродвигателя (двигатель постоянного тока) является уровнем напряжения в обмотке, в результате крутящего момента накапливается в маховике и передают в определенном количестве, что позволяет стабилизировать скорость вала ротора асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором и, соответственно, его выходные параметры при изменении мощности на валу ветровой турбины и при изменении мощности потребителя электроэнергии.

Высокоскоростной регулятор, состоящий из двигателя постоянного тока, маховика и электромагнитной муфты, работает следующим образом. Избыточная энергия фаз асинхронного генератора через регулятор мощности и зарядное устройство поступает в аккумулятор, из которого через систему управления электродвигателем поступает в обмотки машины постоянного тока. Машина постоянного тока вращает маховик с номинальной скоростью вращения 2700 мин^{-1} . В случае недостатка энергии на оси ветрового колеса для работы асинхронного генератора ток подается на нагрузку к электромагнитной муфте, тем самым передавая энергию от маховика к ротору асинхронного генератора. Если маховик не имеет питания, т. е. его угловая скорость вращения меньше угловой скорости вращения ротора асинхронного генератора, который передается от датчиков вращения ротора асинхронного генератора BV1 и вала маховика BV2, электричество подается потребителям от резервного источника питания, такого как бензиновый генератор.

Библиографический список

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы для инженеров/ А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченкова. – М. : Высш. шк., 1994. – 544 с.
2. Андрющенко, В.И. Продуктивность бройлеров в зависимости от режима освещения/ В.И. Андрющенко, Л.А. Масленникова // Биол. основы и технол. методы интенсификации птицеводства. – 1988. – С. 99-102.
3. Асриян, М.А. Прерывистое поение кур с использованием ниппельных и желобковых поилок при периодическом освещении/ М.А. Асриян // Ресурсосберегающие приемы в производстве яиц и мяса птицы. – 1988. – С. 63-70.
4. Гобелев, С.Н. Инфракрасный обогрев как средство энергоресурсосбережения на предприятиях АПК/ С.Н. Гобелев, М.А. Милютин, А.В. Конкин // Сб.: Сборник научных работ студентов РГАТУ : Материалы

научно-практической конференции 2011 года. – 2011. – С. 187-188.

5. Возможность пищеварительной системы птицы А.Б. Готов, Н.И. Батоев, М.А. Аюрзапаева, П.А. Бердникова // Птицеводство. – 2002. – № 5. – С. 14.

УДК 631.53.027

*Куликов А.А.,
Фатьянов С.О., канд. техн. наук, доцент,
Морозов А.С., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

СПОСОБЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Замечено, что материальные затраты и затраты на энергию при производстве растениеводческой продукции характеризуются темпами роста превышающими прирост урожайности, которая существенно зависит от всхожести и других многочисленных и важных качеств семян. Сокращение этого разрыва основывается не только на новых способах возделывания растений и последующей уборки урожая, но и на улучшении посевных свойств семян. Для этого применяются различные способы воздействия на семена перед их посевом: подогрев, механическая и химическая обработка, облучение электромагнитным полем и другие методы [1, с. 278]. Одним из самых эффективных методов можно считать применение электромагнитного поля СВЧ, сочетающего в себе тепловое и электромагнитное воздействие [2, с. 550]. Различие в содержании влаги в телах вредителей на всех этапах их развития зерна позволяет избирательно их уничтожать высокочастотным электрическим полем, не нанося губительного воздействия менее влажному зерну.

Многочисленные виды болезней (мучнистая роса, фитофтороз, аскохитоз, серая гниль, фузариоз, бактериоз и другие) такой ценной крупяной культуры как гречиха передаются от посева к посеву по годам через зараженные семена и почву. Нередко борьба с одними вредоносными организмами приводит к благоприятным условиям для размножения их другой группы. Наиболее дешевым способом уничтожения паразитов является обогрев на открытом воздухе под солнечными лучами перед посевом. В северных широтах подходящие для этого климатические условия наблюдаются редко и это мероприятие времязатратно. Избежать этих недостатков можно с помощью активного вентилирования с подогревом, но этот способ энергозатратен и требует использования специальных устройств, далеких от совершенства [3, с. 265].

Химический метод предполагает предпосевное протравливание семян гранозаном (1,5 кг/т), меркураном и другими препаратами. Эти вещества эффективно подавляют вредоносные организмы, но имеют негативное воздействие на плодородие почвы. Широко применяется сочетание

протравливания с воздушной вентиляцией, сопровождаемой прогревом. Но каждый из недостатков этих методов остается.

К физическим методам предпосевной обработки семян относится инфракрасное облучение, имеющее недостаточную глубину проникновения электромагнитных волн в зерно. Действие ИФ-облучения сходно тепловой обработке.

Ионизирующие излучения благотворно влияют на повышение всхожести и урожайность зерновых [4, с. 58]. Ультразвуковое воздействие на семена характеризуется неопределенностью. Находят свое применение электрические поля постоянного тока при высоком напряжении (10 кВ), лежащие в основе работы электрозерновых машин [5, с. 467]. В результате воздействия этого фактора повышается урожайность зерновых на 10-15%. Однако существующая опасность поражения электротоком оператора установки не позволяет пустить такие устройства в массовое производство.

Учитывая вышесказанное, можно предположить, что одним из перспективных методов является применение высокочастотных полей, оказывающих электрическое и тепловое воздействие на посевной материал [6, с. 53], [7, с. 79]. В основе нагрева зерна, обладающего определенной влажностью, высокочастотным электромагнитным полем лежит явление диэлектрической поляризации, сопровождающееся интенсивным внутренним нагревом с помощью энергии СВЧ - поля. Использование СВЧ – энергии для нагрева выгодно отличается от других способов в силу того, что значение теплопроводности семени не оказывает влияния на скорость нагрева.

Достаточно полный спектр методов предпосевной обработки семян представлен на рисунке 1.

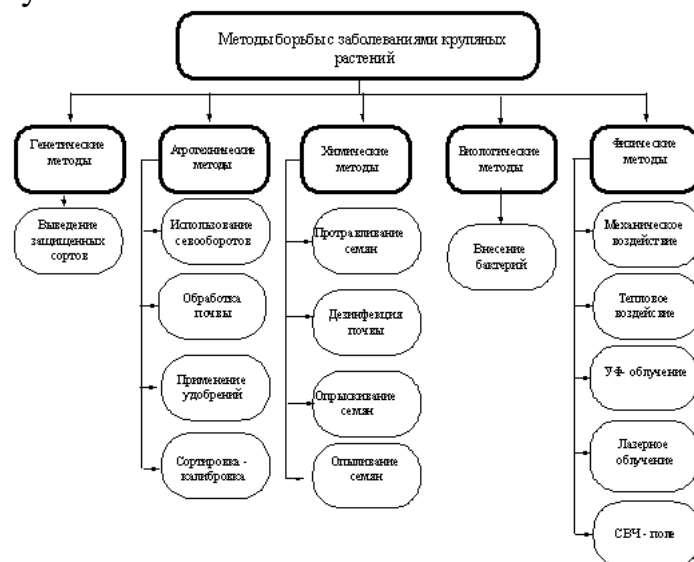


Рисунок 1 – Методы обеззараживания семян от микроорганизмов

На данный момент существует целый ряд установок, позволяющих проводить СВЧ-обработку семян перед посевом. К ним относится облучающий комплекс

«Стимул -1» имеющий несколько облучающих каналов. Эта установка предназначена для обеззараживания и стимуляции семян, клубней овощных растений и обеспечивает увеличение урожайности зерновых до 25%.

Установка АСТ-3 использует СВЧ для облучения семян, в результате чего семена подсушиваются до нужной влажности и дезинфицируются. Семена засыпаются в бункер и падая вниз по желобу активной зоны, подвергаются воздействию токов СВЧ, разогреваясь до температуры на 25-35°C выше внешней температуры. Отсутствие продуктов сгорания топлива делает установки СВЧ экологически чистыми и энергосберегающими, т.к. вся энергия идет на нагревание материала, а не тратится на нагревание конструкций рабочей камеры. Метод СВЧ обладает и другими преимуществами: отсутствие механических устройств для перемешивания и встряхивания обрабатываемого материала в конструкции установки, уменьшение времени обработки семян, давно проработаны схемы выработки, передачи СВЧ-энергии и защиты от неё обслуживающего персонала. Мощность СВЧ-генератора нетрудно регулировать в зависимости от материала и требуемых показателей.

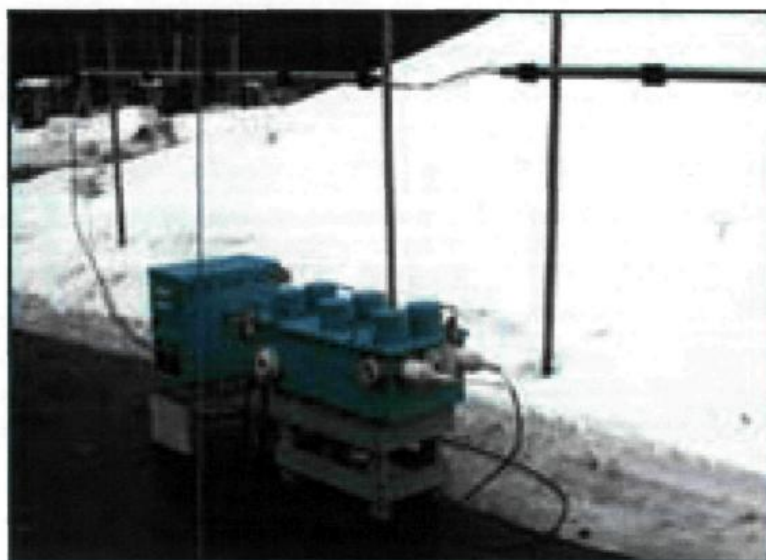


Рисунок 2 – Установка для электромагнитной обработки семян Стимул-1

Известно устройство для СВЧ-конвективной сушки, когда выпаренная в главной секции из семенного материала СВЧ-энергией жидкость отдает в секции досушки свое тепло воздуху, который продувается вентилятором сквозь обрабатываемый материал и досушивает его до требуемой влажности.

Существуют СВЧ-установки конвейерного типа с несколькими генераторами, разнесенными по частоте и расположенными в шахматном порядке, что дает увеличение КПД. Другое конвейерное устройство представлено на рисунке 3.

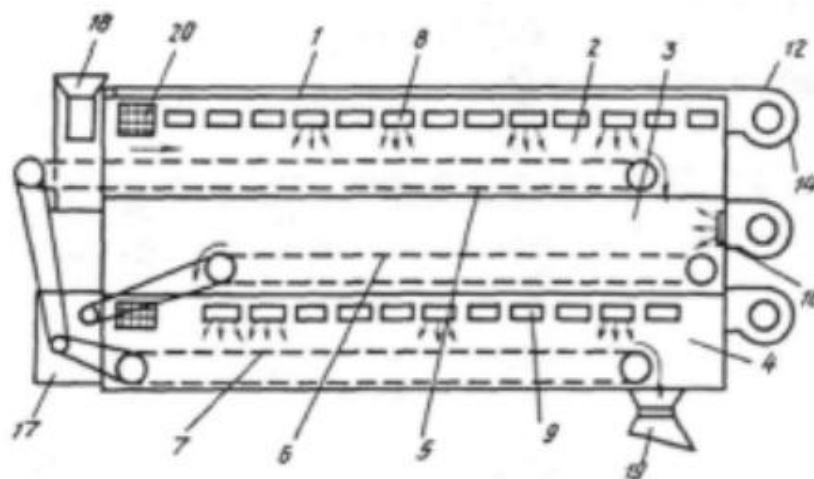


Рисунок 3 – Схема устройства СВЧ-сушки семян

При подаче напряжения на электроприводы транспортерных лент 5,6,7 они приходят в движение по направлению, указанному стрелками [8, с. 195]. Одновременно включаются в работу вентиляторы и осуществляется подача зерна для сушки и обработки СВЧ-генераторами, которые включаются поочередно с помощью программатора. В дальнейшем зерно попадает на транспортерную ленту 6, которая движется в противоположном направлении, при этом зерно переворачивается, что способствует его перемешиванию. Обработка по этой транспортерной ленте ведется другими СВЧ-генераторами [9, с. 230]. Аналогично зерно обрабатывается при движении по 7 транспортерной ленте с включением в работу боковых СВЧ-генераторов.

Основными требованиями к подобным устройствам является возможность регулировки интенсивности и продолжительности облучения для использования при обработке различных крупяных культур [10, с. 76]. Производительность установки также относится к основным требованиям. При использовании СВЧ-полей отпадает необходимость применения вредных химически активных веществ и отсутствуют канцерогенные вещества в продуктах сгорания, которые могли бы быть при сушке обрабатываемого материала с помощью огневого нагрева.

Библиографический список

1. Мисюрева, С.А. Снижение энергопотребления при нагреве воды в коровнике/ С.А. Мисюрева, А.С. Морозов, С.О. Фатьянов // Сб.: Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы 69-ой Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2018. – С. 276-279.
2. Лавров, А.М. Оптимизация формы ректального облучателя для лечения животных методом УВЧ-терапии/ А.М. Лавров, С.О.Фатьянов // Сб: Научные доклады ВИМ. – Углич, 2010. – Т. 1. – С. 544-553.

3. Ануши, М.И. Анализ способов защиты асинхронных двигателей/ М.И. Ануши, С.Н. Афиногенова, С.О. Фатьянов // Сб.: Энергосбережение и эффективность в технических системах : Материалы IV международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2017. – С. 264-265.
4. Ключко, В.К. Калмановский алгоритм восстановления смазанного радиолокационного изображения/ В.К. Ключко, Е.П. Чураков, С.О. Фатьянов // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2004. – Т. 47. – № 9. – С. 54-59.
5. Перспективы использования активного вентилятора и СВЧ излучений при сушке сыпучих продуктов/ С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, Е.С. Семина, В.И. Семин, А.И. Трыханкин, С.С. Трухачев // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2018. – С. 466-471.
6. Фатьянов, С.О. Априорное гарантирующее оценивание параметров при проектировании алгоритмов управления механическими объектами/ С.О. Фатьянов, К.В. Миронова // Вестник РГАТУ. – Рязань : РГАТУ, 2014. – № 3 (23). – С. 52-56.
7. Фатьянов, С.О. Аппроксимация вольтамперных характеристик нелинейных элементов в условиях неопределенности/ С.О. Фатьянов // Сб.: Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Материалы научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2012. – С. 77-80.
8. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве/ А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. – Рязань : РГАТУ, 2017. – С. 193-196.
9. Фатьянов, С.О. Режимы работы батарей статических конденсаторов в сетях 110 кВ/ С.О. Фатьянов, И.О. Маслов // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – Рязань : РГАТУ, 2015. – № 1. – С. 227-232.
10. Полякова, А.А. Обоснование параметров механического активатора смесителя-обогапителя/ А.А. Полякова, Д.Е. Каширин // Вестник РГАТУ. – Рязань : РГАТУ, 2017. – № 1 (33). – С. 75-79.
11. Фитопрепараты для инкативации микотоксинов, возникающих в зерновой массе/ И.А. Кондакова, В.И. Левин, И.П. Льгова, Ю.В. Ломова// Вестник РГАТУ. – 2018. – № 4 (40). – С. 18-23.
12. Вендин, С.В. Электромагнитная обработка семян/ С.В. Вендин // Сельский механизатор. – 2014. – № 12. – С. 32-33.
13. Садовая, И.И. Способы и технические средства для обеззараживания молока на фермах с использованием электрофизических методов/

А.С. Морозов, С.О. Фатьянов, А.П. Пустовалов, И.И. Садовая, Д.М. Евдокимов // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции 21 марта 2019 г. – Рязань : РГАТУ, 2019.

14. Евдокимов, Д.М. Применение объемных резонаторов в СВЧ-установках при обеззараживании молока на фермах/ А.С. Морозов, А.П. Пустовалов, Е.С. Семина // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы Юбилейной международной научно-практической конференции 23 мая 2019 г. – Рязань : РГАТУ, 2019.

15. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография / С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.

16. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования/ Р.В. Безносюк, В.В. Фокин, Н.В. Бышов и др. // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

17. Костенко, М.Ю. Исследование топографии температурного поля облака генератора горячего тумана/ И.Н. Горячкина, В.С. Мельников, М.В. Евсенина, Н.А. Костенко // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 3 (27). – С. 65-69.

18. Черникова, О.В. Использование биостимуляторов в предпосевной обработке семян/ О.В. Черникова, Ю.А. Мажайский // Сб.: Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур : Материалы международной научно-практической конференции. – М. : Издательство «ЭДВИ», 2021. – С. 288-291.

УДК 621.313.282:631.116

*Кураксин П.А.,
Семина Е.С., канд. техн. наук, доцент,
Максименко О.О., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань*

УСТАНОВКА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Проведенный анализ исследований на сельхозпредприятиях России и ближайшего зарубежья, показал, что отказ элементов конструкции асинхронных электродвигателей повреждение обмоток составляет 75-85% и до 90% – выход из строя электродвигателя происходит вследствие межвитковых замыканий в обмотке статора.

На сегодняшний день существует противоречие между предъявляемыми требованиями к бесперебойной длительной безаварийной работой электродвигателей и их низким уровнем эксплуатационной надежности.

В связи с этим вопрос разработки установки для восстановления и ремонта изоляции является актуальным.

Нами были получены результаты теоретические и экспериментальные исследования процессов переноса теплоты и массы в изоляционных материалах и конструкциях электрических двигателей за счет создания градиента давления определенной величины. Полученные результаты легли в основу для разработки и создания экологически чистой безотходной скоростной термовакuumной установки восстановления изоляции электрических двигателей.

Положительные результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов переноса теплоты и массы в изоляционных материалах и конструкциях электрических двигателей за счет создания градиента давления определенной величины стали основанием для разработки и создания промышленной экологически чистой безотходной скоростной термовакuumной технологии восстановления изоляции обмоток электродвигателей, обеспечивающей при небольших габаритах технологической установки высокую производительность, качество изделий, сокращение времени протекания данного процесса, экономию трудовых и материальных ресурсов, возможность автоматизации процесса с включением его в единую схему ремонта.

Конструктивно стационарная промышленная установка выполнена в виде отдельных модулей, соединенных между собой системой трубопроводов и объединенных возможностью совместного и раздельного выполнения технологических операций. Размеры модулей и их количество в соответствии с типоразмерным рядом определяются габаритами рабочих емкостей [2].

При проектировании и создании рабочих сосудов и соответствующих модулей термовакuumной установки восстановления изоляции обмоток ЭД в целях рационального использования технологического оборудования в условиях конкретного предприятия учитывались габариты и место монтажа.

Следует отметить, что для крупных ремонтных предприятий с программой ремонта 100 тысяч ремонтов в год и более рекомендуется увеличивать не объем автоклава, а количество модулей, работающих на один ресивер и насос. Это рекомендуется делать и при необходимости в одновременной работе с различными лаками при пропитке изделий широкой номенклатуры или, как в нашем случае, при параллельном выполнении операций по деструкции связующего и восстановлению изоляции обмоток ЭД. Увеличивать объем автоклава более 3 м не рекомендуется, так как это усложняет конструкцию установки [1, 3].

В верхней части корпуса названной рабочей емкости предусмотрен патрубок для крепления трубопровода создания вакуума, в нижней – патрубок для входа и выхода пропиточного состава, а также кран для связи с атмосферой. К тому же рассматриваемая пропиточно-сушильная камера снабжена соответствующей контрольно-измерительной аппаратурой.

Подъем, опускание и поворот крышки автоклава осуществляется с помощью специального механизма.

Пропиточный лак в исходном состоянии находится в накопителе, а для пополнения израсходованного в ходе пропитки из указанной емкости служит дополнительный сосуд с лаком. Там же вязкость данного пропиточного состава доводится до расчетных значений.

Смесительная емкость по своей конструкции выполняется с ручным или механизированным приводом и имеет лаз в верхней части для заливки лака, а внизу – патрубок лакопровода для подачи пропиточного состава в автоклав.

Загрузка и выгрузка статоров двигателей в автоклав и из него производится в специальные контейнеры с помощью подъемных механизмов.

Проведенные автором теоретические и экспериментальные исследования процессов переноса вещества в теле обмоток статоров ЭД [5, 4] позволили рекомендовать к использованию на термовакуумной установке разработанный метод скоростной вакуумной пропитки и сушки для гидrolитической деструкции связующего, позволяющий техническому раствору проникать на всю глубину обмотки, а также эффективно выносить из последней остатки разрушенного слоя связующего, пропитывающего изоляцию и скрепляющего обмотку с железом статора.

Конструкция автоклава для ГДС аналогична конструкции автоклава для пропитки лаком. В свою очередь и емкость для хранения водного деструктирующего раствора мало отличается от рабочей емкости. Исключением является лишь то, что данную емкость можно без необходимости не снабжать устройством для обогрева [7].

После загрузки оборудования в автоклав в ресивере создается вакуум заданной глубины. Для этой цели существует большое количество вакуумных насосов различного вида и марок – механические, пароструйные, бустерные, а также насосы параллельного и последовательного действия, с водяным, воздушным и масляным охлаждением.

На пути от ресивера к вакуумному насосу установлен поверхностный конденсатор для конденсации паров влаги и растворителя при их откачке вакуум-насосом. Данный конденсатор защищает вакуумный насос от попадания в него воды и позволяет учитывать влагу, вышедшую из обмоток.

Одновременно с указанным процессом, находящиеся в автоклаве статорные обмотки нагреваются и, при достижении необходимой температуры нагрева, вакуумируются путем соединения автоклава с ресивером через клапан К1. Описанная процедура соответствует предварительной сушке обмоток электродвигателей. Способ обогрева автоклава может быть различным: паровой, воздушный, электрический, индукционный и др. Его выбор обусловлен, как правило, возможностями реального производства, требованием минимального времени нагрева обмоток, исключаящим тепловой удар, а также энергетическими характеристиками нагревателя. В свою очередь, количество циклов вакуумирования определяется степенью увлажненности обмоток, а скорость вакуумирования – соотношением длины и диаметра трубопровода между автоклавом и ресивером, а также соотношением их объемов.

Для наибольшей надежности работы рассматриваемой установки

для удаления механических примесей, влаги, масла, лаковой основы или компаундной массы из воздуха, поступающего из автоклава в ресивер в процессе вакуумирования, в системе откачки воздуха, то есть между конденсатором и ресивером, установлен влагомассоотделитель.

По окончании предварительного вакуумирования обмоток пропиточный состав из соответствующей емкости за счет созданного разрежения в течение 2-3 минут, в зависимости от диаметра соединительного трубопровода, поступает в автоклав. После заполнения пропитывающей жидкостью автоклава статорные обмотки вновь кратковременно вакуумируются в течение 12-20 с, подвергаясь объемной глубокой пропитке. Изменяя глубину вакуума и соотношение объемов ресивера и автоклава, можно добиться больших значений показателей качества восстанавливаемой обмотки ЭД.

Процесс пропитки завершается созданием в автоклаве атмосферного давления и удалением из него пропиточного состава по трубопроводу в накопитель за счет созданного между указанными сосудами градиента давления. Излишки лака с поверхности статоров и пакетов удаляются вакуумным прососом.

В случае пропитки обмоток лаком или компаундом, после удаления данной пропитывающей жидкости из автоклава, статорные обмотки дополнительно нагреваются и вакуумируются в целях быстрого удаления растворителя из лака. Количество циклов вакуумирования определяется типом лака и пропитываемой обмотки, а также заданным режимом работы установки.

На заключительном этапе сушки осуществляется полимеризация лаковой пленки посредством дальнейшего повышения температуры в автоклаве с вакуумным прососом через него воздуха. Указанная процедура способствует удалению паров растворителя и лучшему воздухообмену.

Точное выполнение технологических операций деструкции, пропитки и сушки возможно только при наличии соответствующих контрольно-измерительных приборов (КИП). В данном случае, под КИП подразумеваются приборы для непрерывного контроля температуры, давления и т.п. [6, 8, 10].

С точки зрения протекания процессов массопереноса следует отметить немаловажный факт - гидролитическая деструкция связующего обмоток, в отличие от пропитки и сушки последних, осуществляется при значительной величине градиента давления ($p_{\text{ост}} < 1$ мм рт. ст.) и скорости его создания ($m_{\text{св}} < 1$ с) в целях обеспечения благоприятных условий для разрушения и вымывания слоя связующего [9].

Таким образом предлагаемая установка восстановления изоляции, пропитка и сушка по замкнутому циклу, использованные в установке СПВ, обеспечивают возможность полной автоматизации всего технологического процесса [6, 5, 3].

Библиографический список

1. Сравнение полупроводниковых приборов применяемых в преобразователях электрической энергии систем электроснабжения/ И.И. Гришин, Е.С. Семина, А.С. Морозов, М. Бахрамзод // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2015. – № 1. – С. 232-235.
2. Максименко, О.О. Расчет потерь мощности в распределительной сети 0,4 кв/ О.О. Максименко, Е.С. Семина, В.О. Тарабрин // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. – Рязань : РГАТУ, 2017. – С. 156-161.
3. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания систем освещения в сельской местности/ Н.Б. Нагаев, Е.С. Семина, С.С. Трухачев и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 310-315.
4. Трухачев, С.С. Определение основных параметров автотрансформатора/ С.С. Трухачев, Е.С. Семина, О.О. Максименко // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 438-444.
5. Теоретический анализ состояния вопроса коммутационных перенапряжений в сельскохозяйственном асинхронном электроприводе/ О.О. Максименко, Е.С. Семина, А.С. Колотов и др. // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 179-182.
6. Перспективы использования активного вентилятора и СВЧ излучения при сушке сыпучих продуктов/ С.О. Фатьянов, С.А. Морозов, Е.С. Семина и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 466-471.
7. Система повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве на основе комплексной диагностики/ Е.С. Семина, О.О. Максименко, В.А. Черкашина и др. // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 193-197.
8. Анализ способов сушки предпосевной обработки зерна в сельском хозяйстве/ Е.С. Семина, С.А. Морозов, С.О. Фатьянов и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 388-391.

9. Разработка технических средств для защиты от коммутационных перенапряжений конденсаторной установки/ О.О. Максименко, Е.С. Семина, А.С. Колотов и др. // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 176-179.

10. Моделирование тепловых процессов нагрева семян рапса при обработке в ЭМП СВЧ/ Е.С. Семина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова и др. // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2020. – № 2 (11). – С. 123-129.

УДК 621.313.282:631.116

*Локтев Д.С.,
Семина Е.С. канд. техн. наук, доцент,
Максименко О.О. канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ.*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Общий вид устройства для магнитной обработки воды показан на рисунке 1.

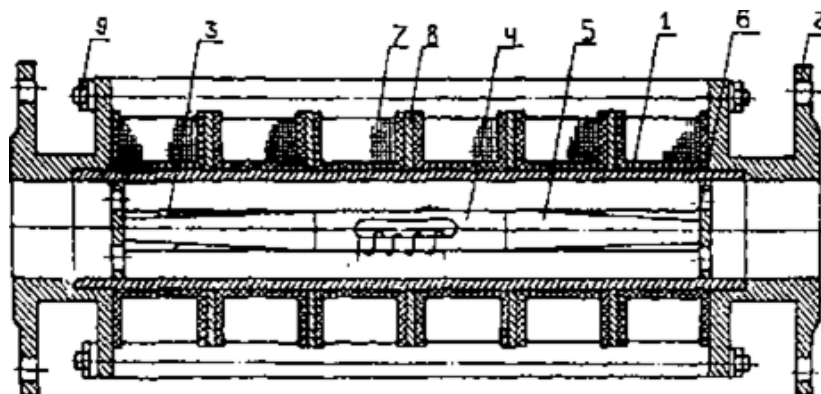


Рисунок 1 – Устройство для обработки воды в магнитном поле

Данное устройство состоит из: цилиндрического корпуса (1), состоящего из диамагнитного материала, присоединенного к трубопроводу фланцами (2). Составной сердечник (3) расположен в самом корпусе, он содержит ультразвуковой преобразователь (4) с коническими концентраторами (5) и центрирующими втулками (6). Катушки (7) имеют свое место на корпусе электромагнита, одна от другой отделены дисками (8). Они закреплены фланцами и шпильками (9).

Принцип работы устройства следующий:

Вода, относившаяся к обработке, поступает в корпус (1), протекает через рабочий зазор, состоящий из корпуса и сердечника (3). К направлению поступления воды под прямым углом образуется магнитный поток.

Для прямолинейного отношения магнитных силовых линий катушки (7) разделены друг от друга дисками (8). Намотанные катушки на текстолитовых каркасах и подключены взаимно для увеличения и образования одноименных полюсов. Устройство имеет подключение к трансформатору ТБС-3-0.4. Ультразвуковой преобразователь питается от генератора название, которого УЗГ-3-0.4 и другими.

В соответствии с размером кристаллов накипи на разогревательных элементах варьируются динамические свойства, другими словами изменяется колебания собственных частот кристаллов. Появляется цикл резонанса из-за схождения частот собственных колебаний кристаллов и частот возмущающих колебаний. Из-за этого происходят механические разрушения, так как происходит возбуждение интенсивных колебательных движений кристаллов. Частицы накипи срываются с разогретой плоскости и, будучи во взвешенном состоянии в толще протекающей воды, удаляются вместе с ней.

Так как нет научных принципов процесса, то использование аппаратов для магнитной обработки имеет свои трудности. Поэтому разработка аппаратов происходит на определенных представлениях практики эксплуатации в Российской Федерации и за границей.

Для того чтобы разработка прошла успешно, то рассматривают потребность исследования систем. Они должны быть на одном уровне с результативными воздействиями на водные системы, которые смогут добиться оптимального коэффициента использования магнитных источников, их различие в том, что производство состоит из мало дефицитных материалов и поэтому не имеют крупных издержек напора. На основе этого определяется уровень гидродинамической безупречности агрегата, что находится в зависимости от его эффективности.

Исследование данных и производительности использования агрегатов, а также анализ множественных систем агрегатов, позволил обнаружить соответствующее направление в конструировании агрегатов:

а) рабочий зазор аппаратов в определенных случаях находится в диапазонах нескольких сантиметров;

б) свою известность приняли униполярные аппараты, которые более производительные (например, фирмы Эпуро), вместе с многополюсными устройствами, имеющие долгое время нахождения обрабатывая системы в магнитном поле;

в) образование инновационных магнитных аппаратов, конструктивно оснащенных вращающимся полем, скрещенными магнитными полюсами и т. д.;

г) усиление внимания к требованиям ремонтпригодности;

д) повышение качества характеристик гидравлических аппаратов.

Один из главных вопросов, как можно сократить расход недостатка магнитных сплавов или медных обмоточных проводов при массовом производстве аппаратов [2, 3, 4].

Наибольший результат от пропуска воды через магнитное поле, обусловливаемый от параметра аппарата и свойства воды:

- индукции;
- скорости потока воды;
- концентрации солей.

При создании, аппараты необходимо спроектировать при вычислениях, основанных на специальных критериях. Если рассчитано все правильно, то материалов потребуется меньше, таких как: цветные сплавы или цветные металлы аппарата на 1 м³/ч расхода воды.

Модуль М имеет свою важность, при правильном расчете. Произведение магнитной индукции аппарата (В) на скорость пересечения воды магнитного поля (V) и время нахождения воды в зоне обработки (t) представляет показатель модуля (М) .

$$M = B_{cp} \vartheta t, \quad (1)$$

где М – конструкционный модуль, (Тл*м);

B_{cp} – средняя магнитная индукция, (Тл);

ϑ – скорость потока жидкости, (м/с);

t – время нахождения жидкости в магнитном поле, (с).

Уравнение, в котором скорость потока жидкости принять постоянной, имеет следующий вид:

$$M = B_{cp} l_0, \quad (1)$$

где l_0 – путь воды в зоне обработки, (м).

Достигнуть правильный эффект обработки можно будет при следующем случае: $M = 0,005-0,02 \text{ Тл*м}$

Если все значения модуля (М) получены правильно, то проектировщики могут изменять эти значения магнитной индукции, для определенной конструкции аппарата.

Минимизация гидравлических потерь, критерий, который имеет следующий вид:

$$\sum \frac{\alpha_{\square} \square^2 \square}{2 \square} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $\alpha_{\square}$ – коэффициент местных сопротивлений;

γ – плотность жидкости.

Уменьшение потерь можно добиться путем понижения коэффициента местных сопротивлений:

$$\alpha = 0,5(1 - \alpha_{\square}/\alpha_{\text{ш}}) + (1 - \alpha_{\square}/\alpha_{\text{ш}})^2, \quad (4)$$

где S_y и $S_{\text{ш}}$ – это поперечные сечения водоводов в местах сужения и расширения.

Зачастую встречаются с разным выбором, так как появляется большое количество критериев.

Для этого приходится считать значимость критериев в разных случаях. Приходится использовать данные принятые ранее, из-за того что обоснованных научных параметров магнитного поля при обработке воды, в настоящее время нет.

При частом применении последствия обработки могут быть повышены, в связи с многократным применением воздействия на воду.

Для достижения эффекта скорость воды в аппарате не обладает важнейшего значения. Приемлемые результаты испытаны при скорости воды 1,0-2,5 м/с [1, 3, 6, 7].

Особенное внимание необходимо выделить увеличению рабочего зазора при следующем улучшении конструкций аппаратов. Как правило, чем длиннее путь преодоления жидкости в рабочем зазоре, тем менее напряженность магнитного поля в нём.

Подводя итоги данной статьи обслуживание аппаратов в промышленных положениях, составляются рекомендации, которые позволят получить результаты для улучшения работы:

1) в любой ситуации нужно проводить предварительная регулировку аппаратов. 1-2 раза в день следует проводить систематически контроль работы аппарата методом, который моделируется настоящий процесс;

2) максимально сбалансирован должен быть состав и расход воды;

3) для того, чтобы убрать создание воздушных пробок и стоячих зон межполюсный канал необходимо держать заполненным водой. Поэтому нужно в аппарат снизу вверх пускать воду (или смесь) в аппарат и время от времени прочищать канал. Чтобы не происходило накопления магнитных частиц аппаратного железа, нужно планомерно переводить полюса электромагнитов. Также нужно своевременно проводить очистку аппаратов с постоянным магнитом [5, 8, 9, 10].

Библиографический список

1. Сравнение полупроводниковых приборов применяемых в преобразователях электрической энергии систем электроснабжения/ И.И. Гришин, Е.С. Семина, А.С. Морозов, М. Бахрамзод // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2015. – № 1. – С. 232-235.

2. Максименко, О.О. Расчет потерь мощности в распределительной сети 0,4 кв./ О.О. Максименко, Е.С. Семина, В.О. Тарабрин // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 156-161.

3. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания систем освещения в сельской местности/ Н.Б. Нагаев, Е.С. Семина, С.С. Трухачев и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 310-315.

4. Трухачев, С.С. Определение основных параметров автотрансформатора/ С.С. Трухачев, Е.С. Семина, О.О. Максименко // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития

агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 438-444.

5. Теоретический анализ состояния вопроса коммутационных перенапряжений в сельскохозяйственном асинхронном электроприводе/ О.О. Максименко, Е.С. Семина, А.С. Колотов и др. // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 179-182.

6. Перспективы использования активного вентилятора и СВЧ излучения при сушке сыпучих продуктов/ С.О. Фатьянов, С.А. Морозов, Е.С. Семина и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 466-471.

7. Система повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве на основе комплексной диагностики/ Е.С. Семина, О.О. Максименко, В.А. Черкашина и др. // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 193-197.

8. Анализ способов сушки предпосевной обработки зерна в сельском хозяйстве/ Е.С. Семина, С.А. Морозов, С.О. Фатьянов и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 388-391.

9. Разработка технических средств для защиты от коммутационных перенапряжений конденсаторной установки/ О.О. Максименко, Е.С. Семина, А.С. Колотов и др. // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 176-179.

10. Семина, Е.С. Моделирование тепловых процессов нагрева семян рапса при обработке в ЭМП СВЧ/ Е.С. Семина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова и др. // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2020. – № 2 (11). – С. 123-129.

УДК 631.3

*Манецкий М.А.,
Колупаев С.В., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ОСОБЕННОСТИ МАШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

Современное и высокоэффективное выращивание картофеля невозможно без использования технологических машин и оборудования [1]. Вся техника будет подразделяться в зависимости от этапа производства (рисунок 1):

для подготовки почвы к посадке (плуги, бороны); для посадки (картофелесажалки, установки для внесения оборудования удобрений); для ухода (поливальные машины, для внесения пестицидов и удобрений); для уборки (картофелекопатели и картофелеуборочные машины); для транспортировки (самосвальные грузовые автомобили, прицепы, полуприцепы).



Рисунок 1 – Комплекс машин для производства картофеля

Наиболее важным в данном комплексе техники является картофелеуборочные машины. От качества их работы будет зависеть конечный результат. Иначе говоря, к примеру, клубни картофеля, имеющие механические повреждения не годятся как для длительного хранения, так и для реализации в качестве конечного продукта (розничной продажи в торговых сетях) [2, 3, 4]. Следовательно, их стоимость существенно снижается.

Качество работы картофелеуборочных машин оценивается по нескольким ключевым показателям [5]. В первую очередь это доля клубней имеющих механические повреждения, потери клубней и чистота клубней в таре. Согласно агротехническим требованиям, предъявляемым к картофелеуборочным машинам, имеем:

- потери клубней не должны превышать 5% от общего числа.
- чистота клубней в таре (бункере) должна превышать 80%.

Для картофелекопателей предъявляются следующие требования:

- доля клубней оставленных в почве или на ее поверхности не должна превышать 3% (при этом в подсчетах не учитываются клубни, одна из сторон которых менее 27 мм);
- доля клубней из общей массы имеющие повреждения не должна превышать 12% (на тяжелых или переувлажненных почвах) и 3% (на легких и средних).

Современные картофелеуборочные машины при благоприятных

почвенно-климатических условиях соблюдают данные агротехнические требования. В настоящее время лидерами в области производства картофелеуборочной техники являются:

1) ООО «Колнаг» выпускающая следующие модели:

- однорядный картофелеуборочный комбайн AVR Spirit 6100 с бункером вместимостью 5,5 тонн;
- двухрядный картофелеуборочный комбайн AVR Spirit 5200 с бункером вместимостью 6 тонн;
- двухрядный картофелеуборочный комбайн Картофелеуборочный комбайн AVR Spirit 6200 с бункером вместимостью 6 тонн;
- двухрядный картофелеуборочный комбайн элеваторного типа (копатель-погрузчик) AVR Spirit 9200;
- двухрядный картофелеуборочный комбайн элеваторного типа (копатель-погрузчик) AVR Lynx;
- четырехрядный самоходный картофелеуборочный комбайн AVR Puma 4.0 с бункером вместимостью 8 тонн;

2) Компания Grimme со своей продукцией:

- картофелекопатель 2-рядный WH 200;
- картофелекопатель 2-рядный WR 200;
- 1-рядный картофелеуборочный комбайн SE 75-20 с бункером объемом 2 тонны;
- 1-рядный картофелеуборочный комбайн SE 140 с бункером объемом 4 тонны;
- 1-рядный картофелеуборочный комбайн SE 75-55 с бункером объемом 5,5 тонн;
- 2-рядный картофелеуборочный комбайн SE 260 с бункером объемом 6 тонн;
- 2-рядный картофелеуборочный комбайн SE 150-60 с бункером объемом 7,5 тонн;
- 2-рядный картофелеуборочный комбайн EVO 280 с бункером объемом 8 тонн;
- 2-рядный картофелеуборочный комбайн EVO 290 с бункером объемом 9 тонн;
- 2-рядный картофелеуборочный комбайн SV 260 с бункером объемом 7,5 тонн;
- 2-рядный картофелеуборочный комбайн элеваторного типа GT 170;
- 3-рядный картофелеуборочный комбайн элеваторного типа GT 300;
- а также широкий выбор самоходных картофелеуборочных машин.

Кроме представленного выше ряда специализированной техники выпускается множество моделей различных фирм-изготовителей, способных в полной мере удовлетворить потребности покупателей. Выбор будет ограничиваться лишь располагаемыми посадочными площадями (так при наличии посадочных площадей менее 40 га нет необходимости в использовании 2 рядных картофелеуборочных машин, а при наличии

возделывании площадей более 300 га целесообразным вариантом будет являться использование 3-х или четырехрядных машин) и объемом финансовых средств.

Мелкие производители картофеля (с посадочными площадями менее 60-80 га) в основном используют однорядные картофелеуборочные машины и копатели погрузчики. При этом большинство техники используемой в данном случае имеют существенную наработку. В результате чего снижаются показатели эффективности их работы [6]. Особенно это сказывается в неблагоприятных условиях эксплуатации.

В ходе работы растет доля повреждений клубней, а количество почвенных и растительных примесей в ворохе превышает допустимые значения (согласно агротехническим требованиям на данный вид картофелеуборочной техники). В связи с этим возникает потребность в разработке технических решений, направленных на решения данной проблемы. В ходе научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских изысканий создаются отдельные, и что немаловажно – взаимозаменяемые рабочие органы картофелеуборочных машин [7, 8, 9, 10]. В первую очередь это касается органов первичной и выносной сепарации [11, 12].

Результаты научных изысканий позволяют морально устаревшей и сильно изношенной картофелеуборочной технике соответствовать всем параметрам регламентируемым агротехническими требованиями [13, 14, 15].

Библиографический список

1. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов : Монография/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

2. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Vyshov et al // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 341. – 2019. – P. 012145.

3. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля/ М.Ю. Костенко, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/77.pdf>.

4. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 375-398. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>.

5. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов

(на примере картофеля) : Монография/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 402 с.

6. Пат. РФ № 166384. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2016115317/12 от 19.04.2016.

7. Пат. РФ № 2592111. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Борычев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Заявка № 2015104275/13 от 10.02.2015.

8. Increasing the Safety of Agricultural Products During Its Transportation and Unloading/ N.V. Byshov and other // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. – Pp. 176-179.

9. Пат. РФ № 157146. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю. и др. – Заявка № 2015120963/13 от 02.06.2015.

10. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы Международной конференции. – Саранск : Изд-во ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», 2014. – С. 181-187.

11. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/58.pdf>.

12. Пат. РФ № 161488. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / Борычев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Заявка № 2015145901/11 от 26.10.2015.

13. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями/ И.А. Успенский, Д.А. Волченков, Г.К. Рембалович и др. // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 6. – С. 35-38.

14. Голиков, А.А. Совершенствование технологического процесса и рабочего органа сепарации картофелеуборочных машин/ А.А. Голиков. – Рязань : РГАТУ, 2014. – 138 с.

15. Инновационные процессы и устройства для «бережной» сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля/ С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, И.А. Успенский и др. // Сб.: Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Материалы Международной научно-технической конференции. – 2013. – Ч.1. – С. 275-279.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ПОЧАТКООТДЕЛЯЮЩЕГО АППАРАТА

Имеющийся двухрядный кормоуборочный комбайн для уборки кукурузы на скоростях свыше 9 км/ч. На нем были установлены новые рабочие органы: ротационно-дисковый режущий и многовальцовый планетарный початкоотделяющие аппараты. Испытания проводились на полях учебно-опытного хозяйства «Кубань». Исследовались вальцы с различной формой рабочей поверхности, определялись оптимальные скорости вращения их, различные способы привода на нормальных и повышенных скоростях движения комбайна [1].

Початкоотделяющие аппараты комбайнов ККХ – 3, УКСК – 2,6 и другие не обеспечивают нормальную работу комбайнов на скоростях движения выше 7 км/ч при уборке кукурузы с урожаем 80...120 ц/га (зерна). Поэтому мы, в результате исследования, создали новый многовальцовый планетарный початкоотделяющий аппарат, отличающийся высокой производительностью, совмещающий одновременно процесс отрыва и очистки початков [2].

Исследования комбайна проводились по следующей программе и методике. Для испытания был выбран участок кукурузы ВИР-156 (полной спелости) с урожайностью 80 ц/га (зерна).

Комбайн агрегатировался с трактором МТЗ-80. При этом использовались 4, 6 и 7 передач, что соответствовало рабочим скоростям 5, 7 и 10 км/ч соответственно.

Срезанные стебли с помощью главного транспортера и стеблеподающих цепей направлялись комлем вперед к початкоотделяющему аппарату. Очищенные от оберток початки собирались в отдельную тару. После повторного проведения опыта тара снималась с комбайна и початки подвергались контролю. Одновременно измельченная силосная масса элеватором подавалась в тележку, прицепленную к комбайну [3].

В процессе испытания исследовались вальцы диаметром 60 мм с металлической гладкой поверхностью, фрезерованной с высотой зуба 1,5 мм и резиновой. Приводные механизмы вальцов – ременной и цепной.

Опыты проводились в трехкратной повторности. При каждой повторности длина гона была 50м. При этом определялось количество и вес целых початков и количество оставшихся на початках листьев обертки, количество вышелушенных початков и количество вышелушенного зерна у основания початка, количество поврежденных початков и количество вышелушенного зерна в середине и у верхушки початка [4].

Скорость вращения валцов определялись по формуле:

$$\omega_3 = \frac{\omega_1}{\omega_3} \left(\omega_0(\omega_1 + \omega_3 + \Delta) - (\omega_0\omega_2 + \omega_3) \left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_1} \right) \right) \quad (1)$$

где $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ – радиусы окружностей нижнего и планетарного барабанов и валцов,

$\omega_1, \omega_2, \omega_3$ – число оборотов барабанов и валцов в мин,

ω_0 – отношение суммарной скорости вращения валца к скорости движения центра вала O_3 относительно центра нижнего барабана (O_1),

Δ – зазор в рабочей щели

Значения ω_0 были приняты 1, 1,3, 1,6, для которых соответствовали скорости вращения валцов, полученные по формуле (1)

$$\omega_3 = 1440, 2000, 2400 \text{ об/мин}$$

Для фрезерованных валцов при увеличении V_k и при $\omega_3 = 2400 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 40 \pi$, $\omega_0 = 1,6$ – сьем листьев и очистка увеличивались, как показано на рисунке 1. При скорости движения комбайна 7 км/ч сьем листьев и очистка початков снижались, причем кривая очистки падала более круто, чем кривая съема листьев. При $V_k=10$ км/ч очистка початков составила 80%, а сьем листьев – 95%. С увеличением скорости движения комбайна вышелушивание зерна из початков снижалось при скорости 10 км/ч достигало 0,4% [5].

При скорости движения комбайна $V_k = 7$ км/ч, в зависимости от скорости вращения валцов, сьем листьев и очистка увеличивались и при $\omega_3 = 2400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ достигали соответственно наибольших значений – 90 и 97%.

При $\omega_3 = 1440 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ вышелушивание составляло 0,46%, при дальнейшем увеличении ω_3 вышелушивание, увеличилась, достигло 1%. В результате дальнейшего увеличения скорости вращения валцов вышелушивание снижалось до 0,49% [6].

Валцы резиновые гладкие диаметром 60 мм.

а) в зависимости от скорости движения комбайна при $\omega_3 = 2400 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 40 \pi$ очистка достигла максимум при $V_k=7$ км/ч – 92,5%, а при $V_k=10$ км/ч – 90%. Зависимость съема листьев от скорости движения комбайна выражается на графике прямой линией (рисунок 2). При $V_k=10$ км/ч очистка достигла 97%. Вышелушивание резиновыми гладкими валцами с увеличением скорости V_k непрерывно падало и при $V_k=10$ км/ч составляло 0,21%.

б) $V_k=10$ км/ч=const.

С увеличением скорости вращения валцов (рисунок 2) при $V_k=10$ км/ч=const сьем листьев увеличивался, очистка также возрастала, но значительно медленнее. Так, при $\omega_0 = 1,6$ и $\omega_3 = 2400 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 40 \pi$ сьем листьев составил 97%, а очистка 90%. При увеличении скорости валцов до $\omega_3 = 2400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ и $\omega_0 = 1,3$ вышелушивание было равно 0,21%.

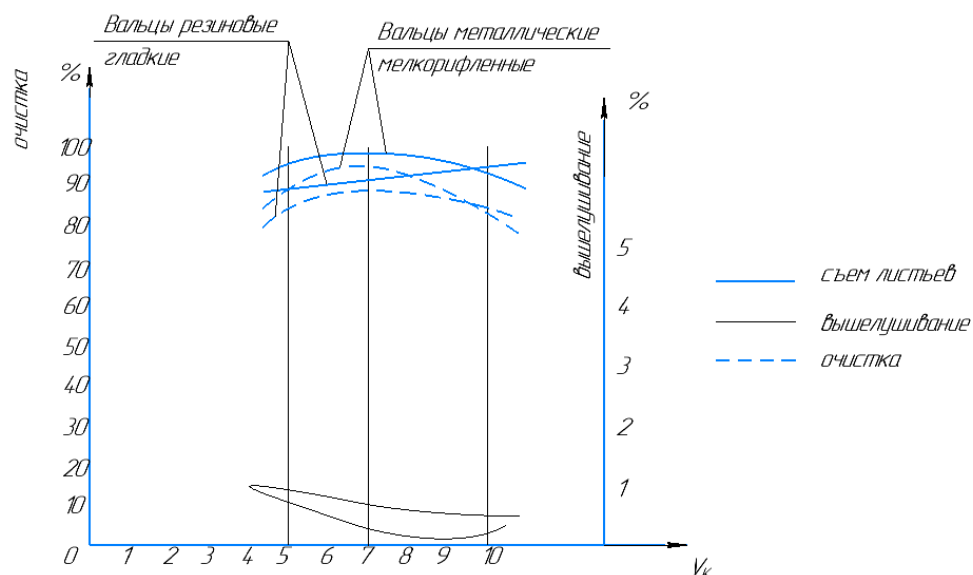


Рисунок 1 – График изменения качества показателей работы комбайна по рабочей скорости

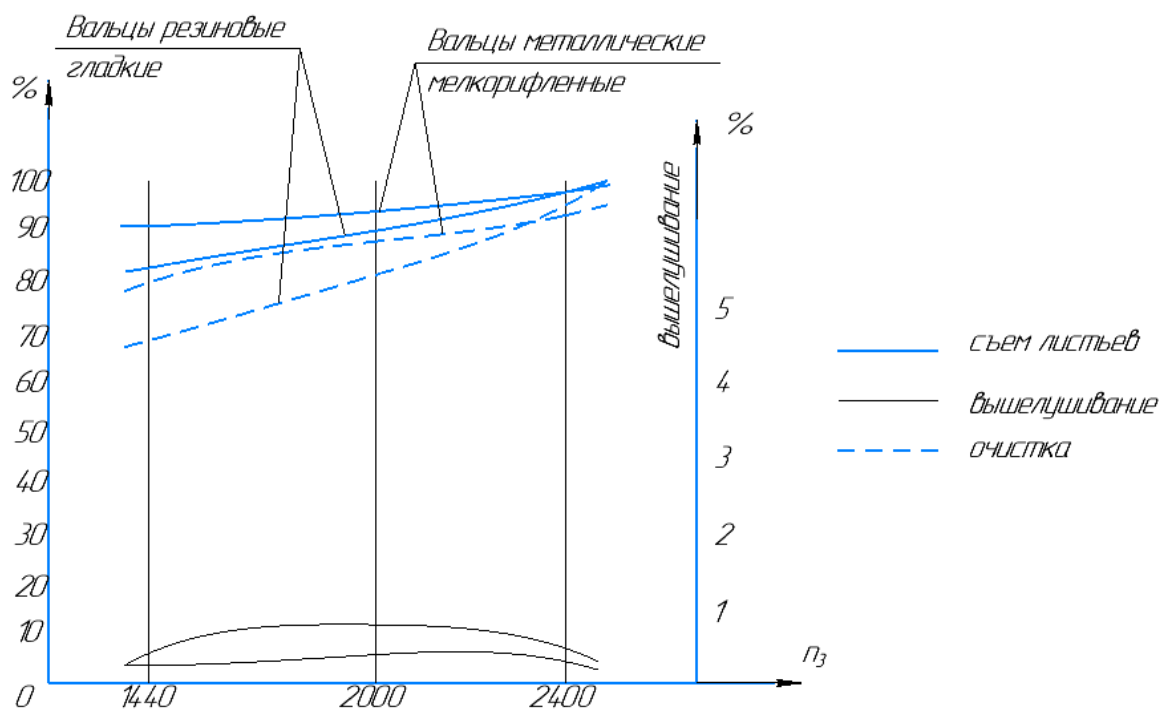


Рисунок 2 – График изменения качества показателей работы комбайна по скорости валцов

Оптимальным показателем работы резиновых гладких валцов были следующими: $V_k=10$, $n_3 = 2400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, $\varphi_0 = 1,6$ при зазоре 10мм.

Вальцы металлические гладкие 60 мм оказались несколько хуже описанных выше как по очистке листьев, так и по вышелушиванию зерна. Гладкие металлические валцы обладали малой захватывающей и протаскивающей способностью, что ухудшало качество очистки. Время контакта с початком оказалось (по сравнению с гладкими валцами) больше

фрезерованных. Этим и объясняется повышенное повреждение и вышелушивание початков [7].

Лучшей рабочей поверхностью валцов является металлическая поверхность, фрезерованная мелким зубом. Она обеспечивает устойчивый режим захвата и протаскивания стеблей и высокие качественные показатели.

Цепной привод механизма надежнее ременного, так как работает на устойчивом кинематическом режиме.

Возможность уборки высокоурожайной кукурузы экспериментальным комбайном на повышенных скоростях 7...10 км/ч.

Библиографический список

1. Пат. РФ № 2019115573. Устройство для внесения минеральных удобрений / Маслов Г.Г., Малашихин Н.В., Цыбулевский В.В. и др. – Оpubл. 14.07.2020.

2. Пат. РФ № 2019114801. Способ определения качества внесения твердых гранулированных минеральных удобрений / Маслов Г.Г., Цыбулевский В.В., Евглевский Р.О. и др. – Оpubл. 06.07.2020.

3. Матушенко, А.Е. Влияние скорости активных лопаток центробежного рабочего органа на качество распределения удобрений/ А.Е. Матушенко, А.А. Полуэктов, Ж.Д. Кобзарь // Сб.: Образование и наука: современный вектор развития : Материалы Национальной научно-практической конференции, Керчь, 21 июня 2021 года. – Керчь : ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2021. – С. 46-50.

4. Обоснование возможности регулирования процесса рассева удобрений центробежными аппаратами с активной лопаткой/ А.Е. Матушенко, И.В. Вульшинская, А.А. Полуэктов, Л.Д. Сарксян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(90). – С. 109-113.

5. Матушенко, А.Е. Оптимизация основных параметров катушечного высевающего аппарата для посева семян рапса/ А.Е. Матушенко, В.С. Курасов, В.В. Цыбулевский // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (21). – С. 48-55.

6. Цыбулевский, В.В. Определение размеров отверстий ячеек высевающего диска/ В.В. Цыбулевский, А.Е. Матушенко, А.А. Полуэктов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (89). – С. 112-115.

7. Цыбулевский, В.В. Приложение теории вероятности к рассмотрению условий заполнения ячеек диска высевающего аппарата дражжированными семенами/ В.В. Цыбулевский, А.Е. Матушенко, А.А. Полуэктов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 130-133.

8. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов

(на примере картофеля) : Монография /С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.

9. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования/ Р.В. Безносок, В.В. Фокин, Н.В. Бышов и др. // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

10. Экологическая безопасность жизнедеятельности человека/ А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казачёнок и др. – Рязань, 2017. – 196 с.

11. Красников, А.Г. Приобретение приспособления ПС «Лифтер» для уборки подсолнечника/ А.Г. Красников, М.В. Поляков, Е.А. Строкова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 205-208.

12. Каширин, Д.Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов/ Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2010. – № 1. – С. 24-27.

13. Пат. РФ № 93302. Измельчитель перговых сотов/ Д.Е. Каширин. – Оpubл. 27.04.2010; Бюл. № 12. – 2 с.

14. Определение основных параметров двухрукавного вентилятора модернизированной воздушной очистки/ В.В. Коченов, В.В. Настопырева, С.В. Коченова, М.В. Зинган // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. 26-27 апреля 2017 года. – Рязань, 2017. – Часть 2. – С. 119-123.

УДК: 631.33.022.44

Матущенко А.Е.,

Полуэкттов А.А.,

Сарксян М.Д.

ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ МАШИН ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД РИС

Основной задачей выбора оптимальных параметров агрегатов при внесении минеральных удобрений под рис является установление таких скоростных, рабочих захватов и энергетических показателей, которые обеспечивали бы требуемое агротехническое качество работы при минимальных удельных затратах механической энергии и труду.

При обосновании оптимальных параметров машин при внесении минеральных удобрений под рис исследования проводились по следующим

критериям: энергозатраты, трудозатраты, металлоемкость, прямые эксплуатационные издержки, приведенные затраты.

При выборе оптимальных параметров необходимо прежде всего удовлетворит требования сокращения затрат энергии на производство полезной работы. В связи с этим проводились исследования энергозатрат прицепного (СТН-2,8), навесного (РУ-4-10) и прицепного с валом отбора мощности (РУМ-3) агрегатов на 5, 6, 7 и 8 передачах трактора МТЗ-82.

Необходимо отметить, что норма внесения удобрений на 1 га с увеличением скорости передвижения агрегатов по полю осталась неизменной. Для этого подача удобрений в кг/сек при помощи дозирующих заслонок с увеличением скорости соответственно увеличивалась [1].

С целью регистрации крутящего момента на отдельных валах использовался метод тензометрирования при помощи фольговых датчиков сопротивления.

Для съема тока от датчиков, расположенных на вращающихся валах, были использованы ртутно-амальгамированные токосъемники конструкции ЦМИС. Основными преимуществами последних являются хорошие контактные характеристики, малые габариты, компактность, незначительные механические потери, что особенно важно при испытании вращающихся частей различных установок с маломощными приводами.

Тяговые энергозатраты определялись с помощью универсального тензометрического тягового звена УТТЗ. Сигналы от фольговых датчиков, приклеенных на деталях машин, поступают на шлейфы осциллографа и записываются на светочувствительную фотобумагу. Одновременно записывалась отметка времени, отметка оборотов вала отбора мощности [2].

В качестве регистратора применялся осциллограф Н-700, позволяющий отмечать одновременно 14 сигналов. В осциллографе отметчик времени давал отметки через 0,1 сек.

Обработка полученных осциллограмм осуществляется на приборе ПОБД-12. Затем данные обработки на ПОБД-12 были переданы на электронно-счетную машину Минск-22, которая по заданной программе позволила получить следующие показатели вариационного ряда: число импульсов, среднее арифметическое, среднее квадратичное отклонение, асимметрию, эксцесс, ошибку опыта.

Следует отметить, что в данном исследовании была применена безусилительная аппаратура, т.к. она способствует более точному замеру исследуемых параметров [3].

Исследование энергетических показателей производилось при следующих режимах работы: холостой привод рабочих органов, холостой ход агрегата с приводом рабочих органов, рабочий ход при внесении гранулированной смеси, рабочий ход при внесении порошкообразной смеси.

Следует отметить, что энергетические показатели работы агрегата измерялись и регистрировались на тех же участках, где проводилась агротехническая оценка его работы.

При проведении экспериментальных энергетических показателей измерялись и регистрировались следующие величины: крутящий момент на ведущих органах движителя M_K , кгм, крутящий момент на валу отбора мощности $M_{ВОМ}$ на приводном валу транспортера и проводном валу разбрасывающих дисков, число оборотов ведущих органов движителя n_K , вала отбора мощности $n_{ВОМ}$ и валов рабочих органов, об/мин, тяговое сопротивление машин R_M , кг, путь, проходимый агрегатом за опыт, $S_{оп}$, м, продолжительность опыта $t_{оп}$, сек [4].

Затраты энергии для РУМ-3 и РУ-4-10 определялись по следующей формуле:

$$N_{эф} = N_{\square} + N_{ВОМ} + N_M$$

где $N_{эф}$ – фактически используемая мощность двигателя, л. с.,

$N_{\square}$ – мощность на ведущих органах движителя трактора, л. с.,

$N_{ВОМ}$ – мощность на привод машины от вала отбора мощности трактора, л. с.,

N_M – мощность механических потерь в трансмиссии трактора, л. с.

Затраты энергии для СТН-2,8 определялись по формуле:

$$N_{эф} = N_{\square} + N_M$$

Рассмотрим энергозатраты РУМ-3, РУМ-4-10 и СТН-2,8 на 5, 6, 7 и 8 передачах МТЗ-82.

Рассматривая составляющие энергозатрат представленных выше агрегатов видим, что основной процент затрат мощности двигателя трактора МТЗ-82 приходится на затраты мощности ведущих органов движителя. Причем, с увеличением скорости затраты на ведущих органах движителя значительно возрастают. Затраты мощности на привод машины от вала отбора мощности $N_{ВОМ}$ и на механические потери в трансмиссии трактора N_M возрастают с увеличением скорости незначительно [5].

Анализируя затраты агрегатов в сумме, видим, что в случае работы с РУМ-3 двигателя трактора наиболее загружен, причем интенсивность нарастания составляющих энергозатрат в данном случае наивысшая.

Наименее загружен двигатель трактора в агрегате с РУ-4-10. В данном случае будет вполне оправдана навеска РУ-4-10 на ДТ-75, так как большая часть мощности двигателя остается неиспользованной. Следует, однако, отметить, что трактор ДТ-75 такого широкого диапазона скоростей, как МТЗ-82, не имеет.

В случае агрегатирования трактором сцепки С-ПУ с тремя СТН-2,8 двигатель загружен немногим более, чем на половину. Догружать двигатель дополнительными секциями СТН-2,8 не рационально, так как это не будет оправдано из-за малых размеров чека и увеличений холостых ходов агрегата. Кроме того, углы чека в таком случае останутся необработанными [6].

Двигатель трактора МТЗ-82 можно было бы догрузить переходом на 9 передачу, но это сделать невозможно, так как агротехнические требования на качество работы машин данного типа не позволяют работать на такой передаче. Кроме того, неровности поля не позволяют агрегату двигателя на такой передаче по поверхности чека.

Отсюда мы видим, что можно было сравнить затраты энергии агрегатов, имеющих разную ширину захвата, необходимо привести эти затраты на единицу ширины захвата, т.е. найти удельные затраты мощности на один метр. Необходимо также привести энергозатраты агрегатов на единицу выполненной работы, т.е. найти расход механической энергии на единицу выполненной работы.

Рассматривая удельные затраты мощности на единицу ширины захвата, видим, что они особенно велики у РУМ-3 при разбросе порошковидной смеси, так как в данном случае затрачивается мощность на привод транспортера и дисков для внесения увеличенных доз удобрений.

Наименьшие удельные затраты мощности имеет РУ-4-10 при внесении гранулированной смеси, так как в данном случае мощность на выполнение собственного технологического процесса имеет малое значение, а ширина захвата относительно велика [7].

Анализируя полученные данные по расходу механической энергии на единицу выполненной работы трех агрегатов с учетом изменения их работы видим, что наибольшее значение имеет место расход механической энергии при прямоточном способе работы РУМ-3 при внесении порошковидной смеси. Причем, с увеличением скорости интенсивности нарастания расхода энергии здесь наибольшая.

Наименьший расход механической энергии на единицу выполненной работы имеет РУ-4-10 при перевалочном способе работы, при внесении гранулированной смеси. Интенсивность нарастания расхода энергии с увеличением скорости здесь наименьшая.

Библиографический список

1. Пат. РФ № 2019115573. Устройство для внесения минеральных удобрений / Маслов Г.Г., Малашихин Н.В., Цыбулевский В.В. и др. – Оpubл. 14.07.2020.

2. Пат. РФ № 2019114801. Способ определения качества внесения твердых гранулированных минеральных удобрений / Маслов Г.Г., Цыбулевский В.В., Евглевский Р.О. и др. – Оpubл. 06.07.2020.

3. Матушенко, А.Е. Влияние скорости активных лопаток центробежного рабочего органа на качество распределения удобрений/ А.Е. Матушенко, А.А. Полуэктов, Ж.Д. Кобзарь // Сб.: Образование и наука: современный вектор развития : Материалы Национальной научно-практической конференции, Керчь, 21 июня 2021 года. – Керчь : ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2021. – С. 46-50.

4. Обоснование возможности регулирования процесса рассева удобрений центробежными аппаратами с активной лопаткой/ А.Е. Матушенко, И.В. Вульшинская, А.А. Полуэктов, Л.Д. Сарксян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 109-113.

5. Матущенко, А.Е. Оптимизация основных параметров катушечного высевающего аппарата для посева семян рапса/ А.Е. Матущенко, В.С. Курасов, В.В. Цыбулевский // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (21). – С. 48-55.

6. Цыбулевский, В.В. Определение размеров отверстий ячеек высевающего диска/ В.В. Цыбулевский, А.Е. Матущенко, А.А. Полуэктов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (89). – С. 112-115. .

7. Цыбулевский, В.В. Приложение теории вероятности к рассмотрению условий заполнения ячеек диска высевающего аппарата дражжированными семенами/ В.В. Цыбулевский, А.Е. Матущенко, А.А. Полуэктов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 130-133.

8. Андреев, К.П. Мониторинг при координатном внесении удобрений/ К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко, О.А. Ваулина // Сб.: Инновационные достижения науки и техники АПК : Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2018. – С. 192-194.

9. Оценка экономической эффективности использования агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения/ И.Ю. Богданчиков, К.Н. Дрожжин, А.Н. Бачурин, В.Е. Калякин // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции , Рязань, 21 марта 2019 года. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 21-24.

10. Ерофеева, Т.В. Экология/ Т.В. Ерофеева, Д.В. Виноградов, Л.Ю. Макарова. – Рязань : ИП Викулов К.В., 2021. – 280 с.

11. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография / С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.

12. Разработка и обоснование параметров рабочих органов самозагружающейся машины для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений : Монография / К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. – Курск, 2018.

13. Туркин, В.Н. Определение мощности на перемещение сыпучего материала в загрузочной камере конвейера, оснащенной разгрузочными элементами/ В.Н. Туркин // Вестник РГАТУ, 2010. - № 2. - С. 63-65.

14. Туркин, В.Н. Результаты исследования влияния давления столба минеральных удобрений в загрузочной камере устройства перегрузки на его работоспособность и энергетические затраты/ В.Н. Туркин // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : Материалы 66-й международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 222-225.

15. К вопросу снижения энергетических затрат при эксплуатации машин во время уборки картофеля/ Н.В. Бышов, В.М. Колиденков, С.А. Коноплев и

др. // Сб.: Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА 50-летию академии посвящается. – Рязань, 1999. – С. 257-259.

16. Общие принципы уменьшения энергетических затрат/ А.И. Крестин, И.А. Успенский, В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин // Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева. 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 164-165.

УДК: 631.361.022

*Матущенко А.Е.,
Полуэктов А.А.,
Тарасенко Е.А.
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ ОБМОЛОТА РИСА ПЛАНЕТАРНЫМ АППАРАТОМ

Особое место среди зерновых культур занимает рис. К моменту уборки стебли остаются зелёными и содержат 65-70% влаги, тогда как зерно к этому времени имеет влажность 23-28%. При этом влажность стеблей риса в зависимости от продолжительности стояния растений на корню почти не изменяется. Влажные стебли наматываются на барабаны молотильных устройств, ухудшая качественные показания их работы и вызывая простои. Для уменьшения влажности стеблей риса его предварительно просушивают в валках, а затем обмолачивают. Припросушивание валков зерно риса растрескивается за счёт резкого перепада температур дневного и ночного времени и за четыре дня трещиноватость его увеличивается до 83,6%. Высокий процент трещиноватости зерна при обмолоте приводит к повышенному дроблению его и достигает некоторых случаях существующих молотильных устройствах при полном вымолоте зерна 25% [1].

На основании изучения физико-механических свойств риса и процесса обмолота его существующими молотильными устройствами установлено, что они мало пригодны для обмолота риса вследствие того, что ударные нагрузки способствуют резкому повышению процента дроблёных зёрен. При этом резко снижаются товарные качества риса. Нами было предложено использовать для обмолота риса планетарные барабанные устройства, при работе которых выделение зерна осуществляется в основном за счёт очёсывания [2].

Планетарный аппарат для обмолота риса состоит из барабана и рещётчатой деки с конусными зубьями (рисунок 1). Барабан имеет вальцы, которые установлены в корпусах подшипников двух дисков. По образующим вальцам барабана в несколько рядов расположены конусные зубья, которые проходят между зубьями деки и воздействуют на стеблевую массу риса. Относительно барабана вальцы всегда вращаются в направлении подачи массы с определённой угловой скоростью. В свою очередь барабан может вращаться

как в одном, так и противоположных направлениях или быть неподвижным. Во всех случаях вектор абсолютной скорости конца зуба вальца всегда должен быть направлен на выход из деки [3].

Подача массы к барабану осуществляется подающим транспортёром. Момент вхождения в рабочую щель стеблевая масса воздействует с силой P на рабочие органы планетарного аппарата, величину которой можно определить из уравнения живой энергии [4]:

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = P h \quad (1)$$

где m – масса стеблей риса;

v_1, v_2 – соответственно скорость стеблей риса на транспортёре и при вхождении в рабочую щель;

h – зазор между вальцами и декой.

Отсюда величина действующей силы на массу равна:

$$P = \frac{m}{2h} (v_2^2 - v_1^2) \quad (2)$$

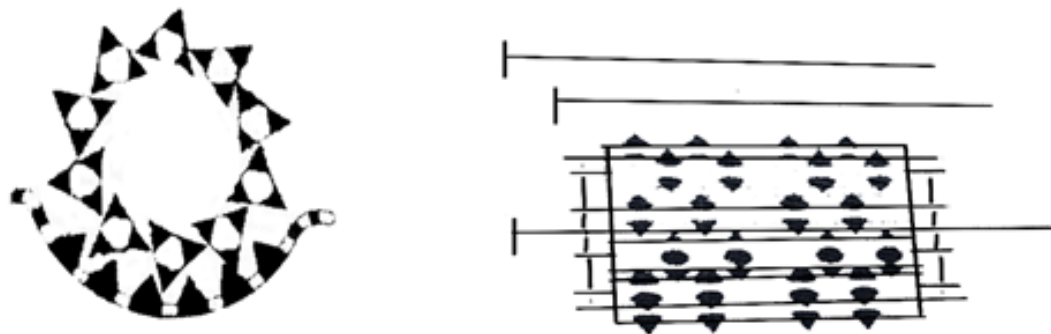


Рисунок 1 – Планетарный аппарат для обмолота риса

Из последнего уравнения следует, что величина подбора массы находится в прямой зависимости от массы стеблей и скорости их движения и в обратной от рабочего зазора.

Минимальный зазор $h_{\min}$ между зубьями вальцов и декой определяются длиной M зёрен метёлки риса и должен удовлетворять условию $h_{\min} \geq 3\sigma$, где σ – среднее квадратичное отклонение от средней длины зерна (рисунок 2).

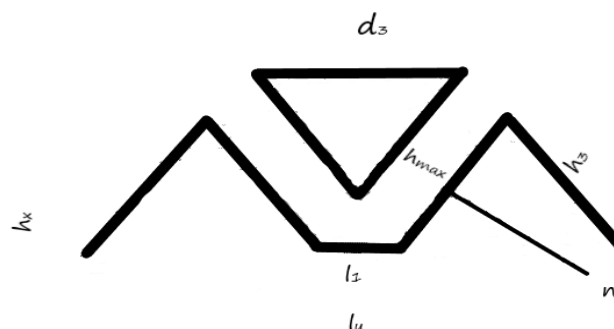


Рисунок 2 – Схема расположения зубьев вальцов и деки аппарата для обмолота риса

При подаче массы в рабочую щель стебли распределяются между зубьями деки и поверхностью вальца (рисунок 2) на площади S , состоящей из прямоугольника и равнобокой трапеции, величина которой равна:

$$S = S_y h_x + \frac{1}{2} h_3 (S_y + S_l) \quad (3)$$

где S_y – расстояние между соседними зубьями в ряду подбарабанья;

h_x – расстояние между концом зуба деки и вальцом барабана;

После внедрения вальца в подаваемую массу стебли риса распределяются по площади $S_{\square}$, равной:

$$S_{\square} = S_y h_x + h_3 S_l \quad (4)$$

где h_3 – высота зуба.

Степень уплотнения стеблей после внедрения в массу зуба вальца выразится величиной:

$$K = \frac{S_y h_3 + h_3 S_l}{S_y h_x + \frac{1}{2} h_3 (S_y + S_l)} \quad (5)$$

Считаем, что в поперечном сечении стебель риса имеет форму круга. Тогда площадь, занимаемая стеблями в рабочей щели, выразится формулой:

$$S_{ст} = n \frac{\pi d_{\square}^2}{4}$$

где n – количество стеблей в рабочей щели;

$d_{\square}$ – диаметр стебля.

В свою очередь коэффициент «К» заполнения рабочей щели представляется в виде отношения:

$$K = \frac{\pi d_{\square}^2}{4(S_y h_x + h_3 S_l)} \quad (6)$$

В рабочей щели под действием сил деформации стеблей возникает сила N нормального давления на грани зубьев подбарабанья и вальца. Причём величина этой силы зависит от физико-механических свойств массы, степени сжатия её, веса, конструктивных параметров молотильного устройства и других факторов. Вследствие влияния указанных факторов определение величины силы N теоретическим путём представляет большие трудности. Для конкретных условий её необходимо находить экспериментальным путём [5].

Протягивание стеблей осуществляется за счёт сил трения между стеблем и зубом и возможно при условии:

$$\mu_{\square} = \mu_{\square\square} > \mu_{\square} = \mu_{\square\square} \quad (7)$$

где $\mu_{\square}$ – коэффициент трения материала о зуб вальца;

$\mu_{\square\square}$ – коэффициент трения стебля о стебель.

Для определения скорости и закона протягивания стеблей одним зубом вальца при однократном воздействии его на массу составим уравнение:

$$m \frac{dv_{\square}}{dt} = F_{\square\square} - F_{\square} \quad (8)$$

После разделения переменных получим:

$$\frac{dV}{dt} = V(V_0 - V)$$

После интегрирования этого уравнения найдём скорость стебля:

$$V = \frac{1}{c_1} (V_0 - V) + c_1$$

где c_1 – произвольная постоянная.

При граничных условиях $t=0$, $V=c_1$.

Тогда скорость стебля между зубьями деки будет равна:

$$V = c_1 + \frac{1}{c_1} (V_0 - c_1) \quad (9)$$

Так как $V = \frac{ds}{dt}$, то $ds = V dt$.

После подстановки получим:

$$s = \left[c_1 + \frac{1}{c_1} (V_0 - c_1) \right] t$$

После интегрирования перемещение S стебля при однократном воздействии зуба вальца будет равно:

$$s = c_1 t + \frac{1}{c_1} (V_0 - c_1) t + c_2 \quad (10)$$

где c_2 – произвольная постоянная; при $t=0$, $c_2 = 0$.

Из анализа уравнений (8) и (10) следует, что скорость движения стеблей и величина их перемещения зависит от следующих факторов: скорости подачи массы в молотильный аппарат, степень деформации стеблей, определяемой конструктивными особенностями аппарата, их физико-механическими свойствами и секундной производительностью молотильного устройства.

Для обеспечения оптимального режима работы аппарата необходима установка рабочего зазора между декой и вальцами барабана в соответствии с секундной подачей массы питательным транспортёром [6].

Качественные показатели работы молотильного аппарата находятся в прямой зависимости от его конструктивных параметров; с увеличением рабочей щели уменьшаются степень уплотнения стеблевой массы, коэффициент заполнения последней, в результате чего снижается скорость продвижения массы в подбарабанье.

Производительность молотильного устройства определяется скоростью подачи массы к нему, степенью деформации стеблей в подбарабанье, их физико-механическими свойствами [7].

Библиографический список

1. Пат. РФ № 2019115573. Устройство для внесения минеральных удобрений / Маслов Г.Г., Малашихин Н.В., Цыбулевский В.В. и др. – Оpubл. 14.07.2020.
2. Пат. РФ № 2019114801. Способ определения качества внесения твердых гранулированных минеральных удобрений / Маслов Г.Г., Цыбулевский В.В., Евглевский Р.О. и др. – Оpubл. 06.07.2020.

3. Матушенко, А.Е. Влияние скорости активных лопаток центробежного рабочего органа на качество распределения удобрений / А.Е. Матушенко, А.А. Полуэктов, Ж.Д. Кобзарь // Сб.: Образование и наука: современный вектор развития : Материалы Национальной научно-практической конференции, Керчь, 21 июня 2021 года. – Керчь : ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2021. – С. 46-50.

4. Обоснование возможности регулирования процесса рассева удобрений центробежными аппаратами с активной лопаткой/ А.Е. Матущенко, И.В. Вульшинская, А.А. Полуэктов, Л.Д. Сарксян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 109-113.

5. Матущенко, А.Е. Оптимизация основных параметров катушечного высевающего аппарата для посева семян рапса/ А.Е. Матущенко, В.С. Курасов, В.В. Цыбулевский // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (21). – С. 48-55.

6. Цыбулевский, В.В. Определение размеров отверстий ячеек высевающего диска/ В.В. Цыбулевский, А.Е. Матущенко, А.А. Полуэктов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (89).

7. Цыбулевский, В.В. Приложение теории вероятности к рассмотрению условий заполнения ячеек диска высевающего аппарата дражжированными семенами/ В.В. Цыбулевский, А.Е. Матущенко, А.А. Полуэктов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 130-133.

8. Хабарова, Т.А. Практикум. Методы экологических исследований/ Т.В. Хабарова, Д.В. Виноградов, А.В. Щур. – Рязань, 2017. – 128 с.

9. Федоскина, И.В. Оценка эффективности размещения рисоводства по регионам России/ И.В. Федоскина // Сб.: Теория и практика современной аграрной науки : Материалы IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск : НГАУ, 2021. – С. 1375-1380.

10. Коченов, В.В. Анализ новых принципов повышения производительности зерноуборочных комбайнов/ В.В. Коченов // Сборник научных трудов ФГБНУ ВНИМС, посвященный 50-летию института. – Рязань : Изд-во ФГБНУ ВНИМС, 2015. – С.157-161.

11. Коченов, В.В. Направления повышения производительности зерноуборочных комбайнов/ В.В.Коченов // Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : Материалы 66-й Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2015. – С. 153-157.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Первое использование искусственных нейронных сетей началось в 90-х годах двадцатого столетия. В настоящее время в энергетике становится возможным использование нейронных сетей, однако для прогнозирования параметров отклонения напряжения необходимо учитывать особенности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, а именно, графики электрических нагрузок и их влияние на отклонение напряжения. Поэтому разработка структуры нейросетевого регулирования напряжения требует проведения дополнительных исследований.

Нейронные сети в настоящее время классифицируют по нескольким параметрам. Одним из наиболее распространенных параметров является обучение с учителем или без него. Обучение без учителя предполагает отсутствие контрольной выборки в период обучения нейронной сети [1, 2]. На первый взгляд, это является недостатком, так как точность может быть снижена, чем у метода обучения с помощью учителя, потребуется больше времени для нейронных сетей, функционирующих в течение нескольких циклов [3, 4]. С другой стороны, нет нужды организовывать контрольную выборку (не исключен вариант, когда она просто отсутствует), а также данный тип обучения устойчив к значительным изменениям входных параметров. В нашем вопросе регулирования напряжения такие параметры могут быть, например: потребляемая мощность, отклонение напряжения. Еще один параметр – количество слоев. Третьим классификационным параметром является тип передающих функций, а четвертым параметром будет направление распространения сигнала.

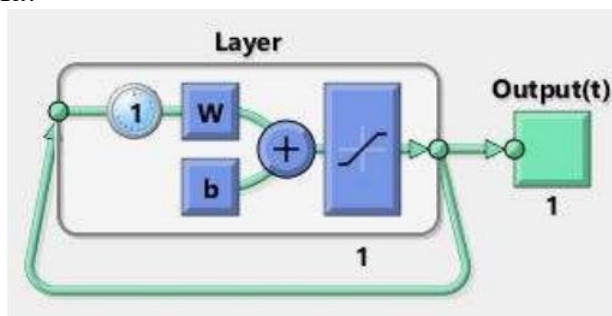


Рисунок 1 – Нейронная сеть Хопфилда

Если давать классификацию нейронная сеть Хопфилда (рисунок 1), то она представляет собой НС с обучением без учителя, имеет один скрытый слой. Нейронная сеть имеет функцию линейной активации (насыщение), а так же с обоюдным направлением распространения.

Нейронная сеть Хопфилда является НС с матрицей связи. Сама НС имеет обратную связь. Суть такой связи заключается в том, что внутри нейронов существует только один слой (этот тип НС строго однослойный) системы эталонных образов, при этом для каждой итерации передачи информации через слой любой искаженной выборке данных будет передан одному из определенных образов сети. Данные образы имеют название положения равновесия. Характерной особенностью является то, что работа с обратной связью производится до того времени, пока выборка не будет доведена до идеального образа (состояния равновесия), в отличие от многих других нейронных сетей, работающих по конечному количеству циклов [5, 6].

Такая НС пригодна для решения задач распознавания изображений, может функционировать как фильтрующий элемент, а так же по принципу автоассоциативной памяти.

Однослойный перцептрон (рисунок 2) образует НС с нелинейным обучением без учителя. Представляет собой сеть со скрытым слоем и функцией линейной активации (ступенчатой), так же имеет прямое распространение сигнала.

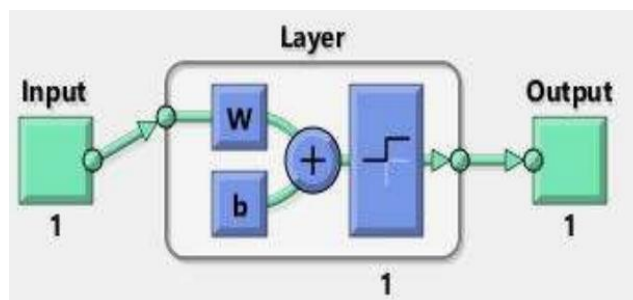


Рисунок 2 – Реализация однослойного перцептрона в среде MATLAB

Перцептрон считается одним из первых типов нейронных сетей, и первый в мире нейрокомпьютер «Марк 1» был реализован на с его помощью. Перцептрон включает 3 типа элементов (рисунок 3).

Сигналы от датчиков (рисунок 3) передается ассоциативным элементам, а после на реагирующие элементы. Иными словами, перцептроны позволяют организовывать ассоциации между входными стимулами и требуемой реакцией на выходе [7, 8].

В среде MATLAB однослойный перцептрон имеет достаточно узкую направленность и используется в основном для распознавания образов, функция пошаговой активации свидетельствует о невозможности работы с аналоговыми сигналами. Поэтому для прогнозирования качественных показателей электроэнергии этот тип нейронных сетей не подойдет.

Самоорганизующиеся карты Кохонена – нейронные сети, которые представляют собой НС с обучением без учителя имеют один скрытый слой, с нехарактерной функцией активации (двумерные геометрические фигуры), с прямым распространением сигнала.

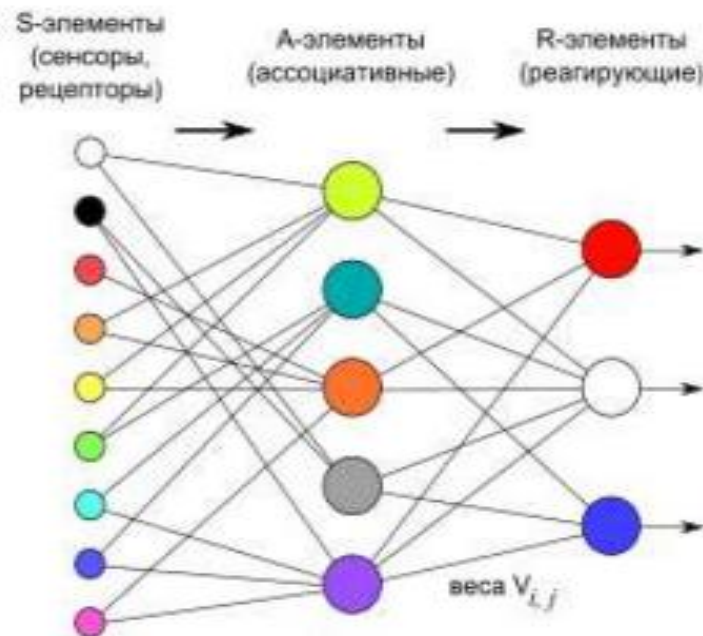


Рисунок 3 – Принцип работы перцептрона

Нейронная сеть Кохонена, то есть ее подвид в виде самоорганизующихся карт Кохонена является уникальным типом нейронных сетей. Эта нейронная сеть работает с помощью «карты», на которой показаны узлы системы. Каждый узел описывается в виде вектора веса и вектора координат. Визуальная «карта» изображается ячейками прямоугольной или шестиугольной формы. Чаще всего имеет вид шестиугольника потому что расстояние между соседними ячейками одинаковое, что увеличивает точность визуализации [9, 10].

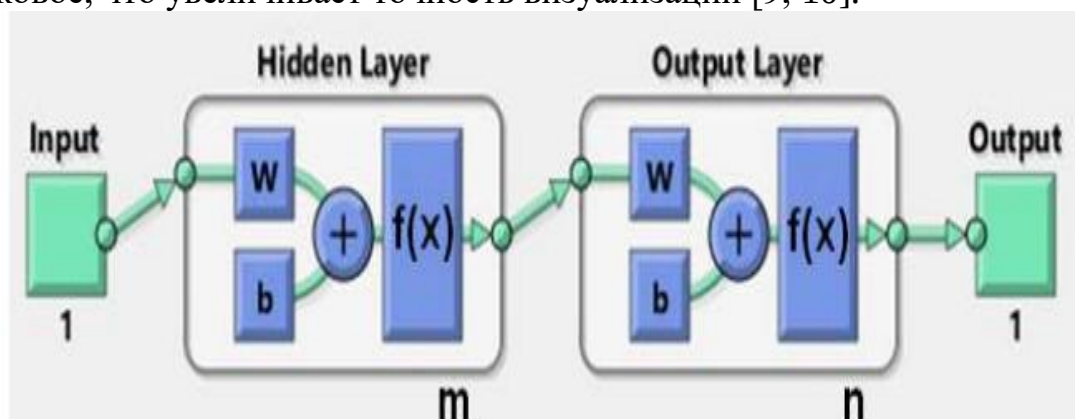


Рисунок 4 – Реализация многослойного перцептрона в среде MATLAB

Самоорганизующиеся карты Кохонена имеют широкий спектр применения, однако чаще всего используются при проектировании, моделировании, упорядочении, поиске закономерностей в массивах данных.

Нейронные сети с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки (feed Forward back propagation). Такие НС имеют еще одно название – многослойные перцептроны. На рисунке 4 показана модель двухслойного перцептрона с числом m нейронов в одном скрытом слое и числом n нейронов в выходном слое.

Размер ввода и вывода равен размеру матрицы, которую используют для обучения, в этом случае данные представлены в векторной форме, поэтому размер ввода и вывода одинаков равен единице [9,10]. Пакет MATLABNNTool дает возможность выбирать в каждом слое определенную модель функции активации, количество нейронов в слое, несколько параметров обучения.

Отличительными особенностями от ранее описанного одноуровневого перептрона являются алгоритм работы, отличный от одноуровневого перептрона и позволяет игнорировать ограничения последнего, так же присутствует возможность регулировки количества нейронов в скрытом слое и выбира функций активации обоих слоев системы. Количество нейронов выходного слоя выбирается автоматически в качестве размера выходного сигнала системы. Многослойный нейтрон весьма универсален в своем применении. Имеется возможность тонкой настройки, поэтому не составит особого труда при разработке нейронной сети для прогнозирования временных функций качественных параметров электрической энергии с часто изменяющимися параметрами при этом обеспечивается высокая точность прогноза.

Анализ существующих исследований по использованию рекуррентных сетей показали их большую эффективность в аппроксимации показателей прогнозируемых величин[11]. Рекуррентная модель сети Эльмана способствует решению задачи построения модели прогнозирования с учетом влияния на модель прогнозирования совокупности внешних дестабилизирующих факторов. На скрытом слое в качестве передаточной функции может выступать сигмоидальная функция, что касается выходного слоя он может быть представлен линейной функцией. Эта сетевая модель использует линии задержки с отводами, хранящих предыдущие значения. Фиксированные обратные связи резервируют предыдущие значения скрытого слоя при помощи контекстных блоков, и это продолжает до тех пор, пока скрытый слой поменяет свое значение в процессе обучения [11]. Таким образом, сеть поддерживает собственное состояние, которое может быть использовано для прогнозирования последовательности, при этом выходит за пределы мощности многослойного перцептрона.

Цифровые технологии способствуют повышению качества электрической энергии и надежности обеспечения электроэнергией предприятий АПК. Для прогнозирования параметров отклонения напряжения необходимо учитывать особенности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, а точнее графики электрических нагрузок и их влияние на отклонение напряжения. Поэтому разработка нейросетевой структуры регулирования напряжения требует проведения дополнительных исследований.

Библиографический список

1. Шемякин, А.В. Оценка безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования/ А.В. Шемякин, К.П. Андреев, А.А. Кильдишев, В.В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 1 (283). – С. 20-23.
2. Вибрационная установка для извлечения перги из сотов и очистки воскового сырья от загрязнений/ Д.Е. Каширин, Д.Н. Бышов, Н.Б. Нагаев и др. // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 156-159.
3. Теоретическое обоснование времени нарастания защитного слоя из воска на гранулы подкормки для пчел/ В.Ф. Некрашевич, Н.Е. Лузгин, Е.И. Троицкий и др. // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 3 (27). – С. 118-123.
4. Некрашевич, В.Ф. Повышение выхода воска путем отпрессовки шнековым прессом/ В.Ф. Некрашевич, Н.Б. Нагаев, С.Н. Гобелев, Н.А. Грунин // Сб.: Научно-технический прогресс в АПК: проблемы и перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2016». – 2016. – С. 227-233.
5. Нагаев, Н.Б. Теоретическое исследование процесса отделения воскового сырья от рамок центробежными силами/ В.Ф. Некрашевич, А.С. Попов, Н.Б. Нагаев // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 3 (27). – С. 76-79.
6. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания систем освещения в сельской местности/ Е.С. Семина, Н.Б. Нагаев, С.С. Трухачев и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2019. – С. 310-315.
7. Исследование теплофизических и реологических свойств воскового сырья и воска/ Н.Е. Лузгин, Н.Б. Нагаев, Н.А. Грунин и др. // Сб.: Исследования молодых ученых – аграрному производству : Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки. – 2015. – С. 102-110.
8. Полякова, А.А. Обоснование параметров механического активатора смесителя-обогапителя/ А.А. Полякова, Д.Е. Каширин // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 1 (33). – С. 75-79.
9. Применение оптического излучения – перспективная энергосберегающая технология/ А.А. Полякова, А.П. Пустовалов, А.М. Алешов, М.В. Мануев // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 185-188.

10. Технологическая линия извлечения перги/ Р.А. Мамонов, В.Ф. Некрашевич, М.В. Коваленко и др. // Пчеловодство. – 2015. – № 9. – С. 56-59.

11. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 4 (32). – С. 93-97.

12. Ванюшина, О.И. Цифровая экономика и информационные технологии в Рязанской области/ О.И. Ванюшина, Н.В. Барсукова, О.В. Лозовая // Сб.: Проблемы развития современного общества : Материалы 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2021. – С. 83-87.

13. Родин, И.К. Развитие процесса цифровизации сельского хозяйства посредством менеджмента инноваций/ И.К. Родин // Сб.: Современная экономика: актуальные проблемы, задачи и траектории развития : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2020. – С. 165-170.

УДК 631.3

*Назаров П.А.,
Колупаев С.В., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

СНИЖЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ КЛУБНЕЙ ПРИ МАШИННОЙ УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ

В настоящее время крупномасштабное производство картофеля невозможно без применения специализированных машин и технических средств. Самым энергоемким и трудоемким этапом является процесс уборки. В данном случае задействуются как картофелеуборочные машины в совокупности с транспортными средствами, так и оборудование и установки для послеуборочной доработки урожая и средств для закладки клубней на длительное хранение.

От эффективности выполнения технологических работ (как уборочных, так и транспортных) зависит качество конечного продукта. Так, например, клубни картофеля, имеющие механические повреждения не способны продолжительное время храниться (для поздних сортов картофеля данный срок составляет порядка 270 суток) [1, 2, 3]. Следовательно, их необходимо либо реализовать, либо отправить на переработку.

Распределение видов механических повреждений клубней выглядит следующим образом (Рисунок 1). Как видно из диаграммы подавляющее большинство составляют плоды с потемнением мякоти [4, 5].

Данный вид повреждений свойственен ситуациям, когда клубни картофеля падают при перегрузочных работах, а также вследствие контакта

с неупругими поверхностями рабочих органов уборочных и транспортных машин [6, 7, 8].

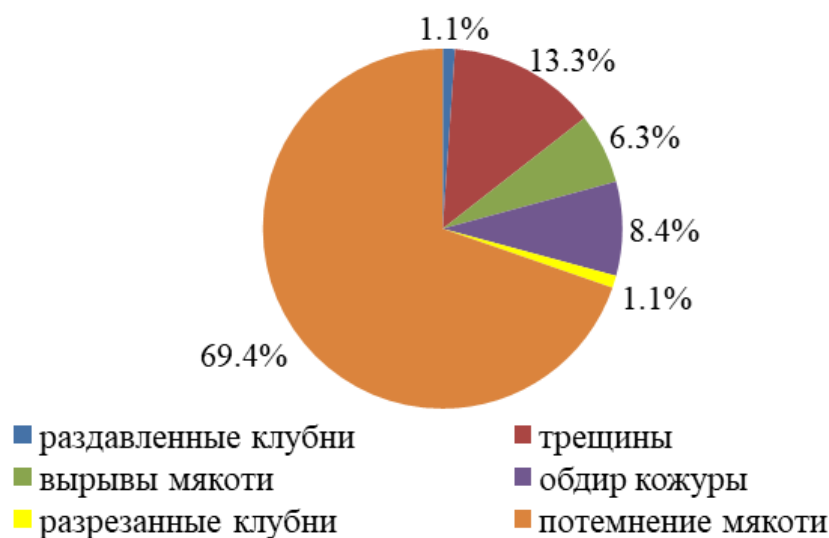


Рисунок 1 – Методы диагностирования двигателей

В первую очередь стоит упомянуть процесс машинной уборки картофеля, где первым поражающим фактором будет взаимодействие с сепарирующими рабочими органами комбайнов [12, 13, 14, 15]. Для эффективного отделения клубней от почвенных примесей широкое распространение в сельскохозяйственной технике нашли интенсификаторы сепарации (ворошителях). Они оказывают воздействие на клубненосный ворох и способствуют разрушению почвенного пласта (в данном случае речь идет об интенсификаторах сепарации расположенных под полотном пруткового элеватора). При всей своей эффективности данный способ имеет существенный недостаток – увеличение повреждений клубней.

Решением возникшей проблемы послужило использование обрезиненных прутков сепарирующих рабочих органов [9, 10, 11]. Широкое распространение нашли защитные покрытия следующих профилей (рисунок 2).

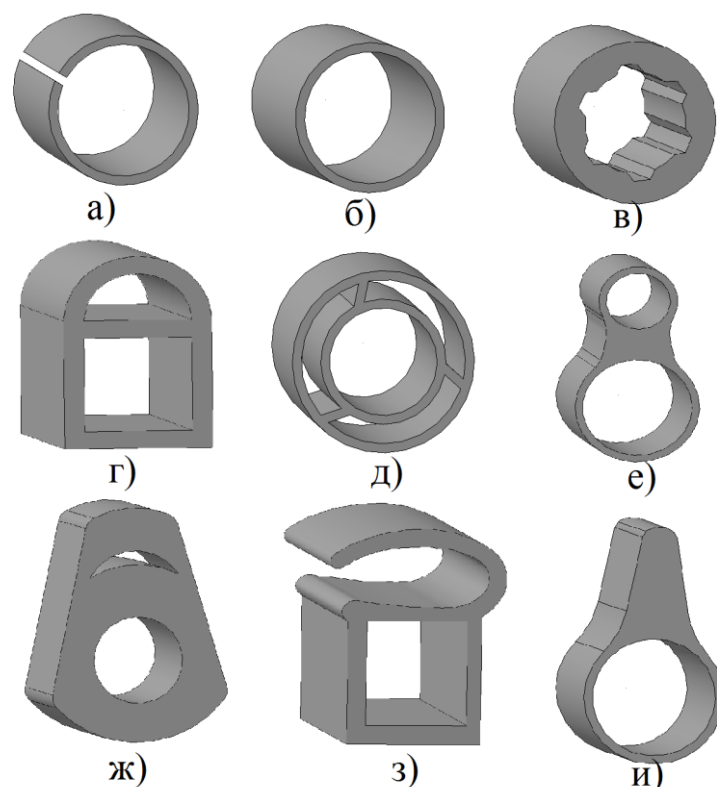


Рисунок 2 – Типы профилей защитных покрытий сепарирующих устройств:
а) – в) – трубки; г) – ж) – многопрофильные покрытия с воздушными полостями; з) – и) – покрытия с гребнем

При использовании данных покрытий существенно снижается доля клубней имеющих механические повреждения, так как материал, из которого они изготовлены, компенсирует ударные нагрузки (под действием интенсификаторов сепарации клубненосный ворох подбрасывается над полотном элеватора, и, падая, ударяется об прутки).

Данное техническое решение достаточно просто в плане воплощения и не требует значительных капиталовложений, а его эффективность позволяет существенно увеличить прибыль сельскохозяйственного предприятия.

Библиографический список

1. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2019. – P. 341 012145.

2. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля/ М.Ю. Костенко, Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/77.pdf>.

3. Пат. РФ № 166384. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2016115317/12 от 19.04.2016.

4. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: коллективная монография/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Н.И. Верещагин и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

5. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля) : Монография/ С.Н. Бoryчев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 402 с.

6. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/58.pdf>.

7. Пат. РФ № 161488. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Заявка № 2015145901/11 от 26.10.2015.

8. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля) / Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 375-398. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>.

9. Голиков, А.А. Совершенствование технологического процесса и рабочего органа сепарации картофелеуборочных машин/ А.А. Голиков. – Рязань : РГАТУ, 2014. – 138 с.

10. Инновационные процессы и устройства для «бережной» сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля/ С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов, И.А. Успенский и др. // Сб.: Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Материалы Международной научно-технической конференции. – М. : Изд-во ГНУ ВИМ, 2013. – Ч.1. – С. 275-279.

11. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями/ И.А. Успенский, Д.А. Волченков, Г.К. Рембалович и др. // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 6. – С. 35-38.

12. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы международной конференции. – Саранск : Изд-во ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», 2014. – С. 181-187.

13. Пат. РФ № 2592111. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Заявка от 10.02.2015.

14. Increasing the Safety of Agricultural Products During Its Transportation and Unloading/ N.V. Byshov and other // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. – Pp. 176-179.

15. Пат. РФ № 157146. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Бoryчев С.Н., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю. и др. – Заявка от 02.06.2015.

УДК 631.3

*Нистратов Е.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Гончарук Д.В.
Академия ФСИИ России г. Рязань, РФ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Современное производство картофеля невозможно без применения перспективных и приоритетных технологий и технических решений. Конъюнктура на рынке такова, что потребитель постоянно требует все более качественного и экологически чистого продукта. Селекционеры совершенствуют существующие сорта картофеля, научно-исследовательские организации улучшают технологии возделывания, а опытно-конструкторские бюро совместно с производителями выпускают высокоэффективные образцы техники [1, 2, 3].

Применяемая в настоящее время картофелеуборочная техника представляет собой высокотехнологичные машины, часть функций которых осуществляется в автоматическом режиме без контроля оператора (ему требуется лишь выбор конкретной программы работы картофелеуборочной машины). Данный подход приносит свои плоды, что непосредственно отражается на конечном результате – сборе урожая с минимальными потерями и повреждениями при максимальной производительности процесса.

Так, работа картофелеуборочной техники оценивается по трем показателям: чистота клубней в таре, количество клубней оставленных на/в почве и количество клубней получивших механические повреждения [4, 5]. Согласно существующей нормативной документации существуют следующие требования, предъявляемые к комбайнам (таблица 1).

Современные модели уборочной техники с легкостью соблюдают регламентированные агротехнические требования (в удовлетворительных природных и почвенно-климатических условиях). Хуже дела обстоят с ранее выпущенной техникой (учитывая ее физический износ). При отклонении условий проведения уборочных работ от оптимальных (например, на тяжелых

типах почв или в условия повышенной/пониженной влажности) эффективность техники снижается, и соблюдать агротехнические требования становится невозможно. В некоторых случаях проблема решается легко (например, ручным подбором оставленных на почве клубней), в других нет. Так увеличение доли клубней с механическими повреждениями непосредственно скажется на конечной стоимости продукции (клубни, имеющие механические повреждения долго не могут храниться, а при реализации стоят как уцененный товар).

Перспективным направлением существующих проблем является разработка усовершенствованных рабочих органов картофелеуборочных машин [6, 7, 8, 9, 10]. В первую очередь это касается сепарирующих устройств (как органов первичной, так и выносной сепарации). Большое количество клубней травмируется при соударении с боковинами машин (при продвижении по технологической цепочке картофелеуборочной машины от подкапывающих рабочих органов и заканчивая бункером-накопителем) или от воздействия на них интенсификаторов (ворошителей).

Таблица 1 – Критерии оценки работы картофелеуборочных комбайнов машин

Наименование показателей	Нормативный документ			
	АТТ	ТЗ	ТУ	МСМ
Показатели назначения				
Рабочая скорость, км/ч	1,8-6	2-6	2-6	3,5
Чистота клубней в таре, %	80	80	80-90	85-90
Потери, %	3	3	2-3	5
Повреждения, %	10	5-12	4-10	10
Эксплуатационные показатели				
Производительность, га/ч: основного времени	0,3-0,4	0,3-0,8	0,26-0,48	0,3
эксплуатационного времени	0,19-0,52	0,19-0,52	0,26-0,48	-
Расход топлива, кг/га	-	40	30	-
Затраты труда, чел.ч/га	-	27	-	17-20
Показатели надежности				
Наработка на отказ, ч	-	30-45	30-45	-
Продолжительность ЕТО, чел.ч	-	0,5-0,8	-	-
Коэф. готовности (по оперативному времени)	0,95	0,95	0,95	0,95

АТТ – агротехнические требования, ТЗ – техническое задание; ТУ – технические условия; МСМ – международная система машин

Основываясь на анализе проблем возникающих при машинной уборке картофеля, разрабатываются различные технические решения [11, 12, 13]. Так

для улучшения отделения почвенных примесей из клубненосного вороха разработано следующее устройство (рисунок 1), суть которого заключается в установке двух интенсификаторов с размещенными на них пальцами, выполненными из упругого материала [14]. Принцип действия заключается в следующем. По мере продвижения по сепарирующему элеватору подкопанный пласт почвы с клубнями картофеля недостаточно разрушается для фракционного распределения (в данном случае подразумевается отделения почвенных примесей от клубней). Интенсификатор совершая вращательные движения, начинает взаимодействия с ворохом своими пальцами, разрушает его и распределяет по полотну рабочего органа. В результате чего почва и мелкие комья лучше отделяются от общей массы. При этом в случае взаимодействия пальцев ворошителя с отдельными клубнями последние не получают травм. Это связано с конструкцией интенсификатора и физико-механическими свойствами его пальцев (при соприкосновении с клубнями пальцы упруго деформируются, компенсируя тем самым силу взаимодействия).

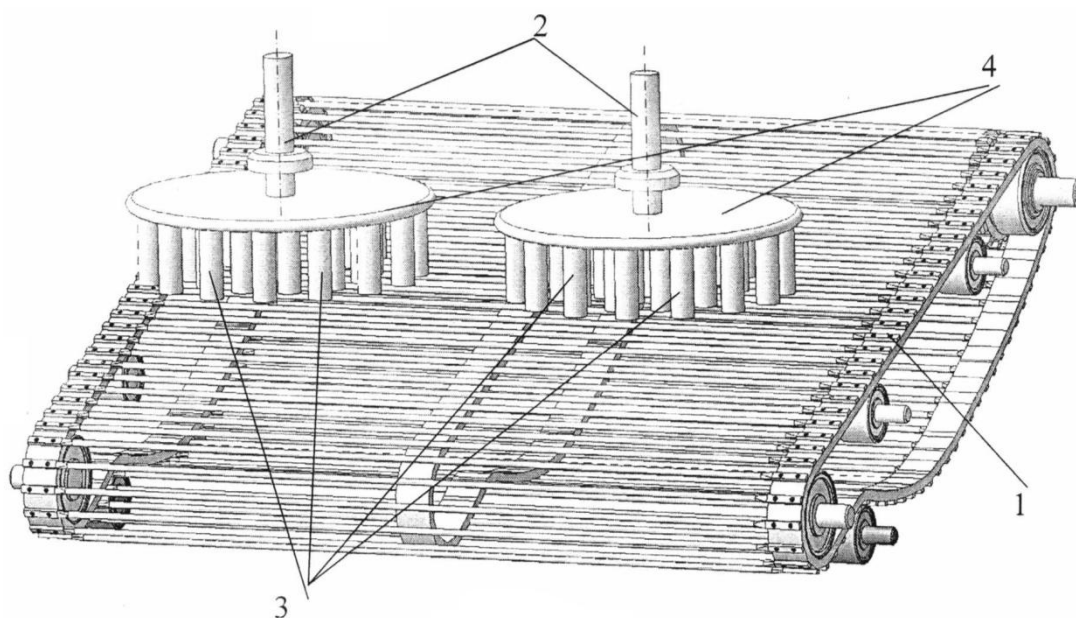


Рисунок 1 – Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины:
1– просеивающий элеватор; 2 – интенсификаторы сепарации; 3 – пальцы;
4 – плоские обрезиненные диски

Применение рассмотренного выше технического решения позволяет добиться повышения качества отделения почвенных примесей из картофельного вороха без дополнительного повреждения отдельных клубней [15]. За счет чего Картофелеуборочные машины становятся способны выполнять агротехнические требования (в данном случае параметр – чистота клубней в таре и количество поврежденных клубней от общего числа).

Библиографический список

1. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: Монография/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Н.И. Верещагин и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.
2. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля): монография/ С.Н. Бoryчев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 402 с.
3. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 375-398. –Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>.
4. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2019. – 341 012145.
5. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля/ М.Ю. Костенко, Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/77.pdf>.
6. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/58.pdf>.
7. Пат. РФ № 2015145901/11. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Оpubл. 20.04.2016; Бюл. № 11.
8. Голиков, А.А. Совершенствование технологического процесса и рабочего органа сепарации картофелеуборочных машин : дис. ... канд. техн. наук/ А.А. Голиков. – Рязань : РГАТУ, 2014. – 138 с.
9. Инновационные процессы и устройства для «бережной» сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля/ С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов, И.А. Успенский и др. // Сб.: Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Материалы Международной научно-технической конференции. – М. : Изд-во ГНУ ВИМ, 2013. – Ч. 1. – С. 275-279.
10. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями/ И.А. Успенский, Д.А. Волченков, Г.К. Рембалович и др. // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 6. – С. 35-38.

11. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник научных трудов международной конференции. – Саранск : Изд-во ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», 2014. – С. 181-187.

12. Пат. РФ № 2015104275/13. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Оpubл. 20.07.2016; Бюл. № 20.

13. Increasing the Safety of Agricultural Products During Its Transportation and Unloading/ N.V. Byshov and other // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. – Pp. 176-179.

14. Пат. РФ № 157146 Российская Федерация. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Бoryчев С.Н., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю. и др. – Оpubл. 20.11.2015.

15. Пат. РФ № 2016115317/12. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Оpubл. 20.11.2016; Бюл. № 32.

16. Макаренко, А.Н. Обоснование параметров рабочих органов почвообрабатывающих машин с переменными углами рабочих поверхностей // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – № 5-3 (10-3). – Т.2. – С. 236-240.

УДК 631.349

*Олейник Д.О., канд. техн. наук, доцент,
ген. директор МИП ООО «Агронасс»;
Леденева П.А.,
Анисимов С.А.
ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ*

РАЗРАБОТКА СПОСОБА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ОПЫЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОГО МАЛОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Разработка способа и приспособления для искусственного опыления относится к сельскому хозяйству, поскольку может найти широкое применение для опыления большого количества различных культур, как в закрытых парниках, так и на открытом грунте. Техническим результатом разработки будет являться упрощение, снижение трудоемкости и увеличение эффективности искусственного опыления растений, которое производится, как правило, вручную. Искусственное опыление и доопыление в настоящий момент, является незаменимым дополнением к естественному или полностью замещает первое для растений, выращиваемых в защищенном грунте.

Пчелы опылители появились на планете в ходе эволюции из хищных ос, примерно 100 000 лет назад. Эволюционировав за миллионы лет, пчелы превратились в высокоорганизованных насекомых, где каждая особь выполняет определенную функцию, их легко можно сравнить с общественными колониями, где преобладает коллективная трудоспособность. Жизнедеятельность пчел настолько сложный механизм, что на протяжении сотен лет огромное количество крупнейших ученых-зоологов изучали и продолжают изучать этих удивительных насекомых. В XX и XXI веке человечество столкнулось с проблематикой массового вымирания пчелиных семей. Применение химикатов в сельском хозяйстве приводит к исчезновению медоносных пчел, гибели и неполноценному развитию личинок, снижению качественных свойств меда, поскольку вещества, которые используются в современных удобрениях и пестицидах, губят патогенную флору и фауну.

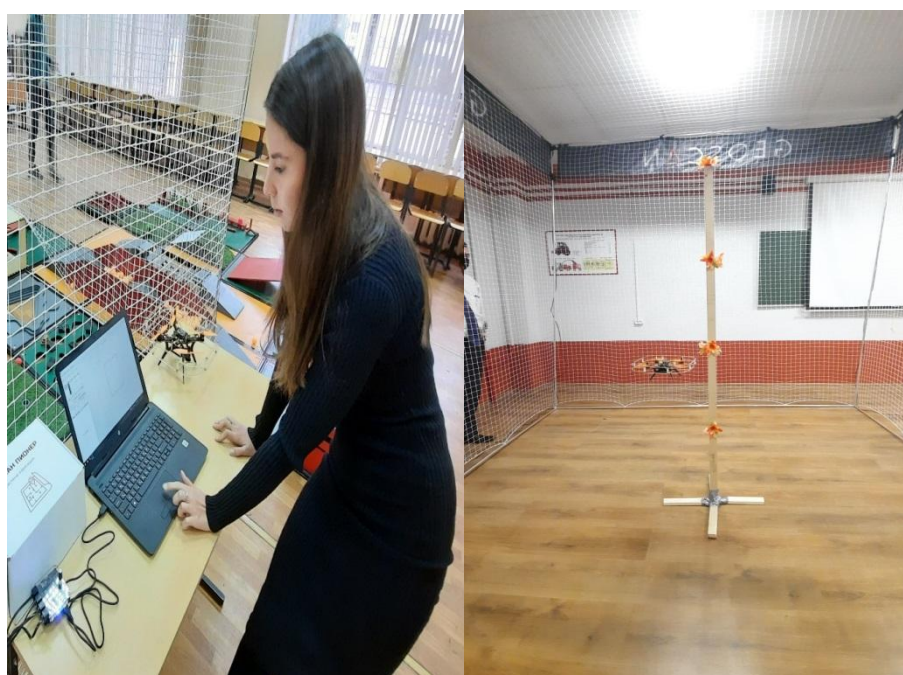


Рисунок 1 – Отработка программы автоматического полета малого БПЛА имитирующей опыление сельскохозяйственной культуры. Центр «Цифровые технологии в АПК» ФГБОУ ВО РГАТУ, 2021 г.

Распашка лугов и вырубка лесов порождают сокращение значительных площадей естественных медоносов. Применение генномодифицированных растений, что приводит к генной модификации и их пыльцы, также негативно сказывается на пчелах. Изменение климатических условий во многих районах и глобальное потепление приводят к появлению новых паразитов из южных стран, к которым у пчел ещё не сформирован иммунитет. Одним из них является клещ-паразит *Varroa destructor*. Электромагнитные поля от линий электропередачи, электрооборудования, электрических приборов, связь, телерадиовещание, мобильная связь – все эти технические системы, генерирующие, передающие и использующие электромагнитную энергию, так же оказывают негативное воздействие на пчел. Как результирующий фактор

отрицательного воздействия окружающей среды и хозяйственной деятельности человека, в 2006 году был описан, так называемый, «синдром разрушения пчелиных семей» (Colony collapse disorder (CCD) – явление, характеризующееся единовременным и безвозвратным покиданием улья семьями медоносных пчёл [1]. Ещё одной из причин гибели пчел, ученые считают распространение монокультур, которое подрывает пищевую базу насекомых. Пчелам, как и человеку, необходимо потреблять разный тип пищи. Но поскольку все больше ферм, в виду мировой тенденции наращивания темпа роста производительности плодов, стараются специализироваться на выращивании одной сельскохозяйственной культуры, насекомым приходится летать слишком далеко, чтобы получить необходимое питание [4, с. 235].

В настоящее время одним из наиболее актуальных направлений считается использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сельском хозяйстве. При их помощи осуществляется инвентаризация земельного банка, мониторинг состояния культур, контроль агротехнических операций, создание моделей полей, анализ рельефа, мониторинг эффективности работы средств защиты растений, контроль затрат и т.д. Применение БПЛА в дополнительных отраслях животноводства, например, пчеловодстве, так же приемлемо.

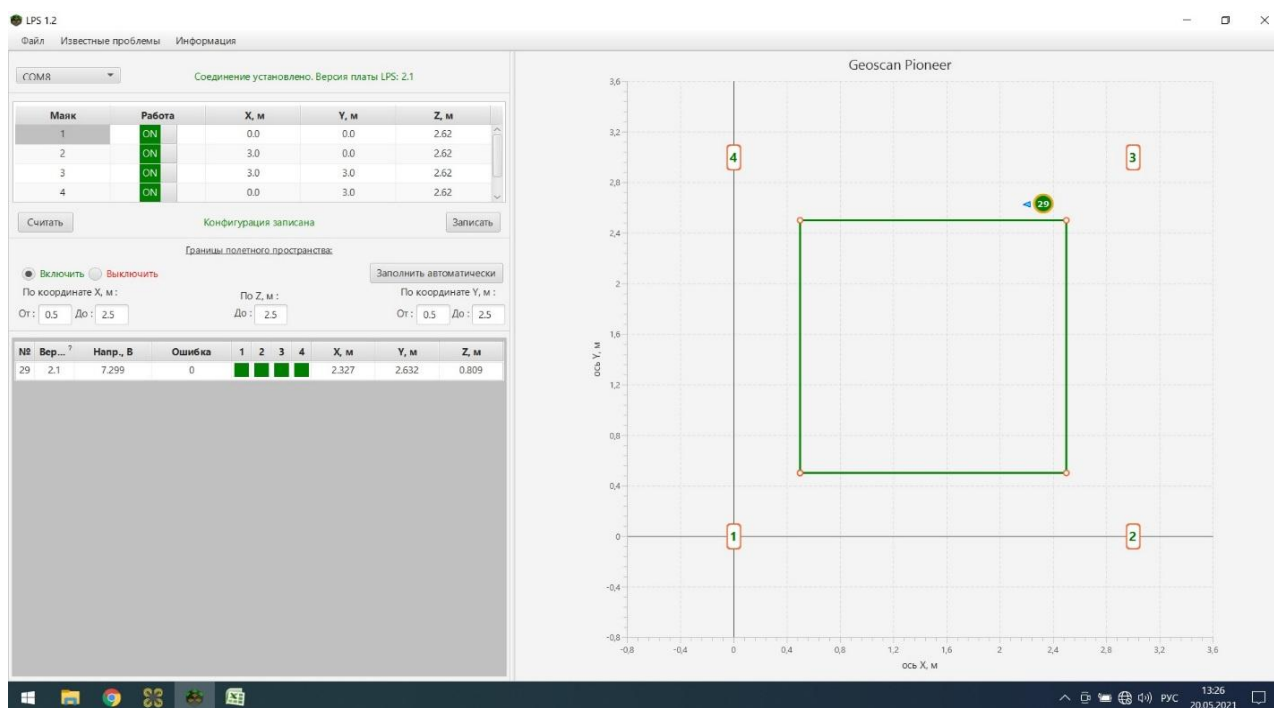


Рисунок 2 –Контроль реализации программы автоматического полета малого БПЛА имитирующего опыление сельскохозяйственной культуры в системе локального позиционирования LPS. Центр «Цифровые технологии в АПК» ФГБОУ ВО РГАТУ, 2021 г.

На данный момент существует несколько научных коллективов во всем мире из Соединенных Штатов Америки (Университет Западной Виргинии, Гарвард, Walmart, Droptop), Японии (Национальный институт передовой науки и технологии), Польши (Технологический Университет Варшавы),

которые находятся в активной стадии изучения вопроса применения малых беспилотных летательных аппаратов, цель которых, опыление и доопыление сельскохозяйственных культур [1]. Проблематика опыления растений привлекает все больше внимания, вследствие значительного сокращения популяции пчел на планете с каждым годом. Пчелам действительно не повезло: насекомые попали под сильный удар заболеваний, пестицидов, в том числе и под климатические изменения - на сегодня вымирание грозит 40,6% насекомых-опылителей. И как известно, именно эти насекомые отвечают за практически 80% от объема опыления всех имеющихся растений земли. В использовании летающих и наземных беспилотников видят возможное решение проблемы. При этом, реальны различные подходы к использованию беспилотников в качестве опыления [2, 3]. В 2021 году это не более, чем уровень «проверить концепт». Несколько команд в мире изучают механизмы опыления растений пчелами и стараются воспроизвести опыление с помощью мини- и микро-беспилотников. Сейчас пока используются или готовые БЛА наладонного класса или специальной разработки. В любом случае речь идет о лабораторных экспериментах. БЛА данного размера пока ещё не автономны, зачастую не имеют бортового ИИ и даже GPS, не имеют защиты от негативных погодных условий, их время работы от аккумулятора слишком мало для тиражирования идеи [2].

В Технологическом Университете Варшавы, Польша, в разработке в области использования миниатюрного летающего беспилотника B-droid для опыления растений, был использован мелко нарезанный конский волос и специальный липкий гель, которые способны захватывать пыльцу на одних цветках и переносить ее на другие, но пока что это не более, чем проверка концепции. Дрон не является автономным, это просто микро-квадрокоптер, который управлялся одним из участников эксперимента [1, с. 304].

В Рязанском государственном агротехнологическом университете усилиями научных коллективов Академии пчеловодства и современных биотехнологий, малого инновационного предприятия «Агронасс» и научно-производственного центра «Центр кормов для пчел и шмелей» ведутся собственные независимые исследования возможности применения малых беспилотных летательных аппаратов для целей опыления сельскохозяйственных культур [1, с. 304].

Предлагается новый подход к искусственному опылению сельскохозяйственных культур защищенного грунта, заключающийся в использовании электромеханического средства – малого беспилотного летательного аппарата с автоматизированной системой управления и системой локального позиционирования в пространстве способного осуществлять механическое и электростатическое воздействие на опыляемое растение приспособлением, установленным на борту. Способ опыления растений осуществляется следующим образом. Опыление цветков растений производится поднесением приспособления, установленного на борту малого беспилотного летательного аппарата к цветку растения на близкое расстояние

вплоть до легкого касания. При этом сбитая с цветка пыльца адсорбируется на контактной поверхности приспособления, а затем переносится с него на другое растение, производя опыление.

Областями применения для описываемого решения могут быть: тепличный комбинаты, предприятия, занимающиеся выращиванием сельскохозяйственных и декоративных культур работающие в условиях защищенного грунта, селекционные хозяйства, а полученные модели и зависимости в ходе разработки могут быть использованы научными сотрудниками, профессорско-преподавательским составом, обучающимися занимающимися вопросами цифровизации сельского хозяйства, применением БПЛА и роботизации.

Библиографический список

1. Возможности применения малых беспилотных летательных аппаратов для искусственного опыления сельскохозяйственных культур/ Д.О. Олейник, С.А. Нефедова, Е.А. Шашурина, П.А. Леденева // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70^{-й} Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 303-306.

2. Пат. РФ № 2015103687/10. Способ искусственного опыления ветроопыляемых растений и устройство для его осуществления / Губин В.К., Матвеев А.В., Барамыков М.Р. – Оpubл. 2016.06.27.

3. Пат. РФ № 2016134018. Устройство для опыления растений / Губин В.К., Матвеев А.В., Чернобровова Т.А. – Оpubл. 2017.05.22.

4. Современные информационные, геоинформационные и телекоммуникационные технологии на службе пчеловодства/ И.И. Шанина, А.В. Калинин, С.А. Нефедова, Д.О. Олейник // Материалы всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина». – Рязань : Совет молодых ученых РГАТУ, 2020. – С. 233-239.

5. Даниленко, Ж.В. Исследование систем спутникового мониторинга в сельском хозяйстве/ Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев, О.А. Ваулина // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 91-97.

6. Черников, Р.В. Эксплуатация квадрокоптеров в АПК/ Р.В. Черников, В.А. Кузнецова // Сб.: Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – С. 188-189.

7. Прохоров, Б.В. Инновационные технологии в сельскохозяйственном производстве/ Б.В. Прохоров, А.А. Коровушкин // Сб.: Научные приоритеты современного животноводства в исследованиях молодых учёных : Материалы

Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2020. – С. 210-217.

8. Мелиорация сельскохозяйственных земель в РФ/ С.Н. Борычев, О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2018. – С.323-326.

9. Пыжов, В.С. Мировой и отечественный опыт мелиоративных мероприятий/ В.С. Пыжов, С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – 2020. – С. 395-401.

10. Хопина, В.А. Особенности внедрения технических инноваций в сельскохозяйственном производстве/ В.А. Хопина, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Будущее науки-2019 : Материалы 7-й Международной молодежной научной конференции (25-26 апреля 2019 г.). – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 330-333.

УДК 631.3

*Пантюхин К.А.,
Липатова М.А.,
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Гончарук Д.В.
Академия ФСИН России г. Рязань, РФ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕПАРИРУЮЩИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Современный картофелеуборочный комбайн представляет собой сложное технологическое устройство, состоящее из базовых рабочих органов:

- подкапывающие;
- органы первичной сепарации;
- органы выносной сепарации;
- транспортирующие и перегрузочные устройства;
- накопители (бункера).

Согласно агротехническим требованиям качество работы картофелеуборочных комбайнов оценивается по следующим параметрам: чистота клубней в таре; количество клубней имеющих механические повреждения [1]; потери клубней. При этом различные рабочие органы (рассмотренные выше) в разной степени влияют на них.

Так, к примеру, подкапывающие рабочие органы влияют на количество клубней имеющих такие механические повреждения (порезы) или количество клубней оставленных в почве (в этом случае влияние оказывает на конструктивные особенности устройства, а его настройка по конкретные условия работы), сепарирующие устройства отвечают за количество почвенных и растительных примесей в картофельном ворохе и так далее.

В неблагоприятных почвенных (при уборке на тяжелых типах почв или криволинейном рельефе делянки) или климатических условиях (пониженной или повышенной влажности почвы) снижается эффективность работы рабочих органов картофелеуборочных машин. В большей степени данные обстоятельства влияют на работу сепарирующих устройств [2, 3, 4, 5]. Наиболее очевидным и эффективным способом решения данной проблемы является модернизация и оптимизация последних под конкретные условия проведения уборочных работ [6, 7, 8, 9, 10].

Разработан и запатентован целый ряд усовершенствованных сепарирующих устройств картофелеуборочных машин [11, 12, 13, 14]. Например, существует техническое решение (рисунок 1), в котором на поверхности пруткового элеватора установлены упругие элементы ограничения контакта клубней с боковинами комбайнов (поперечный профиль упругих элементов имеет форму овала). Техническим результатом является снижение механических повреждений клубней, при сохранении сепарирующей способности устройства.

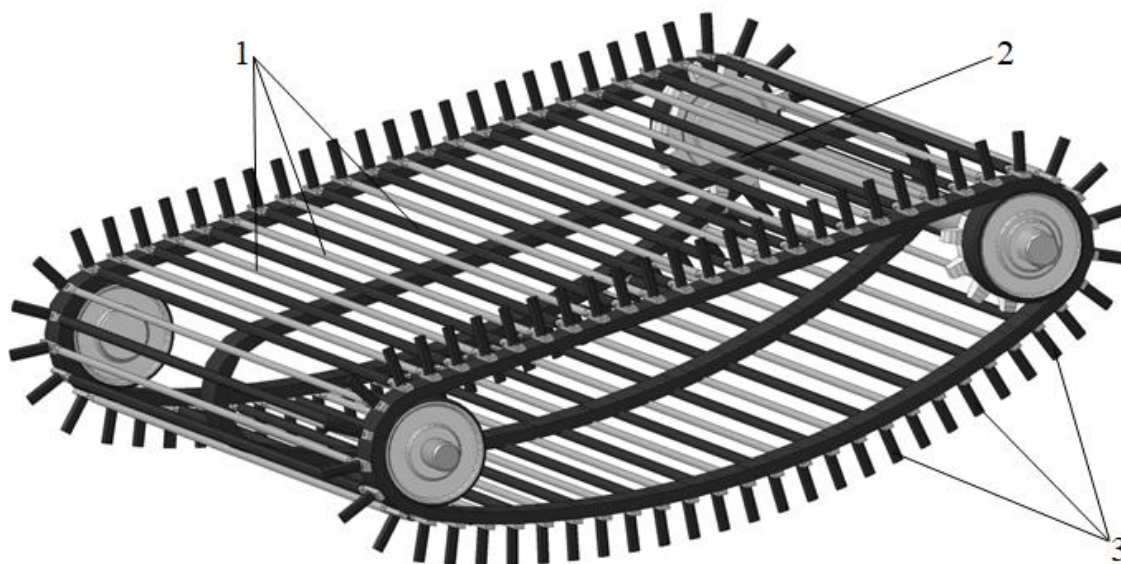


Рисунок 1 – Сепарирующее устройство клубнеуборочной машины:
1 – прутки элеватора; 2 – просеивающий элеватор; 3 – упругие элементы.

Также разработано сепарирующее устройство схожее по принципу действия (рисунок 2). В качестве рабочих элементов в данном случае используются ограничители контакта клубней с неупругими поверхностями боковин машин с поперечным профилем в виде равнобедренной трапеции [13].

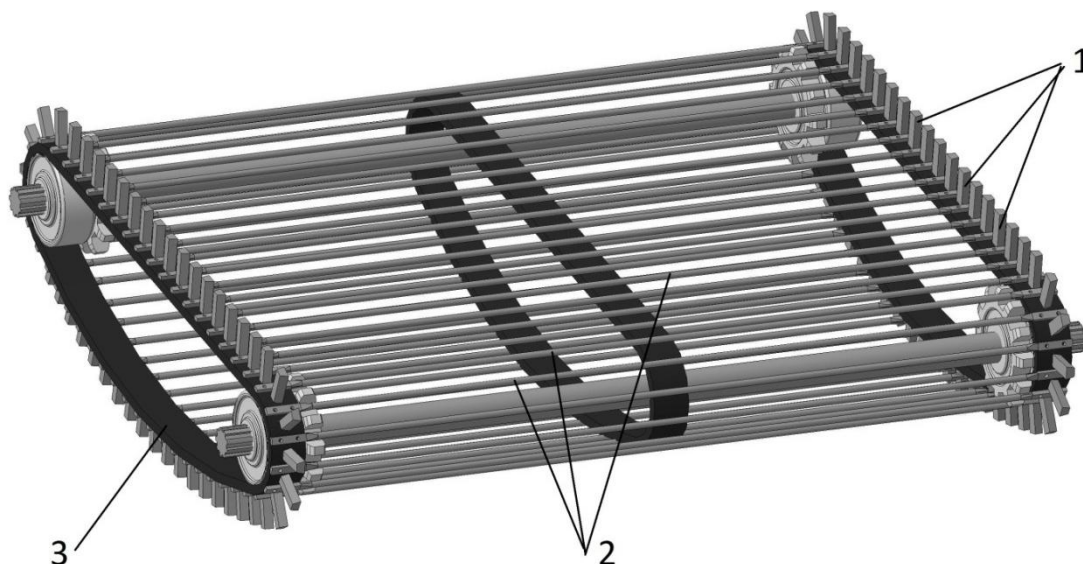


Рисунок 2 – Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины:
1 – упругие элементы; 2 – прутки элеватора; 3 – сепарирующий элеватор

Спорным аспектом к распространённому использованию разработанных выше устройств является налипание влажной почвы к упругим элементам сепарирующего устройства. Поэтому их применение возможно только при нормальной и пониженной влажности (почвы).

Проведенные научные изыскания позволили разработать техническое решение, лишенное вышеописанной проблемы [12]. В данном случае ограничители контакта клубней выполнены в виде обрезиненных роликов цилиндрической формы снабжённых продольными выступами. Они имеют возможность вращаться вокруг своей оси. Данный факт позволяет осуществлять самоочистку устройства без вмешательства оператора картофелеуборочной машины.

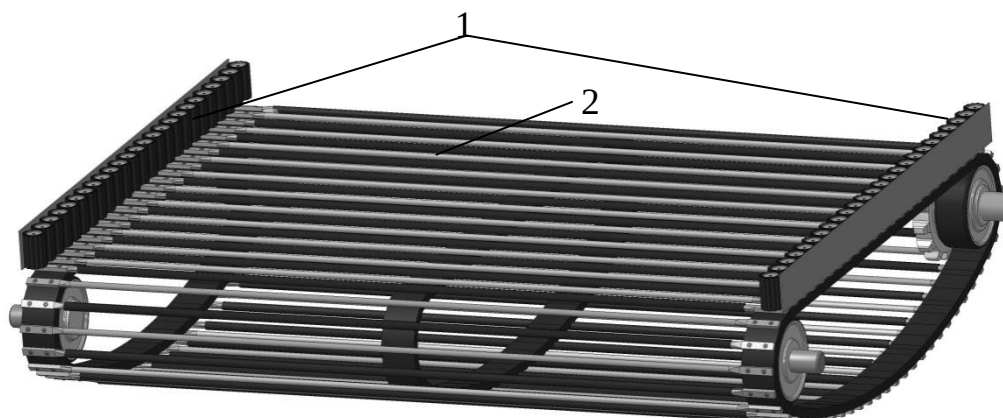


Рисунок 3 – Сепарирующее устройство:
1 – ограничители; 2 – сепарирующий элеватор

Применение рассмотренных выше технических решений позволяет расширить узких диапазон условий проведения уборочных работ (в первую очередь природно-климатических) и повысить эффективность работы

картофелеуборочного комбайна в целом [15].

Библиографический список

1. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2019. – 341 012145.

2. Голиков, А.А. Совершенствование технологического процесса и рабочего органа сепарации картофелеуборочных машин/ А.А. Голиков. – Рязань : РГАТУ, 2014. – 138 с.

3. Пат. РФ № 2015145901/11. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Оpubл. 20.04.2016; Бюл. № 11.

4. Инновационные процессы и устройства для «бережной» сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля/ С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов, И.А. Успенский и др. // Сб.: Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : Материалы Международной научно-технической конференции. – М. : Изд-во ГНУ ВИМ, 2013. – Ч. 1. – С. 275-279.

5. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля): Монография / С.Н. Бoryчев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 402 с.

6. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями/ И.А. Успенский, Д.А. Волченков, Г.К. Рембалович и др. // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 6. – С. 35-38.

7. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля/ М.Ю. Костенко, Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/77.pdf>.

8. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/58.pdf>.

9. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: Монография / Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Н.И. Верещагин и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 304 с.

10. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный

журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 375 – 398. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>.

11. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы Международной конференции. – Саранск : Изд-во ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», 2014. – С. 181-187.

12. Пат. РФ № 2015104275/13. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Оpubл. 20.07.2016; Бюл. № 20.

13. Increasing the Safety of Agricultural Products During Its Transportation and Unloading/ N.V. Byshov and other // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. – Pp. 176-179.

14. Пат. РФ № 2015120963. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины / Бoryчев С.Н., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю. и др. – Оpubл. 20.11.2015.

15. Пат. РФ № 2016115317/12. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Оpubл. 20.11.2016; Бюл. № 32.

УДК 621.436:662.754

*Припоров И.Е., канд. техн. наук, доцент,
Савельев Т.К.*

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, РФ

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА БИОТОПЛИВЕ

В последнее десятилетие потребление сырой нефти постоянно увеличивается. При этом разработка и освоение новых нефтяных источников продолжает отставать от прогнозируемых потребностей по Российской Федерации, у которой высокий уровень энергопотребления на единицу ВВП.

Одним решением из технологического прогресса является применение биотоплива, которое позволяет снизить выбросы вредных веществ с отработавшими газами и углекислого газа, так как при его сгорании выделяется количество углекислого газа из атмосферы растением за весь период его жизни. Кроме того, биотоплива подвержены полному биологическому распаду, что позволяет минимизировать загрязнения почвы, рек и озер [1].

Биодизельное топливо имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным дизельным топливом: малотоксичность (биодизельное топливо содержит токсические вещества в малом количестве); температура загорания выше, чем у дизельного топлива, что обеспечивает его безопасную эксплуатацию, но осложняет воспламенение горючей смеси; улучшенные смазывающие свойства продлевают срок службы двигателя. Добавление

биодизельного топлива в количестве к дизельному топливу (ДТ) менее 1% обеспечивает до 30% увеличения качества смазывания [2].

Наиболее значимые для работы свойства биотоплив не совпадают с товарным ДТ, приводящее к тому, что при конвертации ДВС, созданных для работы на ДТ, под биотоплива появляется проблема, к которой относятся другой рабочий процесс, отличающие питания и регулирования топливом, иные характеристики распыливания и смесеобразования топливовоздушной смеси, особенности сгорания. Данная проблема приводит к нарушению заводских регулировок дизеля, падению ряда его эксплуатационных показателей, форсированному износу деталей и снижению надежности и долговечности двигателя. Одним из направлений адаптации ДВС является использование многокомпонентных смесевых биотоплив. Расширение многотопливности дизелей и приближения свойств биотоплив к аналогичным для товарного ДТ целесообразнее достичь путем использования многокомпонентных составов, вследствие чего свойства одного топлива компенсируются другими. Соответственно, совместное использование части ДТ с рапсовым маслом является актуальной задачей [3].

Смесевое растительно-минеральное топливо, в состав которого входит натуральное рапсовое масло и минеральное ДТ, по стоимости, доступности, физическим и химическим свойствам подходит моторным топливом для автотракторных дизелей. Однако его применение требует небольшой конструктивной адаптации топливной системы дизеля или предварительной обработки растительно-минерального топлива.

В предложенных системах питания дизелей, адаптированных к работе на растительном топливе, отсутствуют топливные системы, которые обеспечивают работу трактора на смесевых растительно-минеральных топливах при заданном процентном соотношении и высоком качестве смешивания компонентов дизельного смесевого топлива.

Применение биотоплива в дизельных двигателях посвящены работы таких ученых, как Белова В.М., Бубнова Д.Б., Вальехо П.Р., Гусакова С.В., Голубева И.Г., Девянина С.Н., Зазули А.Н., Краснощекова В.Н., Кулманакова С.П., Марченко А.П., Маркова В.А., Молоф И.О., Нагорнова С.А, Огурлиева З.А., В.В., Савельева Г.С., Семенова В.Г., Уханова А.П., Шилова Е.П., Davis Ch.H., Langley K., McDonnell K.P., Dorado M.P., Schlick M. и др. [4].

Для получения биодизеля используются любые виды растительных масел – подсолнечное, льняное, рапсовое и пр.

При создании биодизельного топлива используются, прежде всего, рапсовое масло (84%), подсолнечное (13%), соевое (2%). На долю прочих масел приходится меньше 1%. При этом биодизель, полученный из различной сырьевой базы, имеет определенные отличия. Так, пальмовый биодизель характеризуется большой калорийностью, самой высокой температурой фильтруемости и застывания. Рапсовый биодизель уступает пальмовому по калорийности, но устойчив холоду, поэтому более всего подходит для многих европейских стран. Кроме того, разные виды сырья отличаются

выходом готового продукта: рапс (Европа) – выход масла около – 1200 л/га; соя (США, Аргентина) – 446 л/га; канола (Канада) – 1000 л/га; кастор (Бразилия) – 1410 л/га; ятрофа (Индия) – 1900 л/га; пальма (Индонезия, Филиппины) – до 5 900 л/га. Наибольший выход масла дает копра – 62%; меньше – кунжут и клещевина. В среднем для производства 1 т биодизельного топлива необходимо 980 кг масла, 125 кг метилового спирта, 14,2 кг катализатора. Биодизель также используется как самостоятельное топливо (B100), так и в качестве добавки (biodiesel-blending) к ДТ (B5-B20) [5].

Применение рапсового масла в качестве топлива для дизельных двигателей сопряжено с целым рядом как положительных (экономических и экологических), так и отрицательных (сокращение срока службы топливной аппаратуры, невозможность запуска двигателя в холодное время года, сбои в работе выпускных клапанов и т.д.) факторов. Наличие отрицательных факторов связано с повышенными по сравнению с ДТ значениями кинематической вязкости рапсового масла.

Одним из путей снижения вязкости рапсового масла является применение смесей рапсового масла с ДТ [6, 7, 8].

Для повышения экологичности ДТ, снижения коксуемости рапсового масла, а также себестоимости биотоплива на кафедре тракторов, автомобилей и технической механики была разработана система питания дизельного автотракторного двигателя, на которую получен патент РФ № 2728586.

Система питания дизельного автотракторного двигателя (рисунок 1), включает бак 1 для растительного масла, бак 2 для дизельного топлива, перед входными каналами 3,4 смесителя 5 установлены дозаторы 6 и 7, пневмомеханический привод которых осуществляется через тяги 8,9 мембранным исполнительным механизмом 10 за счет разрежения во впускном коллекторе 11 дизеля, масляный фильтр 12 тонкой очистки, топливный насос 13 высокого давления и форсунки 14.

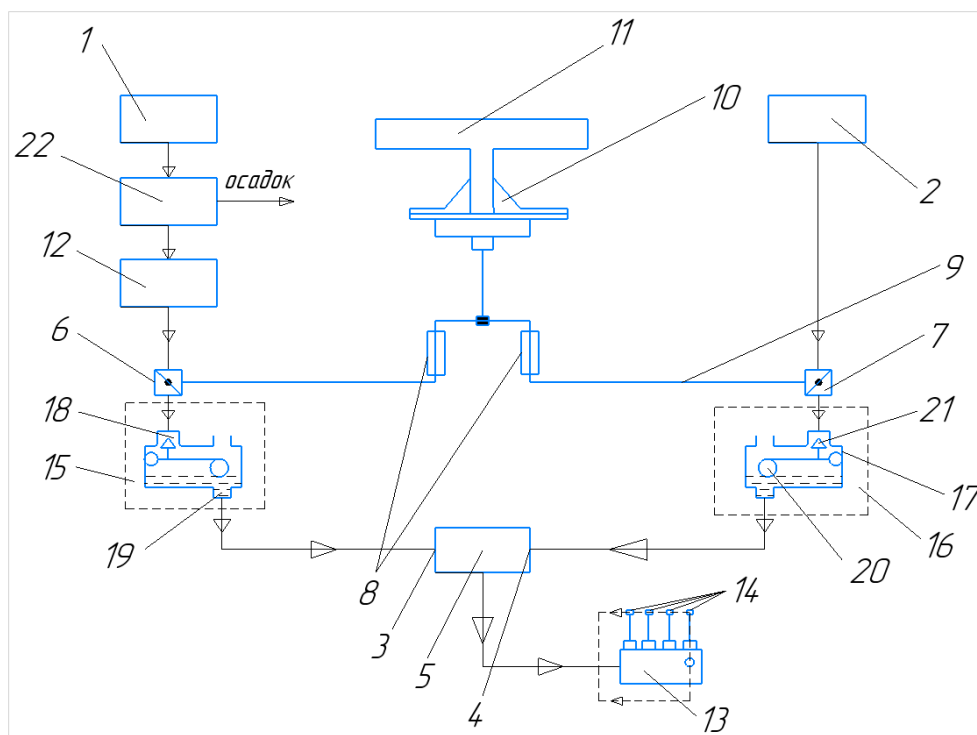


Рисунок – Система питания дизельного автотракторного двигателя (патент РФ № 2728586)

Между дозаторами 6,7 и смесителем 5 размещены устройства 15 и 16 для поддержания постоянного давления дизельного топлива и растительного масла в соответствующих входных каналах 3,4 смесителя 5, состоящие из поплавковой камеры 17, имеющей отверстие для сообщения внутренней полости камеры с атмосферой, впускной и выпускной каналы 18 и 19, и поплавка 20 с игольчатым клапаном 21, установленным с возможностью изменения площади поперечного сечения впускного канала 18 поплавковой камеры 17. Система имеет сепаратор 22 для грубой очистки соединенного с выходным отверстием бака 1 для растительного масла, при этом выходное отверстие сепаратора соединено с масляным фильтром 12 тонкой очистки. В качестве смесителя 5 использован кавитационный диспергатор выходом соединенный с топливным насосом 13 высокого давления, а входами сообщен с устройствами 15 и 16 для поддержания постоянного давления дизельного топлива и растительного масла [9].

Заключение. Разработанная система питания дизельного автотракторного двигателя позволяет повысить экологичность дизельного топлива, снизить коксуемость рапсового масла на 0,2%, а также себестоимость биотоплива на 10% и экологическую опасность производства и может использоваться в тракторах марки МТЗ-80, МТЗ-82 и др.

Развитие и совершенствование систем питания должно идти по пути внедрения мультимедийных устройств.

Библиографический список

1. Разработка элементов автономной когенерационной установки, работающей на биотопливе / А.А. Ипатов, Н.А. Хрипач, Л.Ю. Лежнев и др. // Труды НАМИ. – 2009. – № 242. – С. 96-104.
2. Способ обеспечения необходимых технико-экономических и эксплуатационных характеристик дизельного двигателя при переводе его на работу на биодизельном топливе/ А.П. Поляков, А.А. Галушак, Д.А. Галушак, А.К.В. Нгаяхи // Научные труды Винницкого национального технического университета. – 2012. – № 3. – С. 9.
3. Создание и исследование свойств многокомпонентных биотоплив для тракторных дизелей/ С.А. Плотников, А.Н. Карташевич, М.Н. Глушков, А.И. Шипин // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 6. – С. 6-12.
4. Иванов, В.А. Оценка эксплуатационных показателей трактора класса 14 кН при работе на растительно-минеральном топливе : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Пенза : Пензенская ГСХА, 2010. – 23 с.
5. Варнаков, В.В. Способ и система оценки стабильности качества биотоплива для дизельных двигателей/ В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, А.В. Платонов // Международный научный журнал. – 2013. – № 3. – С. 95-101.
6. Жосан, А.А. Энерго- и ресурсосберегающая топливная система тракторного дизеля/ А.А. Жосан, Ю.Н. Рыжов, А.А. Курочкин // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1 (1). – С. 402-408.
7. Подогрев рапсового масла как способ повышения эффективности использования его в качестве топлива/ А.А. Курочкин, А.А. Жосан, Ю.Н. Рыжов, С.И. Головин // Вестник Орел ГАУ. – 2013. – № 1 (40). – С. 209-212.
8. Биодизельные топлива из различных сырьевых ресурсов/ В.А. Марков, С.Н. Девянин, С.А. Нагорнов, В.С. Акимов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 3 (21). – С. 25-31.
9. Пат. РФ № 2019136712. Система питания дизельного автотракторного двигателя/ Припоров И.Е., Припоров Е.В., Блаженко Е.С. – Оpubл. 31.07.2020; Бюл. № 22.
10. Корнюшин, В.М. Переоборудование трактора МТЗ-80 для работы на рапсовом масле/ В.М. Корнюшин // Сб.: Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20-21 марта 2011 года. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 84-85.
11. Ручкин, Ю.О. Использование растительных масел как альтернативного вида топлива для дизельных двигателей/ Ю.О. Ручкин, А.В. Солнцев, В.М. Корнюшин // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2016. – № 1 (2). – С. 213-216.
12. Чуклов, В.С. СВЧ-устройство, повышающее качество биотоплива/ В.М. Пашенко, В.С. Чуклов, Д.В. Камнев // Сб.: Научные приоритеты в АПК:

Инновационные достижения, проблемы, перспективы развития : Материалы Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 226-229.

13. Пащенко, В.М. Проблемы использования биотоплива и способы их решения/ В.М. Пащенко // Сб.: Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК. – Рязань, 2012. – С. 17-23.

14. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Бoryчев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.

15. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2016. – № 09 (123). – С. 169-192. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/10.pdf>.

16. Экологическое ресурсоведение/ Е.С. Иванов, В.В. Чёрная, Д.В. Виноградов и др. // Рязань : РГАТУ, 2018. – 514 с.

17. The productivity of spring rapeseed hybrids depending on different levels of mineral nutrition and humic fertilizer/ Е. Lupova, V. Vinogradov, O. Zaharova, D. Kucher // BIO Web of Conferences 27. – 2020. – 00014, – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700014>. FIES 2020

18. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Бoryчев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.

19. Пат. РФ № 2012112086/06. Система питания дизеля с двумя видами топлива / Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Солдатов Р.А., Дмитриев В.В., Липин В.Д. – Опубл. 10.12.2012; Бюл. №3.

УДК 656.11

*Пуков Р.В., канд. техн. наук
ФГБУ АТК Управления Делами президента РФ, Москва, РФ*

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВА КАК ИНСТРУМЕНТ СДЕРЖИВАНИЯ РОСТА СТОИМОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Тенденции современной экономической реальности в отношении стоимости энергоносителей неутешительны. В современных экономических условиях существования можно смело предположить, что стоимость моторного топлива для производства сельскохозяйственных работ будет расти. Как следствие, увеличение отдельных составляющих затратной части сельхозпредприятий, будет неизменно влиять и на стоимость конечного продукта, периодически повышая и без того не малые показатели инфляции.

По данным Министерства экономического развития Российской

Федерации на 7 июля 2021 года, инфляция в июне сохранялась на повышенном уровне (0,69%). В годовом выражении рост цен продолжил ускоряться (6,50% г/г после 6,02% г/г). [1]. Ключевые показатели Банка России тоже не утешительны, 8,1% на октябрь 2021 г [2]. Учитывая разницу в общих показателях инфляции и показателях конкретных, по отраслям и видам деятельности (в данном случае – сельхозпродукции), а также по группам товаров, прогноз не утешителен.

В данной ситуации возможны различные варианты снижения вышеуказанной затратной части, одной из которых является уменьшение потребления моторного топлива сельскохозяйственной техникой, используемой в производственных процессах.

Многочисленные исследования показывают [3], что на современном этапе развития техники для проведения сельскохозяйственных работ одной из актуальных научно-технических задач является как совершенствование производственного процесса в общем, так и средств его реализации в частности.

Для снижения потребления топлива изучаются различные возможности. Получение вышеуказанного эффекта возможно при применении смесового топлива [4], за счёт внешних комбинированных воздействий различного характера, например, деароматизация топлива или ультразвуковая обработка. Омагничивание, электростатическая и электромагнитная обработка топлива также демонстрирует обнадеживающие результаты. Эмульгирование и нагрев (охлаждение) как самого топлива, так и топливо-воздушной смеси перед подачей в камеру сгорания двигателя также можно отнести к способам обработки [5].

Предлагается вносить в топливо присадки, что также демонстрирует снижение его потребления.

Если рассматривать вышеуказанные способы обработки подробнее, то можно разделить их на две категории – механическая и электромагнитная (электростатическая).

К механической можно отнести деароматизацию топлива и внесение в него присадок. Суть деароматизации состоит в экстракции аренов [6].

Данный метод направлен на получение определенного состава и процентного соотношения выхлопных газов двигателя. Но, использование экологически чистого топлива, как правило, приводит к снижению мощности двигателя.

Что же касается присадок, то они могут вноситься либо непосредственно в топливо, либо попадать в него из различного рода «катализаторов», устанавливаемых в топливопровод. Во втором случае принцип основан на кратковременном контакте топлива (на молекулярном уровне), например, с активными солями металлов, его модифицирующими.

Звуковая и ультразвуковая обработка топлива (рисунок 1) также относится к механической категории ввиду ярко выраженного внешнего воздействия.



Рисунок 1 – Устройство для ультразвуковой обработки топлива

При локальном понижении давления в фазе разрежения в жидкости образуются каверны, заполняющиеся насыщенным паром этой жидкости. Под действием повышенного давления в фазе сжатия, а также сил поверхностного натяжения, каверна захлопывается, пар конденсируется на границе раздела двух фаз – жидкой и газообразной. В момент схлопывания кавитационной каверны, давление может достигать 100 Мпа, а температура – до 10 000 К, и тогда же в жидкости начинает распространяться сферическая ударная волна.

Если периодически в жидкости генерировать импульсные растягивающие напряжения, то присутствующие в ней «центры» кавитации, каковыми являются устойчивые паровые и парогазовые пузырьки малых размеров, начинают расти и образовывать, так называемый «кавитационный кластер».

В отличие от обработки нефти, кавитационная обработка уже готового топлива проводится, как правило, двумя способами: посредством прокачки топлива через пассивные диспергаторы и созданием зон повышенного и пониженного давления за счет использования активных рабочих органов устройств, генерирующих звуковые и ультразвуковые колебания [7].

Существуют также способы микроволновой обработки, имеющие цель изменения структуры топлива. Например, при обработке бензинов наблюдается прирост октанового числа, и для высокооктановых марок такой прирост выше.

Электромагнитная, магнитная (омагничивание) и электростатическая обработка топлива.

Внесенные в магнитное поле тела, намагничиваются в той или иной степени и создают собственное магнитное поле, которое накладывается на внешнее. Степень намагничивания любого тела зависит от его формы и молекулярной структуры.

Ввиду уменьшения сил межмолекулярного притяжения в диполях, диспергация жидкого топлива может происходить практически до молекулярного состояния. Заряженные молекулы жидкого топлива активно

притягивают кислород из воздуха при их смешивании, интенсивнее происходит и термохимическая реакция окисления.

Эффект создания диполей жидкого топлива и их ориентация зависит от скорости движения жидкости в электрическом поле, от величины напряжения и частоты тока, расстояния между электродами, количества отводимой жидкости с устройства на слив и т.д.

Таким образом, совершенствование процессов сгорания топлива с помощью вышеуказанных методов ведёт к уменьшению его потребления, повышает эффективность его использования и снижает затраты на производство сельскохозяйственной продукции, напрямую влияя на формирование её цены для потребительского рынка.

Библиографический список

1. Министерство Экономического развития Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – Режим доступа: <https://economy.gov.ru/material/file/665a8837ddb002400053de66480f8922/210707.pdf>
2. Банк России. – Режим доступа: <https://www.cbr.ru/key-indicators/>
3. Технологическое и теоретическое обоснование конструктивных параметров органов вторичной сепарации картофелеуборочных комбайнов для работы в тяжелых условиях/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович и др. // Вестник РГАТУ. – 2012. – № 4 (16). – С. 87-90.
4. Уханов, А.П. Дизельное смесевое топливо : Монография / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Д.С. Шеменев. – Пенза : РИО ПГСХА, 2012. – 147 с.
5. Пат. РФ № 2070656. Способ образования топливовоздушной смеси в двигателе внутреннего сгорания и устройство для его осуществления / Бойко М.И., Моносов Д.М.
6. Халиков, Д.Е. Экстракционная деароматизация дизельных фракций с получением компонента экологически чистого дизельного топлива: автореф. дис. ... канд. техн. наук.
7. Пат. РФ № 2149886. Способ обработки нефти, нефтепродуктов, углеводородов / Быков И.Н., Бембель В.М., Колмаков В.А., Марков Г.А., Сафонов Г.А.
8. Водолазская, Н.В. Маркетинговые аспекты инновационного развития организационно-экономических систем/ Н.В. Водолазская // Сб.: Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : Материалы XXIII Международной научно-производственной конференции: в 2 т. – п. Майский : Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019.– Т.2. – С. 181-183.
9. Ерофеева, Т.В. Экология/ Т.В. Ерофеева, Д.В. Виноградов, Л.Ю. Макарова. – Рязань : ИП Викулов К.В., 2021. – 280 с.
10. Булгакова, О.А. Загрязнение атмосферного воздуха транспортными средствами города Рязани/ О.А. Булгакова, Л.Ю. Макарова, Т.В. Хабарова //

Сб.: Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона : Материалы 66-й Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию со дня рождения профессора Павла Андреевича Костычева: в 3-х частях. – Рязань : РГАТУ, 2015. – С. 49-51.

11. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Бoryчев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.

12. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Юхин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) – 2016. – № 09 (123). – С. 169-192. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/10.pdf>

13. Эколого-экономические аспекты развития аграрного сектора Беларуси/ А.В. Щур, В.П. Валько, А.В. Казанский, Д.В. Виноградов // Сб.: Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов : Материалы первого международного экологического форума в Рязани : посвящается году экологии в Российской Федерации. – 2017. – С. 254-259.

14. Пат. РФ № 2012112086/06. Система питания дизеля с двумя видами топлива/ Некрашевич В.Ф., Тришкин И.Б., Солдатов Р.А., Дмитриев В.В., Липин В.Д. – Оpubл. 10.12.2012; Бюл. №3.

УДК 631.3

*Селезнев В.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Воротников Е.С.
Академия ФСИН России г. Рязань, РФ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ПРИ МАШИННОЙ УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ

Качество производимого продукта – картофеля зависит от множества факторов: биологических качеств сорта; технологий возделывания и уборки; эффективности используемого технологического оборудования и средств механизации и прочее. При этом каждый дефект отдельного клубня будет отражаться на конечной его стоимости.

Особенно важен процесс уборки, так как в это время клубни картофеля получают механические повреждения. Первым источником их появления служит работа картофелеуборочной машины [1, 2, 3]. В процессе их работы регистрируются все виды повреждений, начиная от порезов и заканчивая потемнением мякоти. Агротехническими требованиями устанавливаются границы по данному показателю на уровне 10% от общего объема [4]. Помимо этого клубни также повреждаются в процессе внутрихозяйственных перевозок

(перевозка с убираемой делянки до места хранения либо переработки) [5].

Таблица 1 – Допускаемые величины высоты падения и скорости удара клубня о поверхность

Поверхность	Высота падения, м	Скорость удара V_d , м/с
сталь, дерево	0,18-0,33	1,9-2,5
резина	1,6-2,8	5,6-7,5
свободный клубень	-	3,8-5,0
несвободный клубень $k^1 = 2$	0,1-0,2	2,7-3,6
$k = 1$	0,37-0,66	2,7-3,6
$k = 0,5$	0,87-1,6	4,1-5,2

На этапе перевозок самыми травмоопасными для груза являются [6]:

- загрузка клубней в транспортное средство;
- выгрузка клубней из транспортного средства.

Согласно исследованиям ученых описаны некоторые параметры работ по загрузке/разгрузке картофеля [7, 8, 9, 10, 11, 11], превышение которых ведет к повреждениям клубней (Таблица 1).

Как видно из представленной таблицы допустимые значения перепада высот не сопоставимы с действительной ситуацией. В большинстве случаев эта величина достигает 1,5 -1,9 м (здесь учитывается высота бортов самосвального кузова транспортного средства и расстояния от верхней его границы до выгрузного транспортера картофелеуборочной машины). Имеем, что при стандартном способе загрузке наблюдается высокая доля клубней с механическими повреждениями.

Существуют различные способы решения данной проблемы. Так «гасители» могут быть установлены непосредственно на выгрузной транспортер картофелеуборочной машины (рисунок 1). Данный способ весьма распространен на комбайнах бункерного типа (данной опцией могут оснащаться последние модели картофелеуборочных машин).



Рисунок 1 – Устройство для гашения энергии падения клубней

¹ k – это отношение радиусов клубней.

В случаях, когда в уборочном процессе задействованы картофелеуборочные машины старого образца, существует альтернативное решение. Так «гасители» могут быть установлены в кузов самого транспортного средства. В настоящее время встречаются устройства двух видов (рисунок 2): ременные и тентовые.



Рисунок 2 – Устройства для гашения энергии падения клубней:
а – ременные, б – тентовый

Оба этих устройства схожи по принципу действия и будут лишь различны в плане технической реализации. Единственным неудобным моментом будет необходимость установки их (гасителей) каждой единицы подвижного состава и демонтажа при необходимости использования транспортного средства для других работ.

Данный способ достаточно прост в реализации и не требует существенных финансовых затрат.

Помимо вышеописанного, производителями транспортных средств выпускаются специализированные модели техники. Так, например у БАЛТ Гранд-Полевик верхняя часть борта может опускаться при помощи гидропривода (в процессе его загрузки) или прицеп-самосвал Trans-SPACE 9200 имеет левый борт меньшей высоты (рисунок 3). В обоих случаях снижается высота падения клубней в процессе загрузки транспортного средства и, следовательно, доля клубней имеющих механические повреждения.



Рисунок 3 – Специализированное транспортное средство для перевозки картофеля навалом

Из проведенного анализа следует, что в настоящее время перспективным направлением является совершенствование конструкции самосвальных кузовов

транспортных средств, предназначенных для перевозки картофеля [13, 14, 15]. Данные работы направлены на решение вопроса травмирования клубней в процессе их внутрихозяйственных перевозок.

Библиографический список

1. Успенский, И.А. Исследование причин возникновения повреждений клубней картофеля при их загрузке в транспортное средство/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 10 (268). – С. 26-29.

2. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2019. – 341 012145.

3. Успенский, И.А. Снижение травмирования корнеклубнеплодов при их перевозке самосвальным транспортным средством/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 22-25.

4. Increasing the Safety of Agricultural Products During Its Transportation and Unloading/ N.V. Byshov and other // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. – Pp. 176-179.

5. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля/ С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187.

6. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071.

7. Пат. РФ № 161488. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / Борычев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Заявка № 2015145901/11 от 26.10.2015.

8. Пат. РФ № 166384. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции/ Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2016115317/12 от 19.04.2016.

9. Пат. РФ № 191227. Устройство для транспортировки корнеклубнеплодов / Борычев С.Н., Бышов Н.В., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2019116209 от 27.05.2019.

10. Пат. РФ № 2636569. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции / Юхин А.А., Борычев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2016120142 от 24.05.2016.

11. Пат. РФ № 194128. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А. и

др. – Заявка № 2019100387 от 09.01.2019.

12. Пат. РФ № 167067. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Юхин И.А., Успенский И.А., Бoryчев С.Н. и др. – Заявка № 2016123860/11 от 15.06.2016.

13. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.В. Мачнев, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2 (284). – С. 22-25.

14. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы международной конференции. – Саранск : Изд-во ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», 2014. – С. 181-187.

15. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография/ С.Н. Бoryчев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 402 с.

УДК 631.356.44

*Симонова Н.В.,
Бoryчев С.Н., д-р техн. наук, профессор,
Якутин Н.Н., канд. техн. наук,
Щавелев И.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕВАТОРНЫХ КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЕЙ

Среди имеющихся в хозяйствах Рязанской области картофелеуборочных машин, лидирующее место остается за простейшими картофелекопателями КТН-2В [1]. Они применяются в тех случаях, когда нет возможности убрать урожай комбайнами, и предназначены для выкапывания картофеля, частичного отделения клубней от почвы и укладывания их на поверхность поля для дальнейшей подборки (рисунок 1) [5].

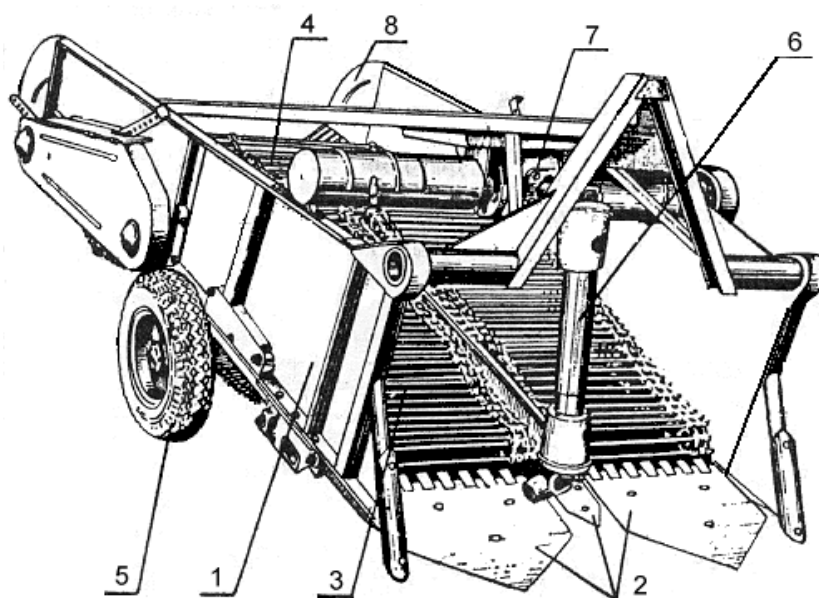


Рисунок 1 – Картофелекопатель КТН-2В:

1 – рама; 2 – лемехи; 3 – основной элеватор; 4 – каскадный элеватор; 5 – колесо опорное; 6 – передача карданная; 7 – редуктор; 8 – отражатель

Картофелекопатель предназначен для работы на легких и средних почвах при влажности не более 27%, засоренных камнями до 9 т/га, при твердости почвы до 20 кг/см².

Если применять данный копатель в тяжелых условиях (например, на почвах повышенной влажности), а также работать на высоких скоростях, то будет иметь место сгуживание клубеносного пласта на лемехах машины, что, в свою очередь, снижает производительность, приводит к неравномерному распределению клубеносного пласта на прутковом элеваторе и ухудшает качество очистки клубней картофеля [4].

С целью устранения данного недостатка при работе копателя в тяжелых условиях, разработаны различные интенсифицирующие устройства (рыхлители клубеносного пласта) [2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10]. Рассмотрим одно из них (рисунок 2).



Рисунок 2 – Рыхлитель клубеносного пласта [8]

Рыхлитель клубненосного пласта устанавливается над зоной между лемехами и элеватором и представляет собой вал, на котором закреплены два барабана с обрезиненными лопастями. Конструктивные параметры рыхлителя представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Конструктивные параметры рыхлителя

Показатель	Значение
Диаметр барабана с учетом обрезиненных лопастей, м	0,28
Длина лопасти, м	0,125
Высота лопасти, м	0,045
Угол раствора лопастей	120°
Число лопастей	9
Зазор между крайней нижней точкой лопасти и поверхностью пруткового элеватора, м	0,16
Частота вращения приводного вала, об/мин	197

Данное техническое решение обосновано теоретически, проведены лабораторные исследования, что дает возможности применения его в конструкции картофелекопателя КТН-2В и проведения сравнительных полевых испытаний с серийной машиной (рисунок 3).



Рисунок 3 – Копатель КТН-2В, оборудованный рыхлителем

На рисунке 4 представлены основные агротехнические показатели, прошедших испытания, серийного и оборудованного рыхлителем копателей.



Рисунок 4 – Основные агротехнические показатели серийного и оборудованного рыхлителем копателя КТН-2В

Анализируя результаты испытаний можно сделать вывод:

- наблюдается снижение потерь клубней на 3% при уборке копателем КТН-2В, оборудованным рыхлителем, в сравнении с серийной машиной;
- наблюдается повышение повреждений клубней в пределах агротехнических требований на 0,29%;
- наблюдается повышение производительности работы копателя КТН-2В, оборудованного рыхлителем, на 18%, в связи с тем, что на 8% увеличилась рабочая скорость, а также в среднем на 12% сократились технологические остановки уборочного агрегата, т.к. практически устранилось явление сгуживания клубненосного пласта на лемехах.

Библиографический список

1. Бышов, Н.В. Новые рабочие органы копателя КСТ-1,4/ Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2016. – С. 50-54.
2. Об интенсификаторах сепарации картофелеуборочных машин/ Н.В. Бышов, Г.К. Рембалович, Н.Н. Якутин и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 106-110.
3. Условия, задающие поверхность элеватора картофелеуборочных машин/ Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин, А.А. Голахов и др. // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 91-96.
4. Липин, В.Д. Совершенствование подкапывающих рабочих органов картофелекопателя/ В.Д. Липин, Н.Н. Якутин, Т.В. Подлеснова, А.В. Безруков // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 166-171.
5. Уборка картофеля в Рязанской области/ Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин, В.Д. Липин и др. // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития

агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 220-224.

6. Якутин, Н.Н. Анализ современных конструктивно-технологических схем сепарирующих органов картофелеуборочных машин / Н.Н. Якутин, Н.В. Бышов, А.А. Голахов // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 242-246.

7. Бышов, Н.В. Обзор технологического процесса и усовершенствованного органа просеивной сепарации картофелекопателя КСТ-1,4/ Н.В. Бышов, Н.Н. Якутин, А.А. Рузимуродов // Сб.: Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : Материалы 69-й Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2018. – С. 102-107.

8. Пат. РФ № 132943. Картофелеуборочная машина / Бышов Н.В. и др. – Оpubл. 10.10.2013; Бюл. № 28.

9. Пат. РФ № 195156. Картофелекопатель / Бышов Н.В. и др. – Оpubл. 16.01.2020; Бюл. № 2.

10. Пат. РФ № 198584. Картофелекопатель / Бышов Н.В. и др. – Оpubл. 17.07.2020; Бюл. № 20.

11. Лучкова, И.В. Развитие картофелеуборочной техники и ее современные перспективы/ И.В. Лучкова, С.Н. Бoryчев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 2 (58). – С. 419-428.

12. Бoryчев, С.Н. Технологии уборки картофеля: общие вопросы/ С.Н. Бoryчев, И.В. Лучкова // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 71-75.

13. Водолазская, Н.В. Моделирование технических систем для повышения надежности выпускаемой продукции/ Н.В. Водолазская // Сб.: Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : Материалы XXII Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2018. – С. 196-198.

14. Пузь, А.В. Обеспечение надежности оборудования перерабатывающих предприятий/ А.В. Пузь, И.Ш. Бережная // Сб.: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции. – 2021. – С. 127.

15. Водолазская, Н.В. К вопросу повышения эксплуатационной надежности некоторых видов промышленного оборудования/ Н.В. Водолазская, А.Г. Минасян, О.А. Шарая // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2017. – № 1 (40). – 2017. – С. 48-53.

16. Садовая, И.И. Повышение эксплуатационной надежности электродвигателей в медицине/ И. И. Садовая, А. С. Морозов, С. О. Фатьянов // Сб.: Естественнонаучные основы медико-биологических знаний : Материалы

Всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием. – 2017. – С. 16-18.

17. Митрофанова, Е.И. Определение качественных показателей надежности устройства пофазно-импульсного управления электроприводом вентилятора/ С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Юбилейная международная научно-практическая конференция 23 мая 2019 г. – Рязань : РГАТУ, 2019.

18. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С.Н. Бoryчев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань, 2015.

19. Бышов, Н.В. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

20. Туркин, В.Н. Методика расчета линии тукоsmешивания при выращивании картофеля/ В.Н. Туркин // Сб.: Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля : Материалы международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2015. – С. 417-420.

УДК 631.3

*Славянский Р.А.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Воротников Е.С.
Академия ФСИН России г. Рязань, РФ*

КОНТЕЙНЕРНЫЙ СПОСОБ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящее время производство картофеля в основном носит промышленный характер [1]. В технологическом процессе используются высокопроизводительные машины (в последнее время широкое распространения получили самоходные картофелеуборочные комбайны с бункерами повышенной вместимости, способные одновременно убирать урожай с четырех и более рядков) и транспортные средства с кузовами повышенной вместимости (например, БАЛТ Гранд-Полевик) [2, 3]. В итоге имеем высокую производительность и эффективность пресса уборки. Но данный подход доступен только крупным сельскохозяйственным производителям. Овощеводы, не обладающие подобными ресурсами (как финансовыми, так и, к примеру, обширными посадочными площадями) в своем арсенале имеют менее эффективные способы и технологии.

До сих пор встречается процесс уборки картофеля с применением копателя (таким как КТН-2В) и ручным подбором клубней. Данный способ не

требует высокопроизводительной техники (в частности тракторов с невысоким тяговым классом), но позволяет собирать урожай с минимальным количеством механических повреждений. Единственным условием является наличие значительного числа подборщиков.

Если же у заготовителя имеются возможности, то процесс уборки картофеля может включать в себя более эффективную технику, например комбайна Imac Special (Рисунок 1). В отличие от обычных копателей здесь клубненосный пласт после подкапывающей и сепарирующей частей попадает на сортировочную платформу. Рабочие, расположенные по обе ее стороны производят ручной выбор и укладку клубней в рядом лежащие ящики или контейнера. В результате чего плоды также как и в рассмотренном выше способе получает минимальное количество повреждений и сразу упаковываются [4, 5, 6]. Этот способ очень подходит при уборке ранних сортов картофеля и последующей его отгрузке в точки розничной торговли.

Хотя данный способ уборки картофеля способствует относительно невысокому уровню травмирования клубней [7, 8], но и в этом случае есть негативный момент. Он связан с этапом перевозки урожая в контейнерах и ящиках [5].

Как показано на рисунке 1 в основном используются деревянные ящики и контейнера. Основываясь на многочисленных научных и практических изысканиях [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15], имеем, что клубни в данном случае имеют высокую вероятность получения травмы. Особенно это свойственно клубням, расположенным в самом нижнем и самом верхнем слое тары. Исходя из этого наиболее эффективным способом реализации рассмотренной технологии уборки будет использование специализированных контейнеров и ящиков [5].



Рисунок 1 – Общий вид картофелеуборочного комбайна Imac Special

В первую очередь стоит отметить устройство для перевозки клубней [11], представленное на рисунке 2. Отличительной особенностью которого является дно, покрытое упругим материалом и имеющим полые выступы заполненные

газом. Данное техническое решение позволяет компенсировать энергию взаимодействия нижнего слоя перевозимой продукции с основанием контейнера. В результате чего клубни картофеля имеют значительно меньше таких повреждений как потемнение мякоти.

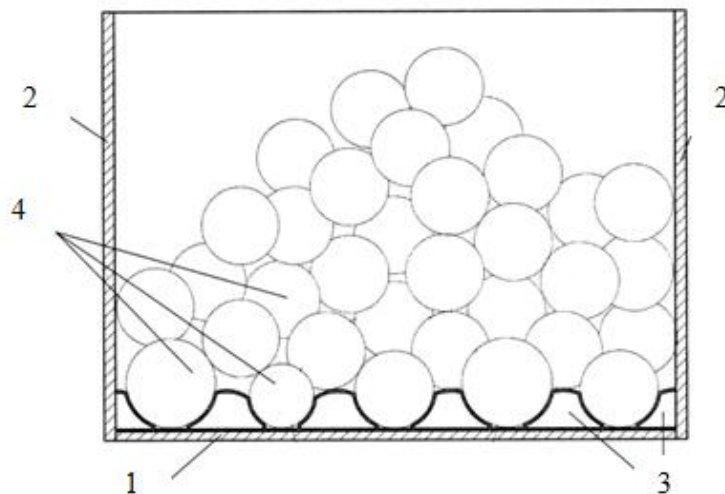


Рисунок 2 - Устройство для перевозки плодоовощной продукции:
1 – дно; 2 – стенки; 3 – выступы; 4 – плоды или клубни

Следующее техническое решение [1] будет направлено на снижение повреждений клубней, расположенных в верхнем слое контейнера (рисунок 3). В данном случае имеется специальная крышка, покрытая упругим материалом и имеющая специальную криволинейную форму. В этом случае клубни картофеля расположенные в транспортной таре сверху прижимаются и, следовательно, при движении транспортного средства по неровному покрытию дорог не имеют возможности подсакиваться. В итоге имеем значительное снижение механических повреждений груза. Подтверждающие данные были получены в ходе научных исследований и полевых испытаний [1, 5].

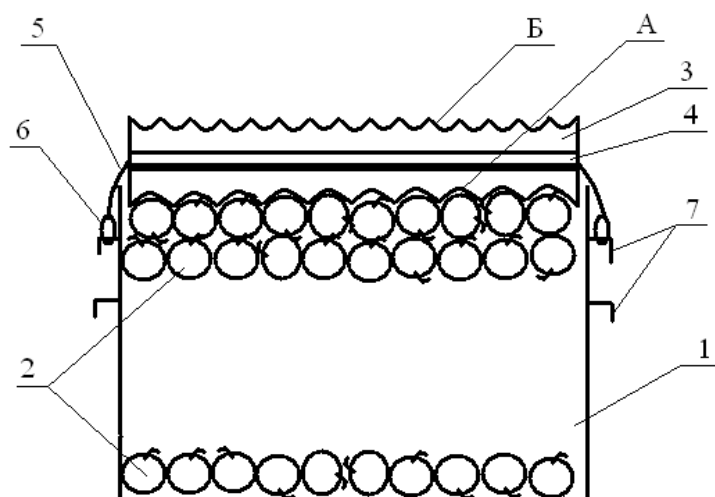


Рисунок 3 – Контейнер для перевозки легкоповреждаемой продукции: 1 – контейнер; 2 – плоды; 3 – крышка; 4 – отверстие; 5 – резиновые жгуты; 6 – кольца; 7 – штифты

Использование подобных контейнеров при внутрихозяйственных перевозках легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции позволяет существенно повысить рентабельность выращивания картофеля, а сами устройства просты в изготовлении и не требуют существенных капиталовложений.

Библиографический список

1. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля) : Монография/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 402 с.
2. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы международной конференции. – Саранск : Изд-во ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», 2014. – С. 181-187.
3. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.В. Мачнев, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2 (284). – С. 22-25.
4. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2019. – 341 012145.
5. Increasing the Safety of Agricultural Products During Its Transportation and Unloading/ N.V. Byshov and other // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. – Pp. 176-179.
6. Успенский, И.А. Исследование причин возникновения повреждений клубней картофеля при их загрузке в транспортное средство/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 10 (268). – С. 26-29.
7. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля/ С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187.
8. Успенский, И.А. Снижение травмирования корнеклубнеплодов при их перевозке самосвальным транспортным средством/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 22-25.
9. Пат. РФ № 161488. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / Борычев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Заявка № 2015145901/11 от 26.10.2015.
10. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и

др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071.

11. Пат. РФ № 166384. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2016115317/12 от 19.04.2016.

12. Пат. РФ № 191227. Устройство для транспортировки корнеклубнеплодов / Бoryчев С.Н., Бышов Н.В., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2019116209 от 27.05.2019.

13. Пат. РФ № 2636569. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции / Юхин А.А., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2016120142 от 24.05.2016.

14. Пат. РФ № 194128. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции / Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2019100387 от 09.01.2019.

15. Пат. РФ № 167067. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Юхин И.А., Успенский И.А., Бoryчев С.Н. и др. – Заявка № 2016123860/11 от 15.06.2016.

УДК 620.9

*Слободскова А.А., канд. техн. наук, доцент,
Поликарпова Ю.А.,
Бырылов И.М.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ВСЕМИРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Современная концепция развития всемирной энергетической системы и основные тенденции в ресурсо- и энергосберегающей политике, устанавливают необходимость серьезной интеграции традиционных генерирующих установок и возобновляемых источников энергии. Применение солнечных электроустановок обусловлено неисчерпаемостью основного источника энергии, экологической чистотой получения электрической энергии, простотой применения, эксплуатацией оборудования и возможностью повсеместного распространения на всей территории земного шара.

Фотоэнергетика в данный момент характеризуется усиленным и быстрым развитием, что особенно проявляется последние десять лет, несмотря на относительно невысокую цену углеводородного сырья и топлива на его основе. Установленная мощность солнечных фотоэлектрических установок (PV) в мире к концу 2020 года достигла практически 710 тыс. МВт, повысившись за 10 лет почти в 10 раз (рисунок 1). Общее среднегодовое увеличение (CAGR) установленной мощности (с учетом систем, функционирующих автономно) в период 2010–2020 гг. составил 34%. В 2020 году 20 государств прибавили не менее 1 тыс. МВт новых PV-мощностей

по сравнению с 18 странами в 2019 году, и все континенты привнесли большой вклад в глобальный рост. К концу 2020 года по меньшей мере 42 страны обладали общей установленную PV-мощность 1 тыс. МВт или более [1,5,6].

Первенство по установленной мощности держит Китай (36%). В Китае установлено приблизительно 254 тыс. МВт, что гораздо выше официального целевого показателя 13-го пятилетнего плана (2016–2020 гг.). Помимо Китая, США и Германии, в 2020 году внушительные объемы PV-мощностей введены в эксплуатацию в Японии, Индии, Австралии, Вьетнаме, Южной Корее, Бразилии и Нидерландах.

Данная динамика, в основном, сопряжена с понижением стоимости реализации проектов и цены на оборудование солнечных электростанций. Все это реализовано, в первую очередь, за счет уменьшения удельных капитальных затрат и повышения эффективности функционирования фотоэлектрических модулей [2, 3, 4].

Исключая тот факт, что Российская Федерация не входит в списки флагманов всемирной солнечной энергетики, по относительным темпам строительства и ввода в эксплуатацию новых объектов солнечной генерации она им не уступает.

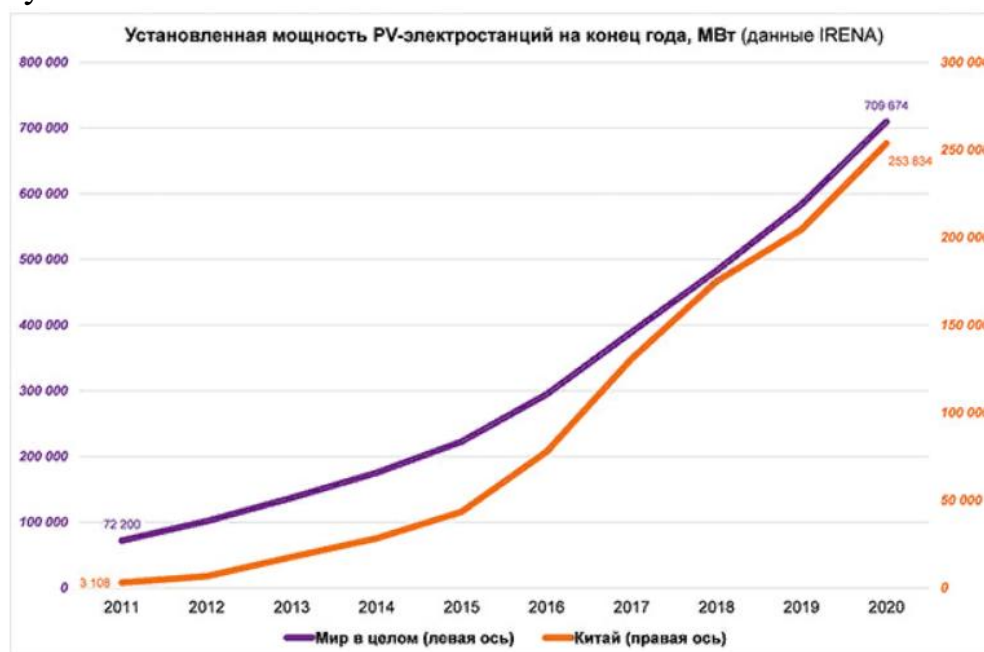


Рисунок 1 – Установленная мощность солнечных фотоэлектрических установок (PV) в мире

К 2024 году планируется ввести в эксплуатацию солнечные электростанции итоговой мощностью 1600 МВт с высокой степенью локализации от 55% до 100%. Не обращая внимания, на внушительные инвестиции и растущий интерес к объектам генерации данного типа, часть возобновляемых источников энергии, включая солнечные электростанции, составляет только 0,2% при числе часов эксплуатации установленной мощности 8,43% календарного времени.

Эра гонки за низкой ценой и высоким КПД заканчивается, и наступает время поиска новых подходов к выбору состава, параметров элементов солнечных конструкций небольшой мощности, какие позволили бы, в свою очередь, удовлетворить потребность в электрической энергии малых потребителей при условии бесперебойности электроснабжения и экономической доступности. Введение этих небольших объектов «солнечной» генерации позволяет гарантировать уменьшение нагрузки на энергосистему в особо дефицитное для нее светлое время суток, также понизить потери в её элементах при передаче электроэнергии к потребителю [5, 6, 7].

Данные установки могут работать в следующих режимах: автономные, резервируемые от сети, присоединенные к сети и передающие в неё избытки генерации, также действующие только на сеть. Последние два варианта предполагают повышенные требования к оборудованию, предопределенные требованиями Энергосистемы к уровню напряжения, качеству электрической энергии и т.д. Автономные фотоэлектрические установки, а также установки, резервируемые от сети, в основном небольшой мощности, представляются сейчас весьма преимущественными и перспективными для ввода в эксплуатацию, так как они не действуют на баланс мощностей в Энергосистеме, обладают меньшей стоимостью и сроком реализации [8, 9, 10].

Таким образом, в условиях постройки мощных сетевых солнечных электростанций, свою нишу твердо заполняют небольшие фотоэлектрические установки распределенной генерации, обеспечивающие электроэнергией только своего потребителя, и это требует новых подходов к их компоновке и выбору параметров элементов.

Библиографический список

1. Полякова, А.А. К вопросу обоснования параметров смесителя-обогапителя концентрированных кормов/ А.А. Полякова // Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2017. – С. 159-161.

2. Бышов, Н.В. Экспериментальное исследование двигателей привода кормораздатчика/ Н.В. Бышов, Н.Г. Кипарисов, А.А. Полякова // Сб.: Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20-21 марта 2011 года. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 114-116.

3. Бышов, Н.В. Синхронизация и управление скоростью вращения электропривода постоянного тока/ Н.В. Бышов, И.Е. Кущев, Н.Г. Кипарисов, А.А. Полякова // Сб.: Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК : Материалы конференции. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 21-26.

4. Полякова, А. А. Энергосберегающая установка для сушки перги / А.А. Полякова, Д.Е. Каширин, Е.А. Соловьева // Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2016. – С. 72-75.

5. Полякова, А.А. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей/ Д.Е. Каширин, А.М. Алешов, М.В. Мануев // Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 178-182.
6. Полякова, А.А. Обоснование параметров механического активатора смесителя-обогапителя/ А.А. Полякова, Д.Е. Каширин // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 1 (33). – С. 75-79.
7. Особенности вентиляции зерновой насыпи, находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой/ М.Б. Латышенко, В.А. Макаров, Н.М. Латышенко, А.А. Слободскова // Наука в центральной России. – 2020. – № 3(45). – С. 40-46.
8. Система повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве на основе комплексной диагностики/ Е.С. Семина, О.О. Максименко, В.А. Черкашина и др. // Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 193-197.
9. Автоматизация процесса хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой/ М.Б. Латышенко, В.А. Макаров, Н.М. Латышенко, А.А. Слободскова // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. – Рязань : РГАТУ, 2020. – С. 147-151.
10. Полякова, А.А. Использование уравнения Фоккера-Планка для аналитического обоснования процесса смешивания в шнековом смесителе/ А.А. Полякова, Д.Е. Каширин, М.Ю. Костенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 1061-1070.
11. Коротченкова, Е.Е. Цифровизация электроэнергетики как фактор активизации развития отрасли/ Е.Е. Коротченкова, А.В. мешков, Н.В. Водолазская // Экономика. Наука. Инноватика : Материалы I Республиканской научно-практической конференции. – 2020. – С. 131-134.
12. Энергосбережение/ А.В. Щур, Н.В. Бышов, Н.Н. Казаченок и др. – Могилев-Рязань : Изд-во ИП Жуков В.Ю., 2020. – 260 с.
13. Виноградов, Д.В. Экологические аспекты охраны окружающей среды и рационального природопользования/ Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. – Москва, 2017. – 128 с.
14. Каширин, Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Сб.: Наука и инновации: векторы развития : Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х книгах. – 2018. – С. 28-31.
15. Лабораторное исследование компенсации реактивной мощности электрической сети/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, М.Б. Угланов и др. // Вестник РГАТУ. – 2018. – № 3 (39). – С. 77-81.

К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Энергетической стратегией России на момент до 2030 года определено, что прогресс энергообеспеченности и эффективности экономики должен обеспечиваться не только за счет постройки атомных и гидроэлектростанций, но и увеличением в структуре топливно-энергетического баланса страны доли локальных энергоресурсов, в том числе и возобновляемых.

Сведения для проектирования солнечных энергоустановок могут быть получены и аналитическими методами. Способы расчета валовых ресурсов солнечной энергии в конкретной точке А на горизонтальной поверхности подразделяются на способы при ограниченном объеме информации и присутствии полной информации. При отсутствии метеорологических измерений применяются эмпирические соотношения нахождения плотности потока солнечной радиации по числу часов солнечного сияния. В способах при наличии полной информации для определения сумм прихода солнечной радиации в заданной точке в качестве начальных данных применяются результаты актинометрических измерений за определенный период осреднения, по итогам которых строятся графики прихода солнечной радиации, а интегрируя приобретенные данные по времени и в пространстве получают значения валового потенциала солнечной энергетики исследуемой зоны размещения солнечной генерирующей электроустановки. При применении способов расчета и наличии полной информации следует установить вероятность изменчивости по каждому показателю. Сравнительный анализ данных, полученных аналитическими способами определения интенсивности солнечного излучения и с применением актинометрической информации, зафиксированной спутниками, позволяет обнаружить области применимости изображенной актинометрической информации при проектировании солнечных энергоустановок [1, 5, 6, 7, 8].

Для качественной и количественной оценки приходящего солнечного излучения на произвольно ориентированную поверхность в любой момент времени следует создание экспресс-метода оценки потенциала солнечной энергии на удаленных территориях, не обеспеченных актинометрическими данными в полном нужном объеме, какие требуются для выполнения гелиотехнических расчетов на базе комбинации способа нахождения дневного профиля поступления солнечного излучения на горизонтальную поверхность при чистом небе и данными метеорологических спутниковых измерений базы данных NASA с учетом погодных специфик региона с последующим

пересчетом на поверхность установленной пространственной ориентации и интерполяцией на координатную сетку района, что можно реализовать в виде компьютерной программы, позволяющей автоматизировать процесс проектирования солнечных энергоустановок и сократить время расчетов. Одной из главных задач при проектировании солнечных энергоустановок представляется выбор подходящих параметров, как фотоэлектрических модулей, так и вспомогательного оборудования, дублирующих источников энергии, что позволяет экономически доказать выработку электрической энергии. Здесь нужно учитывать и характер изменения солнечного излучения на рассматриваемой местности в процессе всего года, и воздействие атмосферных явлений, а также график потребления электрической энергии, что поможет предсказать режим работы установки, согласовать графики генерации и потребления. Подобный многокритериальный подход к выбору достаточной мощности фотоэлектрических модулей помогает снизить расходы на монтаж, установку и обслуживание системы за счет сокращения числа и мощности фотоэлектрических модулей и дублирующих источников энергии, а также доказать действенные режимы их эксплуатации. Не внося изменений в конструкцию и комплектацию проектируемой солнечной энергоустановки возможно увеличить показатели её функционирования, а также согласовать график генерации и потребления электрической энергии за счет нахождения подходящей пространственной ориентации фотоэлектрических модулей относительно горизонта [2, 3, 4, 9, 10].

Для обоснования параметров элементов фотоэлектрической установки, также согласования графиков генерации и потребления электрической энергии путем подбора режима функционирования установки следует провести оценку воздействия пространственной ориентации стационарно расположенной приемной поверхности фотоэлектрических модулей на положение и значение максимума, приходящего на них солнечного излучения в течение суток.

Согласно Правил Устройства Электроустановок (ПУЭ) система электроснабжению потребителя должна быть экономичной, надежной и безопасной. Выполнение первых двух требований может быть обеспечено путем обоснованного выбора компоновки и параметров элементов источника генерации, в нашем случае фотоэлектрической установки. Состав, структура и параметры исследуемого энергетического объекта обязаны определяться потенциалом солнечной энергии в месте размещения потребителя, а также мощностью и суточным графиком нагрузок. Имеется в практике проектирования два структурных вида фотоэлектрической установки: система, интегрированная в сеть, и автономно функционирующая система.

Первый тип – самый легкий и дешевый. В такой системе применяются двухсторонние инверторы, которые в случае невысокой солнечной радиации или полного её отсутствия снабжают нагрузку сетевой электрической энергией. В периоды пика генерации от фотоэлектрической установки излишек выработанной электрической энергии передают в сеть. Однако, для осуществления передачи «солнечной» электрической энергии в сеть нужно

пройти процедуру технологического подключения к местным энергосетям и заключить договор о поставке электроэнергии, экономические расходы при этом могут быть довольно высокими [8, 9, 10].

Автономные солнечные фотоэлектрические установки самостоятельны от внешних электрических сетей и обладают в своем составе аккумулирующее или дублирующее генерирующее оборудование, так как генерация от фотоэлектрических модулей вероятна только в светлое время суток, снижаясь кардинально в пасмурные дни. Главной задачей при проектировании систем, содержащих аккумуляторные батареи, является выбор их мощности и количества, которые зависят от того, какой объем электрической энергии надо запасти с учетом количества поочередно возможных пасмурных дней, количества фотоэлектрических модулей и режима нагрузки, что в итоге часто приводит к необходимости использовать аккумуляторные батареи повышенной мощности и требует значительных капитальных вложений. Альтернативой аккумуляторам является дизельный генератор – мощность которого выбирается для обеспечения суточного потребления электрической энергии. Но при незначительных мощностях фотоэлектрических модулей или низкой интенсивности солнечного излучения нагрузка и длительность режима работы дизель-генератора возрастают. Кроме того, параллельная работа такого генератора и фотоэлектрических модулей требует довольно непростых алгоритмов управления режимом функционирования системой электроснабжения в целом, а также регулирования мощности дизель-генератора при небольших нагрузках. В ряде работ компенсировать переменный характер прихода потоков солнечной энергии предлагается за счет её комбинирования с другими видами возобновляемых и традиционных источников энергии – ветровой, углеводородной и т.д. Впрочем, такой подход также связан со сложностями моделирования режимов генерации и управления ими. Таким образом, напрашивается следующее заключение – независимо от выбранного типа структуры фотоэлектрической установки, главной проблемой при проектировании и выборе её параметров является согласование графиков генерации и потребления электрической энергии [10].

Выбор параметров оборудования фотоэлектрической установки значительно зависит от технико-экономических параметров каждого из её элементов. Ассортимент, представленный на рынке оборудования широк, поэтому чтобы принять к использованию тот или иной аппарат, необходимо сделать анализ как технических, так и экономических параметров.

Обоснование и выбор параметров и структуры солнечной электростанции должно проводиться с комплексным учетом технических и экономических параметров каждого элемента, что определит экономическую целесообразность генерации электрической энергии.

Библиографический список

1. Полякова, А.А. К вопросу обоснования параметров смесителя-обогапителя концентрированных кормов/ А.А. Полякова // Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2017. – С. 159-161.
2. Бышов, Н.В. Экспериментальное исследование двигателей привода кормораздатчика/ Н.В. Бышов, Н.Г. Кипарисов, А.А. Полякова // Сб.: Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20-21 марта 2011 года. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 114-116.
3. Бышов, Н.В. Синхронизация и управление скоростью вращения электропривода постоянного тока/ Н.В. Бышов, И.Е. Кущев, Н.Г. Кипарисов, А.А. Полякова // Сб.: Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК : Материалы конференции, посвященной 60-летию инженерного факультета. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 21-26.
4. Полякова, А.А. Энергосберегающая установка для сушки перги/ А.А. Полякова, Д.Е. Каширин, Е.А. Соловьева // Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2016. – С. 72-75.
5. Полякова, А.А. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей/ Д.Е. Каширин, А.М. Алешов, М.В. Мануев // Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. – С. 178-182.
6. Полякова, А.А. Обоснование параметров механического активатора смесителя-обогапителя/ А.А. Полякова, Д.Е. Каширин // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 1 (33). – С. 75-79.
7. Особенности вентиляции зерновой насыпи, находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой/ М.Б. Латышенко, В.А. Макаров, Н.М. Латышенко, А.А. Слободскова // Наука в центральной России. – 2020. – № 3(45). – С. 40-46.
8. Система повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве на основе комплексной диагностики/ Е.С. Семина, О.О. Максименко, В.А. Черкашина, и др. // Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 193-197.
9. Автоматизация процесса хранения семенного зерна в герметичном контейнере с регулируемой воздушной средой/ М.Б. Латышенко, В.А. Макаров, Н.М. Латышенко, А.А. Слободскова // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. – Рязань : РГАТУ, 2020. – С. 147-151.
10. Полякова, А.А. Использование уравнения Фоккера-Планка для аналитического обоснования процесса смешивания в шнековом смесителе/ А.А. Полякова, Д.Е. Каширин, М.Ю. Костенко // Политематический сетевой

электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 1061-1070.

11. Сорокин, В.Ю. Анализ проблем при эксплуатации альтернативных источников электроэнергии в сельском хозяйстве/ В.Ю. Сорокин, С.В. Вендин // Сб.: Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2021. – С 166-167.

12. Каширин, Д.Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Сб.: Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Саратов, 2021. – С. 93-98.

13. Каширин, Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Сб.: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 254-257.

УДК 631.358

*Соколенко О.Н., канд. техн. н., доцент,
Белобаба А.Н.
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ ЛЕНТОЧНЫХ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

В последнее время на предприятиях АПК РФ все больше внедряются инновационные, высокотехнологические способы ведения сельского хозяйства. Что касается вопросов кормопроизводства, то к таким технологиям можно отнести гидропонное выращивание зеленых кормов (ГЗК) [1, 2].

Для производства ГЗК используются семена зернофуражных культур. На 1 м² , в зависимости от культуры высевают в среднем 6–7 кг сухого зерна [3]. Кроме того, для получения высококачественной конечной продукции, должны строго соблюдаться агротехнологические показатели, основным из которых является требуемая влажность посевного материала (зерна) [4].

В настоящее время используемые в производствах АПК РФ конструкции ленточных сушильных установок, обеспечивающих полную механизацию и автоматизацию технологических операций, не лишены определенных недостатков [5].

Поведя анализ работы данного типа установок, они имеют небольшую удельную нагрузку на ленту, малый влагосъем, большие габаритные размеры и высокую металлоемкость. Повышение производительности при использовании традиционного несущего элемента (ленты) возможно лишь за счет увеличения геометрических размеров [5].

Значительно повысить производительность ленточных сушильных установок, уменьшив геометрические размеры камеры можно при использовании холостых ветвей транспортера, а также рациональным распределением материала на лентах. Для задействования холостой ветви транспортера необходимо соблюдение соответствия состояния холостой ветви рабочей, а также обеспечение пересыпания высушиваемого материала с рабочей ветви на холостую.

Выполнение перечисленных требований возможно при использовании цепочно-планчатого транспортера с опрокидывающимися планками. На участке транспортирования и сушки влажного материала планки ориентированы горизонтально, перекрывая друг друга. Перед поворотной звездочкой планки опрокидываются, сбрасывая материал на нижнюю ветвь. Благодаря надежности, простоте монтажа и обслуживания в качестве несущих элементов (органов) пластинчатого транспортера используется цепь.

При проектировании транспортной ленты необходимо учесть, что соседние планки должны взаимно перекрываться на линейной части полотна и свободно вращаться (не задевая друг друга и не заклинивая) на поворотных звездочках (рисунок 1). Для этого должно выполняться следующее условие:

$$T_2 > T_1, \quad (1)$$

где T_2 – шаг осей планок на поворотной звездочке;

T_1 – шаг осей планок на горизонтальном участке, $T_1 = \square \square$, где $\square$ – кратность шагов.

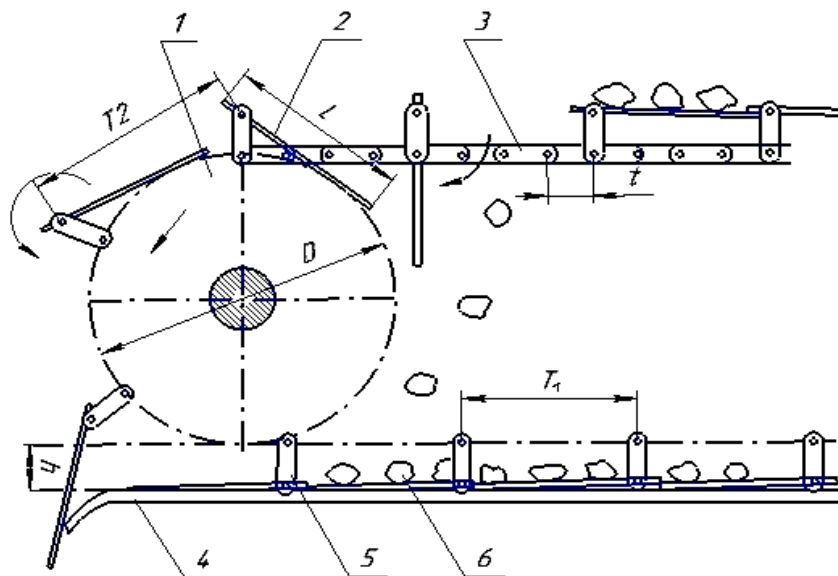


Рисунок 1 – Схема полнопоточного транспортера:

1 – поворотная звездочка, 2 – несущая планка, 3 – цепь, 4 – направляющая планка, 5 – кронштейн цепи, 6 – высушиваемый материал

Выполнение условия (1) возможно в том случае, если ось планок поднята над осью цепи на высоту h , двигаясь по окружности радиуса $\square = (\square/2 + h)$. Значение h определяется для каждого конкретного случая по формуле:

$$h = \frac{\Delta + T_1}{2 \sin \frac{180}{\square_2}} - \square, \quad (2)$$

где Δ – увеличение шага, $\Delta = T_2 - T_1 = 7 \div 10$ мм;

$\square_2$ – число осей планок на поворотной звездочке;

$\square$ – делительный диаметр звездочки.

Ширина планок определяется с учетом перекрытия:

$$\square = T_1 + \frac{\Delta}{2}. \quad (3)$$

При ширине планок равной $\square$ пересыпание высушиваемого материала между планками исключается. Кроме того, планки удерживаются горизонтально, опираясь на неподвижные направляющие под полотном. Отсутствие направляющих непосредственно перед поворотной звездочкой по ходу движения полотна образует зону сброса продукта.

В процессе сушки вследствие испарения влаги уменьшается масса и объем материала и, как следствие, удельная нагрузка на ленту снижается. Для полной загрузки ветвей транспортера необходимо рациональное распределение материала по ветвям в зависимости от влажности и времени сушки [6].

Анализируя кривую сушки зерна ячменя, можно выделить два периода:

1) кратковременный период постоянной скорости сушки, с уменьшением от начальной влажности до критической влажности;

2) продолжительный период убывающей скорости с уменьшением влажности продукта до номинальной (10–14%).

В первый период удаляется около половины испаряемой влаги, и масса влажного материала уменьшается примерно на 25–30%, компенсируя снижение удельной нагрузки в ленточных сушилках, а также уменьшая скорость ленты транспортеров, расположенных ниже.

В полнопоточном транспортере вследствие особенностей конструкции верхняя и нижняя ветви движутся с одинаковой скоростью. Поэтому сушильная камера должна содержать минимум два транспортера и, следовательно, четыре рабочих ветви.

Определим скорость движения транспортной ленты с учетом времени сушки и компенсации снижения удельной нагрузки на ленту.

Пусть удельная нагрузка на ленту верхнего транспортера составляет $\square_1$, а при сбрасывании материала с нижней ленты $\square_2$ определится как:

$$\square_2 = \square_1 \frac{(100 - \square_1)}{(100 - \square_2)} = \square \square_1, \quad (4)$$

где $\square$ – коэффициент усушки;

$\square_1$, $\square_2$ – влажность материала соответственно при загрузке на верхнюю ленту транспортера и сбрасывании с нижней ленты.

Для поддержания удельной нагрузки ветвей нижнего транспортера на прежнем уровне необходимо уменьшить скорость его движения относительно верхнего на величину $\square$

$$\square_2 = \square \square_1. \quad (5)$$

Если общее время сушки материала $\square = \square_1 + \square_2$, то:

$$\square = \frac{\square}{\square_1} + \frac{\square}{\square_2} = \frac{\square}{\square_1} \left(1 + \frac{1}{\square} \right), \quad (6)$$

где $\square_1, \square_2$ – время сушки на верхнем и нижнем транспортере;
 $\square$ – длина рабочей поверхности ленты одного транспортера.

Зная время сушки материала, определяем оптимальную скорость транспортерной ленты.

Заключение. Использование в сушильных установках ленточного транспортера предложенной конструкции на оптимальных режимах сушки для определенного вида сырья, повысит их производительность при более компактной сушильной камере.

Библиографический список

1. Соколенко, О.Н. Исследование динамики движения одноуровневой гидропонной установки с упругими несущими элементами// Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (21). – С. 91-99.
2. Соколенко, О.Н. Обоснование параметров работы и конструкции установки для выращивания зеленых кормов гидропонным способом : автореф. дис. ... канд. техн. наук/ О.Н. Соколенко. – Краснодар, 2015. – 21 с.
3. Соколенко, О.Н. Совершенствование процесса производства кормовой и витаминизированной зеленой продукции// Таврический вестник аграрной науки. – 2015. – № 2 (4). – С. 82-87.
4. Соколенко, О.Н. Исследование процесса распределения посевного материала по вегетационной поверхности лотка гидропонной установки/ О.Н. Соколенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 05 (109). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/78.pdf> .
5. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины/ В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М. : КолосС, 2004. – 624 с.
6. Лебедев, П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки/ П.Д. Лебедев, И.В. Горбачев. – М. : «Энергия», 1972. – 320 с.
7. К вопросу вакуумной инфракрасной сушки перги/ Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, С.Н. Гобелев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2016. – № 1. – С. 56-59.
8. Лузгин, Н.Е. Анализ эффективности кондиционирования гранулированных кормов/ Н.Е. Лузгин, В.Н. Туркин, В.В. Горшков // Сб.: Потенциал науки и современного образования в решении приоритетных задач АПК и лесного хозяйства : Материалы Юбилейной национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 39-42.
9. Отраслевая экология/ А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казачёнок и др. – Могилев-Рязань, 2016. – 154 с.
10. Федоскина, И.В. Необходимость применения интенсивных и инновационных технологий в сельхозпроизводстве/ И.В. Федоскина // Сб.: Качество в производственных и социально-экономических системах :

Материалы 8-й Международной научно-технической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2020. – С. 401-405.

11. Каширин, Д.Е. Вакуумная сушка перги/ Д.Е. Каширин // Пчеловодство. – 2006. – № 4. – С. 50.

12. Каширин, Д.Е. Конвективная сушка перги/ Д.Е. Каширин // Пчеловодство. – 2009. – № 8. – С. 46-47.

13. Утолин, В.В. Показатели эффективности механических обезвоживателей/ В.М. Ульянов, В.В. Утолин, Н.В. Счастликова // Сб.: Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 105-109.

14. Пат. РФ № 204776 U1. Ленточная центрифуга / Утолин В.В., Бышов Н.В., Безносюк Р.В., Ульянов В.М., Лузгин Н.Е. – Заявка № 2020142325 от 21.12.2020.

УДК 631.354.022

*Станин В.Д.,
Вышебабина А.В.,
Богус А.Э., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРИВОДОВ БЕСПАЛЬЦЕВЫХ РЕЖУЩИХ АППАРАТОВ

За полтора века работы над созданием жатвенных машин с режущими аппаратами пальцевого типа [3] различными авторами было предложено количество конструкций приводов ножа, которые в соответствии с их кинематикой можно разбить на две основные группы.

1. Приводы, сообщающие ножу в первом приближении гармоническое движение. В этом случае преобразование вращательного движения ведущего звена привода в возвратно-поступательное движение ножа осуществляется кривошипно-шатунным механизмом [8].

2. Приводы, сообщающие ножу режущего аппарата движение, отличное от гармонического. В этой группе приводов преобразователем вращательного движения в возвратно-поступательное, служит кулачковый механизм, либо механизм качающейся шайбы и качающейся вилки [1, 5].

Появление беспальцевых аппаратов с одним подвижным ножом не могло внести новое в кинематические схемы приводов, т.к. кинематическая схема механизма режущего аппарата в целом осталась неизменной. Так подвижный нож беспальцевого режущего аппарата жаток для уборки риса приводится в движение приводами, относящимися к первой группе.

Однако, появление беспальцевых режущих аппаратов с двумя подвижными ножами, наличие второго подвижного ножа, в которых значительно усложняет проблему привода, также не внесло принципиальных изменений в основах кинематических схем приводов.

Так, в созданном в США беспальцевом режущем аппарате с двумя подвижными ножами [7] сприжимам трения привода ножей выполнены по одинаковой принципиальной схеме: от кривошипного вала движение ножам передается через поводки.

Для обеспечения незначительного перемещения пяток ножей в вертикальной плоскости величина плеч рычагов, соединенных с ножами, должна быть большой. Это приводит к возрастанию нагрузок на звенья привода, что является его недостатком.

Эксцентрикковый привод ножей режущего аппарата косилки (рисунок 1) запатентован в США [4]. Движение ножам от двух эксцентриков сидящих на валу, передается через кулисы. Заменив эксцентрики кулачками необходимого профиля можно получить наиболее оптимальный закон движения ножей.

Этот привод обладает всеми недостатками кулачкового механизма (износ поверхностей эксцентриков и кулис, возникновение зазоров между этими поверхностями и, как следствие, ударные нагрузки). По этим причинам такой привод не нашел применения в промышленных образцах косилок.

В конструкциях некоторых косилок, для достижения большей компактности привода ножей в основу кинематической схемы последнего заложен: принцип качающейся шайбы или качающейся вилки.

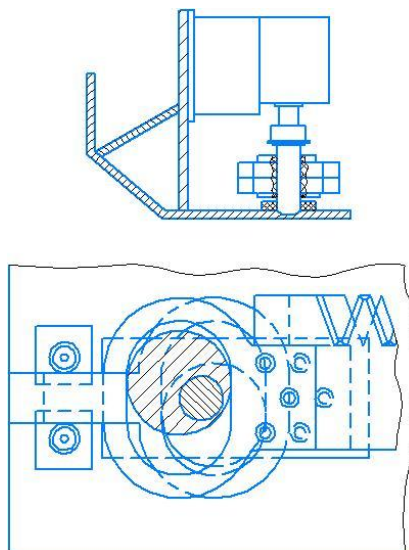


Рисунок 1 – Эксцентрикковый привод ножей

В Польше был создан и испытан режущий аппарат с двумя подвижными ножами [6], привод которых осуществлялся механизмом качающейся шайбы (рисунок 2).

Привод ножей по типу механизма качающейся вилки (рисунок 3) был предложен в Швейцарии [1].

Обуславливая близкие по характеру законы движения ножей [1,3] эти приводы обладают, одинаковыми недостатками: создают интенсивное изменение скоростей, а следовательно, и ускорения ножа в начале и конце

движения. Это повышает динамическую напряженность звеньев привода, что отрицательно сказывается на его долговечность.

Кроме указанных недостатков, в данной кинематической, при неуравновешенности момента сил инерций ножей, приведенный к валу привода в последнем могут возникнуть крутильные колебания, что отрицательно сказывается на долговечность конструкции.

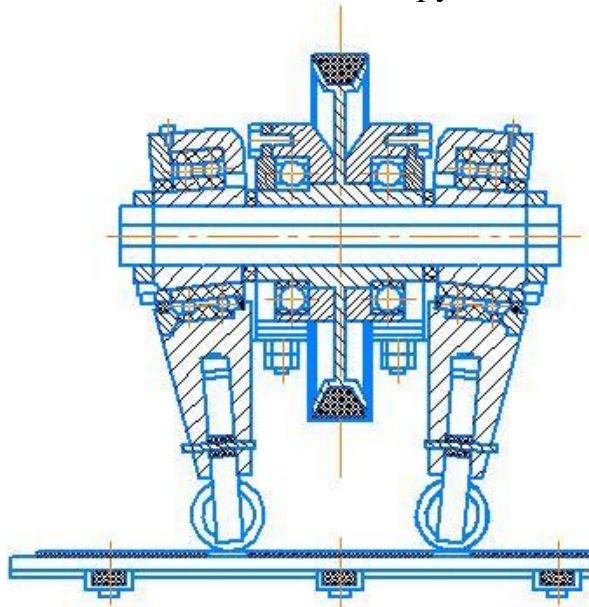


Рисунок 2 – Привод ножей от механизма «Качающаяся шайба»

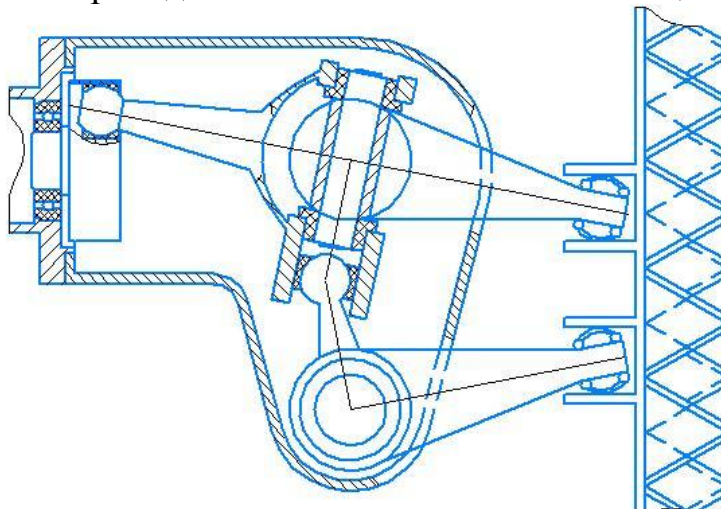


Рисунок 3 – Привод ножей механизмом «Качающаяся вилка»

Общим недостатком всех рассмотренных приводов ножей беспальцевых режущих аппаратов является неуравновешенность действия сил инерций звеньев механизма режущего аппарата, приведенных к его ведущему звену.

Стремление избавиться от недостатков, присущих механическим приводам привело исследователей к поискам новых способов передачи движения от источника энергии к ножу режущего аппарата. При этом большое внимание уделялось созданию не механических приводов: электрических, гидравлических, пневматических.

Анализ их показывает, что применительно к режущему аппарату наиболее перспективным является гидропривод [2].

Общим недостатком гидропривода является возникновение в гидросистеме пиковых давлений, превышающих допустимые, в крайних положениях ножа.

Однако внедрение гидропривода в промышленные образцы машин будет возможным только после создания надежных в эксплуатации гидродвигателей специальной конструкции.

Анализ существующих конструкций показывает, что приводы, содержащие в своей основе одну и ту же принципиальную схему, имеют различные конструктивные исполнения.

Это свидетельствует о разрозненности конструкторских поисков, которые направлялись и направляются на рациональное решение отдельных вопросов для конкретного случая. В то же время результаты этих поисков в целом не решают вопроса синтеза оптимального привода режущего аппарата, при заданном режиме его работы.

Библиографический список

1. Богус, А.Э. Исследование ударного импульса ребра вальца планетарного молотильного устройства о хлебную массу/ Е.А. Грачев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 135. – С. 188-199.

2. Богус, А.Э. Исследование устройства для удаления остей ячменя/ А.И. Тлишев // Сб.: Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов : Материалы II Международной конференции. – 2018. – С. 65.

3. Совершенствование технологии и технических средств для машинной уборки табака/ И.И. Дьячкин, Н.Н. Винеvская, А.И. Петрий и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 5. – С. 78-80.

4. Жалнин, Э.В. Современное состояние механизации уборки табака/ Э.В. Жалнин, Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 356-368.

5. Теоретическое исследование процесса отделения листа табака от стебля/ С.К. Папуша, Е.И. Винеvский, В.И. Коновалов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 289-303.

6. Сторожук, Т.А. Установление кинематических параметров обмолачиваемой массы в рабочем зазоре вальцового молотильного устройства/ Т.А. Сторожук, А.Э. Богус, А.В. Морева // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 2 (30). – С. 44-49.

7. Трубилин, Е.И. Некоторые вопросы кинематики экспериментального молотильного устройства/ Е.И. Трубилин, А.Э. Богус // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 12-13.

8. Принцип действия дифференциального молотильного устройства/ Е.И. Трубилин, А.Э. Богус, А.Д. Кузьменко, Д.А. Котов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета – 2019. – № 151. – С. 24-32.

9. Экологическая безопасность жизнедеятельности человека/ А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казачёнок и др. – Рязань : РГАТУ, 2017. – 196 с.

10. Каширин, Д.Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов/ Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2010. – № 1. – С. 24-27.

11. Каширин, Д.Е. Обоснование условий рациональной эксплуатации коллекторных электродвигателей/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Сб.: Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Саратов, 2021. – С. 93-98.

12. Пат. РФ № 93302. Измельчитель перговых сотов / Каширин Д.Е.. – Опубл. 27.04.2010; Бюл. № 12. – 2 с.

13. Каширин, Д.Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов/ Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2010. – № 1. – С. 24-27.

УДК 631.354.022

*Станин В.Д.,
Глишев А.И., канд. техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

ОБЗОР ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДВУХБАРАБАННЫХ ПОЧАТКООЧИЩАЮЩИХ АППАРАТОВ

Исследование двухбарабанных початкоочищающих аппаратов занимались В.В. Деревенко, Е.И. Козлов, однобарабанных – Л.С. Попов и В.А. Абликов.

Однобарабанный планетарный початкоочищающий аппарат состоит из гладкого (нижнего) и планетарного (верхнего) барабанов. Планетарный барабан имеет девять мелкорифленных валцов малого диаметра. Нижний барабан и валцы вращаются по направлению подачи стеблей, валцовый планетарный барабан против подачи. При вращения планетарных валцов нижнего барабана стебли захватываются и комлем вводятся в рабочую щель,

в дальнейшем комли захватываются протягивающими вальцами, и стебли принудительно протягиваются через рабочую щель.

Происходит по очередное прокатывание вальцов по стеблям. Валец при подходе к основанию початка изгибает и растягивает плодоножку. Изгиб зафиксированной плодоножки происходит за счет отклонения початка от направления стебля. При этом создается наибольшая деформация изгиба плодоножки в месте крепления её к основанию початка, где и происходит её разрыв. Поэтому связь листьев обертки с плодоножкой и стеблями не нарушается. Дальнейшим поворотом барабана валец выталкивает початок из обертки, которая, оставаясь на стебле, поступает вместе с ним на измельчение.

Двухбарабанный планетарный аппарат состоит из двух планетарных барабанов. По окружности барабанов расположено шесть–девять отрывочных вальцов диаметром 50-60 мм. Вальцы имеют мелкозубовую поверхность (высота зуба – 2,5 мм). Два стеблепротягивающих вальца установлены за початкоотделяющим аппаратом и предназначены для протягивания стеблей через рабочую щель. Вальцы имеют крупнорифленную поверхность, диаметр вальцов 100 мм.

Технологический процесс снятия оберток протекает следующим образом: транспортер подает стебли комлем в рабочую щель початкоотделяющего аппарата. Стебли захватываются планетарными вальцами, за счет внедрения в стебель мелких острых граней зубьев втягиваются в рабочую щель и подаются к стеблепротягивающим вальцам. Вальцы нижнего и верхнего барабанов расставлены так, что при вращении барабанов поочередно образуют рабочую тройку: два вальца нижнего барабана и один валец верхнего, затем один валец нижнего барабана и два пальца верхнего. При прохождении рабочей тройки вальцов плодоножка нагибается вверх и вниз и растягивается. Вальцы плотно обжимают основание початка.

В отличие от початкоотделяющих аппаратов, состоят из двух встречно вращающихся рифленых вальцов, которые отделяют початки от стебля и обертки, растягивая и разрывая плодоножку, в планетарных аппаратах плодоножка отделяется от основания початка вследствие сложного, переменного в процессе движения вальцов обоих барабанов, изгиба. Усилие, требующееся для отрыва початка от стебля, в этом случае в 4-8 раз меньше усилия, необходимого для прямого отрыва [3]. Встречное движение стебля вращение барабанов предотвращает втягивание початков в рабочую щель. Початок выжимается из обертки. Обертка остается с плодоножкой на стебле и вместе с ним выбрасывается стеблепротягивающими вальцами.

Двухбарабанные аппараты различаются направлением вращений барабанов, которые вращаются как по ходу движения стебля, так и против. Планетарные аппараты могут иметь различное количество отрывочных вальцов на барабане, различный шаг расстановки их на барабане, а также различные диаметры барабанов. Отрывочные вальцы на барабанах могут быть как одинакового, так и разного диаметров.

Анализируя агротехнические показатели работы планетарных аппаратов, можно отметить, что она выгодно отличается от показателей работы аппаратов, растягивающих или ломающих плодоножку.

Теоретические и экспериментальные исследования вопросов захвата стеблей, их проката и отделения початков, определение рациональной формы рабочей поверхности вальцов, определение оптимальных кинематических и размерных параметров аппаратов для уборки кукурузы были выполнены В.В. Деревенко, Д.С. Поповым, В.И. Козловым, В.А. Абликовым, Ю.Д. Севериным и др. Ими было показано, что планетарные початкоотделяющие аппараты являются рациональными аппаратами, обеспечивающими в один прием отделение початков и съем листьев с обертки с высокими агротехническими показателями [4].

В.В. Деревенко разработал основы теории расчета планетарных многовальцовых початкоотделяющих аппаратов. Им созданы теория плоского зуба и метод мгновение сосущих, по которым на окружности вальца определяются области внедрения – но внедрения вершины зуба в стебель или початок.

Энергетические показатели многовальцового планетарного аппарата при различных значениях скорости подачи стеблей, скорости движения комбайна, угловых скоростей вращения барабанов и вальцов исследовал Авагидов Э.А. И доказано, что мощность, потребная на работу много вальцового планетарного початкоотделяющего аппарата значительно меньше (10-15 л.с.), чем у комбайна ККХ-3 (19 л.с.).

В работе Абликова В. А. установлены следующие оптимальные параметры и кинематические режимы планетарного однобарабанного аппарата [5]:

- 1) диаметр вальца - 50 + 60 мм;
- 2) диаметр планетарного барабана 160 + 170 мм;
- 3) диаметр нижнего барабана 200 + 220 мм;
- 4) количество планетарных вальцов 9 шт
- 5) зазор в рабочей щели 10 + 15 мм;
- 6) шаг расстановки вальцов 60мм;
- 7) скорость вращения планетарных вальцов 180 + 220 1/сек.
- 8) скорость вращения планетарного барабана – 11+12 1/сек;
- 9) скорость вращения нижнего барабана – 34 + 35 1/сек;
- 10) скорость подачи стеблевой массы 3+ 3,2 м/сек;
- 11) скорость протягивания стеблей - 3,3 + 3,8 м/сек;
- 12) рабочая поверхность вальцов - мекорифленная.

Козлов В.П. исследовал двухбарабанный початкоотделяющий аппарат и рекомендует следующие оптимальные параметры и кинематические режимы исследуемого аппарата:

- 1) диаметр планетарного барабана – 160 мм;
- 2) диаметр вальца – 50 ММ;
- 3) количество планетарных вальцов – 9 шт.;

- 4) зазор в рабочей цели – $14 + 16$ мм;
- 5) скорость вращения планетарных барабанов – $21 + 22$ 1/сек;
- 6) скорость вращения планетарных валцов – $216 + 220$ /сек;
- 7) скорость протягивания стеблей – $2,7 + 2,8$ м/сек.

Из краткого обзора работ по планетарным початкоотделяющим аппаратам видно, что вопросы кинематики этих аппаратов рассмотрены достаточно полно, а вопросы динамики еще не рассматривались.

Основы земледельческой механики были заложены В.П. Горячкиным. Его идеи получили дальнейшее развитие в трудах его последователей, известных советских ученых П.И. Артоболевского, П.М. Василенко, А.А. Дубровского, В.А. Желиговского и др.

Вопросы динамики машин рассмотрены в работах А.Н. Голубенцева, Я. Кожевникова, В.И. Рывина. Теория колебаний изложена в работах Бабакова И.М., Гантмахера Ф.Р. и Крейца М.Г., Дондошанского В.К., Кин Н. Тонга, Стрелкова В.С., Узе Ф.С., Морзе И.Е., Химкла Р.Т.

Сельскохозяйственные машины имеют свои особенности работы. Они представляют собой сложные вибрационные системы с сосредоточенными и распределенными параметрами типа прокатных станков, тяжелых строительных машин. Методы динамического расчета этих систем в значительной степени уже найдены и вполне могут быть использованы в сельхозмашиностроении.

Вопросам динамики прокатных станков посвящены работы С.Н. Кожевникова, А.Н. Голубенцева, А.А. Королева В.С. Смирнова, динамику горных машин рассматривали Б.М. Давыдов, Б.А. Скородумов. Динамические процессы, которые вызываются внешними воздействиями сил, относятся к внешней динамике машины. Внешними воздействиями являются крутящие моменты, создаваемые двигателем трактора, а также внешние сопротивления на исполнительных органах. Процессы запуска и торможения, вызывающие значительные динамические усилия, следует отнести к внешней динамике.

Внутренняя динамика характеризует динамические процессы, вызванные особенностями кинематики, упругими деформациями различных деталей машин, наличием в машине зубчатой и цепной передачи. Всякая зубчатая передача обладает той или иной неточностью изготовления, что приводит к неравномерности скорости вращения приводного вала, вызывает удар вступающих в зацепление зубьев и замедление или ускорение приводного вала. В результате такого внутреннего удара в зацеплении возникают дополнительные напряжения в деталях. В них будет накапливаться и рассеиваться энергия, что вызовет расход энергии и мощности привода. Поэтому при динамических расчетах зубчатые зацепления должны выделяться в отдельные участки.

Вопросам колебательных процессов в зубчатых передачах посвящены работы [3,7]. Обзор всех исследований и состояние вопроса описано в работе Генкина Н.Д.

При нагружении шестерен в результате деформации валов нарушается параллельность осей колес и нормальные условия зацепления. Это приводит

к тому, что при вращении колес вход в зацепление очередного зуба сопровождается ударом. Такие удары повторяются периодически с частотой, определяемой числом оборотов шестерни и количеством её зубьев. Опасный характер этих циклических ударов заключается в том, что их действие, помимо повышенных нагрузок в зацеплении, приводит к возбуждению всей колебательной системы, и в случае неблагоприятного сочетания масс и жесткостей системы возможно возникновение резонансных колебаний не только в передаче, но и в сечениях, далеко отстоящих от места возбуждения.

Библиографический список

1. Богус, А.Э. Исследование ударного импульса ребра вальца планетарного молотильного устройства о хлебную массу/ А.Э. Богус, Е.А. Грачев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 135. – С. 188-199.
2. Совершенствование технологии и технических средств для машинной уборки табака/ И.И. Дьячкин, Н.Н. Винева, А.И. Петрий, и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 5. – С. 78-80.
3. Жалнин, Э.В. Современное состояние механизации уборки табака/ Э.В. Жалнин, Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 356-368.
4. Теоретическое исследование процесса отделения листа табака от стебля/ С.К. Папуша, Е.И. Винева, В.И. Коновалов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 289-303.
5. Сторожук, Т.А. Установление кинематических параметров обмолачиваемой массы в рабочем зазоре вальцового молотильного устройства/ Т.А. Сторожук, А.Э. Богус, А.В. Морев // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 2 (30). – С. 44-49.
6. Трубилин, Е.И. Некоторые вопросы кинематики экспериментального молотильного устройства/ Е.И. Трубилин, А.Э. Богус // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 12-13.
7. Трубилин, Е.И. Принцип действия дифференциального молотильного устройства/ А.Э. Богус, А.Д. Кузьменко, Д.А. Котов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 151. – С. 24-32.
8. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография/ С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.
9. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования/ Р.В. Безносок,

В.В. Фокин, Н.В. Бышов и др. // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

10. Природопользование и устойчивое развитие биосферы/ Д.В. Виноградов, Р.Т. Турекельдиева, А.В. Ильинский, С.Т. Дуйсенбаева. – Рязань : РГАТУ, 2020. – 164 с.

УДК 631.354.022

*Станин В.Д.,
Вышебабина А.В.,
Глишев А.И., канд. техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

ОБЗОР ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА С ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НОЖА

Первые теоретические исследования технологического процесса работы режущего аппарата с возвратно-поступательным движением ножа, относятся к 1870-1880 годам (Перельс, Тальмайер, Вуем и др.). Однако, основы теории режущего аппарата были заложены академиком В.П.Горячкиным в 1909г. Им были теоретически обоснованы основные параметры режущего аппарата и усилия, необходимые для срезания стеблей [5].

Дальнейшее развитие теории пальцевых режущих аппаратов нашла в трудах академиков А.Н. Карпенко, И.Ф. Василенко, В.А. Желиговского, профессоров Л.П. Крамаренко, Е.Л. Босого и др.

Первые теоретические и экспериментальные исследования беспальцевого режущего аппарата с одним подвижным ножом были проведены Е.С.Босым [6] в 1948-1949 гг. В результате исследований было установлено, что такой аппарат позволяет производить кошение на повышенных (до 15 км/час) скоростях. При этом процесс кошения может выполняться при более низкой по сравнению с пальцевым аппаратом, установочной высоте среза.

В дальнейшем теоретические и экспериментальные исследования беспальцевых режущих аппаратов с двумя подвижными ножами были продолжены Е.Е. Хазановым и В.И. Иванцовым.

В.И. Иванцовым получены зависимости, определяющие максимально допустимые подачи на ход ножа беспальцевых режущих аппаратов при условии обеспечения защемления стебля, а также величины этих подач для трех типов беспальцевых режущих аппаратов. Полученные им выражения, позволяют установить режим работы беспальцевого режущего аппарата в зависимости от установочной высоты среза и поступательной скорости жатки. Им же разработана методика расчета основных параметров беспальцевого режущего аппарата.

Исследования беспальцевых режущих аппаратов, выполнены за рубежом [5] носят экспериментальный характер Результаты этих исследований не вносят

существенных дополнений к данным теоретических исследований перечисленных выше авторов ясли технологический процесс резания, выполняемый беспальцевыми режущими аппаратами, изучен в достаточном для их сравнения и расчета объеме, то особенности динамики и энергетики таких аппаратов обусловленные наличием двух подвижных ножей, еще не исследованы, Результаты же имеющихся исследований динамики и энергетики пальцевых режущих аппаратов не могут быть применены для анализа беспальцевых режущих аппаратов с двумя подвижными ножами без соответствующих дополнений.

Динамическая и энергетическая характеристика режущего аппарата определяется величиной и характером действия сил инерций, полезных и вредных сопротивлений, возникающих в нем.

Силы инерции ножа как в пальцевом, так и в беспальцевом режущих аппаратах определяются законом его движения зависящем от типа привода. Поэтому результаты исследований кинематики ножей пальцевых режущих аппаратов с различными схемами приводов [6] могут быть полностью применены к беспальцевым режущим аппаратам.

Однако, данные этих исследований не позволяют оценить результаты суммарного действия сил инерций двух ножей беспальцевого режущего аппарата приведенных к ведущему звену привода или его опоре. Силы полезных сопротивлений зависят от сопротивления стеблей перерезанию.

Исследованию зависимости усилия перерезания единичного стебля от его физико-механических свойств и кинематических параметров режущего инструмента посвящены работы А.Н. Карпенко, И.Ф. Василенко, В.А. Келиговского, профессоров Е.М. Гутьяра, В. С. Босого, Б.Н. Венедиктова и др.

Результаты этих исследований, раскрывая процесс резания единичного стебля, позволяют обосновать рациональные параметры режущего элемента независимо от числа подвижных ножей. В то же время они не позволяют установить характер изменения сопротивления резанию в течении хода ножа, при перерезании группы стеблей в полевых условиях.

При работе режущего аппарата в реальных условиях, при густом стеблестое трав и злаковых стеблей за один взмах ножа срезается пучок стеблей. При этом резко изменяется как условие отгиба, так и резания стеблей, которые не могут быть учтены теоретически [4].

Это замечание, сделанное относительно бес подпорного среза, вполне справедливо и для случая резания стеблей при наличии противорежущего органа. Поэтому теоретическое рассмотрение среза единичного стебля проливает больше света на вопрос физики резания чем на динамику усилий, возникающих в сегменте за ход ножа.

Этим объясняется стремление Б.Г. Раева, В.И. Фомина и Е.С. Босого [2] к экспериментальному определению усилий резания, возникающих на сегменте при бес подпорном срезе, а такта Н.И. Дроздова, Е.С. Босого и Ф.Я. Митина для пальцевого режущего аппарата.

Примененные при этом методы (наклейка тензодатчиков непосредственно на сегмент либо на спинку ножа), ввиду их несовершенства [3], не могут дать истинного значения усилия резания и характера его изменения за ход ножа, т.к. в первом случае на показания датчика влияют изгибные деформации сегмента в плоскости перпендикулярной его движению, во втором возросшее значение сил вредных сопротивлений, связанное с расклиниванием сегментов прирезании. Поэтому данные, полученные экспериментальным путем для отдельных культур и типов режущих аппаратов, не обобщены в аналитические выражения, которые могли бы быть их использованы при силовом расчете режущих аппаратов различных типов.

Поэтому при энергетических и силовых расчетах режущего аппарата усилие резания учитывается в виде средней величины, зависящей от удельной работы перерезания стеблей с единицы площади. При этом допускается, что усилие резания распределено равномерно по всей зоне резания [4].

По данным Н.И. Дроздова мощность, затраченная на работу механизмов конной косилки ГЛЗ на 1м ширины захвата составляет 0,36-1,3 л.с.

Ю.А. Рослов приводит экспериментальные данные, полученные Д.Д. Головиным и Г.Г. Бернис, по мощности, потребляемой режущим аппаратами косилок.

По Д.Д. Головину общая мощность, потребляемая режущим аппаратом, составляет 0,29-0,54 л.с.

Данные Г.Г. Бернис показывают, что мощность, потребляемая режущим аппаратом косилки при $n = 680$ об/мин. меняется от 0,37 до 75 л.с. на 1м захвата при изменении поступательной скорости машины от 0,9 до 1,85 м/сек.

Такая разноречивость объясняется несовершенством проводившихся измерений и отсутствием единой, теоретически обоснованной методики экспериментального определения мощности, потребляемой режущими аппаратами.

Очевидно, что имеющиеся данные позволяют сделать весьма приближенную оценку энергоемкости вновь создаваемых режущих аппаратов, тем более что ее величина при одинаковой ширине захвата, но различных конструктивных, исполнениях режущих аппаратов, различна [1].

Одним из основных критериев рациональности кинематической схемы и конструктивного исполнения механизма режущего аппарата в целом является степень уравновешенности возникающих в нем инерционных сил.

Вопросу уравнивания механизмов посвящены работы академиков И.И. Артоболевского, Н.Д. Лучинского, профессора Б.И. Турбина и др.

В настоящее время существуют различные методы уравнивания механизмов режущего аппарата.

Применяемый на практике метод внешнего уравнивания кривошипно-шатунных механизмов приводов режущих аппаратов достигается установкой противовеса на ведущем звене. Для дезаксиального кривошипно-шатунного механизма Н.В. Эпов дает аналитические зависимости,

позволяющие определить оптимальную величин уравнивающей массы и угол её закрепления по отношению к продольной оси кривошипа [7].

Однако, такой метод позволяет только частично уравновесить силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс.

В то же время противовес, установленный на ведущем звене привода, не устраняет вредное действие инерционных сил ножа на звенья, находящиеся между ним и ведущим валом. Отсюда стремление к уравниванию этих сил непосредственно на ноже.

Метод уравнивания сил инерции ножа непосредственно на нем заключается в создании действующей на нож активной силы, равной по величине и противоположно направленной силе инерции последнего.

Неуравновешенность сил инерций механизма режущего аппарата является причиной возникновения в его звеньях знакопеременных нагрузок. Эти нагрузки вызывают колебательные процессы в звеньях механизма также динамические удары в шарнирных соединениях при наличии в них зазоров.

Наличие зазоров в кинематических парах механизма режущего аппарата оказывает значительное влияние на его динамику» Вопросу о влиянии зазоров на динамику механизма посвящены работы Е.С. Босого, И.М. Зельцермана, Л.П. Краморенко. Однако, результаты этих исследований не позволяют установить связи между величиной зазора и обусловленным им динамическим эффектом в зависимости от кинематической схемы и параметров режущего аппарата, что очень важно при выборе схемы его привода.

Так, В.Н. Татищев приводит полученные экспериментальным путём значения усилий в шарнирных соединениях механизма конкретного режущего аппарата при различных величинах зазоров в кинематической паре, обеспечивающего недостающую степень свободы, не обобщая полученные данные в аналитическую зависимость [3].

Л.П. Крамаренко показывает, что зазоры в шарнирных соединениях могут быть выбраны не только в крайних положениях (мёртвых точках) механизма. Однако, теоретических исследований, позволяющих определить разность скоростей звеньев кинематической пары в момент выбора зазоров, он не проводит.

Наиболее полные теоретические исследования, посвященные кинематике механизмов с учетом зазоров в их шарнирных соединениях выполнены к.т.н. С.М. Ткачевым. Однако, его работы посвящены в большей степени вопросу влияния зазоров на точность положения звена механизма.

Библиографический список

1. Богус, А.Э. Исследование ударного импульса ребра вальца планетарного молотильного устройства о хлебную массу/ А.Э. Богус, Е.А. Грачев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 135. – С. 188-199.

2. Совершенствование технологии и технических средств для машинной уборки табака/ И.И. Дьячкин, Н.Н. Винеvская, А.И. Петрий и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 5. – С. 78-80.

3. Жалнин, Э.В. Современное состояние механизации уборки табака/ Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 356-368.

4. Теоретическое исследование процесса отделения листа табака от стебля / С.К. Папуша, Е.И. Винеvский, В.И. Коновалов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 289-303.

5. Сторожук, Т.А. Установление кинематических параметров обмолачиваемой массы в рабочем зазоре вальцового молотильного устройства/ Т.А. Сторожук, А.Э. Богус, А.В. Морева // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 2 (30). – С. 44-49.

6. Трубилин, Е.И. Некоторые вопросы кинематики экспериментального молотильного устройства/ Е.И. Трубилин, А.Э. Богус // Сельский механизатор. – 2020. – № 5-6. – С. 12-13.

7. Принцип действия дифференциального молотильного устройства/ Е.И. Трубилин, А.Э. Богус, А.Д. Кузьменко, Д.А. Котов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 151. – С. 24-32.

8. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов / Е.С. Иванов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов и др. – Рязань : Индивидуальный предприниматель Жуков Виталий Юрьевич, 2019. – 308 с.

УДК 631.316

*Теличенко А.В.,
Башняк С.Е., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, п. Персиановский, РФ*

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОМБИНИРОВАННОГО ОРУДИЯ С ФРЕЗОЙ БЕЗВАЛЬНОГО ТИПА

Подпокровные фрезерователи, представляющие собой комбинированные орудия для обработки солонцов, пока еще не достаточно совершенны и надежны, но довольно перспективны, особенно конструкции фрезерных рабочих органов без центрального приводного вала, что требует своего научного подтверждения[1, 3, 5].

Цель исследования заключается в научном обосновании влияния режимов фрезерования солонцов комбинированным орудием с фрезой безвального типа на энергетические и экономические показатели.

Задачей исследования является установление закономерностей процесса подпокровного фрезерования солонцовых почв фрезерователем барабанного типа безвальной конструкции.

В проведенных исследованиях, для составления плана эксперимента, проведено априорное ранжирование и в план эксперимента включены наиболее значимые факторы. Для оценки достоверности экспериментальных данных использовали F – распределение Фишера [2, 4].

Энергоёмкость обработки почвы комбинированным фрезерователем зависит от многих факторов. Это обстоятельство было проработано в процессе поисковых испытаний. В дальнейшем, исходя из условия обеспечения устойчивого движения агрегата, теоретических проработок и условия обеспечения достаточной надежности фрезерователя, принята схема комбинированного орудия (КПФ) [6, 7].

Не менее важным фактором является тип фрезерного рабочего органа, существенно зависящий от числа горизонтальных режущих ножей Z . Значение $Z = 4$ было принято на основании анализа априорной информации и результатов предварительных поисковых лабораторно-полевых испытаний. Из других наиболее существенных факторов учитывали в процессе лабораторно-полевых опытов частоту вращения фрезбарабана, расстояние между ℓ_c фрезами по длине рабочего вала. Фактор X_5 (скорость агрегата), хотя по мнению экспертов и оказывает несущественное влияние, тем не менее был включён в программу экспериментальных исследований. Это вызвано тем, что, согласно теоретическим проработкам поступательная скорость агрегата оказывает более существенное влияние на энергоёмкость, чем это определено экспертами.

Факторы X_4 (тип почвы) и X_8 (условия работы), хотя и оказывают существенное влияние на энергоёмкость процесса обработки, в экспериментальных работах нами не прорабатывались. Это вызвано тем, что эти факторы являются нерегулируемыми, а, следовательно, их появление в процессе эксплуатации КПФ может быть вполне естественным. Вредное влияние этих факторов в принципе может быть уменьшено за счёт использования комбинации пассивных и активных рабочих органов, а также ограничения условий эксплуатации по предельным величинам влажности, задержанности и т.д. [6].

На рисунке 1 приведены результаты лабораторно-полевых опытов по оценке величины крутящего момента на валу отбора мощности трактора в зависимости от числа продольных режущих ножей Z в одной секции фрезерного рабочего органа. Опыты проводили при $\omega = 56 \text{ с}^{-1}$; $D_{\text{фр}} = 0,2 \text{ м}$; $V = 1,2 \text{ м/с}$. Полученные данные представлены в расчёте на длину одной секции фрезерователя $\ell_c = 0,2 \text{ м}$. Анализ данных показывает, что наименьшая величина крутящего момента на ВОМ соответствует рабочему органу, у которого $Z = 1$. Рабочие органы барабанного типа ($Z = 2$; $Z = 4$) по величине крутящего момента различаются несущественно. Однако рабочий орган ($Z = 4$) более устойчив в работе и обеспечивает более равномерную величину $M_{\text{кр}}$

(коэффициент вариации 5,5 % против 9,0 % у рабочего органа с $Z = 2$) [2,4].

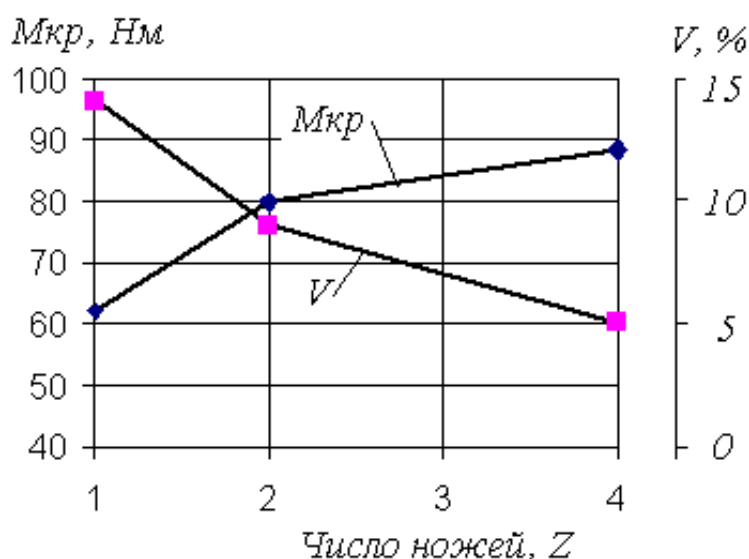


Рисунок 1 – Изменение коэффициента вариации и крутящего момента

С увеличением числа продольных ножей, с одной стороны, уменьшается подача на один нож, в результате уменьшается составляющая на деформацию (разрушение) почвенного монолита, с другой – возрастает составляющая, обусловленная силами трения. Представленные на рисунке 1 данные позволяют с достаточной обоснованностью принимать для подпокровных фрезерователей барабанного типа (без центрального приводного вала) число ножей $Z = 4$. В этом случае, при некотором увеличении $M_{кр}$ (до 20%), достигается более равномерная передача его в системе привода, что обеспечивает более высокую его надёжность в работе.

На рисунке 2 представлена зависимость $M_{кр}$ на ВОМ трактора от $D_{фр}$ фрезерного барабана (в расчёте на одну секцию фрезбарабана $\ell_i = 0,2$). Значения $D_{фр}$ принимались равными 0,14 м, 0,17 и 0,2 м. Установлено, что с увеличением $D_{фр}$ крутящий момент интенсивно возрастает, что обусловлено изменением окружной (линейной) скорости. В результате изменение кинематического параметра λ составило в пределах 3,2 ... 5,1.

Существенное влияние на энергоёмкость процесса подпокровного фрезерования оказывают кинематические характеристики (скорость агрегата, частота вращения).

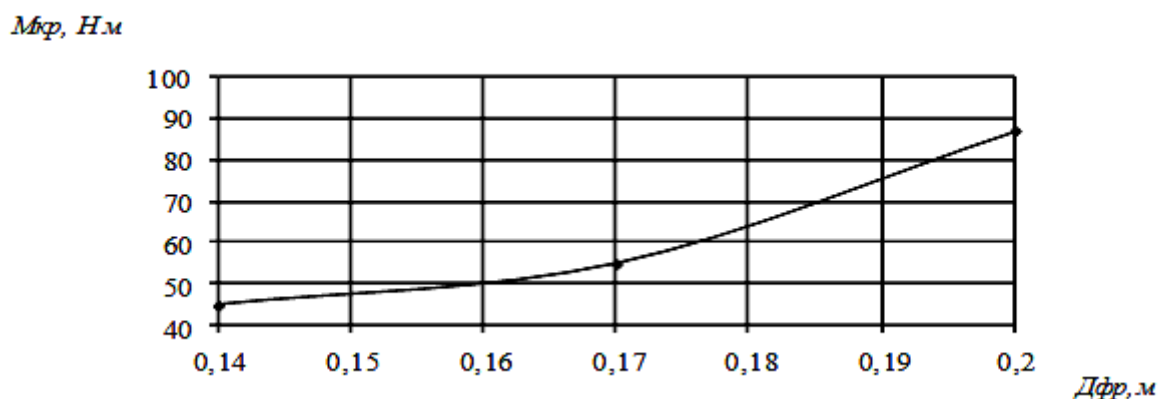


Рисунок 2 – Зависимость крутящего момента на ВОМ от диаметра фрезератора ($\omega = 56 \text{ с}^{-1}$; $V_o = 1,2 \text{ м/с}$)

Сопоставление экспериментальных данных с расчётными значениями показывают сходимость их по интенсивности изменения энергоёмкости процесса (рисунок 3).

Зависимость $M_{кр} = f(V_o)$ в диапазоне изменения поступательной скорости (0,8 – 1,6 м/с) близка к линейной (рисунок 3).

Установлено, что с увеличением угловой скорости ω интенсивность изменения $M_{кр}$ в зависимости от V_o возрастает.

На рисунке 4 приведены графики зависимости энергозатрат на фрезерование (через ВОМ трактора) от скорости движения агрегата при различных условиях фрезерования почвы. Как следует из графиков, с увеличением скорости энергозатраты уменьшаются. Опыты проведены при постоянной частоте вращения ВОМ, поэтому показатель $\lambda = \frac{\omega R}{V}$

снижается и, как следствие этого, снижается общий путь резания и работа резания. Энергозатраты на передвижение агрегата с увеличением скорости увеличиваются приблизительно пропорционально скорости.

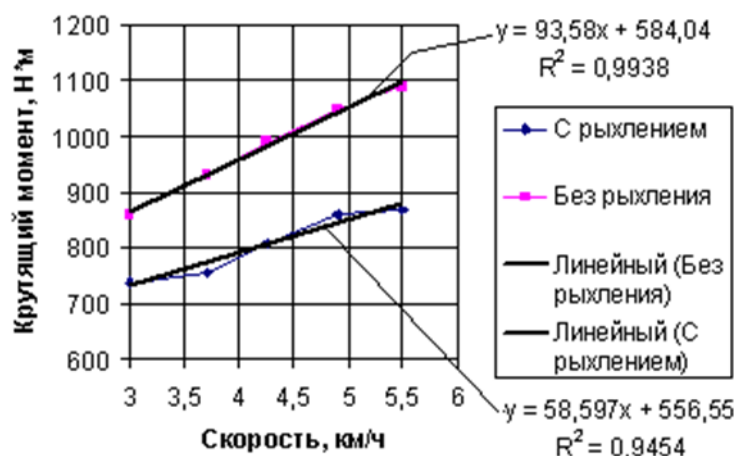


Рисунок 3 – Зависимость крутящего момента ВОМ от скорости агрегата

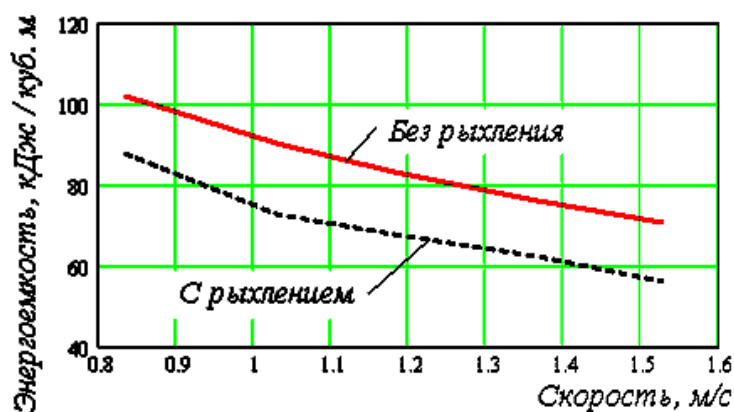


Рисунок 4 – Зависимость энергозатрат через ВОМ трактора от скорости движения агрегата: 1 – без предварительного рыхления почвы; 2 – с предварительным рыхлением

Энергозатраты на подпокроевое фрезерование почвы определялись с учётом обеспечения предварительного рыхления её плоскорежущими лапами. С увеличением скорости движения агрегата общие энергозатраты возрастают, причём интенсивность их изменения зависит от установки рыхлительных лап для предварительного разрушения почвенного монолита.

Проведенные асчёты показали, что подпокроевое фрезерование обеспечивает увеличение эксплуатационной производительности на 16,8%, позволяет снизить затраты труда на 14,4%, удельную металлоёмкость $M_{уд}$ – на 17,2%, удельную энергоёмкость – на 14,4%, при этом улучшается водопроницаемость, существенно увеличиваются запасы влаги в ме тровом слое и т.д.) в сравнении с плоскорезной и отвальной обработками [6].

В совокупности это обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур и, в частности, зерновых. Согласно полученным данным, урожайность озимой пшеницы при подпокроевой фрезерной обработке повышается на 36,1% в сравнении с отвальной вспашкой и на 20% по сравнению с плоскорезной [7].

Библиографический список

1. Башняк, С.Е. Фрезерователь безвального типа – один из вариантов экологической безопасности в почвообработке малопродуктивных почв / С.Е. Башняк, В.К. Шаршак, И.М. Башняк // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. – 2016. – № 1 (25). – С. 66-73.
2. Шаршак, В.К. Анализ параметров влияющих на технологические показатели комбинированных подпокроевых фрезерователей (КПФ) / В.К. Шаршак, С.Е. Башняк, И.М. Башняк // Сб.: Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы : Материалы международной научно-практической конференции в 4-х томах. – Донской ГАУ, 2013. – С. 90-93.
3. Шаршак, В.К. Типы подпокроевых фрезерователей/ В.К. Шаршак, С.Е. Башняк, И.М. Башняк // Сб.: Проблемы и тенденции инновационного

развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России : Материалы международной научно-практической конференции. – Донской ГАУ, 2012. – С. 131-135.

4. Шаршак, В.К. Исследование способов снижения энергозатрат фрезерователя «безвального типа»/ В.К. Шаршак, С.Е. Башняк, И.М. Башняк // Сб.: Современные технологии производства продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции факультета БТЭТ. – Донской ГАУ, 2014. – С. 61-64.

5. Шаршак, В.К. Особенности технологии мелиоративной подпокровной обработки малопродуктивных почв/ В.К. Шаршак, С.Е. Башняк, И.М. Башняк // Сб.: Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России : Материалы международной научно-практической конференции. – Донской ГАУ, 2012. – С. 127-131.

6. Заглада, И.А. Использование функции желательности для оценки эффективности подпокровного фрезерователя/ И.А. Заглада, С.Е. Башняк // Сб.: Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика : Материалы II Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции молодых ученых АПК. – Ростов-на-Дону–Таганрог, 2020. – С. 42-47.

7. Башняк, С.Е. Оценка эффективности комбинированного подпокровного фрезерователя/ С.Е. Башняк // Сб.: Совершенствование технологий производства, переработки и экспертизы качества пищевой продукции : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Донской ГАУ, 2019. – С. 31-36.

8. Посевные комплексы как элемент ресурсосберегающих технологий на полях Рязанской области/ М.М. Крючков, Л.В. Потапова, Н.М. Шереметьева, О.В. Лукьянова // Сб.: Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Травина И.С. : Материалы научно-практической конференции. – 2010. – С. 35-37.

9. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография/ С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.

10. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования/ Р.В. Безносюк, В.В. Фокин, Н.В. Бышов и др. // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

11. Бышов, Н.В. Пути научного обеспечения развития АПК/ Н.В. Бышов, М.М. Крючков, М.М. Крючков (мл.) // Вестник РГАТУ. – 2010. – № 4 (8). – С. 3-5.

12. Классификация машинных агрегатов с рабочими органами-двигателями/ С.Н. Бoryчев, В.М. Переведенцев, И.А. Успенский, С.Е. Крыгин // Сб.: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и

сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева. 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 161-162.

13. Влияние параметров рабочего ротационного органа на энергетические показатели/ В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, С.Н. Борычев и др. // Сб.: 50-летию академии посвящается : Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА. – Рязань, 1999. – С. 262-264.

УДК 638.1

*Туркин В.Н., канд. техн. наук,
Горишков В.В.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

ЛИНИИ ОБРАБОТКИ И БРИКЕТИРОВАНИЯ ПРОПОЛИСА

Прополис – смолистое вещество, используемое пчелами для заделывания щелей в улье. Он является одним из основных продуктов пчеловодства и повсеместно используется в медицине и косметологии.

Задачами современных систем обработки и брикетирования прополиса является выработка этого продукта пчеловодства по требованиям ГОСТ 28886–2019 «Прополис. Технические условия», а также повышение производительности линий переработки соответствующего сырья, снижение энергоемкости и трудоемкости технологических операций. При этом на одном прессе получают брикеты различной массы и формы: плитки, таблетки, пирамидальные брикеты [1, 2].

Проанализируем существующие системы обработки и брикетирования прополиса с выявлением их основных недостатков и возможных путей совершенствования.

Одна из существующих линий включает в себя сепарирующие решета; холодильный отсек для предварительного подмораживания сырья до температуры -12...-18°C; молотковую дробилку для измельчения прополиса в порошкообразное состояние; пресс-формы для прессования готового продукта в брикеты ручным способом [3].

Обработка прополиса на данной линии эффективна не в полной мере вследствие большого количества различных трудноотделяемых примесей, имеющих такой же размер, как частицы готового продукта. Это приводит к низкому качеству полученного таким образом прополиса. Другим недостатком рассматриваемой линии является прессование брикетов с использованием ручного труда.

Рассмотрим другую линию, включающую термошкаф и пневмосепаратор (рисунок 1). Она состоит из таких элементов как морозильная камера 1, центрифуга-дробилка 2, пневмосепаратор 3 (для очистки измельченного прополиса), термошкаф 4 (для нагревания очищенного прополиса

до консистенции пластической массы), формующий вальцовый пресс 5 (для прессования и упаковки готового продукта в брикеты).

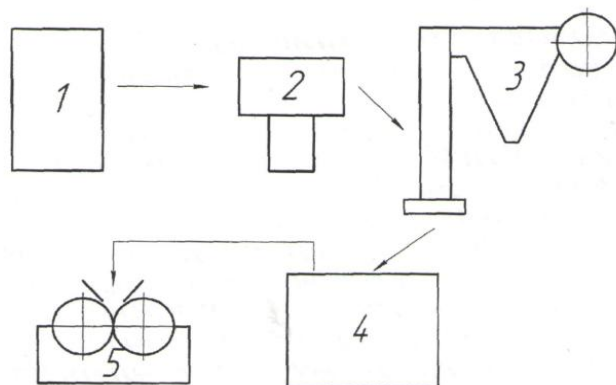


Рисунок 1 – Схематическое изображение линии по обработке прополиса:
1 – морозильная камера; 2 – центрифуга-дробилка; 3 – пневмосепаратор;
4- термошкаф; 5 – вальцовый пресс

Формующий пресс-брикетер вальцового типа в рассматриваемой линии позволяет объединить ручные операции прессования, придания формы и упаковки готового продукта в один полуавтоматический процесс. Это существенно снижает трудоемкость процесса обработки прополиса. Производительность подобной технологической линии от, например, ЗАО Пчеловодный комбинат «Коломенский» составляет до 60 кг/ч.

Однако в изучаемой линии отмечены недостатки: формующие вальцовые пресс-брикетеры не обеспечивают регулировки в широком диапазоне массы прессованного прополиса. А изготовление прессующих ячеек на формующих вальцах - довольно трудоемкая операция. Кроме того, для повышения производительности прополисной линии путем интенсификации охлаждения прополиса и минимизации проявления его адгезии к рабочим органам машин не применяется холодильная техника с «быстрым холодом» и оптимальной влажностью, стабильным поддержанием данных параметров холода на необходимом уровне [5].

Можно сделать вывод, что существующие линии обработки и брикетирования прополиса имеют высокую степень механизации и очистки этого продукта пчеловодства. Однако необходимо дальнейшее совершенствование подобных линий в сторону их удешевления и повышения производительности, оптимизации процесса брикетирования.

Библиографический список

1. Некрашевич, В.Ф. Механизация пчеловодства/ В.Ф. Некрашевич. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 265.
2. Технология производства и переработки продукции пчеловодства/ Г.М. Туников, Н.И. Кривцов, В.И. Лебедев, Ю.Н. Кирьянов. – М. : Колос, 2001. – С. 140-141.

3. Горшков, В.В. Исследование изменения относительной влажности воздуха в холодильных камерах с регуляторами потока холодного воздуха/ В.В. Горшков, В.Н. Туркин // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2017. – С. 305-308.

4. Бышов, Д.Н. Математическое моделирование процесса вакуумной инфракрасной сушки перговых сотов/ Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, И.А. Успенский и др. // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 4 (44). – С. 82-87.

5. Кочеткова, В.О. Динамическое охлаждение продуктов питания посредством инновационных экономайзеров холодильной техники/ В.О. Кочеткова, В.Н. Туркин // Сб.: Инновационные технологии пищевых производств : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 180-летию ФГБОУ ВО «Донского государственного аграрного университета». – 2020. – С. 91-95.

6. Кондакова, И.А. Влияние препаратов прополиса и перги на показатели естественной резистентности организма животных/ И.А. Кондакова, Е.Г. Беликова // Сб.: 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается. – Рязань, 2005. – С. 516-518.

7. Водолазская, Н.В. К вопросу увеличения срока службы оборудования перерабатывающих предприятий АПК/ Н.В. Водолазская, А.Г. Минасян, Г.И. Наседкин // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. – Белгород, 2015. – Том 2. – С. 24-25.

8. Мурашова, Е.А. Контроль качества продуктов пчеловодства/ Е.А. Мурашова // Материалы научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2009. – С. 290-292.

9. Мурашова, Е.А. Контроль качества продуктов пчеловодства/ Е.А. Мурашова // Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета. – Рязань, 2011. – С. 20-23.

10. Мусаев, Ф.А. Медоносные растения и биологическое значение мёда/ Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 197 с.

11. Захарова, О.А. Медоносные угодья Рязанской области/ О.А. Захарова, У.А. Делаев // Сб.: Современные проблемы пчеловодства : Материалы I Международной научно-практической конференции по пчеловодству в Чеченской Республике, 2017. – С. 106-109.

12. Лузгин, Н.Е. Способы очистки прополиса/ В.С. Беззубиков, Н.Е. Лузгин, Л.М. Нургалиев // Сб.: Материалы всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина. – Рязань : Совет молодых ученых РГАТУ, 2020. – С. 19-25.

13. Установка для брикетирования канди/ Н.Е. Лузгин, В.В. Утолин, В.В. Коченов и др. // Сб.: Теоретические и практические проблемы развития уголовно-исполнительной системы в Российской Федерации и за рубежом :

УДК 631.3

*Филючков Д.С.
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ;
Крапивина С.В.
Академия ФСИН России г. Рязань, РФ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КУЗОВОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КАРТОФЕЛЯ

В процессе машинной уборки картофеля и более точно – при вывозе выкопанного картофеля с поля клубни получают механические повреждения [1]. Самыми распространенными являются потемнение мякоти и сдир кожуры. В большинстве случаев, это происходит при загрузке транспортного средства и при его разгрузке [2, 3].

В первом случае проблема решается следующим образом. Так на перегрузочном транспортере картофелеуборочной машины может устанавливаться специальное устройство – устройство для гашения энергии падения клубней (ленточного типа) [4, 5, 6]. За счет данного технического решения сокращается перепад высот (между перегрузочным устройством картофелеуборочной машины и дном кузова транспортного средства) и уменьшается сила, с которой клубни ударяются о дно кузова транспортного средства при его загрузке [7].

Кроме этого гасители энергии падения клубней могут быть установлены непосредственно на кузов транспортного средства. Здесь встречаются два варианта: в виде ленточных ремней и в виде сплошного упругого полотна.

Со второй проблемой дела обстоят немного сложнее. Существуют различные выгрузные устройства для транспортных средств, которые позволяют производить разгрузку клубней порционно [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Единственное, что следует отметить так это высокая цена и невозможность использовать подвижной состав для перевозки других грузов (отличных, например, от картофеля).

В ходе научно-исследовательских изысканий был разработан самосвальный кузов транспортного средства, имеющий поперечные перегородки (рисунки 1-3). Это позволило разделить внутренне его пространство на части и создать предпосылки реализации возможности порционной разгрузки вороха [9].

Отличительной особенностью данного устройства является то, что поперечные перегородки приводятся в действие гидросистемой транспортного средства. При этом имеется возможность изменения момента открытия каждой из них (за счет изменения положения консолей 5 поперечных перегородок 3).

Принцип действия данного технического решения состоит в том, что

после открытия заднего откидного борта происходит выгрузка определенного объема вороха (согласно углу естественного скатывания клубней). В результате чего большая часть клубней будет выгружаться после открытия перегородок (первой, второй и третьей, если считать от заднего откидного борта).

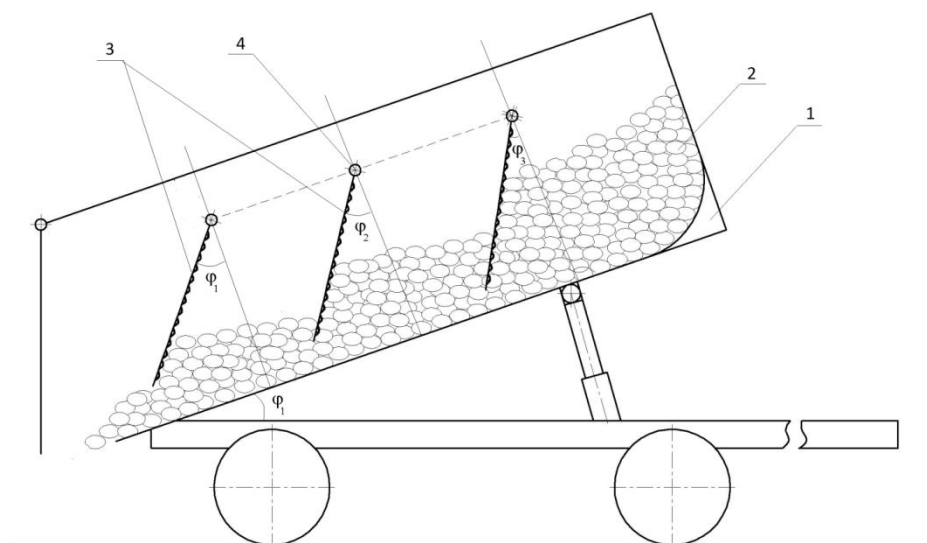


Рисунок 1 – Самосвальный кузов транспортного средства (общий вид):
1 – кузов; 2 – груз; 3 – перегородка; 4 – ось перегородки

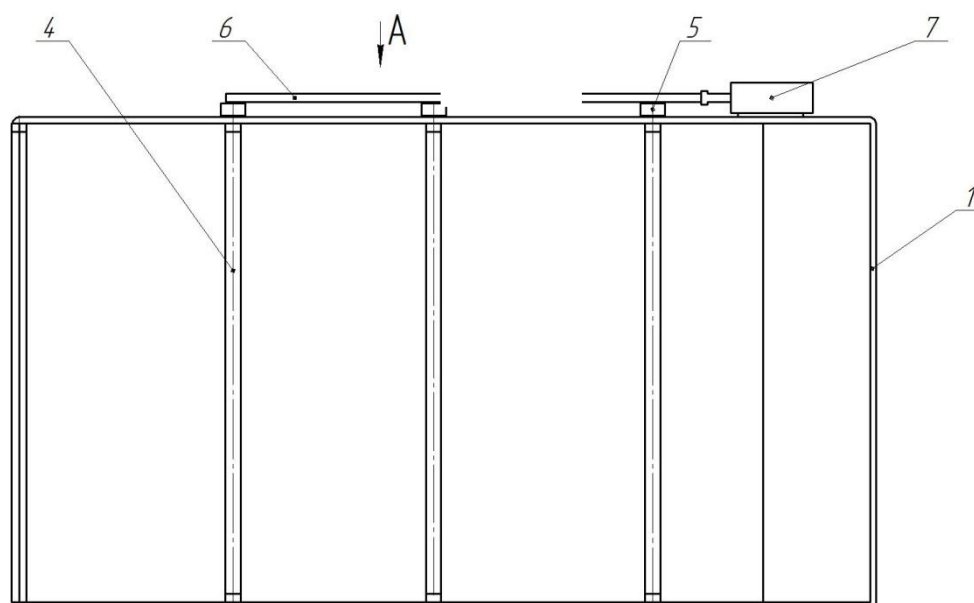


Рисунок 2 – Самосвальный кузов транспортного средства (вид сверху):
1 – кузов; 4 – ось перегородки; 5 – консоль; 6 – шток гидроцилиндра;
7 – корпус гидроцилиндра

Кроме вышеописанного поперечные перегородки постепенно открываются до предельного положения. Благодаря этому скорость клубней расположенных между ними и передним бортом транспортного средства, и следовательно снижается энергия их падения при разгрузке.

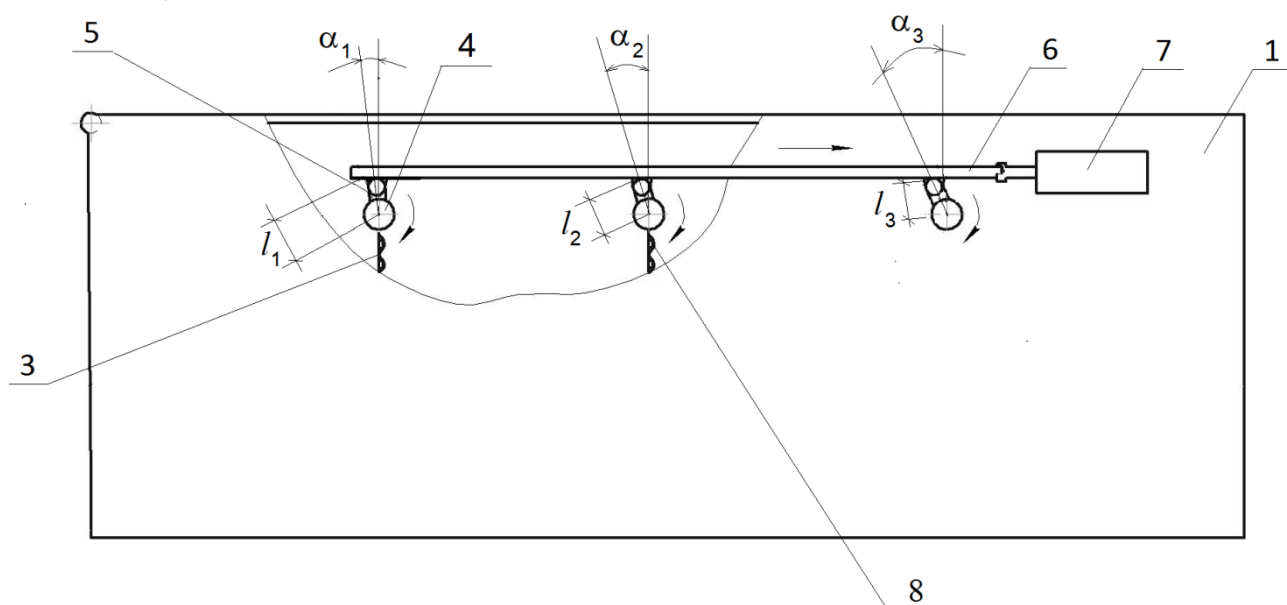


Рисунок 3 – Вид А кузова сбоку (со стороны гидроцилиндра):
8 – нежесткое противоскользящее покрытие

Применение данного технического решения позволит снизить скорость выгрузки груза из самосвального кузова транспортного средства. За счет этого будет уменьшено количество клубней, имеющих механические повреждения [15] (например, потемнение мякоти и сдир кожуры, возникающие при падении клубней на неупругие поверхности).

Библиографический список

1. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля) : Монография/ С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 402 с.
2. Успенский, И.А. Исследование причин возникновения повреждений клубней картофеля при их загрузке в транспортное средство/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 10 (268). – С. 26-29.
3. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N.V. Byshov et al // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2019. – 341 012145.
4. Increasing the Safety of Agricultural Products During Its Transportation and Unloading/ N.V. Byshov and other // ACM International Conference Proceeding Series. – 2018. – Pp. 176-179.
5. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И.А. Юхин, И.А. Успенский и др. // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы международной конференции. – Саранск : Изд-во ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», 2014. – С. 181-187.
6. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных

машин/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.В. Мачнев, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2 (284). – С. 22-25.

7. Успенский, И.А. Снижение травмирования корнеклубнеплодов при их перевозке самосвальным транспортным средством/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6 (276). – С. 22-25.

8. Пат. РФ № 161488. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К. и др. – Заявка № 2015145901/11 от 26.10.2015.

9. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071.

10. Пат. РФ № 191227. Устройство для транспортировки корнеклубнеплодов / Бoryчев С.Н., Бышов Н.В., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2019116209 от 27.05.2019.

11. Пат. РФ № 2636569. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции / Юхин А.А., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2016120142 от 24.05.2016.

12. Пат. РФ № 194128. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции / Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2019100387 от 09.01.2019.

13. Пат. РФ № 167067. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Юхин И.А., Успенский И.А., Бoryчев С.Н. и др. – Заявка № 2016123860/11 от 15.06.2016.

14. Пат. РФ № 166384. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции / Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Успенский И.А. и др. – Заявка № 2016115317/12 от 19.04.2016.

15. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля/ С.Н. Бoryчев, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187.

*Чигишева Л.А.,
Бачурин А.Н., канд. техн. наук, доцент,
Липин В.Д., канд. техн. наук, доцент,
Богданчиков И.Ю., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО РГТУ г. Рязань, РФ*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ УХОДА ЗА ЛУГАМИ И ПАСТБИЩАМИ

Общая площадь природных кормовых угодий в Российской Федерации составляет 83,6 млн га, из которых 62 млн. га приходится на пастбища и 21,6 млн. га на сенокосы [1]. При этом, 14,4 млн га находятся в неудовлетворительном культуртехническом и мелиоративном состоянии (около 6,9 млн га заросло кустарником и мелкоколесьем, 1,3 млн га покрыто кочками, 6,2 млн га заболочено). Ещё 19,2 млн га подвержено водной и ветровой эрозии, а 24,6 млн га расположены на засоленных и солонцовых почвах [1]. Качество почвы, её плодородие являются важным фактором определяющим качество получаемой растительной продукции [2], так при низком плодородии уровень питательных элементов в почве также минимален, выращенные на ней травы дают около 1,5 т/га сухого вещества. А травы, выращенные на плодородной почве (с достаточным количеством влаги (более 700 мм)) дают до 18 т/га [1, 3, 4, 5].

Если пренебрегать мероприятиями по уходу за лугами и пастбищами, то они начинают зарастать побочной растительностью: мелким кустарником, растениями не используемые при заготовке сена для животных (полынь, лопух и др.). Известно, что при попадании в корм животным, например полыни, то получаемое от этих животных молоко становится горьким и неприятным на вкус. В весенний период из-за засохшей растительности возможны возникновения пожаров [6, 7].

В Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева разработано устройство для ухода за лугами и пастбищами (рисунок 1) [8], которое позволяет утилизировать старую засохшую растительность, измельчая её, с одновременным посевом с внесением минеральных удобрений новых растений. Данное устройство агрегируется с тракторами тягового класса 14 кН, с использованием вала отбора мощности для привода измельчающего барабана. Измельчение старой травы осуществляется бильными элементами, выполненными из стального троса и закрепленных к фланцам в виде наклонных дисков установленных под углом α к оси вращения вала (угол α оказывает влияние на величину воздушного потока (рисунок 2).

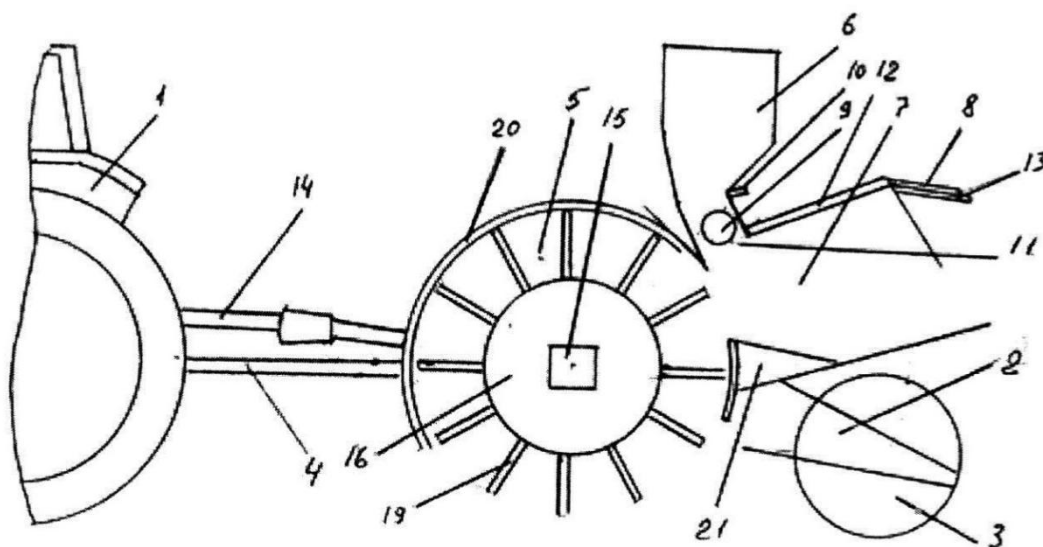


Рисунок 1 – Схема устройства для ухода за лугами и пастбищами:

- 1 – трактор; 2 – рама; 3 – опорное колесо; 4 – сница; 5 – измельчающий барабан; 6 – бункер для семян и минеральных удобрений; 7 – распределительный дефлектор; 8 – отражающий щиток; 9 – всевоящий аппарат; 10 – задвижка; 11 – окно; 12 – стенка; 13 – направляющие лопатки; 14 – карданный вал; 15 – вал; 16 – плоские диски; 17 – болтовое соединение; 18 – кольца; 19 – тросы; 20 – кожух; 21 – отсекатель

Предлагаемая машина по уходу за лугами и пастбищами работает следующим образом. При движении трактора 1 (см. рисунок 1), устройство приводится в движение, а при помощи вала отбора мощности 14 приводится во вращательное движение вал 15 с установленными плоскими дисками 16 и кольцами 18 между которыми закреплены тросы 19. Наклонные плоские диски 16 с кольцами 18 закрепленными под углом α к оси вращающегося вала 15 обеспечивают увеличение энергии воздушного потока, под воздействием которого старая высохшая трава, прилипшая к почве на лугах и пастбищах, поднимается и в зоне измельчения (под кожухом 20) измельчается тросами 19. Бильные элементы, выполненные в виде гибких тросов 19, позволяют поднимать траву, прилипшую к почве, как на ровных, а также неровных участках лугов и пастбищ. Измельченная старая трава отделяются отсекателем 21 и распределяются равномерно по поверхности почвы лугов и пастбищ.

В то же время в дефлектор 7 через окно 11 из бункера 6 всевоящими аппаратами 9 подаются семена трав и минеральных удобрений. При работе устройства из дефлектора 7 смесь измельченной травы, семян трав и минеральных удобрений, проходя через отражательный щиток 8 с регулируемые направляющими лопатками 13, распределяется по поверхности почвы лугов и пастбищ.

Норму внесения минеральных удобрений и семян трав регулируют при помощи задвижки 10 изменением проходного сечения питающего окна всевоящих аппаратов 9. Ширину и равномерность распределения

измельченной травы с минеральными удобрениями и семенами трав по поверхности поля регулируют установкой направляющих лопаток 13 в соответствующее положение на отражательном щитке 8.

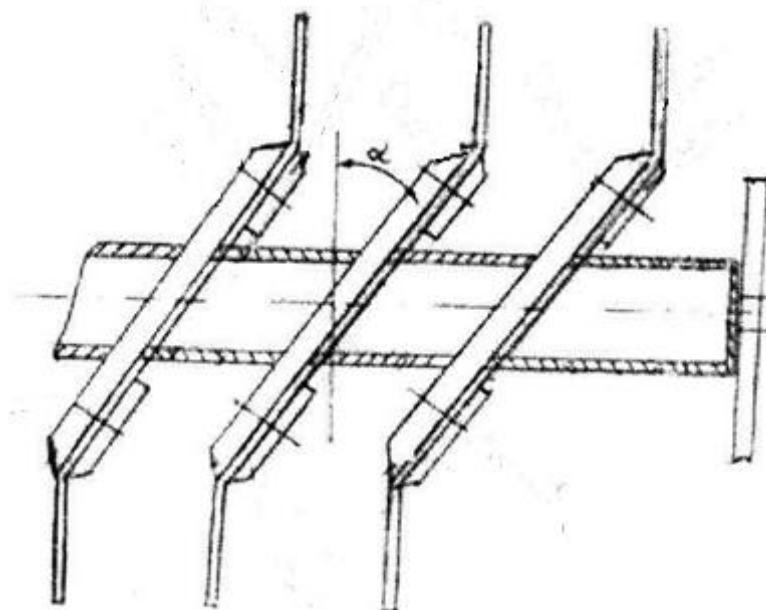


Рисунок 2 – Вал измельчающего барабана с закрепленными дисками:

α – угол крепления дисков в оси вращения вала, оказывает влияние на величину создаваемого воздушного потока

Использование предлагаемого устройства позволит обеспечить уход за лугами и пастбищами за счёт утилизации старой сухой травы и высевом новой. При этом весь комплекс операций выполняется одной машиной, что сократит количество проходов машинно-тракторных агрегатов по поверхности поля, снизив негативное воздействие на почву. Также, данное техническое решение позволит потенциально снизить пожарную опасность, исключив возможность возгорания старой сухой травы.

Библиографический список

1. Лазарев, Н.Н. Луговое хозяйство с основами кормопроизводства/ Н.Н. Лазарев, В.А. Тюлин, Е.А. Савенкова. – М. : Издательство Тверской ГСХА, 2021. – 171 с.
2. Богданчиков, И.Ю. Почвенное плодородие как залог продовольственной безопасности страны/ И.Ю. Богданчиков // Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 01-02 декабря 2020 года. – М. : Академия управления Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2020. – С. 82-86.
3. Лазарев, Н.Н. Создание и использование сеяных сенокосов и пастбищ/ Н.Н. Лазарев, В.А. Тюлин. – Тверь : Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – 184 с.

4. Бышов, Н.В. К вопросу об использовании растительных остатков для повышения плодородия почвы/ Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20–21 марта 2011 года. – Рязань : РГАТУ, 2011. – С. 88-90.
5. К вопросу об эффективном использовании соломы для сохранения почвенного плодородия/ Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Сб.: Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Материалы конференции. – Рязань : РГАТУ, 2012. – С. 59-63.
6. Богданчиков, И.Ю. Утилизация пожнивных остатков как мера борьбы со степными пожарами/ И.Ю. Богданчиков, С.А. Бычкова, И.И. Шанина // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2020. – № 1 (10). – С. 77-81.
7. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии/ И.В. Русакова. – Владимир : ФГБНУ ВНИИОУ, 2016. – 131 с.
8. Пат. РФ № 2021117101. Устройство для ухода за лугами и пастбищами/ Бачурин А.Н., Бoryчев С.Н., Шемякин А.В. и др. – Опубл. 02.11.2021.
9. Аналитический обзор наличия и использования земельных ресурсов в Рязанской области/ Г.В. Калинина, С.Н. Бoryчев, И.В. Лучкова, О.А. Ваулина // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 4-2. – С. 208-212.
10. Водолазская, Н.В. О разработке моделей технических систем специального назначения/ Н.В. Водолазская // Сб.: Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2021. – С 85-86.
11. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоёмких процессов (на примере картофеля) : Монография/ С.Н. Бoryчев, Н.В. Бышов, Д.Н. Бышов и др. – Рязань : РГАТУ, 2015.
12. Мелиорация сельскохозяйственных земель в РФ/ С.Н. Бoryчев, О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – 2018. – С.323-326.
13. Основы организационно-экономического развития интенсивного кормопроизводства/ М.В. Евсенина, А.А. Соколов, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы V международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2021. – С. 77-80.

14. Родин, И.К. Необходимость формирования продовольственной независимости страны в условиях мирового кризиса/ И.К. Родин, Е.В. Меньшова, М.В. Евсенина // Сб.: Инновации в сельском хозяйстве : Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2020. – С. 412-418.

15. Обоснование резервов повышения эффективности использования земельных ресурсов/ Д.В. Чижков, Е.В. Меньшова, М.В. Поляков, Н.Е. Лузгин // Сб.: Молодежь и XXI век – 2021 : Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах. – Курск, 2021. – С. 331-335.

16. Лузгин, Н.Е. Улучшение земель и совершенствование организации севооборотов/ Н.Е. Лузгин, Ш.Л. Исмаилов // Сб.: Проблемы развития современного общества : Материалы 6-ой Всероссийской национальной научно-практической конференции 23-24 января 2021 года. – Курск, 2021. – Том 3. – С. 244-248.

УДК 621.311:63

*Шемякин А.В., д-р техн. наук,
Борычев С.Н., д-р техн. наук,
Каширин Д.Е., д-р техн. наук,
Павлов В.В.*

ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ, СВЯЗАННЫХ С НАРУШЕНИЯМИ В РАБОТЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В промышленно развитых странах практически все сферы общественной жизни включены в производственный процесс, построенный на основе потребления и преобразования электрической энергии. Поэтому перебои или нарушения в системе электроснабжения в настоящее время могут парализовать технологические цепочки [1, 2, 3, 4, 5].

Реструктуризация российской энергетики привела к реорганизации структуры генерирующих отраслей, а также диверсифицировала схемы потребления электроэнергии. Для потребителей надежное электроснабжение на 70% определяется надежностью работы распределительных электрических сетей [6, 7, 8]. Существующая, в соответствии с требованиями ПУЭ, классификация электроустановок потребителя по требованиям к надежности электроснабжения устанавливает требования к резервированию системы электроснабжения. Поскольку в ПУЭ нет классификации конкретных приемников и четких рекомендаций по построению систем электроснабжения, то и определение категории надежности представляется недостаточно обоснованным [9, 10, 11].

Анализ накопленной статистики аварий и отказов в системе электроснабжения позволяет проводить оценку вероятного ущерба при перебоях поставок электроэнергии при помощи следующей зависимости:

$$U = (y_n + y_o \cdot T_o) \cdot P_m, \quad (1)$$

где U – предварительная оценка ущерба в стоимостном выражении, руб.;

T_o – продолжительность на протяжении календарного года (усредненная) плановых и аварийных отключений, час;

P_m – величина максимальной потребляемой мощности, кВт;

y_n – удельная постоянная ущерба, руб/кВт;

y_o – удельная переменная ущерба, руб/кВт·час.

Поскольку затраты на ущерб зависят от целого ряда управляемых и неуправляемых факторов, следует учитывать эти параметры в виде коэффициента. Так, внеплановые отключения наносят экономический ущерб производственному потребителю значительно больший, чем ущерб от стихийных бедствий.

Переменная экономическая величина удельного ущерба y_o учитывает затраты на нарушения в производстве от недовыпуска продукции и простоя оборудования.

Так возникает необходимость в оценке вероятного отключения оборудования.

Анализ статистических данных показывает, что на величину экономического ущерба от перебоев поставки электроэнергии влияют следующие параметры:

- продолжительность отсутствия электроэнергии;
- отсутствие информации об отключении;
- размер ограничения нагрузки;

Для детального анализа экономического ущерба необходимо определить группы потерь, связанных с перерывами в электроснабжении:

- 1) к первой группе отнесем только экономические потери;
- 2) ко второй группе – ущерб, причиненный социальной сфере;
- 3) к третьей – экологический ущерб;
- 4) к четвертой – ущерб, нанесенный жизни и здоровью людей.

Расчет величины ущерба представляет собой сложную задачу, для которой могут быть использованы следующие методы:

- моделирование различных вариантов отключения;
- методы прямого расчета ущерба;
- фактическая оценка ущерба (готовность объекта потребления платить за повышение надежности);
- социологические опросы среди потребителей;
- статистические методы.

Определение экономического ущерба потребителя из-за нарушения электроснабжения должно включать следующие этапы:

- прекращение подачи электроэнергии;
- выявление причин нарушения или прекращение подачи электроэнергии (поставка электроэнергии с отклонениями от требований ГОСТа, внеплановое или плановое отключение);
- проведение анализа отключений;

- структурирование экономического ущерба;
- расчет суммарного экономического ущерба.

Однако, из практики известно, что существенное влияние на величину ущерба оказывает не только общая продолжительность, но и частота отключений. Иными словами, необходимо выделить постоянную составляющую, связанную с фактом отключения, и переменную, связанную с продолжительностью.

Существует несколько способов выделения таких составляющих. Наибольшее распространение получил метод на основе построения функции регрессии. Опираясь на опыт проводимых ранее расчетов, можно сделать вывод, что целесообразно рассматривать минимум три категории: промышленные потребители, предприятия сферы услуг и население.

В этом случае можно получить оценку постоянной и переменной составляющих ущерба, что позволит спрогнозировать величину ущерба потребителя в зависимости от продолжительности отключения. Рассчитанная таким образом величина ущерба является основанием определения оптимального уровня надежности для конкретного потребителя, а, следовательно, определяющей объем и степень резервирования его электропитания.

Финансовая защита населения, предприятий и территорий с помощью договоров страхования убытков от перерывов электроснабжения требует дополнительных исследований, поскольку для этих целей требуется детальная классификация ущербов от перерыва в электроснабжении для более точной количественной оценки указанных ущербов [4].

Библиографический список

1. Воробьев, А.Э. Анализ причин отказов в работе асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве и промышленном производстве/ А.Э. Воробьев, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2017. – № 2 (5). – С. 169-174.
2. Каширин, Д.Е. Анализ факторов, влияющих на надежность работы электромагнитных контакторов/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Сб.: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2018. – С. 254-257.
3. Бышов, Д.Н. Исследование гранулометрического состава загрязненного воскового сырья/ Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, С.Н. В.В. Павлов // Сб.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – Саранск : Издательство: ОАО «Типография «Рузаевский печатник», 2016. – С. 463-465.
4. Бышов, Д.Н. Исследование дисперсионных свойств перги различного гранулометрического состава/ Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 1 (33). – С. 69-74.
5. Каширин, Д.Е. Исследование рабочего процесса измельчителя перговых сотов/ Д.Е. Каширин // Вестник Федерального государственного

образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2010. – № 1. – С. 24-27.

6. Фатьянов, С.О. Режимы работы батарей статических конденсаторов в сетях 110 кВ/ С.О. Фатьянов, И.О. Маслов // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2015. – № 1. – С. 227-232.

7. Власов, С.С. Исследование разветвленных несимметричных трехфазных цепей с отрицательным активным (расчетным) сопротивлением/ С.С. Власов, С.О. Фатьянов // Сборник научных работ студентов РГАТУ. – Рязань : РГАТУ. – 2011. – С. 153-154.

8. Каширин, Д.Е. К вопросу повышения качественных характеристик электроснабжения контактной сети/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Сб.: Наука и инновации: векторы развития. В 2-х книгах. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – С. 28-31.

9. Макаров, А.Ю. Регулирование реактивной мощности в сетях электроснабжения сельского хозяйства/ А.Ю. Макаров, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. – 2017. – № 2 (5). – С. 157-161.

10. Каширин, Д.Е. Исследование процесса самозапуска электродвигателя на учебном стенде/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 3 (43). – С. 99-104.

11. Лабораторное исследование компенсации реактивной мощности электрической сети/ Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, М.Б. Угланов и др. // Вестник РГАТУ. – 2018. – № 3 (39). – С. 77-81.

12. Оценка показателей качества электрической энергии в электропитающих сетях/ С.В. Вендин, С.В. Килин, С.В. Соловьёв, А.О. Яковлев. – М., 2020. – 248 с.

13. Сухомлинова, Е.В. Об экономической эффективности работы электродвигателей сельскохозяйственных машин/ Е.В. Сухомлинова, Н.В. Водолазская // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. – Белгород : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – С. 110.

14. Китаёва, О.В. Совершенствование системы электроснабжения сельского поселения/ О.В. Китаёва, Н.В. Заболотный // Сб.: Роль науки в удвоении валового регионального продукта : Материалы XXV Международной научно-производственной конференции. – Белгород : Белгородский ГАУ, 2021. – С. 111-112.

15. Энергосбережение/ А.В. Щур, Н.В. Бышов, Н.Н. Казаченок и др. – Могилев-Рязань : изд-во ИП Жуков В.Ю., 2020. – 260 с.

16. Мажайский, Ю.А. Социально-экономические механизмы охраны окружающей среды/ Ю.А. Мажайский, О.А. Захарова. – Рязань : МФ ВНИИГиМ, 2005. – 199 с.

17. Энергосбережение на основе использования передовой технологии и критерия безубыточности в деятельности малых инфраструктурных предприятий/ И.В. Федоскина, А.А. Горохов, М.А. Вашурина, М.Н. Горохова // Сб.: Энергосберегающие технологии : Материалы Всероссийской научно-

практической конференции с международным участием. – Ярославль : ЯГСХА, 2014. – С. 50-54.

18. Аникин, Н.В. К вопросу о защите электродвигателей погружных насосов от обрыва фаз и несимметрии напряжений/ Н.В. Аникин, А.С. Терентьев, В.В. Коченов // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 21-25.

НОВАЦИИ КАК СТРАТЕГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Материалы Всероссийской научно-практической конференции,
посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина
12 ноября 2021 года*

Бумага офсетная Гарнитура *Times* Печать лазерная
Усл печ л 15. Тираж 500 экз. Первый завод 100 экземпляров. Заказ № 192.
подписано в печать 15.12.2021 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева

Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно методических пособий
ФГБОУ ВО РГАТУ

390044, г. Рязань, ул. Костычева, оф.103-б