



Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area
Сельхозпроизводство Агротехсервис Агробизнес

РОСИНФОРМАГРОТЕХ

Научно-информационное
обеспечение создания и внедрения
конкурентоспособных технологий
по направлениям реализации
Федеральной научно-технической
программы развития
сельского хозяйства
на 2017-2025 годы



• Наука

• Производство

• Инновации

ТРАКТОРЫ RSM 3000

Максимальная производительность в комфортных условиях

СЕРИЯ ПРЕДСТАВЛЕНА
МОДИФИКАЦИЯМИ
440, 492, 542 И 583 Л. С.

Подробные ТТХ по ссылке:



Участник
AGROSALON 2020
Больше техники на стенде

Регистрация:



Реклама



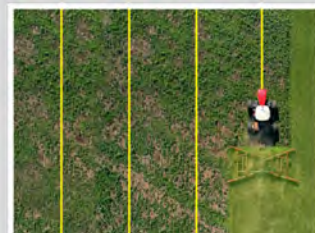
Комфортная двухместная кабина с многофункциональным подлокотником и панорамным обзором.



Топливная экономичность благодаря сбалансированному сочетанию двигателя и автоматической коробки передач.



Гидравлическая система с закрытым центром и компенсацией потока в зависимости от нагрузки дает возможность оснащать трактор большинством прицепных орудий.



Использование Agrotronic™ и системы Автопилот* повышает рентабельность сельскохозяйственного производства на 7–15%.

* Опционально.

ПОДРОБНОСТИ – ПО ГОРЯЧЕЙ ЛИНИИ
8 800 250 60 04
Звонок бесплатный на территории России
www.rostselmash.com

РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Чутчева Ю.В., Пуляев Н.Н., Коротких Ю.С. Перспективные направления развития тягово-транспортных средств для сельского хозяйства 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Амбиции «цифры». Как компания Ростсельмаш развивает современные цифровые технологии и почему от этого выиграет АПК в целом 6
LEXION 8700 проявил свою интеллектуальную мощь 8

Инновационные технологии и оборудование

Иванов А.Б., Таркинский В.Е., Трубицын Н.В. Новый метод определения энергетических параметров работы машинно-тракторных агрегатов 10
Фадеев Д.Г., Прокофьев С.В., Перов Г.А., Пучков Е.М., Галкин А.В. Селекционная высокоэффективная машина для очистки семян льна в семеноводстве 16
Морозов Н.М., Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е. К совершенствованию заточных устройств режущих пар стригальных машинок для овец 20
Готовщikov А.М. Обоснование параметров приемо-передающей антенны RFID-считывателя для систем динамического взвешивания животных 25
Петрухина Д.И., Помясова М.Г., Карпенко Е.И. Исследование возможности применения нетермальной плазмы для фитосанитарной обработки семян ячменя 30
Войтюк М.М., Мачнева О.П., Войтюк В.А. Сельскохозяйственное сырье при изготовлении конструкционных материалов для строительства объектов АПК 34

Агротехсервис

Спицын И.А., Юдин В.М., Захаров Ю.А., Голубев И.Г. Восстановление чугуновых деталей сельскохозяйственной техники гальваническим цинкованием с механической активацией катодной поверхности 38

Аграрная экономика

Попов Р.А., Великанова И.В. Проблемы и перспективы развития льняного подкомплекса в условиях трансформации мер государственной поддержки 43

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);
08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

Редакция журнала:

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60. Тел. (495) 993-44-04

fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>

© «Техника и оборудование для села», 2020

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 23.09.2020 Заказ 274

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, допускается только с разрешения редакции.

УДК 631.37

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-2-5

Перспективные направления развития тягово-транспортных средств для сельского хозяйства

Ю.В. Чутчева,

д-р экон. наук, доц.,
yuv.chutcheva@yandex.ru

Н.Н. Пуляев,

канд. техн. наук, доц.,
inpro.msau@gmail.com

Ю.С. Коротких,

ст. препод.,
skt.at@yandex.ru
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева)

Аннотация. Показано современное состояние технического вооружения отечественного сельского хозяйства. Поставлены задачи, решение которых позволит повысить эффективность транспортного обслуживания сельхозтоваропроизводителей, что положительно скажется на конкурентоспособности отрасли в целом.

Ключевые слова: инновационное сельское хозяйство, электрический трактор, развитие АПК, перспективные тракторы, гибридное транспортное средство.

Постановка проблемы

Сельское хозяйство – одна из крупнейших отраслей экономики любой страны. Современные рыночные условия и высококонкурентная среда в агропромышленном комплексе ставят перед отраслью потребность улучшения обеспеченности некоторых энергоемких процессов растениеводства, особенно уборочных, транспортными средствами и тяговыми агрегатами.

На выполнение транспортных работ в сельскохозяйственных организациях приходится около 50% всех энергозатрат. Например, доля затрат труда на транспортные работы при возделывании зерна составляет около 30 %, при заго-

товке картофеля – 40, а при переработке кукурузы на силос – 70 % [1, 2].

Ежегодный грузооборот сельскохозяйственных организаций на каждый гектар пашни составляет 20-40 т, а объем транспортных работ – 80-200 т/км [3].

Факторами, усложняющими работу транспорта в сельском хозяйстве, являются:

- эксплуатация на дорогах низких категорий;
- срочность, обусловленная перевозкой скоропортящейся продукции;
- сложность механизации погрузочно-разгрузочных работ и др.

В то же время парк автомобилей в АПК изношен как морально, так и физически. По данным аналитического агентства «Автостат», по состоянию на 1 января 2020 г. при общей численности грузовых автомобилей 3,78 млн шт. доля автомобилей, возраст которых превышает 15 лет, достигает 64,7 %. Средний возраст автопарка составляет 21,2 года, доля отечественных автомобилей – 67 % [4, 5].

Аналогичная ситуация наблюдается с тракторами и сельскохозяйственными машинами.

Однако программа импортозамещения, реализуемая в нашей стране, немыслима без развития сельскохозяйственного производства и агропромышленного комплекса в целом.

Цель исследований – анализ перспективных технологий и средств механизации сельского хозяйства, позволяющих повысить конкурентоспособность отечественного АПК за счет увеличения производительности и эффективности.

Материалы и методы исследования

На основании проведенного в настоящей работе анализа сделаны выводы о низком техническом оснащении АПК.

Задачи повышения эффективности автомобильного транспорта АПК необходимо решать в комплексе, состоящем из следующих уровней:

1. Определение необходимой производительности в связи с запланированным ростом объема перевозок и производства продукции.
2. Определение источников прироста объема перевозок и производства продукции.
3. Определение элементов прироста объема перевозок и производства продукции в результате улучшения показателей работы.
4. Определение необходимых показателей (коэффициенты выпуска, технической готовности и др.).

Результаты исследований и обсуждение

Рассматривая структуру автомобильного парка сельскохозяйственных организаций, можно сказать, что наибольший удельный вес занимают самосвалы (21,5 %) и бортовые машины (18,5 %) (см. таблицу) [2].

Анализ данных таблицы показал, что транспортировка практически 75 % грузов в сельском хозяйстве требует наличия у автомобилей специализированных или самосвальных кузовов.

Парк грузовых автомобилей, зарегистрированных на юридические лица, составляет более 2 млн ед. Возрастная структура представлена на рис. 1.

Структура автопарка сельскохозяйственных организаций

Вид техники	Доля, %	Вид техники	Доля, %
Самосвалы	21,5	Спецтехника	6,6
Бортовые автомобили	18,5	Автоцистерны	3,3
Седельные тягачи	12,3	Автокраны	2,1
Автофургоны	10,5	Прочие	25,1

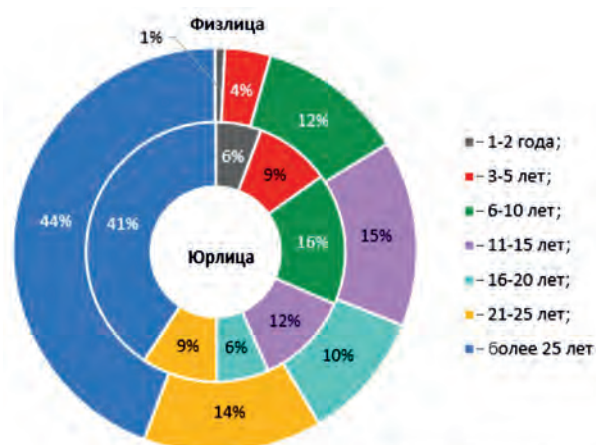


Рис. 1.
Возрастная
структура парка
грузовых
автомобилей

Источник: Russian Automotive Market Research

Одной из особенностей пополнения парка подвижного состава АПК является постепенное увеличение грузоподъемности транспортных средств [2]. Данная тенденция положительно влияет на межхозяйственные внешние перевозки, но отрицательно сказывается на внутрихозяйственных. Автомобильная техника повышенной грузоподъемности, производимая на сегодняшний день в России, рассчитана, в первую очередь, на эксплуатацию по дорогам с твердым покрытием.

По мнению ряда исследователей, решением проблемы транспортного обслуживания может стать создание специализированных транспортно-технологических машин.

Институтом НАМИ в 2007 г. предложен универсальный грузовик для бездорожья – «Силант». После проведения масштабных испытаний было принято решение о массовом его производстве в г. Великом Новгороде, но до настоящего времени заводом было собрано чуть более 500 ед. Несмотря на постоянную модификацию и улучшения – изменения в конструкции мостов, двигателя, рамы, повышение запаса энерговооруженности и увеличение перечня применяемого

навесного оборудования, проект так и остается на уровне мелкосерийной сборки [6].

Еще одним проектом автомобиля для сельского хозяйства стал разработанный автомобильным заводом УРАЛ и группой ГАЗ совместно с учеными МГАУ имени В.П. Горякина автомобиль УРАЛ-432065. Изначально данный автомобиль задумывался как транспортное средство, способное замкнуть технологическую цепочку в процессе выращивания и уборки урожая. Многофункциональность

грузовика предусматривалась путем использования рабочих адаптеров. Но и в этом случае проект остался на уровне опытных машин [7].

Использование рабочих надстроек (адаптеров) – одно из перспективных направлений создания машины для сельского хозяйства. С их помощью автомобиль может быстро трансформироваться в самосвал, цистерну для внесения жидких удобрений, перевозки воды или топлива, загрузчик зерна, опрыскиватель и др. Достоинством применения таких тягово-транспортных средств является то, что автомобильное шасси как наиболее дорогостоящая составляющая может использоваться постоянно, в то время как адаптеры или кузова простаивают.

Также перспективным направлением развития транспортных средств для АПК можно назвать использование мультифтов. В настоящее время основной сферой применения крюковых погрузчиков является сбор и вывоз мусора и отходов. Но некоторые производители предлагают сменные кузова для сельскохозяйственных организаций, например, для складирования и транспортировки кормов и урожая, а также пескоразбрасыватели.

Отдельным направлением развития автомобильного транспорта для АПК является совершенствование энергетических установок для них. Переход автомобильной техники на использование альтернативных источников энергии является необходимостью (рис. 2).



Рис. 2. Классификация транспортных средств на альтернативных видах топлива



Рис. 3. Парк автотранспортных средств, использующих газомоторное топливо, ед.

Перспективным направлением является применение газомоторного топлива как реально применимого из альтернативных видов топлива (рис. 3). В этом случае решаются проблемы экологической и экономической направленности [8, 9].

Для обеспечения машинно-тракторного парка природным газом в ГНУ «ВИМ» разработано 18 технологических схем снабжения с использованием передвижных и стационарных газозаправщиков. Для сельскохозяйственных и транспортных предприятий во ВНИИГАЗ был разработан гаражный газозаправщик, работающий от бытовых сетей.

Второе направление – использование биотоплив. Большинство сельскохозяйственной техники оснащено дизельными двигателями, поэтому использование биодизеля в агропромышленном комплексе возможно.

В чистом виде биодизель применяется редко и служит основой для смешанного топлива. Для его использования не требуется переоборудования или модернизации техники [10].

Третьим направлением является разработка различных схем мобиль-

ных электроагрегатов, разновидностью которых являются гибридные схемы. Согласно Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года одним из перспективных направлений инновационного развития автомобильного транспорта являются технологии электрификации транспортных средств, т.е. создание электромобилей и гибридов [11].

За период с 2017 г., когда в Российской Федерации зарегистрировано менее 1,5 тыс. электромобилей, и до настоящего времени их количество выросло незначительно и составило всего 6,3 тыс. ед. Зарядные станции для электромобилей в основном приходятся на Москву и Московскую область, а также Санкт-Петербург [12, 13].

Полностью электрические транспортные средства оснащаются силовой установкой, приводимой в действие за счет энергии аккумуляторов или конденсаторов. Средняя дальность поездки составляет 100-150 км. Среди недостатков – высокая стоимость, влияние условий эксплуатации (скорость передвиже-

ния, климатические условия) на дальность поездки, длительность заряда аккумуляторных батарей.

Гибридное транспортное средство в дополнение к аккумулятору имеет двигатель внутреннего сгорания, что позволяет проводить зарядку аккумуляторов без использования внешних источников энергии. Однако такие средства менее экономичны и экологичны. Несмотря на это, подобные транспортные средства являются наиболее массовыми среди электромобилей.

Но не только автомобили могут иметь электрическую трансмиссию. В научных кругах бурно обсуждаются вопросы создания электрического трактора. Еще в 2011 г. учеными РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева был реализован проект полностью электрического трактора на базе самого популярного трактора МТЗ-82 мощностью 60 кВт. Длительность работы электротрактора на блоке литий-ионных батарей составляла 4 ч, а время полной зарядки – от 30 мин. Солнечные батареи, установленные на крыше кабины, позволяли обеспечить автономное питание дополнительного оборудования (освещение, кондиционер и др.). Основные достоинства: простота обслуживания, ремонтпригодность, отсутствие вредных выбросов и шума. Трактор можно использовать как в больших хозяйствах, так и на фермах [14].

В настоящее время у каждого передового производителя сельскохозяйственной техники есть проект электрического трактора.

Голландской компанией «Voesen-kool» создан трактор-гибрид. Особенность мод. Multi Tool Trac – наличие полностью электрического силового агрегата (рис. 4).

Компания John Deere сконструировала полностью электрический трактор Sesam мощностью 402 л.с. (рис. 5). В качестве силовой установки используются два электродвигателя по 150 кВт и аккумуляторные блоки на 130 кВт·ч. Полный заряд батареи обеспечивает работу на протяжении 4 ч при нормальных условиях.

В сельскохозяйственном производстве при проведении полевых



Рис. 4. Трактор-гибрид Multi Tool Trac

Рис. 5. Полностью электрический трактор John Deere Sesam



Рис. 6. Концепция создания электрического трактора

работ тягово-транспортные средства движутся по определенному циклическому маршруту. На маршруте можно установить зарядные станции, которые станут опорными точками, где электротрактор будет заряжать накопители энергии (рис. 6). Подобная схема сейчас используется при эксплуатации электробусов (Москва).

В настоящее время сельское хозяйство, как и любая современная отрасль экономики, характеризуется огромным информационным потоком. Информация поступает от различных устройств: сельскохозяйственной техники, автомобилей, метеорологических станций, беспилотных летательных аппаратов и др. На основе анализа полученной информации имеется возможность находить закономерности и принимать правильные решения [15].

Еще одним направлением развития техники в АПК может стать более активное использование средств глобальной спутниковой связи и цифровизации, что может дать синергетический эффект и позволит перейти к точному земледелию.

Выводы

1. Использование инновационных технологий позволит снизить риски, связанные с человеческим фактором, организовать производственные

процессы в автоматическом режиме и снизить затраты на производство продукции.

2. Рассмотрены перспективные типы мобильных энергетических средств для нужд сельского хозяйства и силовых установок, применяемых в технике, эксплуатируемой в организациях АПК, такие как биодизельные, газовые, гибридные и электрические двигатели.

Список использованных источников

1. Дидманидзе О.Н., Карев А.М., Митягин Г.Е. О перспективах развития автомобильного транспорта в агропромышленном комплексе // Международный научный журнал. 2016. № 1. С. 53-65.
2. Ерохин М.Н., Дидманидзе О.Н., Митягин Г.Е. Проблемы и перспективы импортозамещения на автомобильном транспорте // В сб.: Информационные технологии и инновации на транспорте. Матер. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. 2016. С. 88-96.
3. Коротких Ю.С., Пуляев Н.Н. Развитие и современное состояние автомобилизации. М.: ООО «Автограф», 2018. 108 с.
4. Российский парк грузовых автомобилей: показатели на 1 января 2020 года [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.autostat.ru%2Finfographics%2F43258%2F> (дата обращения: 10.07.2020).
5. Чутчева Ю.В., Коротких Ю.С., Пуляев Н.Н. К вопросу обновления парка тракторов в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 5. С. 19-24.
6. Универсальный грузовик для бездорожья СИЛАНТ 2868 [Электронный ресурс].

URL: <http://www.silant.com/> (дата обращения: 10.07.2020).

7. Сильное звено. Автомобиль «Урал-432065» со сменными надстройками [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gruzovikpress.ru/article/20550-avtomobil-ural-432065-so-smennymi-nadstroykami-silnoezveno/> (дата обращения: 10.07.2020).

8. Коротких Ю.С. Перспективы использования газомоторного топлива в России // Международный научный журнал. 2016. № 2. С. 77-80.

9. Коротких Ю.С. Проблемы грузовых автомобильных перевозок // Сельский механизатор. 2017. № 2. С. 38-39.

10. Использование смесей дизельного топлива и метилового эфира подсолнечного масла в качестве моторного топлива / В.А. Марков [и др.] // Грузовик. 2016. № 1. С. 37-48.

11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 апреля 2018 года № 831-р (Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года (с изменениями на 22 февраля 2019 года) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/557299378> (дата обращения: 10.07.2020).

12. Столяров Д.М., Коротких Ю.С., Пуляев Н.Н. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками // Наука без границ. 2019. № 6. С. 56-59.

13. Зарикеев А.Р., Пуляев Н.Н. Тенденции развития моторов для электромобилей и экологическая безопасность их производства // Наука без границ. 2020. № 4. С. 42-45.

14. Пуляев Н.Н., Зарикеев А.Р. Трактора сельскохозяйственного назначения нового поколения // Наука без границ. 2020. № 5. С. 112-116.

15. Industrial transformation of kazakhstan in digitalization's era / Agumbayeva A., Chmyshenko E., Pulyaev N., Bunkovsky D., Kolesov K., Amirova E. // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2019. Т. 10. № 6 (44). С. 1861-1867.

Promising areas for the development of traction vehicles for agriculture

Yu.V. Chutcheva, N.N. Pulyaev, Yu.S. Korotkikh

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Summary. The current state of the technological infrastructure of domestic agriculture is shown. The tasks have been set, the solution of which will improve the efficiency of transport services for agricultural producers, which, in turn, will have a positive effect on the competitiveness of the industry as a whole.

Keywords: innovative agriculture, electric tractor, agribusiness development, promising tractors, hybrid vehicle.

Амбиции «цифры»

Как компания Ростсельмаш развивает современные цифровые технологии и почему от этого выиграет АПК в целом

Умное сельское хозяйство, цифровизация АПК, электронные системы управления агропредприятием – цифровые технологии всё прочнее проникают в аграрную сферу. Сегодня требования времени очевидны для всего мира. По данным госкорпорации «Ростех», порядка 70% фермерских хозяйств США, Канады, Западной Европы уже используют интеллектуальные технологии для сельского хозяйства. В России спрос в этой сфере только формируется, но настолько активно, что цифровое будущее аграрного комплекса станет делом ближайших лет, многие агропредприятия уже начинают цифровую трансформацию. Активнее всего к изменениям приспосабливаются, а во многом и стимулируют их производители сельхозмашин.

Компания Ростсельмаш, например, готовит настоящий технологический прорыв: специальное подразделение занимается разработкой и внедрением

умных систем как в уже известную сельскохозяйственную технику, так и в те машины, которые готовятся сойти с конвейера в ближайшем будущем. Компа-

ния разрабатывает технологии, которые позволяют автоматизировать наиболее востребованные задачи, фактически оказывая «цифровую» поддержку опе-



раторам трактора, зерно- и кормоуборочного комбайнов: совершенствуются системы автовождения на базе высокоточной навигации, специалисты работают над тем, чтобы с применением технологий машинного зрения «научить» машины реагировать на препятствия разной степени сложности.

В планах следующего года – запуск коммерческой версии этих продуктов, прежде всего для наиболее производительных машин, таких как комбайн TORUM 785: применение технологий автоматизации в этом случае даст наибольший эффект.

Беспилотный комбайн – не фантастика: крупные производители всего мира ведут разработки в этом направлении. Уникальность в том, что на российские поля выйдет беспилотный комбайн, разработанный исключительно российскими

инженерами. Это не просто демонстрация силы (Ростсельмаш планомерно наращивает мощности в интеллектуальном сегменте машиностроения), а оригинальное видение пути интеграции цифровых систем в сельхозмашиностроении – не покупать технологии, а создавать их, наращивать собственные компетенции. Это более долгий, но, очевидно, более правильный путь и для компании, и для отрасли, и для конечного потребителя.

При таком подходе большинство цифровых решений уже сегодня являются «родными» для машин Ростсельмаш: технологии «не пристраиваются», а интегрируются, т.е. изначально разрабатываются с учетом сложной архитектуры машины. При необходимости изменения могут быть внесены и в саму архитектуру. Так создаётся своего рода экосистема.

Философия такова: когда программное обеспечение, аппаратная часть и конструктивные особенности комбайна, трактора или энергосредства выполнены в одной предусмотренной производителем логике, возникает синергетический эффект, так как не приходится идти на компромисс с существующей конструкцией машины. Это обеспечивает потребителю безопасность, надёжность и работу без сбоев.

Для развития этой экосистемы компания Ростсельмаш серьёзно «вкладывается» в интеллектуальные технологии. Развитие собственных инноваций идёт по следующим четырём направлениям:

- ♦ системы телеметрии и межмашинного взаимодействия;
- ♦ системы автовождения;
- ♦ системы автоматизации технологических процессов;
- ♦ системы безопасности и предупреждения нештатных ситуаций.

Ряд цифровых решений уже сегодня применяется на машинах. Это и система ночного видения РСМ Ночное Видение, и система помощи оператору зерноуборочного комбайна РСМ Оптимакс, которая рекомендует оптимальные настройки техпроцесса в зависимости от

условий уборки. «Сердцем» линейки цифровых продуктов Ростсельмаш является система телеметрии и мониторинга Агротроник, которой комплектуется большинство агромашин.

В настоящее время специалисты компании проводят испытания важного дополнения к системе автовождения РСМ Адаптивный Круиз Контроль, позволяющего за счёт управления не только траекторией, но и скоростью движения комбайна обеспечить стабильный поток массы на входе, а значит, ещё больше снизить потери и оптимизировать загрузку ДВС зерноуборочного комбайна. Аналогичная опция готова и для внедрения на кормоуборочных машинах. К следующему году в продажу поступят ещё порядка десяти уникальных систем автоматизации. Все комбайны Ростсельмаш подготовлены для их установки.

Ещё одно благоприятное для технологического прорыва условие: компания заключила соглашение с опорным вузом Ростовской области – Донским государственным техническим университетом. В июле на базе Донского инженерингового центра ДГТУ был открыт центр Ростсельмаш, в задачи которого входит разработка проектов в сфере цифровизации агропромышленного комплекса и сельхозмашиностроения, в том числе по созданию датчиков нового поколения для сбора информации о состоянии почв и растений, разработке пилотной автономной фермы и, конечно, сельхозмашин нового поколения.

Кейсы, над которыми работают специалисты Ростсельмаш (в новый центр компетенций их приглашали работать со всей России) в содружестве с учёными, сегодня столь же исполнимы, сколь и амбициозны: это создание системы предиктивной диагностики техники для предсказания отказов и радарного зрения, позволяющего машине «видеть» препятствия сквозь растения, проектирование полностью автономного комбайна без кабины. Подобных решений в мире ещё не найдено.



LEXION 8700 ПРОЯВИЛ СВОЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНУЮ МОЩЬ

Лето 2020 года стало первым, когда комбайн второго поколения LEXION 8700 смог в полной мере проявить свои преимущества на российских полях. Проведенные компанией CLAAS демонстрационные показы зафиксировали, что какими бы сложными ни были условия уборки, интеллектуальная система автоматизации CEMOS AUTOMATIC обеспечивает максимальную производительность с минимальными потерями зерна.

В период с июля по август в Южном и Центральном федеральных округах официальные дилеры компании CLAAS провели около 20 демонстрационных показов нового комбайна LEXION 8700 с широкозахватной (11 м) жаткой CONVIO FLEX 1080. Во многих случаях наблюдались крайне сложные условия уборки, тем не менее автоматическая система контроля обмолота CEMOS AUTOMATIC неизменно показывала высочайшую способность быстро и эффективно адаптировать машину, выводить ее на максимальную производительность при потерях зерна не более 0,2-0,3%.

В ходе одних из первых демонстрационных показов, проходивших на юге России, LEXION 8700 с жаткой CONVIO FLEX 1080 убирал озимый ячмень с урожайностью 95 ц/га. Неблагоприятные погодные условия привели к тому, что влажность зерна достигала 18%, более того, дополнительным осложняющим уборку обстоятельством была высокая доля солоистой массы. Тем не менее автоматическая настройка CEMOS AUTOMATIC и загрузка мощного двигателя на 95% позволили вывести машину на производительность в 6 га/ч при рабочей скорости 7 км/ч. Рост расхода топлива до 20 л/га более чем компенсировался объемами и чистотой зерна в бункере.

Другим показательным примером стала уборка легкой озимой ржи с урожайностью 31 ц/га. LEXION 8700 в комбинации с жаткой с гибким режущим полотном CONVIO FLEX 1080 и в этот раз позволили системе CEMOS AUTOMATIC выйти машине на приемлемую для подобных

условий производительность в 3 га/ч при рабочей скорости 4 км/ч. Потери зерна как в предыдущем, так и в этом случае не превышали 0,2-0,3%.

Стоит отметить, что главное преимущество системы CEMOS AUTOMATIC заключается в том, что механизатору достаточно задать определенную агрономическую цель, а все влияющие на ее достижение параметры работы машины и МСУ: скорость движения, обороты барабана, ротора, вентиляторов, зазоры и другие подстраиваются автоматически. Уникальные способности этой интеллектуальной системы высоко оценили отраслевые эксперты. В частности, система CEMOS AUTOMATIC получила золотую медаль на Конкурсе инноваций сельскохозяйственной техники выставки АГРОСАЛОН 2020.

Дополнительную эффективность комбайну LEXION 8700 обеспечивают и многие другие системы автоматизации. В частности, FIELD SCANNER самостоятельно определяет кромку между нескошенными растениями и стерней с точностью до нескольких сантиметров и ведет по ней комбайн.

Более детально с результатами всех демонстрационных показов комбайна LEXION 8700 можно будет ознакомиться на выставке АГРОСАЛОН-2020, которая пройдет в начале октября в «Крокус Экспо» (Москва). На стенде CLAAS главным экспонатом станет именно тот зерноуборочный комбайн, который принимал участие во всех показательных работах.

На правах рекламы.



ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXVI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



MVC: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2021

Ufi
Approved
Event

26 - 28 ЯНВАРЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОН № 75

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
КОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ

СОЮЗ КОМБИКОРМЩИКОВ



РОССИЙСКИЙ ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ

СОЮЗРОССАХАР



EUROPEAN FEED
MANUFACTURERS' FEDERATION
ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION
ВСЕМИРНАЯ НАУЧНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПО ПТИЦЕВОДСТВУ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



РОСПТИЦЕСОЮЗ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ СВИНОВОДОВ



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗООБИЗНЕСА



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБИОПРОМ»



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ «РОСРЫБХОЗ»



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР:

МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"



(495) 755-50-35, 7755-50-38
INFO@EXPOKHLEB.COM
WWW.MVC-EXPOKHLEB.RU

УДК 631.3.018.2:004.32

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-10-15

Новый метод определения энергетических параметров работы машинно-тракторных агрегатов

А.Б. Иванов,

науч. сотр.,

artem_b_ivanov@mail.ru

В.Е. Таркинский,

д-р техн. наук,

зав. лабораторией, вед. науч. сотр.,

tarkivskiy@yandex.ru

Н.В. Трубицын,

канд. техн. наук,

зав. сектором,

trubicin@yandex.ru

(Новокубанский филиал ФГБНУ

«Росинформагротех» (КубНИИТиМ)

Аннотация. Рассмотрены известные методы оценки энергетических параметров работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов, проанализированы их достоинства и недостатки. Предложен метод определения текущей мощности через давление турбонаддува дизельного двигателя энергосредства.

Ключевые слова: энергонасыщенность, мощность, тяговое сопротивление, буксование, динамометрирование, буксирование, расход топлива, расходомер, трактор, машинно-тракторный агрегат.

Постановка проблемы

Для достижения максимальной производительности и универсальности при выполнении полного комплекса сельскохозяйственных работ с соответствующим качеством и соблюдением установленных агротехнических сроков в условиях, характеризующихся изменяющимися природно-климатическими и производственными факторами, производители повышают удельную энергонасыщенность сельскохозяйственных тракторов. В то же время, как показывают результаты исследований различных ученых, высокая энергонасыщенность, превышающая 1,5 кВт/кН, приводит к снижению экономической

эффективности сельскохозяйственных работ по причине недозагрузки двигателя трактора [1].

Однако широкий диапазон передаточных отношений ступенчатых трансмиссий, а также внедрение надежных и эффективных бесступенчатых трансмиссий современных тракторов позволяют потребителю путем маневрирования передачами и частотой вращения коленчатого вала двигателя без потери эффективности выполнять весь спектр сельскохозяйственных работ [2-4]. Но для выбора оптимального режима работы двигателя механизатору необходимо иметь информацию о степени использования его мощности, фактической скорости движения агрегата и величине буксования движителей в режиме реального времени.

Современная тракторная техника оборудована различными вспомогательными системами. Например, если двигатель находится в режиме избыточной мощности, предлагается включить «эко-режим» [5]. Однако выбор режима работы двигателя при выполнении конкретной технологической операции остаётся за механизатором, при этом он вынужден ориентироваться на свои субъективные ощущения и опыт.

Поэтому актуальной является проблема информирования механизатора о текущем режиме работы двигателя энергосредства, включая информацию о загрузке и развиваемой мощности двигателя в режиме реального времени с целью повышения эффективности сельскохозяйственных операций при минимальном расходе топлива.

Цель исследований – разработка метода определения энергетических параметров работы сельскохозяй-

ственных машинно-тракторных агрегатов при выполнении технологического процесса в режиме реального времени.

Материалы и методы исследования

Для успешной реализации поставленной цели применены информационные методы исследования, включая аналитические и статистические методы анализа информации. Указанные методы положены в основу изучения проблемы определения энергетических показателей МТА в режиме реального времени.

Мощность $N_{T.a}$, кВт, затрачиваемая машинно-тракторным агрегатом на выполнение технологических операций, определяется по формуле [6]

$$N_{T.a} = N_M + N_{T.c}, \quad (1)$$

где N_M – мощность, потребляемая сельскохозяйственной машиной, кВт; $N_{T.c}$ – мощность, потребляемая на самопередвижение трактора, кВт.

Мощность N_M для сельскохозяйственных машин без привода рабочих органов определяется как произведение тягового сопротивления и поступательной скорости движения агрегата:

$$N_M = 10^{-3} R_M \cdot v, \quad (2)$$

где R_M – тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины, Н;

v – поступательная скорость движения сельскохозяйственной машины, м/с.

Для измерения тягового сопротивления R_M прицепных сельскохозяйственных машин можно использовать динамометр растяжения, однако для определения тягового сопротивления полуприцепных, полунавесных и навесных сельскохозяйственных машин трактор необходимо оборудовать

довать специальным устройством для преобразования сил, возникающих в продольно-горизонтальной плоскости между трактором и машиной-орудием, и приведения их результирующей к одной точке, в которой она воспринимается первичным измерительным преобразователем и регистрируется измерительной информационной системой, установленной в кабине трактора.

Кинематическая схема подобных устройств [7] обычно представляет собой маятниковый четырехзвенник *ABCD* (рис. 1), плечо *AD* которого является несущей подвижной рамой, подвешенной на задней полураме трактора (для тракторов с шарнирно-ломающейся рамой), на заднем *CD* и переднем *AB* маятниковых узлах. Несущая рама является базовым элементом, на котором крепятся кронштейны гидроцилиндров 2, подвижный замок 5 серьги первичного преобразователя силы 6, заднее навесное устройство трактора 9 с подключаемым к нему рабочим орудием 10. Положение нижних тяг навески (угол тяги) должно быть постоянным и параллельным поверхности опоры трактора.

К остову рамы 11 трактора в передней ее части приваривается тягово-сцепной механизм 3, удерживающий неподвижный брус 4 с неподвижным замком серьги первичного измерительного преобразователя 6, устанавливаемого между подвижным и неподвижным замками.

Для сельскохозяйственных машин с активными рабочими органами и приводом от ВОМ трактора формула (2) примет вид:

$$N_M = 10^{-3} Rv + 1,047 \cdot 10^{-4} M_{\text{ВОМ}} n_{\text{ВОМ}}, \quad (3)$$

где $M_{\text{ВОМ}}$ – крутящий момент на хвостовике ВОМ, Н·м;

$n_{\text{ВОМ}}$ – частота вращения хвостовика ВОМ, мин⁻¹.

Для сельскохозяйственных машин с активными рабочими органами и гидравлическим приводом формула (2) примет вид:

$$N_M = 10^{-3} Rv + \Delta p Q_{\text{Ж}}, \quad (4)$$

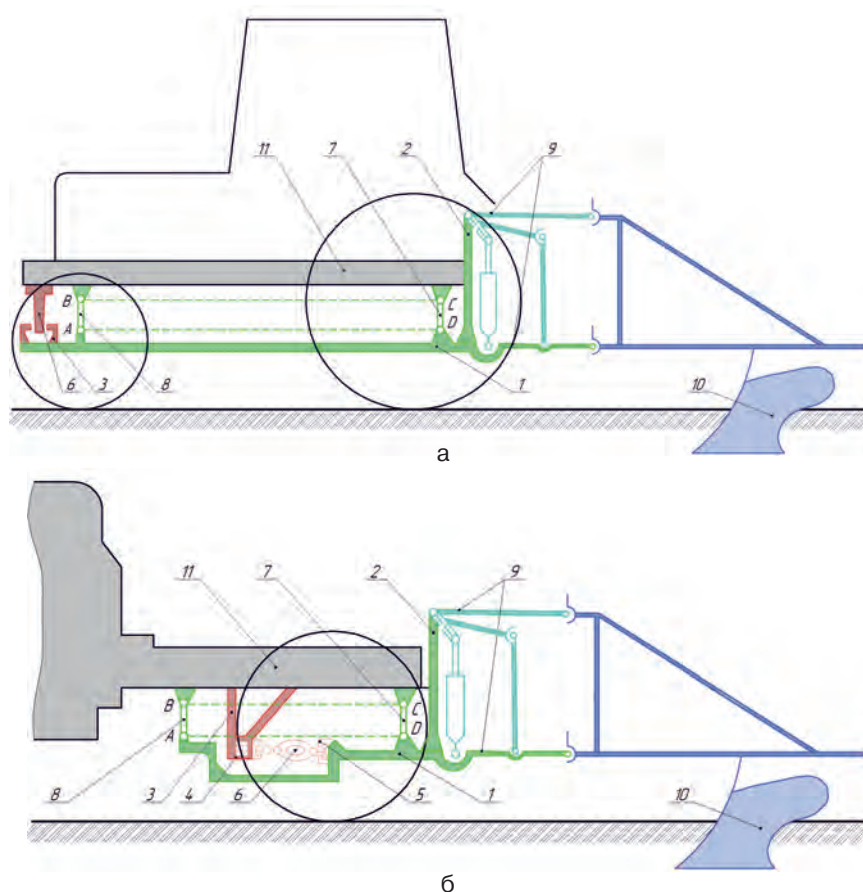


Рис. 1. Кинематическая схема устройства для измерения тягового сопротивления машины для тракторов:

- а – традиционной компоновки; б – с шарнирно-ломающейся рамой;
1 – несущая рама; 2 – кронштейны цилиндров;
3 – тягово-сцепной механизм; 4 – брус; 5 – замок;
6 – первичный измерительный преобразователь (а – консольного типа);
7 – задний маятниковый узел; 8 – передний маятниковый узел;
9 – заднее навесное устройство; 10 – машина – орудие;
11 – рама трактора (б – полурама задняя)

где Δp – перепад давлений между входящей и выходящей гидравлическими линиями привода, МПа;

$Q_{\text{Ж}}$ – расход рабочей жидкости, дм³/с.

Мощность $N_{T.c}$, кВт, можно определить как

$$N_{T.c} = 10^{-3} R_{T.c} v + N_B + N_{\text{МП}}, \quad (5)$$

где $R_{T.c}$ – тяговое сопротивление, оказываемое трактором при его буксировании с поступательной скоростью v , Н;

N_B – мощность, необходимая на преодоление буксования движителей трактора при тяговом усилии на крюке R_M , кВт;

$N_{\text{МП}}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление механических потерь в трансмиссии трактора, кВт.

Если обеспечить возможность буксирования всего машинно-тракторного агрегата при выполнении технологического процесса, общую мощность $N_{T.a}$ можно определить по следующей формуле:

$$N_{T.a} = 10^{-3} v (R_{T.a} - R_{T.c}) + N_B + N_{\text{МП}}, \quad (6)$$

где $R_{T.a}$ – тяговое сопротивление, оказываемое агрегатом при его буксировании с поступательной скоростью v , Н.

ГОСТ Р 52777 [6] допускает определение мощности $N_{Т.с}$ по зависимости эксплуатационной мощности двигателя трактора $N_{эксп.}$, полученной при определении его регуляторной характеристики по ГОСТ 7057 [8] и ГОСТ 18509 [9] от часового расхода топлива следующим образом:

$$N_{Т.с} = N_{эксп.} (G_{ТХХ}, n_d), \quad (7)$$

где $G_{ТХХ}$ – часовой расход топлива, определенный при движении трактора без сельскохозяйственной машины с поступательной скоростью v , кг/ч;

n_d – частота вращения коленчатого вала двигателя трактора, мин^{-1} .

Для этого на графике, полученном при определении регуляторной характеристики двигателя трактора (рис. 2), из точки G , соответствующей расходу топлива $G_{ТХХ}$, параллельно оси абсцисс откладывается луч до пересечения с кривой графика расхода топлива. В случае, если луч пересекает график в двух точках (см. рис. 2, точки $A1$ и $B1$), выбирается та из них, которая соответствует измеренной во время опыта частоте вращения коленчатого вала двигателя n_d (см. рис. 2, точки $n(A)$ и $n(B)$). Далее из этой точки параллельно оси ординат откладывается луч до пересечения с графиком эксплуатационной мощности (см. рис. 2, точки $A2$, $B2$). Значение ординаты этой точки (см. рис. 2, точки $N(A)$, $N(B)$) принимается равным мощности на самопередвижение $N_{Т.с}$ трактора.

Результаты исследований и обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что на практике применяются три основных метода определения энергетических параметров работы машинно-тракторных агрегатов [8–10]:

1. **Метод динамометрирования.** Этот метод устанавливает определение показателей тягового и мощностного балансов машинно-тракторного агрегата прямым измерением. На текущий момент этот метод является самым точным и предоставляет возможность получения наиболее полной кинематически-силовой картины работы машинно-тракторного агре-

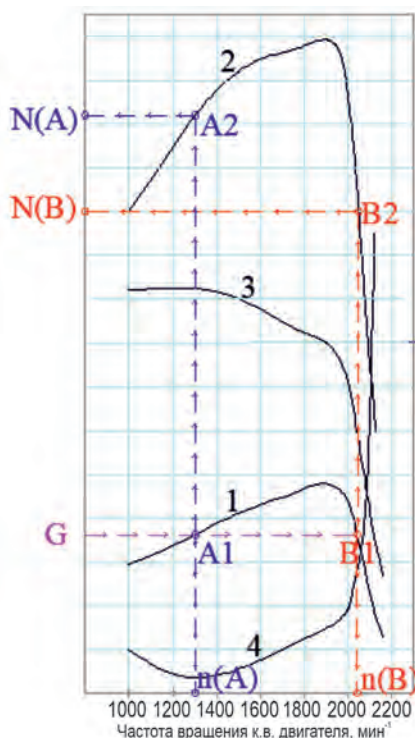


Рис. 2. Определение мощности энергосредства от часового расхода топлива по регуляторной характеристике:

- 1 – график расхода топлива двигателя;
- 2 – график эксплуатационной мощности двигателя;
- 3 – график крутящего момента;
- 4 – график удельного расхода топлива

гата с теоретически неограниченным уровнем поэлементной детализации. Это единственный из рассмотренных методов, позволяющий определять не только усредненные, но и мгновенные значения измеряемых параметров без потери точности. Однако практическое применение данного метода ограничено сложностью и стоимостью переоборудования энергосредства, которая может превысить стоимость самого трактора [11–13].

2. **Метод буксирования.** Этот метод устанавливает определение среднего тягового сопротивления машины и предполагает наличие трактора – «тягача». Несмотря на кажущуюся доступность, с технической точки зрения этот метод довольно редко применяется в чистом виде, поскольку обладает низкой точностью, информативностью и детализацией процесса, не позволяет в точности воспроизвести тягово-динамическую

картину самостоятельной работы машинно-тракторного агрегата при выполнении технологических операций.

3. **Метод измерения расхода топлива.** Этот метод устанавливает определение средней за опыт реализуемой мощности двигателя трактора при выполнении технологического процесса по фактическому расходу топлива и предусматривает наличие конкретной для используемого двигателя зависимости между расходом топлива и мощностью двигателя. До недавнего времени этот метод был наиболее широко распространен в случаях, когда не требуется определение динамического характера изменения составляющих тягово-мощностного баланса машинно-тракторных агрегатов, однако со все большим распространением электронно-управляемых топливных систем типа «Common Rail» и систем с насос-форсунками возможность применения данного метода стала ограничиваться.

На практике в исследовательских целях и целях испытаний в зависимости от поставленных задач, технических и финансовых возможностей применяются комбинации из перечисленных трех основных методических подходов, однако для решения задачи определения в режиме реального времени нагрузочного и скоростного режимов работы двигателя МТА, степени и потенциала использования его мощности не подходит ни один из этих методов. Методы расхода топлива и буксирования – в силу невозможности определения мгновенных значений и динамической составляющей измеряемых параметров, а метод динамометрирования – по причине сложности и высокой стоимости.

Одним из параметров, характеризующихся наличием устойчивой для используемого двигателя связью с мощностью и скоростным режимом работы двигателя, является давление турбонаддува p_K (рис. 3).

Применяя подход измерения давления воздуха во впускном коллекторе, становится возможным определение основных связанных показателей: общей потребляемой мощности $N_{Т.а} = N_{эксп.} (p_K, n_d)$, крутящего мо-

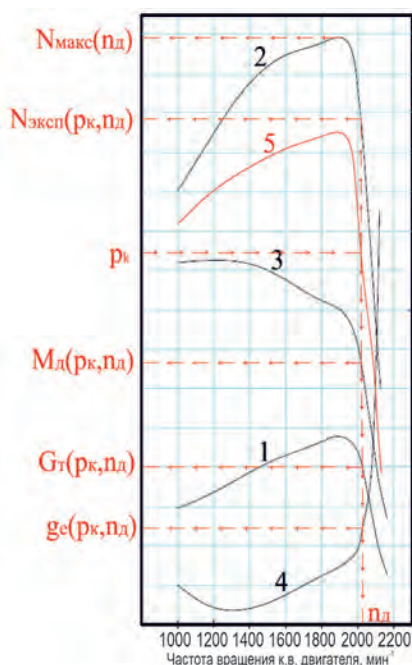


Рис. 3. Определение показателей работы двигателя по зависимостям, полученным при определении его регуляторной характеристики, от давления наддува:

- 1 – график расхода топлива двигателя;
- 2 – график эксплуатационной мощности двигателя;
- 3 – график крутящего момента;
- 4 – график удельного расхода топлива;
- 5 – график давления наддува

мента двигателя $M_d(p_k, n_d)$, расхода топлива $G_T(p_k, n_d)$, удельного расхода топлива $g_d(p_k, n_d)$, а также коэффициента использования мощности K_N по формуле

$$K_N = \frac{N_{\text{эксп}}(p_k, n_d)}{N_{\text{макс}}(n_d)}, \quad (8)$$

где $N_{\text{макс}}(n_d)$ – максимальная эффективная мощность, развиваемая двигателем при частоте вращения коленчатого вала двигателя n_d , мин⁻¹.

Для проверки предположения о возможности получения информации об энергетических параметрах работы машинно-тракторного агрегата при выполнении технологического процесса произведены замеры давления наддувочного воздуха во впускном коллекторе двигателя трактора Versatile 2375. Замеры производились при выполнении лущения стерни озимой пшеницы (первый проход)

дисковой бороней Challenger Sunflower 1435-29 в агрегате с трактором Versatile 2375. В качестве эталонного показателя принималось значение тягового сопротивления, оказываемого орудием, для этого дисковая борона соединена с трактором через динамометр. Значения давления турбонаддува и тягового усилия регистрировались синхронно с частотой 20 Гц. В качестве устройства регистрации применялась измерительная информационная система ИП-264 [14, 15].

На рис. 4 представлен участок диаграмм значений измеряемых показателей и гистограммы распределения (рис. 5, 6) на режиме заглубления рабочих органов дисковой бороны и в начале устойчивого выполнения технологического процесса.

Из рис. 4 и гистограмм 5, 6 следует, что характер изменения значений давления наддувочного воздуха достаточно точно повторяет колебания тягового сопротивления, оказываемого бороней, хотя на режиме заглубления рабочих органов рост

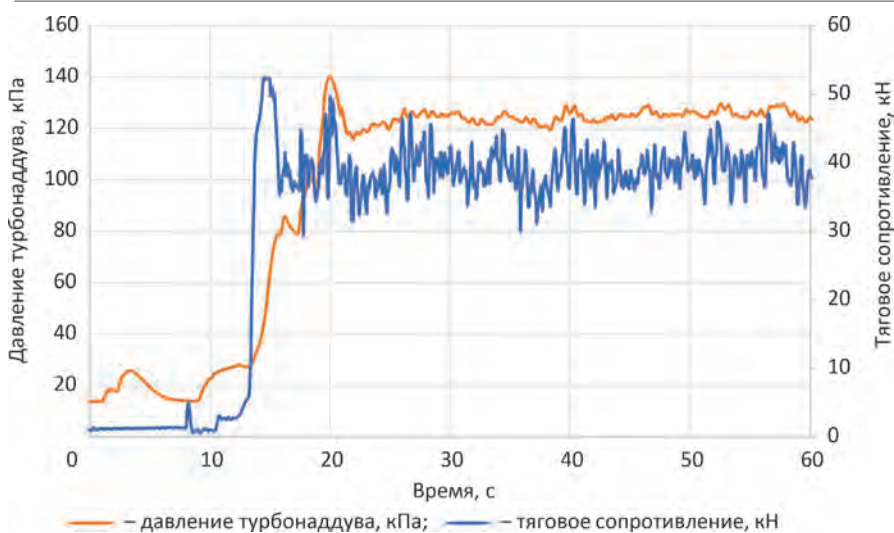


Рис. 4. Диаграммы значений тягового сопротивления бороны Challenger Sunflower 1435-29 и давления турбонаддува двигателя трактора Versatile 2375 на лущении стерни озимой пшеницы

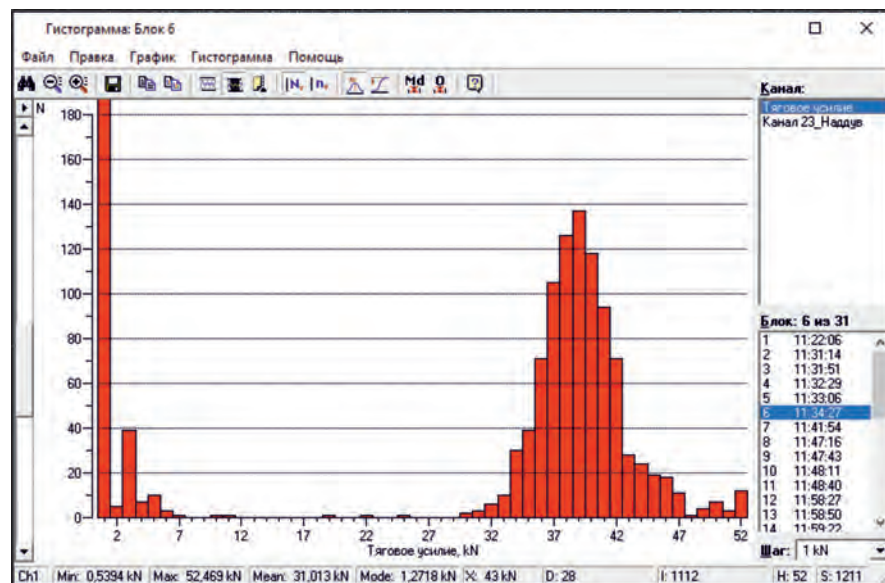


Рис. 5. Гистограмма распределения значений тягового сопротивления бороны Challenger Sunflower 1435-29 на лущении стерни озимой пшеницы

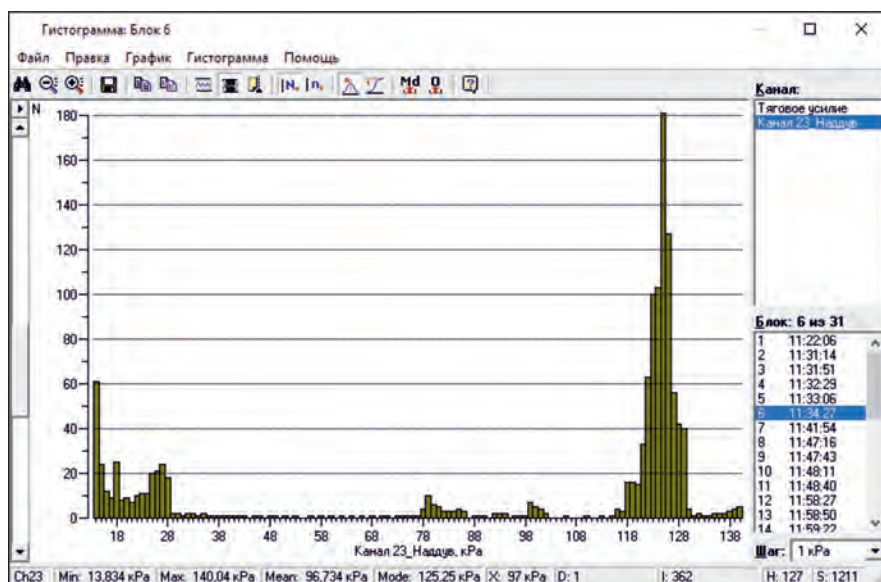


Рис. 6. Гистограмма распределения значений давления турбонаддува двигателя трактора Versatile 2375 на лущении стерни озимой пшеницы

давления наддува несколько запаздывает относительно роста тягового сопротивления. Расчет данных, полученных в результате опыта, показал, что коэффициент корреляции значений давления во впускном коллекторе и тягового сопротивления орудия составил 0,895, что свидетельствует о высокой степени зависимости величин тягового сопротивления орудия и давления наддувочного воздуха.

Выводы

1. Существующие методы определения энергетических показателей машинно-тракторных агрегатов обладают рядом недостатков, таких как невозможность получения значений в режиме реального времени или высокая стоимость переоборудования энергосредства. Кроме того, оборудо-

вание трактора измерительными преобразователями делает невозможным дальнейшую его эксплуатацию в нормальном режиме как обычного энергосредства при выполнении технологических операций.

2. Предложен метод определения энергетических показателей, таких как общая потребляемая мощность, крутящий момент двигателя, расход топлива, удельный расход топлива, коэффициент использования мощности, через измерение давления наддувочного воздуха во впускном коллекторе двигателя. Такой подход обладает преимуществами по сравнению с рассмотренными в статье, так как позволит получать энергетические показатели агрегата в реальном режиме времени и требует установки только одного датчика избыточного давления.



3. Проведены полевые исследования с целью определения зависимости давления наддува и величины тягового сопротивления при выполнении технологической операции лущения стерни озимой пшеницы дисковой бороной Challenger Sunflower 1435-29 в агрегате с трактором Versatile 2375. Полученные в результате опыта данные показали, что коэффициент корреляции значений давления во впускном коллекторе и тягового сопротивления орудия составил 0,895, что свидетельствует о возможности использования предложенного метода для получения информации об энергетических параметрах работы машинно-тракторного агрегата при выполнении технологического процесса в режиме реального времени.

Список

использованных источников

1. Грибов И.В., Перевозчикова Н.В. Мощность – основной показатель для трактора тягово-энергетической концепции // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2017. № 5. С. 18-22.
2. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. М.: Инфра-М, 2014. 506 с.
3. Кутьков Г.М. Трактор второго поколения. М.: ФБГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина», 2013. 104 с.
4. Чухчин Н.Ф., Мусин А.Р. Технологические и агротехнические основы развития МЭС как трактора второго поколения тягово-энергетической концепции. М.: ГОНТИ-НПО «НАТИ», 1983. С. 3-12.
5. Черноиванов В.И., Ежовский А.А., Федоренко В.Ф. Интеллектуальная сельскохозяйственная техника. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 124 с.
6. ГОСТ Р 52777-2007 Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. 8 с.
7. Коробейников А.Т., Лихачёв В.С., Шолохов В.Ф. Испытания сельскохозяйственных тракторов. М.: Машиностроение, 1985. 240 с.

8. **ГОСТ 7057-2001** Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2008. 9 с.

9. **ГОСТ 18509-88** Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. М.: Издательство стандартов, 1988. 58 с.

10. **Горшков Ю.Г., Четыркин Ю.Б., Калугин А.А.** Регистрирующий комплекс для исследования буксования и КПД дифференциала и движителя колесной машины // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 11. С. 13-15.

11. Datum Electronics. Система мониторинга вала отбора мощности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.datum-electronics.ru/pto-power-monitoring-system.aspx.htm> (дата обращения: 12.08.2020).

12. **Таркинский В.Е., Трубицын Н.В.** Цифровая обработка данных при тензометрировании сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2016. № 1. С. 28-30.

13. **Трубицын Н.В., Таркинский В.Е.** Современные принципы измерения расхода топлива и первичные преобразователи для испытаний сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2013. № 6. С. 42-44.

14. **Таркинский В.Е., Трубицын Н.В., Воронин Е.С.** Программное обеспечение измерительных информационных

систем для испытаний сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2019. № 9. С. 12-15.

15. **Федоренко В.Ф., Таркинский В.Е.** Цифровые беспроводные технологии для оценки показателей сельскохозяйственной техники // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. № 1. С. 10-15.

A New Method for Determining the Energy Parameters of the Machine and Tractor Unit Operation

A.B. Ivanov, V.E. Tarkivsky, N.V. Trubitsyn

(Novokubansk Affiliate of Rosinformagrotekh [KubNIITiM])

Summary. The well-known methods for assessing the energy parameters of the operation of agricultural machine and tractor units are described, their advantages and disadvantages are analyzed. A method is proposed for determining the actual power through the turbocharging pressure of a diesel engine of a power plant.

Keywords: power/weight ratio, power, traction resistance, slipping, dynamometry, towing, fuel consumption, flow meter, tractor, machine and tractor unit.

Уважаемые коллеги!

Ассоциация «Теплицы России» приглашает Вас принять участие в XVII специализированной выставке «Защищенный грунт России» - уникальной деловой среде для интеграции партнерских отношений и ознакомления с инновациями производства овощей, цветов и грибов в защищенном грунте России и за рубежом.

ЗАЩИЩЕННЫЙ ГРУНТ РОССИИ

**7, 8, 9 октября
2020 года**

info@rusteplica.ru
www.rusteplica.ru
+7.499.178.01.59

Москва, ВДНХ, павильон 57

УДК 631.365:631.171

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-16-19

Селекционная высокоэффективная машина для очистки семян льна в семеноводстве

Д.Г. Фадеев,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
d.fadeev@fncl.ru

С.В. Прокофьев,

науч. сотр.,
s.prokofiev@fncl.ru

Г.А. Перов,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
g.perov@fncl.ru

Е.М. Пучков,

канд. экон. наук, вед. науч. сотр.,
e.puchkov@fncl.ru

А.В. Галкин,

канд. техн. наук, ученый секретарь,
a.galkin@fncl.ru
(ФГБНУ ФНЦ ЛК)

Аннотация. Показаны проблемы обеспечения льноводства России качественным посевным материалом, рассмотрены задачи научно-технического обеспечения семеноводства и разработки высокоэффективных машин и устройств для получения качественных семян.

Ключевые слова: лен-долгунец, семена, очистка, сорные примеси, решето, сепарация, лопатки.

Постановка проблемы

Льноводство России на протяжении многих лет испытывает нехватку отечественного качественного посевного материала и селекционно-семеноводческой техники, в том числе для очистки и сепарации семян льна. Обеспеченность семеноводческих хозяйств сушильными и семяочистительными комплексами составляет 20%, собственными семенами льна-долгунца – 70%, что вынуждает вести посев некондиционными семенами (ежегодно более 22%) [1, 2]. Все это негативно сказывается на показателях отрасли [3, 4]. Поэтому исследования, направленные на улучшение качества семян льна-долгунца и создание новых эффективных технических средств для их очистки и

сепарации, являются актуальными и имеют огромное значение для отечественного льноводства.

В настоящее время очистку семян льна выполняют на линиях ПЛ-500, ОС-4,5А, СМ-4 с агрегатированием импортных машин CIMBRIA DELTA, PETKUS «Гигант» К-531; WESTRUP. Однако эти машины дорогостоящие, требуют строительства помещений и серийно в России не выпускаются.

Анализ отечественных и зарубежных зерноочистительных машин показал, что на сегодняшний день и в ближайшей перспективе основными останутся машины, в конструкции которых используются пробивные решета, совершающие колебательные движения и установленные в различной комбинации решетных станов, такие как ОС-4,5А, PETKUS, WESTRUP и др. (рис. 1).

Отличительная черта машин – основным рабочим органом является решетный стан с традиционной прямоугольной формой решет, на которых происходит разделение семенного материала на фракции. Качество очистки семян и производительность напрямую связаны с рабочей площадью решет, так как сепарация происходит на их ограниченной длине, что является существенным недостатком машин данного типа [5, 6]. С целью повышения производительности применяют многоярусную схему расположения, когда параллельно работающие решетные станы устанавливаются друг над другом (рис. 1 г). Недостатком данной компоновки является сложность конструкции, большие габариты и вес машин [7]. Поэтому основная задача при создании новых и модернизации



а



б



в



г

Рис. 1. Машины для очистки семян:

а – ОС - 4,5 А; б – PETKUS «Гигант» К-531; в – WESTRUP PC; г – CIMBRIA DELTA

существующих семяочистительных машин – интенсификация процесса сепарации и очистки при заданных показателях качества выполнения технологического процесса.

Цель исследований – разработка технологической схемы и эффективной машины, позволяющей производить качественные посевные семена льна-долгунца при снижении энергозатрат и себестоимости семенного материала.

Материалы и методы исследования

В ФГБНУ ФНЦ ЛК была предложена новая конструктивно-технологическая схема универсальной машины для очистки и сепарации семян льна, которая может использоваться как для селекционной работы, так и для производства посевных семян

льна непосредственно в льносеющих хозяйствах [8, 9]. Основное её отличие – использование для очистки плоских решет круглой формы, что позволит перемещать семенной материал по замкнутому циклу с возможностью постоянного сепарирования. Применение данного устройства позволит повысить эффективность очистки семян с меньшими потерями, снизить затраты энергии и материалоемкость, что приведет к снижению себестоимости производимых семян льна. Также был изготовлен опытный образец (рис. 2-4), в конструкцию которого, в отличие от схем семяочистительной машины [8, 9], был внесен ряд изменений:

1. Выметающие щетки заменены специальной резиной, что увеличивает надежность и обеспечивает лучшую сепарацию семян.

2. Применение частотного преобразователя позволяет изменять скоростные режимы в зависимости от качества и объема материала и увеличивать производительность очистки.

3. Разработаны устройства для регулировки горизонтального положения семяочистительной машины.

4. Для облегчения сбора мелких примесей, просыпающихся через нижнее решето, был заменен конус схода на лоток.

5. Машина универсальная, может применяться не только для очистки семян льна-долгунца, но и льна масличного, конопли, рапса и трав с заменой решет под каждую культуру.

6. Устройство может агрегатироваться с семяочистительными машинами COM-25, COM-300, COM-500 при необходимости удаления плевела и других трудноотделяемых сорняков.

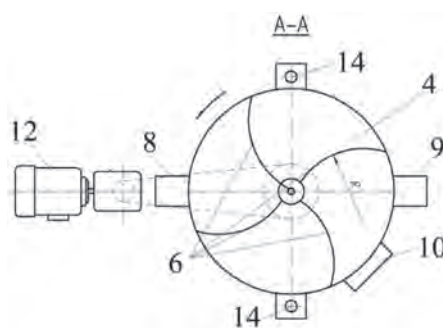
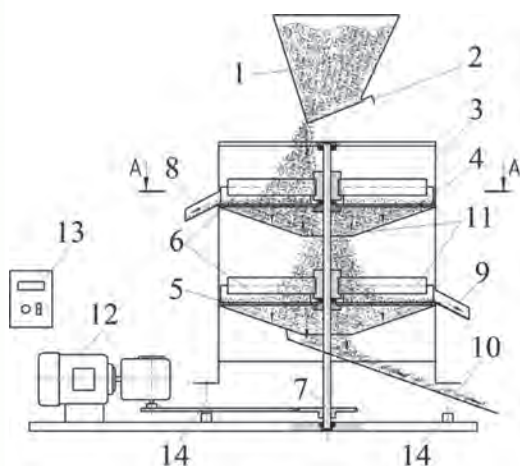


Рис. 2. Технологическая схема устройства для очистки семян карусельного типа:

- 1 – бункер; 2 – регулируемая заслонка; 3 – корпус;
- 4 – верхнее решето;
- 5 – нижнее решето;
- 6 – лопатки; 7 – вал;
- 8 – лоток схода крупных примесей;
- 9 – лоток схода чистых семян;
- 10 – лоток схода мелких примесей;
- 11 – конус схода;
- 12 – привод; 13 – частотный преобразователь;
- 14 – регулируемые опоры



а



б

Рис. 3. Опытный образец устройства для очистки семян карусельного типа:
а – вид сбоку; б – вид сверху



Рис. 4. Рабочий орган устройства для очистки семян:
1 – лопатка; 2 – накладка из износостойкой резины класса А

Результаты исследований и обсуждение

Испытания проводились на базе лабораторий «Агроинженерных технологий» и «Проектирования и внедрения инновационных технологий технических средств» ФГБНУ ФНЦ ЛК.

Для предварительного эксперимента были выбраны следующие конструктивно-технологические параметры опытного образца семяочистки карусельного типа (табл. 1).

Таблица 1. Исходные конструктивно-технологические параметры установки по очистке семян льна карусельного типа

Показатели	Значение
Подача семян льна, т/ч	0,145
Частота вращения лопаток, мин ⁻¹	3
Число лопаток:	
верхнего решета	4
нижнего решета	4
Диаметр сечения отверстий, мм:	
верхнего решета	4
нижнего решета	2

Испытания проводились следующим образом. Были заготовлены навески семян льна с различным содержанием сорных примесей, после чего навеска помещалась в бункер 1 (см. рис. 2). Подача семенного материала в установку задавалась дозирующим устройством 2, после чего установка запускалась. При работе машины поддерживались (с помощью частотного преобразователя) одинаковые

Таблица 2. Результаты определения чистоты семян льна-долгунца

Показатели	Варианты			
	1		2	
	исходный	после очистки, среднее	исходный	после очистки, среднее
Содержание семян основной культуры, %	97	99,3	89,1	99
Сорная и масличная примесь, %	3	0,7	10,9	1

обороты движения лопаток 6 по решетам 4 и 5 и контролировались цифровым тахометром.

Процесс очистки происходил следующим образом. Семена из бункера 1 через дозирующее устройство 2 поступали в центральную часть верхнего решета 4, где под действием вращающихся криволинейных лопаток 6 перемещались от центра решета 4 к его периферии, просеивались через него, а оставшиеся крупные примеси ссыпались в лоток для схода 8. Далее семена по верхнему конусу 11 поступали в центр нижнего решета 5 с меньшим диаметром отверстий. В процессе движения семян по спирали происходило выделение из них мелких примесей, а также щуплых и битых семян, которые просыпались сквозь нижнее решето 5 и отводились в отход, ссыпаясь на лоток 10. Чистые семена с края нижнего решета 5 поступали в приемный лоток 9.

Эксперимент проводился в двух вариантах разной степени засоренности в трехкратной повторности согласно ГОСТ 33735-2016 «Техника сельскохозяйственная. Машины зерноочистительные. Методы испытаний» [10] и ГОСТ Р 52325-2005

«Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия» [11].

Результаты предварительных лабораторных испытаний приведены в табл. 2 и на рис. 5.

Чистоту семян льна-долгунца X , %, согласно ГОСТ 12388-76 [12] и ГОСТ 12036-85 [13] определяли по формуле

$$X = 100 - \left(a + \frac{b}{2} \right), \quad (1)$$

где a – содержание сорной примеси, %;

b – содержание масличной примеси, %.

Анализ данных табл. 2 показал, что чистота семян льна после очистки увеличилась на 2,3% в первом варианте и на 9,9% – во втором и соответствует требованиям ГОСТ. Содержание примесей в получаемом материале также уменьшилось, о чем свидетельствует увеличение процента чистоты полученных семян. При наличии в семенах трудноотделимых сорняков, в том числе плевел, с предлагаемым устройством можно агрегатировать машины, созданные учеными ФНЦ ЛК: COM-25, COM-300, COM-500.

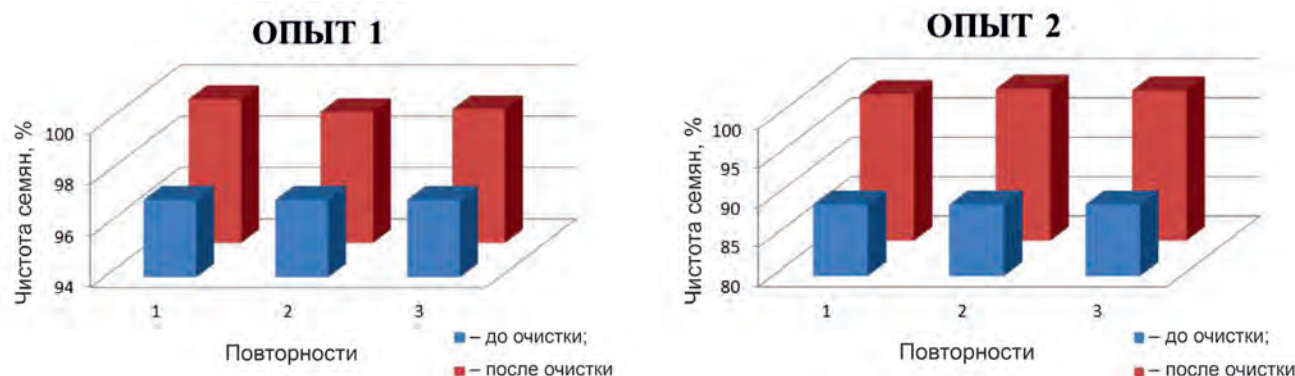


Рис. 5. Результаты испытаний семяочистительной машины карусельного типа



Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод об эффективности предложенной конструктивно-технологической схемы и опытного образца устройства для очистки семян карусельного типа с замкнутым циклом.

Выводы

1. Анализ существующих конструктивно-технологических схем и технических средств для очистки и сепарации семян льна выявил ряд их существенных недостатков. Проведены предварительные испытания.

2. Предложена новая конструктивно-технологическая схема инновационной машины для высокоэффективной очистки семян льна, в которой используются плоские решета очистки, имеющие круглую форму, что позволяет перемещать очищаемый материал по замкнутому циклу с возможностью постоянной его сепарации. Эффективность работы машины подтверждена предварительными испытаниями. Так, чистота семян льна после очистки увеличилась на 2,3% в первом варианте и на 9,9% – во втором и составила 99,3% и 99% соответственно, что соответствует 1 классу. Содержание примесей в получаемом материале также значительно уменьшилось.

Список

использованных источников

1. Машинно-технологическое оснащение селекции и семеноводства технических культур / Р.А. Ростовцев [и др.] // Науч. анализ. обзор. М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.

2. Ростовцев Р.А., Пучков Е.М., Фадеев Д.Г. Инновационная ресурсосберегающая сушилка для сушки льновороха // Техника и оборудование для села. 2020. № 2. С. 20-25.

3. Системные проблемы льнокомплекса России и зарубежья, возможности их решения / И.В. Ушаповский [и др.] // Молочно-хозяйственный вестник. 2017. № 1. С. 166-186.

4. Ростовцев Р.А., Черников В.Г. Приоритеты в механизации современного льноводства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 5. С. 2-4

5. Медведев Ю.А. Комплекс технических средств для повышения эффективности сепарации, сушки и переработки льняного вороха // Техника и оборудование для села. 2016. № 9. С. 29-33.

6. Савин В.Ю. Выделение зерна из очесанного вороха в стационарных условиях // В сб. Современные научно-практические решения XXI века. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. 2016. С. 308-311.

7. Медведев Ю.А., Калашникова Н.А. Моноблочная машина для обмолота вороха льна, рапса и трав МВУ-1,5 // В сб. Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур. Матер. Междунар. науч.-практ. конф. 2016. С. 209-212.

8. Устройство для очистки семян: пат. 182277 Рос. Федерация: МПК В07В 1/06, В07В 4/08, В07В 9/00 / Медведев Ю.А., Калашникова Н.А., Ушаповский И.В., Левкина Г.И.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИМЛ. № 2018111128; заявл. 11.04.2017; опубл. 10.08.2018, Бюл. № 22. 3 с.

9. Медведев Ю.А. Устройство очистки семян карусельного типа // Техника и оборудование для села. 2017. № 6. С. 32-33.

10. ГОСТ 33735-2016 Техника сельскохозяйственная. Машины зерноочистительные. Методы испытаний [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200144757> (дата обращения: 3.12.2019).

11. ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые

и посевные качества. Общие технические условия (с поправкой) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200039547> (дата обращения: 3.12.2019).

12. ГОСТ 12388-76 Семена льна-долгунца. Посевные качества. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: https://allgosts.ru/65/020/gost_12388-76 (дата обращения: 3.12.2019).

13. ГОСТ 12036-85 Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб (с изменениями № 1, 2) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023361/> (дата обращения: 3.12.2019).

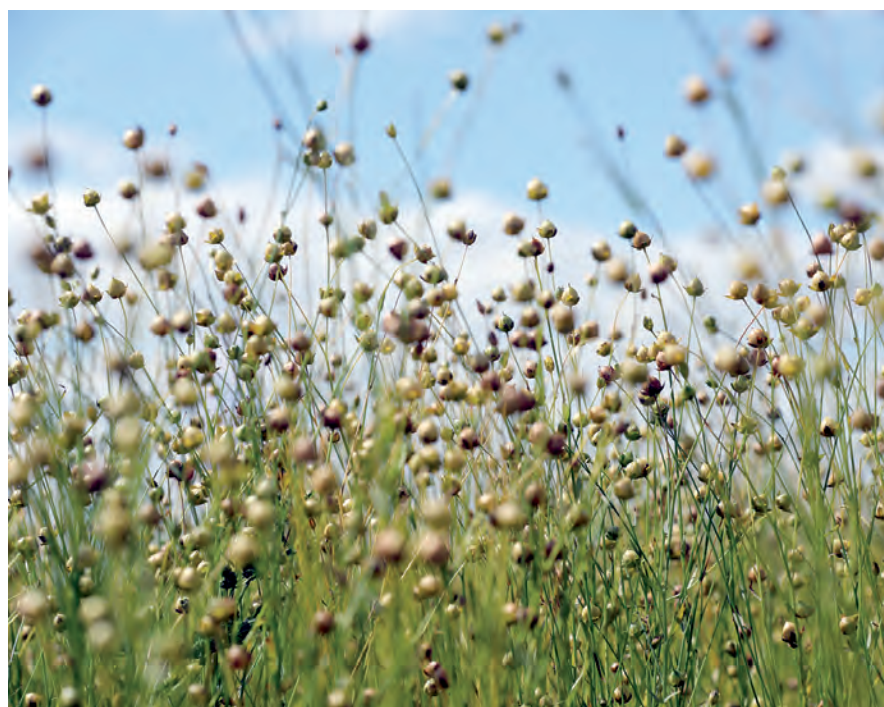
A Breeding High Efficiency Flax Seed Stripping Machine in Seed Production

D.G. Fadeev, S.V. Prokofiev,
G.A. Perov, E.M. Puchkov,
A.V. Galkin

(Federal Scientific Center for Bast Crops)

Summary. The problems of providing flax growing sector in Russia with high-quality seed are shown, the problems of scientific and technical support of seed production and the development of highly efficient machines and devices for obtaining high-quality seeds are discussed.

Keywords: fiber flax, seeds, stripping, trash, sieve, separation, paddles.



УДК 636.3:631.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-20-24

К совершенствованию заточных устройств режущих пар стригальных машинок для овец

Н.М. Морозов,

д-р экон. наук, проф.,
академик РАН,
нач. отдела,
vniimzh@mail.ru

Ю.А. Мирзоянц,

д-р техн. наук, проф.,
гл. спец.,
mirzoyans42@mail.ru
(ИМЖ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

В.Е. Фириченков,

канд. техн. наук, доц.,
viloriy2016@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА»)

Аннотация. Предложены решения для дисковых заточных аппаратов, предусматривающие постоянную подачу в рабочую зону абразивной суспензии, что исключает перегрев и деформацию лезвий, повышает качество заточки и снижает трудоёмкость.

Ключевые слова: стрижка, режущая пара, заточной диск, подача суспензии, овцы, лезвия.

Постановка проблемы

Наряду с созданием и освоением в АПК техники нового поколения, позволяющей существенно интенсифицировать процессы производства сельскохозяйственной продукции, с повестки дня не снимается задача совершенствования хорошо зарекомендовавших себя и широко применяемых технических средств в направлении улучшения параметров и снижения зависимости от «человеческого фактора». Применительно к овцеводству результаты машинной стрижки овец во многом зависят от заточки режущих пар, определяющей качество получаемого руна, характер воздействия машинки на кожный покров животного, производительность труда стригальщика. Для нормального протекания процесса срезания шерсти лезвия ножа и гребёнки должны иметь достаточную твёрдость,

остроту и плотно прилегать друг к другу на всём протяжении хода ножа. Добиваются этого заточкой комплекта режущей пары (гребёнка и два или три ножа) на заточном оборудовании, при этом качество заточки нередко оставляет желать лучшего [1, 2].

Цель исследований – выявление факторов, влияющих на процесс заточки, а также путей и средств его улучшения.

Материалы и методы исследований

В ходе работы, которая проводится в содружестве с институтом механизации животноводства (ИМЖ) – филиал ФНАЦ ВИМ и кафедрами инженерно-технологического факультета ФГБОУ ВО «Костромской ГСХА» в направлении совершенствования технологического оборудования для содержания овец, включая устройства для заточки режущих пар, проведён анализ применяемых конструкций на предмет достижения требуемой остроты лезвия и сохранения твёрдости, что контролировалось замером радиусов впадин слепков, твёрдометром и пробой «на пилу». Конструкции представлены группами:

I) с вращающимся диском и ручной периодической подачей масляно-абразивной суспензии на его поверхность (ТА-1, ДАС-350 и ПЗН-60 производства завода Актюбинсксельмаш; Liscop, Combi Grinder, Kyklon professional);

II) с вращающимся диском с наклеиваемым на него наждачным полотном (ТА-2, ВНИИОК, Heiniger Easy Grinder, Heiniger Acutecc Grinder);

III) с поступательным движением бесконечной абразивной ленты (Lister, ВНИИОК, Оренбургский ГАУ);

IV) сочетающие II и III (Белмаш BDG-2 152/228 S086A и аналогичного типа – заимствованы из области обработки других изделий).

Широкое применение до настоящего времени получили относительно простые по конструкции и в эксплуатации заточные устройства группы I, в том числе точильный аппарат ТА-1, а также производимые по его схеме, несмотря на присущий всем аппаратам дискового типа (I и II группы) недостаток – увеличение окружной скорости от центра к периферии, что приводит к неравномерному снятию материала с поверхностей гребёнки и ножа по ширине и уменьшению количества переточек. Аппараты группы III имеют одинаковую скорость движения абразивных зёрен по всей ширине ленты, что обеспечивает равномерное снятие материала с поверхностей гребёнки и ножа.

Качество заточки аппаратов всех групп зависит от квалификации точильщика (кроме «Kyklon professional», где заточка выполняется без непосредственного нажатия точильщиком на державку). В аппаратах группы I принцип работы основан на использовании вращающегося в вертикальной плоскости диска с прижатием заточником вручную к поверхности диска гребёнки или ножа. При этом точильщик в процессе работы должен одной рукой с помощью кисточки наносить на диск суспензию из корыта, а другой осуществлять заточку [3, 4].

Результаты исследований и обсуждение

Для устранения недостатка неравномерности снятия материала в аппаратах I и II групп предложено сместить вектор силы прижатия державки гребёнки или ножа к центру вращения диска (ГНУ ВНИИМЖ получен патент на изобретение – «Точильный аппарат с нажимным механизмом режущих пар стригальных машинок» RU 2643028 C1).

Анализ применяемых устройств (за исключением аппарата Орен-



бургского ГАУ, принадлежащего к группе III) показывает, что им присущ серьёзный недостаток – не исключена заточка «на сухую» с местным перегревом лезвия и, как следствие, потеря последним твёрдости, быстрое затупление и невозможность осуществления процесса срезания шерсти. В результате имеет место не только преждевременная выбраковка ножа или гребёнки, но и травмирование животного из-за защемления шерстного покрова.

До настоящего времени заточка режущих пар стригальных машинок производится преимущественно на дисковых аппаратах группы I с периодическим нанесением масляно-абразивной суспензии на диск. Исследования, проведенные В.И. Крисиюком, показали, что шероховатость поверхности гребёнки в зависимости от условий заточки на чугуном диске находится в диапазоне $Ra = 0,50-0,16$ мкм [5].

Именно отсутствие непрерывной подачи суспензии на диск исключает возможность дальнейшего повышения класса шероховатости поверхности и связанной с ней остроты лезвия. Выше отмечено, что обеспечение наличия суспензии на поверхности диска требует от точильщика регулярного нанесения ее в процессе работы на диск. При этом он должен добиваться равномерного прижатия ножа или гребёнки к движущейся поверхности диска в сочетании с поперечным их перемещением. В данном случае не исключается заточка «на сухую» и затруднено получение высокого ее качества из-за захвата державки с установленной гребёнкой или ножом то одной рукой точильщика, то двумя.

Обеспечение непрерывной подачи на диск абразивной суспензии с заданными параметрами не только улучшает условия работы заточника и качество заточки, но и открывает определённые перспективы для широкого применения дисковых аппаратов, так как такая заточка в полной мере совпадает с распространённым и отработанным процессом доводки-притирки различных поверхностей с применением абразивной суспензии

в металлообрабатывающей промышленности для достижения высокой степени точности и шероховатости как завершающая операция при изготовлении измерительного и режущего инструмента и деталей машин с закалёнными, азотированными и твёрдосплавными поверхностями.

Сущность применительно к процессу заточки (рис. 1) заключается в том, что абразивные зёрна 1 из материала высокой твёрдости, находясь между обрабатываемой поверхностью детали 3 (затачиваемые гребёнка или нож) и притиром 2 (вращающийся диск, главное движение), вдавливаются в поверхность последнего, так как он изготовлен из более мягкого, чем деталь, материала. При взаимном перемещении гребёнки (ножа) 3 и диска 2 самозакрепляемые в нём абразивные зёрна 1 снимают тончайшие стружки 4 с обрабатываемой поверхности.

Жидкая составляющая непрерывно подаваемой суспензии постоянно вводит в работу новые абразивные зёрна, разделяет поверхности гребёнки (ножа) и диска, исключает их непосредственный контакт и возможность схватывания, отводит выделяемое при срезании стружек тепло и выносит последние из рабочей зоны.

Операция позволяет получить шероховатость обработанной поверхности $Ra = 0,05-0,01$ мкм (вместо имеющей место $Ra = 0,50-0,16$ мкм), отклонения формы – $0,05-0,3$ мкм [6]. В конечном итоге это значительно повышает износостойкость режущей пары до перезаточки и диска до замены.

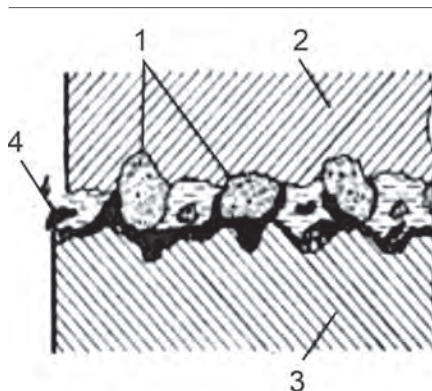


Рис. 1. Притирка-доводка с абразивной суспензией

Именно эти соображения были положены в обоснование полученного ГНУ ВНИИМЖ патента на полезную модель (ППМ) «Точильный аппарат» RU 136287 U1 и патента на изобретение «Точильный аппарат» RU 2596573 C2 [4].

В ходе дальнейшей работы с целью обеспечения возможности непрерывного поступления суспензии на диск авторами статьи предложены решения на уровне патентов на полезную модель, которые могут быть положены в основу модернизируемых и разрабатываемых устройств по заточке режущих пар стригальных машинок.

Аппарат для заточки режущей пары стригальной машинки с самоподачей суспензии ременной передачей (ППМ – RU 168452 U1) (рис. 2) содержит чугунную станину 1, на которой установлен электродвигатель 2 с закреплённым на выходном конце вала заточным чугуном диском 3 с кольцевыми рисками на торцевой поверхности, способствующими удержанию масляно-абразивной суспензии, что повышает качество заточки. На защитном кожухе 4 установлена стойка 5, позволяющая с помощью тяги 6 присоединять державку 7 со штифтами для фиксации гребёнки (ножа) 8. Внутри корыта 9 для размещения относительно жидкой масляно-абразивной суспензии винтами 10 закрепляется ременная передача, представляющая собой отдельный узел.

Передача включает в себя основание 11 в виде скобы с площадкой и двумя боковыми кронштейнами. Сквозь горизонтальные отверстия в кронштейнах проходит нижняя ось 12, на которой вращается нижний шкив 13 и относительно которой может поворачиваться стойка 14 в виде изогнутой пружинной пластины с осью 15 на конце, на которой вращается верхний шкив 16. Шкивы имеют круговую канавку для размещения ремня 17 с обеспечением выступания его над наружным диаметром. При надевании ремня на шкивы стойка в виде изогнутой пружинной пластины упруго деформируется и осуществляет постоянное натяжение ремня. Основание передачи размещено в ко-

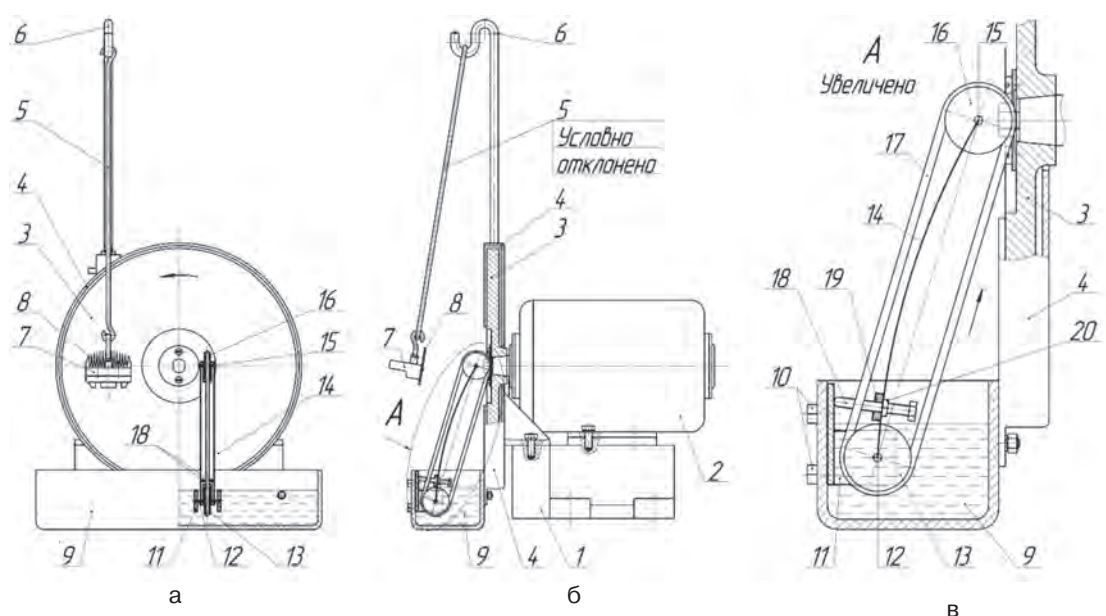


Рис. 2. Самоподача суспензии ременной передачей
а – вид спереди; б – вид сбоку; в – ременная передача подачи суспензии (показан ремень круглого сечения, возможны и другие виды ремней)

рыте таким образом, что нижний шкив погружён в суспензию, а верхний ремнём опирается на торцевую поверхность заточного диска. Регулировка величины прижатия осуществляется завинчиванием или отвинчиванием упорного винта 18 в резьбовом отверстии регулировочной гайки 19 с последующей фиксацией положения контргайкой 20.

При включении электродвигателя заточной диск начинает вращение. Прижатый к его торцевой поверхности ремень, огибающий верхний шкив, за счёт трения приобретает линейную

скорость и приводит передачу в движение. Внизу ремень смачивается и обволакивается суспензией. В месте контакта ремня с диском суспензия переходит на поверхность последнего и растекается от центра к краям по всей рабочей площади под действием силы тяжести и центробежной силы, далее сбрасывается внутрь кожуха и стекает в корыто. Гребёнка (нож), зафиксированная на штифтах державки, подводится к диску и устойчиво прижимается к нему двумя руками, а заточка идёт при непрерывной подаче суспензии.

Точильный аппарат с самоподачей суспензии для заточки режущей пары стригальных машинок винтовым конвейером (ППМ – RU 180114 U1) (рис. 3) по базовому устройству аналогичен приведённому на рис. 2 – станина 1, электродвигатель 2, заточной диск 3, защитный кожух 4, стойка 5, тяга 6 с державкой 7 со штифтами для фиксации гребёнки (ножа) 8, корыто 9 для суспензии. В корыте с помощью струбцины устанавливается наклонный винтовой конвейер, представляющий собой отдельный узел. Струбцина имеет наружную лапку с зажимным винтом 10 и лапку-основание в виде скобы с площадкой 11, которая опирается на внутреннюю стенку корыта, и двумя боковыми кронштейнами 12 с горизонтальными отверстиями. Через них проходит ось 13 цилиндрического корпуса 16 с размещённым внутри валом 14 со сплошной винтовой поверхностью 15.

Корпус снизу выполнен без дна для свободного доступа внутрь суспензии. На верхнем щите 17 корпуса установлены подшипники, на которых вращается вал, получая движение от фрикционного ролика 18, закреплённого на его выходном конце. Ролик прижимается к поверхности заточного диска

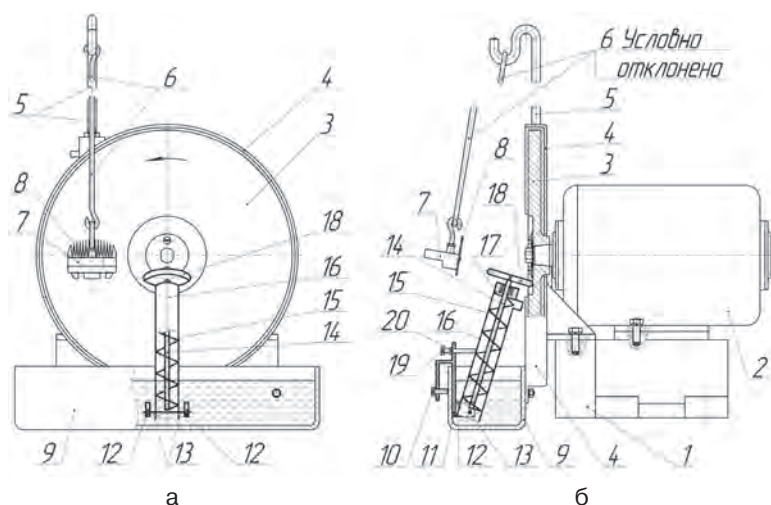


Рис. 3. Самоподача суспензии винтовым конвейером
а – вид спереди; б – вид сбоку

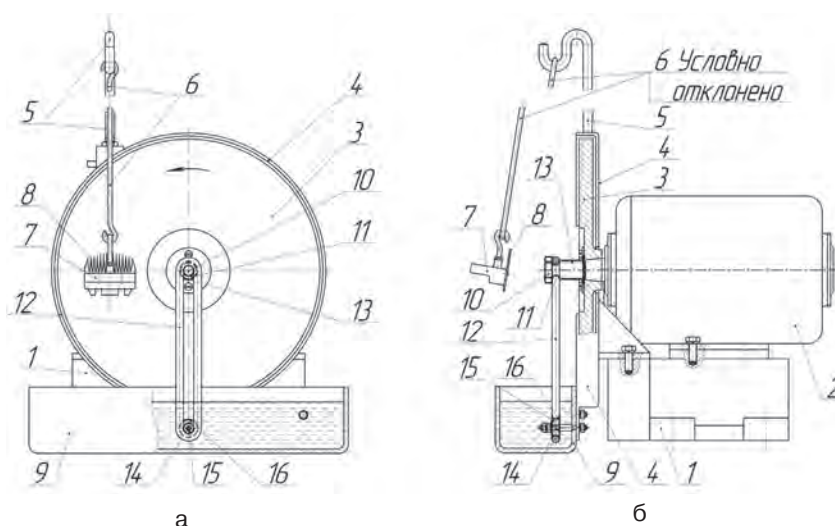


Рис. 4. Самоподача суспензии ременной передачей и маслосгонной резьбой

а – вид спереди; б – вид сбоку (справа)

при повороте цилиндрического корпуса на оси при завинчивании нажимного винта 19 в резьбовом отверстии лапки-основания с последующей фиксацией положения контргайкой 20.

При включении электродвигателя заточной диск начинает вращение. Прижатый к его торцевой поверхности фрикционный ролик за счёт трения приобретает окружную скорость и приводит во вращательное движение вал шнека. В нижней части корпуса винтовая поверхность смачивается и обволакивается суспензией, получает вращение и начинает непрерывное движение вверх. Под действием центробежной силы суспензия прижимается к внутренней поверхности цилиндрического корпуса, но под действием силы трения о неё и силы тяжести несколько отстаёт в движении от винтовой поверхности, вращаясь с меньшей, чем угловая скорость вала, угловой скоростью, за счёт чего получает относительное движение вдоль его оси, непрерывно поднимаясь из корыта [7]. Через патрубок, расположенный в верхней части цилиндрического корпуса, суспензия поступает на поверхность диска и под действием силы тяжести и центробежной силы растекается от центра к краям по всей рабочей площади, далее процесс протекает аналогично описанному выше.

Точильный аппарат с самоподачей суспензии ременной передачей с ведущим шкивом и маслосгонной резьбой на головке винта или гайки крепления заточного диска (ППМ – RU 185991 U1 (рис. 4) по своему базовому устройству аналогичен приведённому на рис. 2. Осевая фиксация заточного диска 3 выполнена винтом 10, вворачиваемым в центральное резьбовое отверстие вала электродвигателя 2, при этом на конце головки винта 10 выполнена круговая канавка 11 для размещения ремня 12 из эластично-упругого маслостойкого материала, а наружная поверхность винта 10 представляет собой маслосгонную резьбу 13 для подачи суспензии от канавки 11 до торцевой поверхности диска 3. Для варианта

с гайкой крепления, навинчиваемой на резьбовой хвостовик на выходном конце вала, на её конце выполняется круговая канавка для ремня, а наружная к диску поверхность представляет собой маслосгонную резьбу.

В корыте 9 на оси 14 установлен свободно вращающийся шкив 15 с круговой канавкой 16 для размещения ремня. Винт с круговой канавкой является ведущим шкивом, совместно с ремнём и погружённым в суспензию нижним шкивом представляет собой ременную передачу. Натяжение ремня достигается за счёт его упругой деформации при монтаже.

При включении электродвигателя заточной диск начинает вращение. Ремень, охватывающий круговую канавку на винте (ведущий шкив), за счёт трения от предварительного натяжения приобретает линейную скорость и приводит в движение нижний шкив. Внизу ремень смачивается и обволакивается суспензией, непрерывно поднимаясь вверх. В месте контакта ремня с круговой канавкой винта суспензия затекает на маслосгонную резьбу, по резьбовой канавке перемещается к торцевой поверхности диска и растекается от центра к краям по всей рабочей площади под действием силы тяжести и центробежной силы, далее процесс протекает аналогично описанному выше.

Выводы

1. Выявлено, что обязательным условием для работы стригальной машинки является острота лезвий гребёнки и ножа. Применяемые за-



точные устройства обеспечивают необходимую остроту, но требуют высокой квалификации заточника, в том числе для недопущения заточки «на сухую» с перегревом и потерей твёрдости лезвий.

2. Применение представленных устройств решает задачу непрерывной подачи относительно жидкой масляно-абразивной суспензии на заточной диск и исключает заточку «на сухую», что позволяет повысить качество заточки гребёнки и ножа за счёт постоянного наличия суспензии в рабочей зоне и удержания точильщиком державки двумя руками с сосредоточением внимания непосредственно на протекании процесса, снизить трудоёмкость процесса и улучшить условия работы.

Список

использованных источников

1. Рыбаков М.И., Полозов П.Л. Комплексная механизация овцеводства. Алма-Ата: Изд-во «Кайнар», 1986. 233 с.

2. Технология и технические средства машинной стрижки овец / Монография / авт.: Ю.А. Мирзоянц, В.Е. Фириченков, С.Ю. Зудин, С.В. Фириченкова. Кострома, 2010. 238 с., ил.

3. Драницын Д.Ю. Обоснование и разработка оптимальных технологических параметров аппарата для заточки режущих пар стригальных машинок: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Оренбург, 2013. 19 с.

4. Фириченков В.Е., Мирзоянц Ю.А. Совершенствование процесса заточки режущих пар стригальных машинок для овец // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе. Караваево: Костромская ГСХА, 2019. Т. 2. С. 112-117.

5. Крисюк В.И. Технологические и инженерно-технические основы процесса стрижки овец: дисс. ... докт. с.-х. наук: 05.20.01. Ставрополь, 1983. 350 с.

6. Машиностроение. Доводка-притирка. [Электронный ресурс]. URL: <http://dlja-mashinostroiteljainfo/2010/09/davodka-pritirka/> (дата обращения: 12.01.2020).

7. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М.: Машиностроение, 1983. 487 с.

To the Improvement of Sharpening Devices for Cutting Pairs of Sheep Shearing Machines

N.M. Morozov,
Yu.A. Mirzoyants

(Institute of Livestock Mechanization,
a branch of Federal Scientific
Agroengineering Center VIM)

V.E. Firichenkov

(Kostroma State Agricultural Academy)

Summary. Solutions for disk sharpening machines are proposed. They provide for a constant supply of abrasive suspension to the working zone, which eliminates overheating and deformation of the blades, improves the quality of sharpening and reduces labor intensity.

Keywords: shearing, cutting pair, sharpening disc, suspension feeding, sheep, blades.

КОНГРЕСС И ВЫСТАВКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПРИМЕНЕНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ И КОТЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ (биобутанол, биоэтанол, бионефть, пеллеты, брикеты и другие биотоплива)

Би масса
топливо и энергия
Конгресс & экспо

6-7 октября 2020

Отель Холлидей Инн Лесная, Москва

+7 (495) 585-5167
congress@biotoplivo.ru
www.biotoplivo.com

Темы конгресса:

- Состояние отрасли: развитие технологий и рынка первого и второго поколения биотоплив
- Биозаводы (biorefinery) : компоновка, производимые продукты, экономика, капитальные вложения
- Гранты и другие финансовые возможности для разработки технологий биотоплива
- Конверсия заводов пищевого спирта на производство биотоплива
- Целлюлозный биобутанол: технологии производства и возможность коммерциализации
- Топливный биоэтанол, бутанол и другие транспортные биотоплива
- Пиролиз и газификация: бионефть и сингаз
- Биодизель и биокеросин. Биотоплива для авиации
- Твердые биотоплива: пеллеты и брикеты
- Другие вопросы биотопливной отрасли



**Российская
Биотопливная
Ассоциация™**

УДК 636.083.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-25-29

Обоснование параметров приемопередающей антенны RFID-считывателя для систем динамического взвешивания животных

А.М. Готовщиков,

ст. науч. сотр.,

alleksmag@yandex.ru

(КФ ТОО «НПЦ Агроинженерии»,
Казахстан)

Аннотация. Представлены результаты исследования по обоснованию параметров приемопередающей антенны RFID-считывателя, оптимально работающей в системах динамического взвешивания животных на откормочных площадках. Предложен способ определения требуемой активной зоны действия рамочной антенны, в которой происходит считывание радиочастотной метки животного, движущегося по взвешивающей платформе.

Ключевые слова: RFID-технология, животноводство, динамическое взвешивание, радиочастота, антенна.

Постановка проблемы

Интенсивному развитию отрасли мясного скотоводства способствуют современные RFID-технологии, которые обеспечивают снижение себестоимости производства продукции на откормочных площадках. RFID-система позволяет автоматически идентифицировать животных, осуществлять необходимый оперативный контроль их веса, производить корректировку нормы и рационов кормления, обеспечивая сбалансированное питание в соответствии с физиологической потребностью животного для получения высоких привесов [1]. Тем не менее технологический процесс статического взвешивания животных на откормочной площадке является достаточно сложным и трудозатратным, содержит ряд вспомогательных работ по перемещению и концентрации животных в загонах-накопителях, серпантине

ограждений (расколе), фиксации в весовой клетке. Ежемесячное проведение этого мероприятия вызывает у животного стресс и имеет различное его проявление – от потери веса до развития заболеваний.

Альтернативой статическому взвешиванию является динамическое взвешивание, отличающееся тем, что животное взвешивается на ходу (без остановки) [2]. Применение на откормочной площадке динамического взвешивания имеет большой потенциал, так как позволяет избежать стресса животного и регулировать периодичность взвешивания, вплоть до ежедневного измерения. Причинами, сдерживающими применение данной технологии на откормочных площадках, являются невысокие рабочие характеристики радиочастотных идентификаторов в присутствии радионепрозрачных и радиопоглощающих предметов, несовершенство приемопередающих устройств, применяемых к движущимся объектам.

Системы RFID-радиочастотной идентификации имеют в своем составе сложные компоненты: считыватели (они же приемники/передатчики), антенны, фидеры, добавочные индуктивности, емкости, а также устройства передачи данных. Назначение считывателя как приемопередающего устройства – активация метки для последующего получения идентифицирующей информации. Выполнение этих функций в заданных параметрах может осуществляться только при работе с согласованной антенной. Антенна – это излучатель, обеспечивающий канал связи между считывателем и меткой и на который возложена функция обмена данными.

При подборе готовых комплектов считывателя и антенн, работающих на частоте 134,2 кГц, под задачу динамического взвешивания животных было выявлено, что размер активной зоны, создаваемой при излучении, недостаточен для считывания метки в движении [3-6]. Требуется антенна с оптимальными размерами, параметры которой удовлетворят условиям задачи – считывание движущейся метки. Таким образом, появилась необходимость обосновать и спроектировать антенну к считывателю, работающему на частоте 134,2 кГц, для применения в системах динамического взвешивания животных.

Цель исследований – обоснование параметров приемопередающей антенны RFID-считывателя для систем динамического взвешивания животных.

Материалы и методы исследования

Для реализации поставленной цели необходимо установление закономерностей изменения технических качеств рамочных антенн в системе динамического взвешивания и обоснование размеров и пропорций длины вертикальных и горизонтальных витков, а также соотношений межвиткового шага рамочной антенны ДВ-диапазона, согласованной с RFID-считывателем и меткой на частоте 134,2 кГц, применимой к движущимся живым объектам. Цель работы предполагает изучение современного состояния электродинамики, исполнения антенн и установление причинно-следственных связей между факторами, влияющими на параметры устройств. В соответствии

с целью были поставлены следующие основные задачи:

- изучение имеющегося оборудования радиочастотной идентификации и применяемых антенн для систем динамического взвешивания;
- определение критериев, влияющих на параметры работы антенн, и способа их регулирования под поставленную задачу;
- обоснование параметров приемо-передающей антенны для системы динамического взвешивания животных.

Работы по измерению веса движущихся животных велись В. Gallagher и Y. Gallagher (Австралия), R.G. Baarsch, M.H. Jaeger, T.K. Hiniker и M. Lindgrin (США), на их основе канадская фирма «GrowSafe» предлагает широкий спектр автоматизированных систем прослеживания прироста животных [7-10]. Изучение материалов данного направления позволило сделать вывод: значительная часть исследований направлена на создание новых сложных процессорных конструкций, обоснование параметров и режимов работы данных конструкций, электронных и конструктивно-технологических схем, а также программного продукта, что весьма актуально в настоящее время. Наряду с перечисленным «слабым звеном» остаются приемо-передающие антенны, которые работают на малых расстояниях (до 1 м) и рассматриваются как активный электромагнитный контур. Также одним из важных факторов является частота (134,2 кГц), на которой работают антенны считывателей и приемо-передатчики метки, объединяющая все животноводческие RFID-системы. Особенностью этой частоты является то, что длина ее волны ($\lambda = 2235,46$ м) соответствует диапазону длинных километровых волн (ДВ) [11]. В свое время этот диапазон в системе радиосвязи оказался малоэффективным из-за сложности изготовления полноразмерных антенн, высота которых могла достигать 25-50 м, но оказался востребованным в идентификации животных на малых расстояниях ввиду щадящего действия электромагнитного излучения этой категории волн и применения рамочных антенн. Проектирование

рамочных антенн для этого диапазона волн имеет ряд особенностей, так как километровую волну, имеющую свойство огибать препятствия, сложно «уложить» в ограниченный отрезок вертикального провода (витка). С появлением современной радиочастотной идентификации этот раздел электродинамики оказался актуальным для изучения и применения на практике [12].

Общая методика исследования включает в себя: изучение, анализ, систематизацию экспериментальных данных, сравнительный анализ испытаний применяемых устройств и теоретические расчеты. Изучение существующих электронных устройств, оборудования и испытание разработанной модели в системе динамического взвешивания (СДВ) проводились в Костанайском филиале ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии». Изучение инфраструктуры откормочных площадок с внедренным RFID-оборудованием проводилось в северном и западном регионах Казахстана.

Результаты исследований и обсуждение

Важные критерии при взаимодействии двух приемо-передающих устройств – зоны действия антенн и соотношения мощностей по их площадям, при этом размеры излучающей зоны действия должны совпадать с размерами зоны движения меток в СДВ. Размеры зоны действия антенны – объемная часть пространства, на которую распространяется действие электромагнитного поля, излучаемое генератором считывателя, и в которой происходят активация передатчика метки и уверенный прием сигнала с нее.

На определение размеров оптимальной зоны движения метки, зоны взаимодействия антенны и метки с точки зрения простой механики влияют: размеры животного с меткой в ухе, ширина платформы, по которой оно движется (900 мм), длина (2400 мм) и скорость его передвижения по платформе. Экспериментально установлено, что горизонтальные колебания метки при движении головы живот-

ного влево-вправо остаются в диапазоне от 0 (метка прижата вплотную к антенне) до 370 мм (при крайнем отклонении головы вправо), метка расположена в левом ухе животного. По анализу высоты экстерьера пород животных и результатам обработки полученных экспериментальных данных замеров их движения, установлено, что вертикальное колебание меток от платформы может находиться в диапазоне 700-1600 мм. Если обозначить полученные размеры как X, Y, Z, то X=370 мм, Y=900 мм. На получение размера Z – длины (глубины) действия электромагнитного поля влияет скорость движения метки в зоне действия антенны и время, за которое считыватель сможет активировать метку и принять ответ.

Экспериментально установлено, что животное продвигается по измерительной платформе длиной 2400 мм в среднем за 3 с и со второй секунды полностью находится на платформе, что важно для автоматической фиксации веса. В результате при скорости 800 мм/с можно считать, что метка будет находиться в зоне действия антенны 0,5-1 с и пройдет расстояние 400-800 мм (рис. 1-2).

С точки зрения информатики и электроники идентификационный номер метки имеет 15 знаков. Каждому знаку соответствует 8 бит, с учетом добавления знака при кодировке имеем 128 бит на кодировку идентификационного номера.

Скорость используемого порта RS232 считывателя составляет 9600 бит/с, отношение этих чисел дает количество считываний за секунду – 75 раз. Данный результат не ограничивает полученное значение длины и не влияет на время. В результате: ширина X=370 мм, высота Y=900 мм и длина (глубина) Z=400 мм. Таким образом, получены необходимые размеры оптимальной зоны взаимодействия антенны и метки, где мощность радиочастотного электромагнитного поля антенны должна быть достаточной для установления канала связи на заданной частоте.

В данном случае это предварительный требуемый исходный параметр для расчета рамочной антенны

с длиной вертикального витка 900 мм и горизонтального – 400 мм.

Длина волны $\lambda = 2235,46$ м соответствует низкочастотному километровому диапазону длинных волн и определяется по формуле

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (1)$$

где c – скорость распространения волны (300 МГц);

f – частота, на которой работают метки (134,2 кГц).

При проектировании полноразмерных многолучевых Г- и Т-образных антенн ДВ диапазона принято применять соотношение 1:100, т.е. дей-

ствующая h_d -длина (высота луча), равная 22,35 м, соответствует длине волны $\lambda = 2235,46$ м [13]. Для расчета рамочных антенн это соотношение для вертикального витка составило 1:1000, при этом общая длина провода с учетом добавочной согласующей индуктивности остается в соотношении 1:100 к длине волны.

Таким образом, теоретически действующую h_d – длину вертикальной высоты рамки для этого диапазона волн определим по формуле

$$h_d = \frac{2\pi}{\lambda} S n, \quad (2)$$

где S – площадь рамки, m^2 ;

n – количество витков.

Используя соотношение размеров, получим: $h_d = 1008$ мм, что соответствует предварительному расчету требуемой длины одного вертикального витка (в рамочной антенне их два). Увеличивая количество витков n в пропорции с шагом, увеличивается поле антенны между витками и его влияние на метку. При этом растут индуктивность антенны, емкость и помехи от горизонтальных витков, так как поляризация излучаемых антенной волн вертикальная.

Для уточнения оптимального количества витков, активного сопротивления, пропорциональных размеров рамочных антенн и емкости проведены замеры (в лабораторных условиях) по поиску соотношений длин вертикального и горизонтального витков и определено их влияние на дальность считывания при заданной мощности считывателя. Исследованию подверглись стандартные антенны с пятью витками и равномерным их шагом. На рис. 3 схематично изображено распределение электромагнитного поля в этих антеннах.

На изготовленном лабораторном стенде были апробированы разные варианты антенн: 5-, 4- и 3-витковые с шагом 5-30 мм. На рис. 4 представлены графики, отражающие зависимость дальности D , см, считывания метки от коэффициента K (соотношение длин витков) и межвиткового шага (мм). В соотношении 1:100 находится шаг от луча до луча (эффект близости) для полноразмерных многолучевых ан-



Рис. 1. Схема зоны горизонтального действия антенны

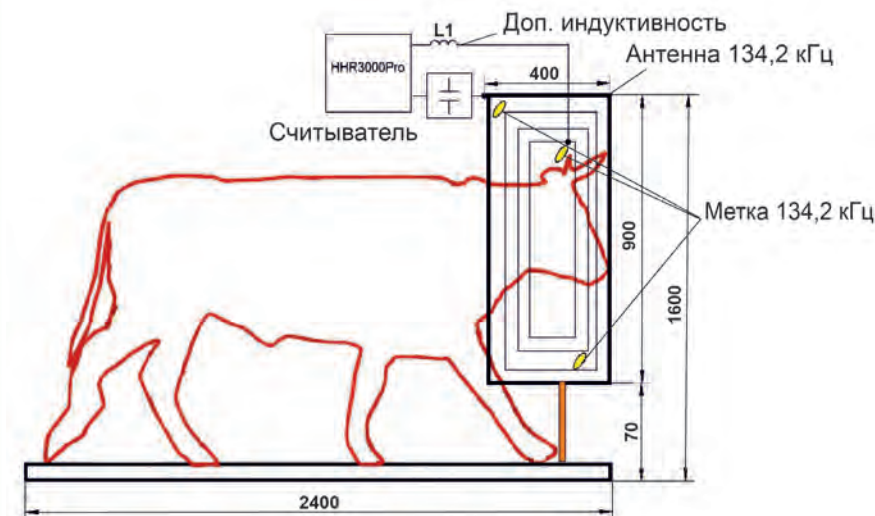


Рис. 2. Схема зоны вертикального действия антенны

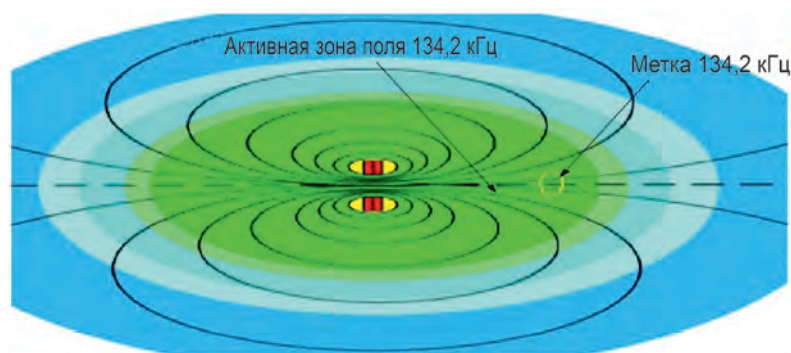


Рис. 3. Схема распределения электромагнитного поля антенны в зоне вертикального действия (поляризации) с равномерным шагом витков

тенн (1-3 м) и 1:1000 – для витков рамочных антенн (10-30 мм). Шаг более 30 мм в рамочной антенне становится малоэффективным, как и в полноразмерных шаг более 3 м. Размер шага влияет на плотность распределения магнитного поля рамочной антенны, а также на дальность считывания движущейся метки. При этом из-за небольших по сравнению с длиной волны размеров рамки ток распределяется вдоль ее провода посредством скин-эффекта с неизменной амплитудой, что при пропорциональных размерах позволяет получить оптимальную электродвижущую силу

в вертикальных витках провода, где горизонтальные участвуют в качестве компенсаторов-распределителей тока [14].

Таким образом, коэффициент 2,25 оказался наиболее эффективным. На графиках он прослеживается и отражает соотношение горизонтального витка к вертикальному, при котором максимальная дальность считывания для антенн составляет 400-700 мм во всей зоне действия антенны. В результате требуемая длина горизонтального участка (витка) для экспериментальной антенны составила 448 мм. Количество витков – 3

при неравном шаге намотки: 30 мм – первый и 15 мм – второй, что позволило стабильно считывать движущуюся метку на расстоянии 600 мм от антенны в размерах требуемой зоны действия. При этом активное сопротивление антенны составило 5 Ом, емкость – 5,5 мкФ, индуктивность – 122 мН. На рис. 5 представлен сравнительный график исследуемых антенн и экспериментальной.

Получение параметров, при которых движущаяся метка активируется несколько раз, объясняется свёртыванием электромагнитного поля из-за неравномерности шага по краям

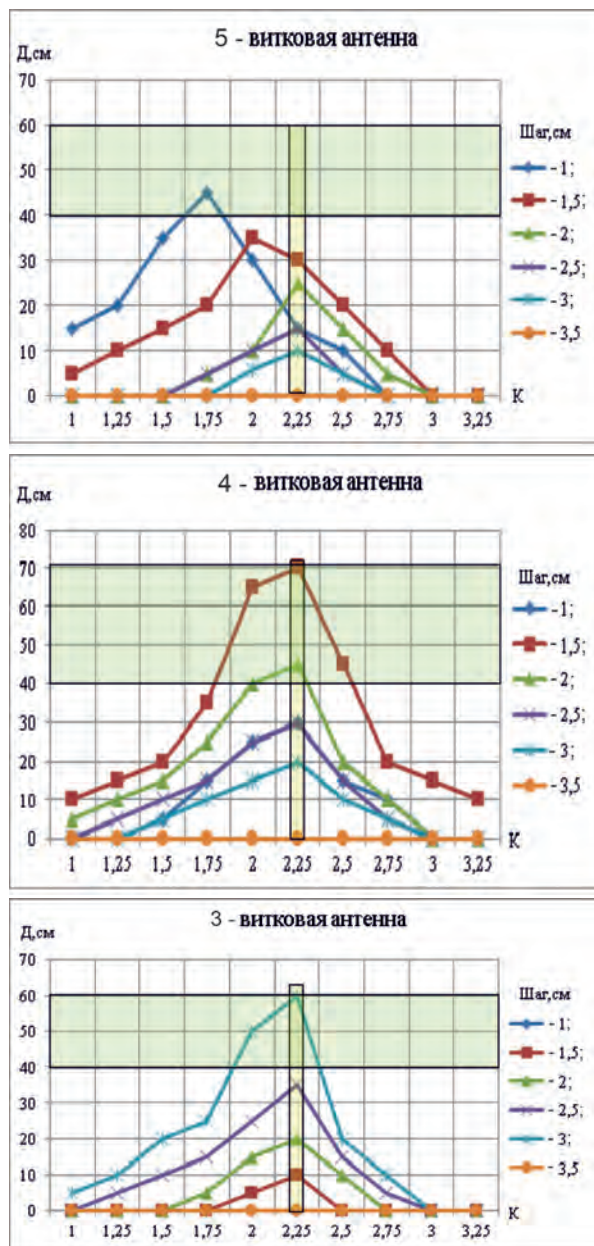


Рис. 4. Графики зависимости для антенн

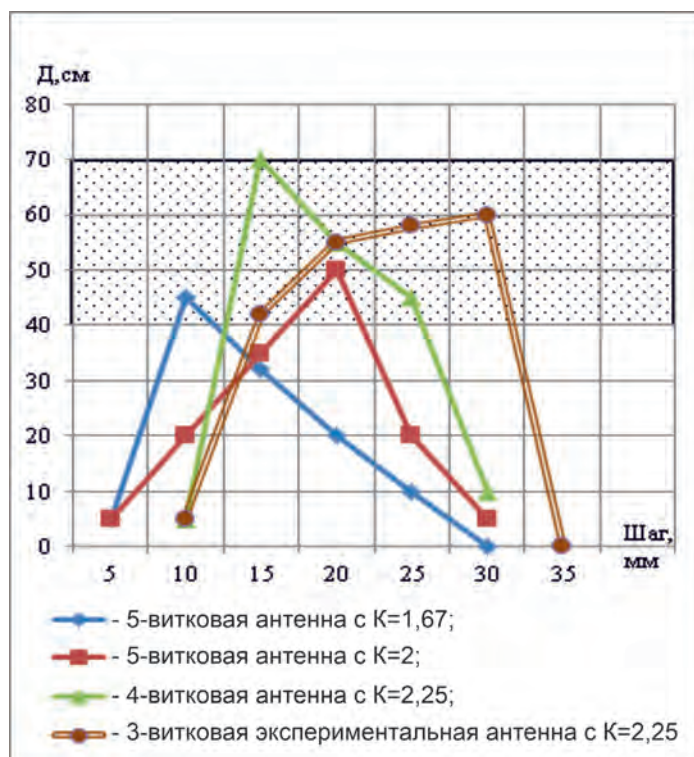


Рис. 5. Сравнительный график дальности считывания для антенн

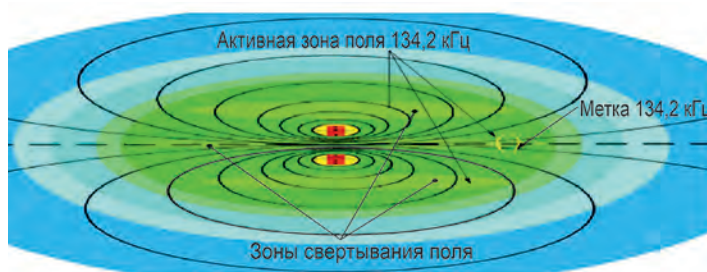


Рис. 6. Схема распределения электромагнитного поля антенны с тремя витками и неравномерным шагом витков

и в средней части зоны действия антенны. Это и было применено в экспериментальной антенне. Свертывания создают границы дополнительной напряженности и неоднородность поля, что позволяет при их пересечении антенной метки успешно активировать приемо-передатчик в движении (рис. 6).

Путем измерений установлено, что генератор качающейся частоты считывателя выдает частоты в диапазоне 116-135 кГц, это создает запаздывание активации меток определенных частот и неравномерность излучаемой мощности в различных конфигурациях антенн. Неравномерный междувитковый шаг придал дополнительное усиление в антенне. При входной мощности 2,26 Вт, поступающей из передатчика в рамочную антенну на частоте 134,2 кГц, сопротивление потерь складывается из омического сопротивления провода антенны, активной части сопротивления удлинительной катушки, сопротивления заземления и так называемого сопротивления потерь окружения [15].

Сопротивление медного провода антенны $\varnothing 2$ мм, длиной 2,3 м составляет: $R_a = 5$ Ом, $R_{XC} = 5500$, $R_{XL} = 103$ Ом.

Реактивное сопротивление емкостной антенны определяется по формуле

$$R_{XC} = \frac{1}{2\pi fC}, \quad (3)$$

где C – емкость, пФ.

Реактивное сопротивление индуктивности рассчитывается следующим образом:

$$R_{XL} = 0,85L, \quad (4)$$

где L – индуктивность, мН.

Сила тока в антенне (I):

$$I = \sqrt{\frac{P}{R_{XC} + R_{XL}}}, \quad (5)$$

где P – мощность, Вт.

Сила тока равна $4 \cdot 10^{-4}$ А.

Зная силу тока в антенне и его распределяемые свойства для частотных антенн, излучаемая мощность $P_{изл}$ составит $0,15 \cdot 10^{-6}$ Вт. Излучение такой малой мощности при оптимальной работоспособности устройства обе-

спечивает электромагнитную совместимость и безопасность влияния магнитного поля на людей и животных.

Таким образом, рациональный размер рамочной антенны для считывания меток при движении животного по платформе взвешивания составил 1008×448 мм. Антенна имеет три витка: два с шагом 30 мм и один – 15 мм. Длина провода сечением 2 мм и добавочной индуктивностью в витках антенны составляет 6,75 м при общей длине открытого фидера 15,6 м. Коэффициент, применимый для изготовления рамочной антенны, – 2,25; пропорция к длине волны – 1:1000. При этих условиях обеспечивается оптимальный уровень работы канала связи между движущейся меткой и антенной считывателя на частоте 134,2 кГц со скоростью 0,4-0,8 м/с.

Выводы

1. Предложен простой способ определения требуемой активной зоны действия, в которой происходит считывание радиочастотной метки животного, движущегося по взвешивающей платформе.

2. Выполненные расчеты и проведенные опыты подтверждают применимость коэффициента 2,25 соотношения сторон рамочной антенны и пропорцию 1:1000 к длине волны при ее изготовлении для частот 116-135 кГц.

3. Установлено, что рамочная антенна, изготовленная по указанным пропорциям и с применяемым коэффициентом, обеспечивает надежный канал связи между считывателем и меткой, на который возложена функция запрограммированных процессов передачи и приема данных для движущихся объектов.

Список

использованных источников

1. Государственная программа «Цифровой Казахстан» на 2017-2020 годы. Основание для разработки – Указ Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 г. № 922 «О Стратегическом плане развития Республики Казахстан до 2020 года».

2. Зеленский С.В., Зеленский В.А., Осколков В.В. Некоторые особенности измерения веса движущихся объектов. М.: РИА «Стандарты и качество» Мир Измерений. 2003. № 3. С. 175-183.

3. Современные методы идентификации животных / В.А. Астапов [и др.] // Сб. науч. тр. Всеросс. науч.-исслед. ин-та овцеводства и козоводства. 2015. № 8. С. 572-577.

4. Матюш М.В. Радиочастотная идентификация и ее применение // Фундаментальные науки. Информатика. 2007. № 9. С. 115-122.

5. Dai Modeling and Implementation of Cattle/Beef Supply Chain Traceability Using a Distributed RFID-Based Framework in China / W. Liang, J. Cao, Y. Fan, K. Zhu, Q. Dai // PLoS ONE. 2015. P. 17.

6. Piloting a livestock identification and traceability system in the northern Tanzania-Narok-Nairobi trade route / F. Mutua, A. Kihara1, J. Rogena1, N. Ngwili, G. Aboge, J. Wabacha, B. Bett // Trop Anim Health Prod. 2017. P. 299-308.

7. Вопросы радиочастотной идентификации животных на основе «пассивных» электронных меток / А.Ф. Шалин [и др.] // Сб. науч. тр. Всеросс. науч.-исслед. ин-та овцеводства и козоводства. 2013. № 5. С. 372-377.

8. К вопросу применения RFID-технологий в мясном скотоводстве / А.Н. Алтынбаев [и др.] // Международная агроинженерия. Алматы. 2018. № 4. С. 28-42.

9. Robert G. Baarsch Automatic livestock weighing system Filed: Aug. 5, 2008 Pub. Date: US 2008/0289883 A1 G01G 9/00 Nov. 27, 2008.

10. Praveen Paripati, Reston, VA Animal weight monitoring system Filed: Mar 14, 2014 Date of Patent: US 9,226,481 B1 G08B 23/00 A01K 29/00 G06T 700 Jan. 5, 2016.

11. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн / Г.А. Ерохин [и др.]. М.: Радио и связь, 1989. 365 с.

12. Balanis. C.A. Modern Antenna Handbook. Ed. John Wiley & Sons, 2008. 205 с.

13. Основы теории антенн и распространения радиоволн / В.П. Кубанова [и др.]. С.: ИНУЛ-ПГУТИ, 2016. 258 с.: ил.

14. Щелкунов С., Фриис Г. Антенны. М.: Советское радио, 1955. 280 с.

15. Дабкин А.Л., Зузенко В.Л., Кислов А.Г. Антенно-фидерные устройства. М.: Советское радио, 1974. 360 с.

Substantiation of the Parameters of a RFID Reader Transmit / Receive Antenna for Animal Dynamic Weighing Systems

A.M. Gotovshchikov

(SPC Agroengineering, Kazakhstan)

Summary. The paper presents the results of a study to substantiate the parameters of a RFID reader transmitting and receiving antenna, which works optimally in the systems of dynamic weighing of animals at feedlots. A method is proposed for determining the required loop antenna active area, in which the radio-frequency tag of an animal moving along a weighing platform is read.

Keywords: RFID technology, animal husbandry, dynamic weighing, radio frequency, antenna.

УДК: 632.935: 66.088

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-30-33

Исследование возможности применения нетермальной плазмы для фитосанитарной обработки семян ячменя

Д.И. Петрухина,канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
daria.petrukhina@outlook.com**М.Г. Помясова,**науч. сотр.,
mariya-zelenetskaya@mail.ru**Е.И. Карпенко,**канд. биол. наук, вед. науч. сотр.,
karpenko_evgenii@mail.ru
(ФГБНУ ВНИИРАЭ)

Аннотация. Приведены результаты исследования воздействия нетермальной СВЧ-плазмы атмосферного давления на семена ярового ячменя, зараженного фитопатогенами. Показано, что облучение плазмой, генерируемой с помощью электрического коронного разряда, позволяет снизить зараженность семян ячменя грибами родов *Aspergillus* и *Penicillium*, но в то же время не оказывает стимулирующего либо угнетающего воздействия на рост культуры.

Ключевые слова: холодная плазма, плазменная обработка, безопасность продукции, патогенная микрофлора, ячмень.

Постановка проблемы

Анализ современного международного опыта по разработке и внедрению технологий нетермальной плазмы атмосферного давления в агропромышленном комплексе показал возрастающий интерес, связанный с широкими возможностями их применения [1]. Наибольший интерес представляет возможность использования плазмы для улучшения фитосанитарного состояния, а также роста и прорастания семян сельскохозяйственных культур [2]. Из-за повсеместной распространенности фитопатогенов в почве зерно наиболее возделываемых злаковых культур часто заражено болезнями. Наиболее распространенными методами борьбы с зараженностью зерна в России являются химические. Поэтому представляется перспективным решать проблему фитосанитарной обработки семян сельскохозяйственных культур с учетом защиты окружающей среды путем разработки и внедрения технологии нетермальной плазмы [3].

Изучение мирового опыта использования плазмы в сельском хозяйстве и пищевой промышленности позволяет заключить, что экспериментальные результаты, полученные разными авторами на одних и тех же объектах, часто различаются в зависимости от используемого типа разряда для генерации плазмы и применяемой уста-

новки-плазматрона. В каждом исследовании используется собственная, обычно экспериментальная (существующая в единственном экземпляре) установка-плазматрон. Чаще всего сравнить используемую в работах плазму невозможно, поскольку в статьях не приводятся ее характеристики, в том числе каким разрядом она получена. Даны лишь схемы установок и время обработки объекта. Этой информации недостаточно, чтобы понять и тем более сравнить используемые условия обработки, подтвердить, действительно ли использовался заявленный тип разряда для генерирования плазмы. Таким образом, установки по получению плазмы широко варьируются в научных исследованиях, и их характеристики могут влиять на получаемый в экспериментах обеззараживающий эффект. Также на эффективность обеззараживания могут влиять вид патогенов, их концентрация и поверхность субстрата, а также расстояние от источника плазмы до объекта и состав газа [4-6]. Поэтому дальнейшее исследование возможностей применения бюджетных источников нетермальной плазмы при атмосферном давлении, таких как СВЧ-плазмотроны, является актуальным. Использование СВЧ-плазмотронов дает возможность сочетать преимущества чистого безэлектродного разряда с удобством подвода электромагнитной энергии по волноводным или коаксиальным фидерным линиям.

Цель исследований – оценка возможности применения нетермальной СВЧ-плазмы атмосферного давления для обработки семян злаковых культур (на примере ячменя ярового) с целью подавления развития фитопатогенов и стимулирования посевных качеств семян.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлись семена ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта «Владимир» урожая 2018 г., которые были заражены фитопатогенами. Семена были отсортированы по 150 шт. для каждого варианта эксперимента. Воздушно-сухие семена ячменя облучали нетермальной аргоновой СВЧ-плазмой (2,43 МГц) на расстоянии 175 и 26 мм от пучка до исследуемого объекта, расход аргона составлял 15 л/мин. Семена выкладывали в один слой в чашке Петри. Длительность облучения плазмой составляла 30 с; 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 мин (рис. 1).

Контрольные и обработанные группы семян проращивали в рулонах в соответствии с ГОСТ 12038-84 [7]. Каждый рулон содержал три слоя бумаги: два под рас-



Рис. 1. Процесс плазменной обработки семян ячменя

кладываемыми семенами и один сверху. Бумагу увлажняли, раскладывали семена в один ряд зародышами вниз по линии, проведенной на расстоянии 2-3 см от верхнего края, накрывали третьим слоем бумаги и неплотно сворачивали рулон. Готовые рулоны помещали в стакан в вертикальном положении с добавлением 100 мл дистиллированной воды и устанавливали в термостат с температурой 20-21 °С. В каждом рулоне содержалось по 50 семян. На седьмые сутки после проращивания определяли следующие показатели:

- длина ростка;
- длина корешка;
- лабораторная всхожесть:

$$\begin{aligned} \text{Лабораторная всхожесть (\%)} &= \\ &= \frac{\sum \text{Проросших семян}}{\text{Количество семян}} \cdot 100\%; \end{aligned} \quad (1)$$

- сила роста:

$$\begin{aligned} \text{Сила роста (\%)} &= \\ &= \frac{(\text{Количество семян} - (\text{Невсхожие} + \text{Неразвитые}))}{\text{Количество семян}} \cdot 100\%; \end{aligned}$$

- влажность проростков:

$$\text{Влажность (\%)} = \frac{(m_{\text{сырая}} - m_{\text{сухая}})}{m_{\text{сырая}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где m – масса проростков.

Фитоэкспертизу семян ячменя по зараженности фитопатогенами проводили согласно ГОСТ 12044-93 [8] на гелиминтоспориоз (*Helminthosporium* sp.), фузариоз (*Fusarium* sp.), а также наличие грибов родов *Penicillium* и *Aspergillus*. Отбирали три рабочие пробы по 50 семян. В каждой из трех проб подсчитывали количество проростков семян и оценивали их пораженность болезнями в баллах:

0 – семена нормально и ненормально проросли, болезни на семенах и проростках отсутствуют;

1 – семена нормально и ненормально проросли, имеются слабые налёты грибки и спороношения гриба, корешки и росток без изменения окраски, без пятен и бурых штрихов или выражены очень слабо;

2 – семена нормально и ненормально проросли, помимо налётов грибки (или без них) отмечается побурение в виде штрихов или пятен на корешках или ростке;

3 – проростки с дефектами, корешки и росток отстают в росте, сильный налёт грибки, спороношение грибов, сильное побурение корешков, ростка и coleoptilia, местами ткань загнивает;

4 – загнившие семена, ненормально проросшие семена, росток и корешки которых загнивают и погибают от грибов и бактерий.

Учитывали распространенность болезни P , %, и ее развитие R , %, по стандартным формулам [9].

Развитие болезни определяли по формуле:

$$\begin{aligned} R(\%) &= \\ &= \frac{\sum_i (n_i \cdot b)}{(\text{Количество семян} \cdot \text{макс балл поражения})} \cdot 100\%, \end{aligned} \quad (4)$$

где $\sum n \cdot b$ – сумма произведений числа пораженных проростков n_i и соответствующего им балла поражения b (0-4).

Распространенность болезней P определяли по формуле

$$P(\%) = \frac{\sum \text{Пораженных проростков}}{\text{Количество семян}} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Статистическую обработку результатов исследований проводили в Microsoft Excel. Отличия в контрольных и опытных сериях экспериментов анализировали, используя t -критерий Стьюдента. Отличия считали достоверными при уровне значимости $p \leq 0,05$. Полученные результаты представляли как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение.

Результаты исследований и обсуждение

СВЧ-разряды обладают гораздо более высокой плотностью зарядов и, как следствие, большей реакционной способностью по сравнению с высокочастотным разрядом при сравнимой мощности. Поэтому в данной работе применяли стационарную микроволновую установку по генерации нетермальной атмосферной плазмы.

Плазмотрон имеет многостырьковый резонансный СВЧ-разрядник (рис. 2), питаемый с помощью жесткой коаксиальной линии от регулируемого волноводно-коаксиального перехода.

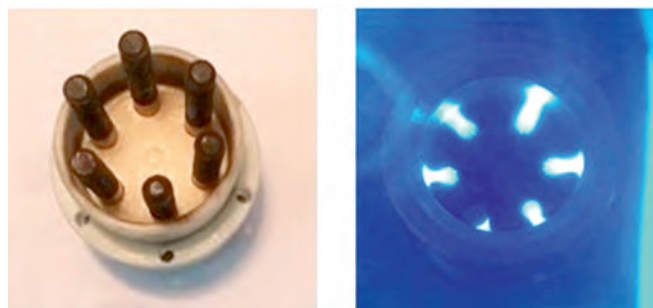


Рис. 2. Общий вид 6-стырькового разрядника и СВЧ-разряда в аргоне

Величина отбираемой из волновода СВЧ-мощности регулируется в широких пределах изменением местоположения короткозамыкающего бесконтактного поршня. Неиспользованная отраженная мощность поглощается в водяной нагрузке, подключенной к волноводному циркулятору. Наконечник внешнего проводника питающей коаксиальной линии выполнен съемным и легкозаменяемым. Внутренний проводник представляет собой металлическую трубку для подачи плазмообразующего газа – аргона, в котором разряд происходит самостоятельно и устойчиво поддерживается в течение длительного времени благодаря организованному принудительному охлаждению внешнего наконечника разрядника. Осевое перемещение внутреннего проводника обеспечено дроссельным подвижным сочленением, что позволяет регулировать положение внутреннего разрядника относительно внешнего наконечника коаксиальной линии. В качестве источника СВЧ-мощности был использован бюджетный генератор, построенный на комплектующих промышленных СВЧ-установок.

Проведены эксперименты, результаты которых будут определять дальнейшие перспективы установки и ее модернизации.

В ходе экспериментов установлено, что длина ростков и корешков семян ячменя статистически значимо не изменилась после облучения нетермальной аргоновой СВЧ-плазмой (рис. 3).

На седьмой день после проращивания семян весовым методом измеряли массу проростков ячменя, которую обозначали как сырую. Результаты исследования показали, что сырая масса проростков ячменя, семена которого были облучены плазмой в течение 5 и 10 мин, увеличивалась. Далее определяли сухую массу проростков, т.е. после высушивания их при температуре 105 °С в течение 6 ч. Сухая масса проростков после 30 с и 1 мин облучения плазмой также повышалась (табл. 1).

Влажность проростков, %, получали расчетным путем как отношение разности между сырой и сухой массой проростков к их сырой массе. Результаты исследования показали, что влажность проростков ячменя статистически значимо увеличивалась после 10 мин облучения. Согласно литературным данным, такая биоактивация семян ячменя, которая увеличивает влажность растений, может способствовать повышению устойчивости их к засухе. Также можно предположить, что увеличение сухой массы проростков ячменя связано с синтезом органических веществ из углекислого газа, а увеличение сырой массы проростков после облучения плазмой свидетельствует о повышении содержания воды за счет понижения осмотического потенциала.

Далее экспериментально были определены основные показатели для оценки качества посевного материала, используемые в сельскохозяйственной практике: лабораторная всхожесть семян и сила роста (рис. 4). Лабораторная всхожесть показывает процент семян, давших проростки в стандартных условиях. Результаты экспериментов показали, что после облучения плазмой в течение

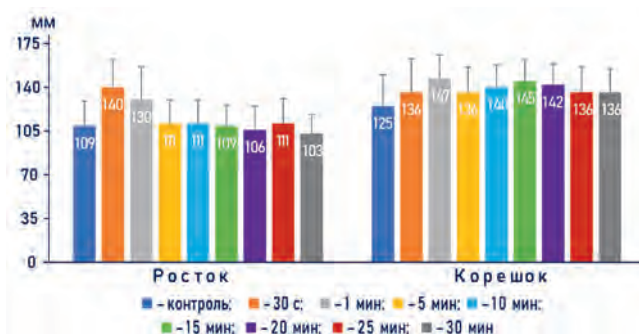


Рис. 3. Начальные ростовые показатели семян ярового ячменя после облучения плазмой

Таблица 1. Влияние облучения плазмой на биометрические параметры семян ярового ячменя

Вариант опыта	Влажность проростков, %	Масса проростков, г	
		сырая	сухая
Контроль	88,24±0,39	0,2505±0,0160	0,0295±0,0024
30 с	88 ±0,83	0,2868±0,0296	0,0343±0,0013
1 мин	87,81±1,19	0,2823±0,0299	0,0342±0,0006
5 мин	88,73±0,50	0,2810±0,0068	0,0317±0,0021
10 мин	89,68±0,42	0,2865±0,0094	0,0296±0,0021
15 мин	88,99±0,53	0,2835±0,0140	0,0313±0,0029
20 мин	88,10±1,13	0,2521±0,0322	0,0298±0,0020
25 мин	88,67±0,28	0,2757±0,0167	0,0312±0,0020
30 мин	87,74±0,19	0,2576±0,0160	0,0316±0,0015

Примечание. Жирным шрифтом выделены статистически значимые отличия ($p \leq 0,05$).



Рис. 4. Влияние облучения плазмой на лабораторную всхожесть и силу роста семян ярового ячменя

5 и 20 мин лабораторная всхожесть статистически значимо снижалась по отношению к контролю. В остальных вариантах эксперимента изменений не выявлено. Сила роста семян – совокупность тех свойств, которые определяют их активность и способность к прорастанию в широком диапазоне условий окружающей среды. Обнаружено, что предпосевная плазменная обработка семян не влияет на силу роста ячменя.

Далее было проведено исследование по оценке влияния облучения нетермальной аргоновой СВЧ-плазмой на фитопатогены (табл. 2). С учетом болезней, вызываемых фитопатогенами, определяли два показателя: распространенность болезни P , %, или количество пораженных

семян ячменя на седьмые сутки после прорастивания по отношению к общему количеству семян, взятых для анализа; развитие болезни R , %, или среднюю пораженность семян ячменя на седьмые сутки после прорастивания. Показатели определяли по формулам (4)-(5).

Установлено, что распространенность такой болезни, как гелиминтоспориоз, достоверно не изменялась по отношению к контролю. Однако после 30 мин облучения семян наблюдалось снижение распространенности фузариоза. Облучение плазмой в течение 30 с и 25 мин дало положительный эффект, снижая у семян распространенность болезней, вызываемых грибами родов *Penicillium*, и *Aspergillus* – после облучения в течение 1 мин. В остальных вариантах распространенность болезней статистически значимо не изменялась.

Также была проведена оценка влияния облучения плазмой на развитие семенных инфекций у ярового ячменя. Согласно полученным результатам исследования, после 30 мин облучения плазмой развитие фузариозной корневой гнили было ниже, чем в контроле, наблюдалось снижение развития болезней, вызываемых грибами родов *Penicillium* (30 с и 25 мин) и *Aspergillus* (1 мин). Полученные результаты представляют интерес, поскольку снижение распространенности и развития болезней, вызываемых фитопатогенами, может положительно сказаться на урожайности ярового ячменя.

По результатам исследования можно сделать вывод: нетермальная аргоновая СВЧ-плазма имеет потенциал как технология обезвреживания патогенных грибов. Если говорить о разработке методологии плазменного облучения для борьбы с болезнями семенного материала, то здесь важно учитывать источник плазмы (используемый разряд и другие параметры) и продолжительность обработки плазмой в зависимости от исследуемых растений и патогенов. Важно учитывать размер семян, степень заражения патогеном или его локализацию в семенной части. Интересным представляется возможность использования плазмы в качестве второй стадии обработки, чтобы дополнить ранее используемые методы борьбы с болезнями растений.

Выводы

1. Облучение нетермальной плазмой не оказывало стимулирующего либо угнетающего воздействия на начальные ростовые процессы ячменя. Однако облучение в течение 30 с и 1 мин приводило к увеличению сухой массы проростков, а в течение 5 и 10 мин – сырой массы. Лабораторная всхожесть ярового ячменя снижается после 5 и 20 мин облучения без изменения силы роста.

2. Обнаружено, что зараженность грибами родов *Aspergillus* и *Penicillium* после облучения плазмой уменьшилась (максимально до 2 раз), но в большинстве вариантов существенно не изменялась.

3. Установлено время обработки аргоновой плазмой для снижения зараженности ячменя грибами рода

Таблица 2. Влияние облучения плазмой на распространенность и развитие болезней у семян ярового ячменя

Фитопатоген	Время обработки	Распространенность болезни, P , %		Развитие болезни, R , %	
		эксперимент	контроль	эксперимент	контроль
<i>Helmintosporium</i>	15 мин	36±2,71	38±2,1	21,5±1,58	22,7±1,32
<i>Fusarium</i>	30 мин	0,7±0,06	4±0,2	0,2±0,01	1,2±0,08
<i>Penicillium</i>	30 с	0,7±0,05	4±0,1	0,2±0,01	1,5±0,07
	25 мин	0,7±0,06	4±0,1	0,2±0,01	1,5±0,07
<i>Aspergillus</i>	1 мин	22±0,6	62±2,1	5,5±0,6	15,5±0,53

Aspergillus – 1 мин. Длительная обработка не оказывала эффекта более глубокого обеззараживания, а также не способствовала увеличению всхожести семян.

Список использованных источников

1. Мировой опыт применения нетермальной плазмы в агропромышленном комплексе / Д.И. Петрухина [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2019. № 4.
2. Гордеев Ю.А. Плазменные нанотехнологии – основа инновационного потенциала земледелия XXI века // Актуальная биотехнология. 2014. № 4. С. 4-9.
3. Влияние частоты питающего напряжения и материала диэлектрического барьера на спектральный состав излучения плазмы поверхностного разряда / А.В. Лазукин [и др.] // Вестник Московского энергетического института. 2016. № 6. С. 24-30.
4. Fernandez A., Noriega E., Thompson A. Inactivation of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium on fresh produce by cold atmospheric gas plasma technology // Food Microbiology. 2013. Vol. 33. No 1, Pp. 24-29.
5. Niemira B.A. Cold Plasma Decontamination of Foods // Annual Review of Food Science and Technology. 2012. Vol. 3. No 1. Pp. 125-142.
6. Niemira B.A., Sites J. Cold plasma inactivates *Salmonella* Stanley and *Escherichia coli* O157:H7 inoculated on golden delicious apples // Journal of Food Protection. 2008. Vol. 71. No 7. Pp. 1357-1365.
7. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Изд-во стандартов, 2011. 28 с.
8. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Изд-во стандартов, 2004. 57 с.
9. Fungicidal Effects of Plasma and Radio-Wave Pre-treatments on Seeds of Grain Crops and Legumes / I. Filatova [et al.] // Plasma for Bio-Decontamination, Medicine and Food Security. Springer, Dordrecht. 2012. Pp. 469-479.

Research of Possibility of Application of Non-Thermal Plasma for Phytosanitary Treatment of Barley Seeds

D.I. Petrukhina, M.G. Pomyasova, E.I. Karpenko

(Russian Institute of Radiology and Agroecology)

Summary. The results of a study on the effects of atmospheric pressure non-thermal microwave plasma on the seeds of spring barley infected with phytopathogens are presented. It is shown that irradiation with plasma generated by electric corona discharge can reduce the infection of barley seeds with *Aspergillus* and *Penicillium* fungi, however, it does not have a stimulating or inhibitory effect on the growth of the culture.

Keywords: cold plasma, plasma processing, product safety, pathogenic bacteria flora, barley.

УДК 674.8

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-34-36

Сельскохозяйственное сырье при изготовлении конструкционных материалов для строительства объектов АПК

М.М. Войтюк,*д-р экон. наук,
гл. науч. сотр.,
margo-may@ya.ru***О.П. Мачнева,***канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
helga35781@yandex.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»
(НПЦ «Гипронисельхоз»)),***В.А. Войтюк,***науч. сотр., аспирант,
bovver71@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)*

Аннотация. Рассмотрено применение отходов сельхозсырья растительного происхождения при получении композиционных (конструкционных) материалов для строительства объектов агропромышленного комплекса (АПК). Предложено в качестве наполнителя использовать целлюлозосодержащие отходы переработки сельскохозяйственных культур растительного происхождения, в том числе остающиеся после уборки хлопка-сырца в виде стеблей хлопчатника (гузапая).

Ключевые слова: строительные композиционные материалы, связующее вещество, физико-механические свойства, переработка, волокнистая плита, растительное волокно, строительство объектов АПК.

Постановка проблемы

Принято считать, что высококачественные композиционные материалы для строительства объектов АПК могут быть изготовлены исключительно с применением древесных наполнителей и высокоадгезионных и водостойких малотоксичных синтетических связующих. Однако в последнее время такое безапелляционное утверждение все чаще опровергается.

Это связано с наметившейся стойкой тенденцией к применению в качестве наполнителей для конструкционных материалов сельскохозяйственного растительного сырья. Как показывают многочисленные исследования, материалы на основе сельхозсырья растительного происхождения являются конкурентоспособными по сравнению с древесными, что связано с их высокими физико-механическими показателями и низкой токсичностью.

Для строительства объектов АПК могут использоваться плитные материалы. Главное условие успешного применения – высокие прочностные характеристики и водостойкость, а также отсутствие выделения вредных веществ.

Одной из насущных задач современного производства плитных конструкционных материалов помимо наращивания объема выпуска продукции и повышения качественных характеристик разрабатываемых материалов является расширение сырьевой базы производства и ассортимента выпускаемых плит [1-4]. Это позволит расширить и область применения получаемых материалов: мебельное и тарное производство, бытовое и промышленное строительство, а также при формировании и отделке объектов АПК. К таким материалам могут быть отнесены волокнистые плиты, изготовленные по сухому способу производства с применением высококачественных связующих материалов [5-8]. Одним из перспективных источников сырья для производства волокнистых плит сухого способа производства являются целлюлозосодержащие отходы переработки технических культур растительного происхождения, в том чис-

ле остающиеся после уборки хлопка-сырца в виде стеблей хлопчатника (гузапая). Обеспечение производства волокнистых плит эффективными источниками сырья является актуальной проблемой для большинства стран, не имеющих богатых лесных ресурсов. В частности, эта проблема актуальна для стран Средней Азии [1, 2].

Цель исследований – создание высококачественных и экологически чистых конструкционных материалов для строительства объектов АПК.

Материалы и методы исследования

Лабораторные исследования по изготовлению и испытанию конструкционных волокнистых плит на основе растительного сырья недревесного происхождения, пригодных для применения в строительстве объектов АПК, проводились на кафедре химии и химических технологий в лесном комплексе (Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана). В процессе работ был использован комплект специализированного оборудования для изготовления древесно-волокнистых плит фирмы «Epra» (Польша). В составе оборудования: установка горячего размола щепы, прибор ДПВ-3 для определения линейных размеров волокна, смеситель и горячий лабораторный пресс фирмы «Diffenbacher» [1, 2, 7].

В качестве сырья использованы стебли однолетнего хлопчатника, регион произрастания – Туркменистан. Подготовка сырья для размола на первом этапе включала в себя получение сечки в виде фрагментов стеблей хлопчатника длиной 20-30 мм. Пластификация сечки производилась путем варки в воде без приме-



нения химических добавок в течение 2 ч при температуре 100 °С. Размол в соответствии с конструкцией мельницы осуществлялся периодическим способом (отдельными порциями). Полученное волокно подсушивали при комнатных условиях до содержания влаги 20-25 %, затем пропускали через центробежный вентилятор с целью измельчения комков волокон и образования однородной пульпы. Затем волокнистую массу подвергали горячей сушке до абсолютной влажности 1-2% при температуре 110 °С с принудительной циркуляцией воздуха. Осмоление волокна осуществляли с помощью пневматического распылителя. Для осмоления применяли карбамидоформальдегидную смолу, расход связующего – 15 % к массе волокна по сухому веществу. В состав связующего добавляли по 1 % отвердителя (хлорид аммония) и парафина в виде эмульсии 30 %-ной концентрации. Изготовление образцов толщиной 9 мм осуществляли путем горячего прессования при температуре 190 °С с применением дистанционных планок и удельной выдержкой 0,4 мин/мм [1, 2, 5].

Основные физико-механические характеристики плит, получаемых по технологии сухого способа производства, определялись по ГОСТ 32274-2013 [9].

Результаты исследований и обсуждение

Хлопчатник широко распространен во многих странах и культивируется для технических целей. Это растение выращивается более чем в 160 странах и является сырьём для получения более 1200 различных технических веществ и продуктов: высококачественное волокно, пищевое масло, протеиновая мука, госсипол, хозяйственное мыло, шелуха, шрот, жмых, глицерин, древесно-стружечные плиты и др. [1-5]. Стебли хлопчатника содержат до 40 % целлюлозы, до 18 % пентозанов и 20 % лигнина, а также протеин, аминокислоты, дубильные вещества, декстрины и значительное количество микроэлементов в золе. Особенностью химического состава недревесных растений является по-

вышенное содержание водорастворимых веществ, приближающееся по своей величине к содержанию их в древесине лиственницы среднего возраста [1, 8]. По другим основным компонентам: целлюлозе, лигнину, пентозанам и легкогидролизуемым полисахаридам это растение наиболее близко к листовым породам древесины. Это обстоятельство позволяет предположить, что стебли хлопчатника можно эффективно использовать для получения волокна, пригодного для изготовления волокнистых плит по технологии сухого способа производства, которые в настоящее время в основном получают из древесины лиственных пород.

В конце прошлого столетия проводились исследования, направленные на получение полуфабриката из однолетних растений, в том числе из стеблей хлопчатника, для целлюлозно-бумажной промышленности. В современных условиях вырабатываемые полуфабрикаты из однолетних растений используются не только для производства низкоккачественных видов коробочного и упаковочного картонов, но и для выработки высококачественных видов продукции, какими являются мешочная и даже писчая и печатная бумага высокого сорта [1-6].

В открытой печати мало сведений о волокнистых плитах, полученных из стеблей хлопчатника по технологии сухого способа производства. Наибольшие проблемы при переработке многих видов однолетних растений (кенаф, багасса, стебли хлопчатника) связаны с наличием коротковолокнистой сердцевинки, которая является компонентом, ухудшающим качество получаемого волокна. Наличие у ряда сортов хлопчатника развитой лубяной части отрицательно сказывается на качестве получаемого волокна и требует оптимизации процессов гидротермической обработки и измельчения. В целях повышения эффективности использования сырья и повышения выхода волокнистых полуфабрикатов в процессе выполнения настоящей работы была проведена оценка качества волокна и плит, изготовленных без отделения лубяной

части («рубашки») и сердцевинки от основной части стеблей. Необходимо учитывать, что в процессе изготовления волокна из стеблей хлопчатника в качестве полуфабриката используется продукт первичного измельчения – сечка, которая представляет собой фрагменты стеблей длиной до 50 мм и характеризуется низкой объемной массой по сравнению с насыпной массой древесной щепы. Насыпной вес сечки стеблей хлопчатника находится в пределах 100-110 кг/м³, поэтому снижается производительность пропарочного и размольного оборудования.

Снижение эффективности размольного оборудования не означает, что производство нецелесообразно, если уровень качества плит обеспечит их успешное применение наряду с плитами из древесного волокна. Поэтому в числе основных задач, которые необходимо было решить в процессе экспериментальных исследований, было изучение возможности получения волокнистых плит из гузапай с минимальными отличиями от стандартной технологии ДВП сухого способа изготовления, определение основных качественных характеристик плит и оценка перспективности применения хлопчатника для производства волокнистых плит.

Состав волокнистой массы был проанализирован по длине и содержанию количества волокон в семи интервалах от 0,1 до 35 мм. Результаты измерений представлены в табл. 1 [1].

В составе полученной массы присутствует до 10 % частиц, длина

Таблица 1. Состав волокнистой массы по длине и содержанию волокон

№ п/п	Длина волоконистых частиц, мм	Содержание волокнистых частиц, %
1	0,1-5	23,5
2	5-10	37,5
3	10-15	23
4	15-20	6,6
5	20-25	5,4
6	25-30	2,3
7	30-35	1,7

Таблица 2. Результаты испытаний экспериментальных образцов плит

Показатели	Значение показателей для плит					
	Контроль	1	2	3	4	5
Плотность, кг/м ³	770	645	697	755	792	787
Предел прочности, МПа:						
при изгибе	35	21	25	27	31	36
при растяжении перпендикулярно пластине, МПа	0,61	0,45	0,51	0,54	0,57	0,63
Разбухание по толщине за 24 ч, %	18	22	19	17	17	15
Содержание свободного формальдегида, мг/100 г абсолютно сухой плиты	6,6-7,4					

которых не превышает 1,5 мм. Вероятно, этот продукт получен из сердцевинной части стеблей хлопчатника, волокно с частицами длиной более 20 мм составляет порядка 10 % волокнистого материала [1, 2].

В качестве контрольного образца в аналогичных условиях была изготовлена ДВП из древесного волокна, полученного на промышленном дефибраторе PR-44 фирмы PALLMANN [1, 4].

Результаты лабораторных испытаний плит, полученных по ГОСТ 32274-2013 [9], представлены в табл. 2 [1, 2].

Образец под № 5 был изготовлен из волокна, из которого была удалена пылевая фракция (8 %) путем продувки через сетку с ячейкой размером 1 мм.

Проведенные исследования свидетельствуют о перспективности применения стеблей хлопчатника для изготовления строительных материалов для АПК.

Кроме того, полученные материалы по содержанию свободного формальдегида относятся к материалам с классом токсичности Е1, т.е. являются малотоксичными и могут без вреда для здоровья живых организмов и окружающей среды применяться в сельскохозяйственном строительстве.

Выводы

1. Установлено, что качество волокнистых плит, изготовленных из стеблей хлопчатника по технологии ДВП сухого способа, незначительно уступает показателям плит из древесного волокна, полученного на промышленном дефибраторе. При удалении пылевой фракции качество

волокнистых плит из стеблей хлопчатника сопоставимо с качеством ДВП средней плотности, изготовленных в аналогичных условиях.

2. Полученные результаты позволяют рекомендовать проведение опытно-промышленной выработки волокнистых плит из стеблей хлопчатника по технологии производства ДВП средней плотности с использованием стандартного комплекта оборудования для изготовления плит. Технология подготовки сырья и получения сечки из стеблей хлопчатника требует дополнительного исследования.

3. Применение волокнистых плит, изготовленных из стеблей хлопчатника по технологии ДВП сухого способа, в качестве конструкционно-отделочных материалов при формировании объектов АПК, а также зданий и сооружений в сельской местности является перспективным и экономически оправданным, поскольку данные материалы по качественным показателям сопоставимы с древесными аналогами, а их себестоимость остается относительно невысокой, поскольку при производстве используется не товарное сырье, а отходы сельскохозяйственной промышленности.

Список

использованных источников

1. Цветков В.Е., Семочкин Ю.А., Никитин А.А. Технология производства волокнистых плит на основе стеблей хлопчатника // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2019. № 2. С. 35-38.
2. Никитин А.А., Цветков В.Е. Использование однолетних растений для производства композиционных материалов // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2018. № 12. С. 9-12.

3. Полимеры в производстве древесных материалов / В.Е. Цветков, Ю.В. Пасько, К.В. Кремнев, О.П. Мачнева // Практикум. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 55 с.

4. Мачнева О.П. Древесно-стружечные плиты на основе карбамидоформальдегидных смол, модифицированных параформом: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05. М.: МГУЛ, 2006. 178 с.

5. Мачнева О.П. Древесно-стружечные плиты на основе карбамидоформальдегидных смол, модифицированных параформом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05. М.: МГУЛ, 2006. 18 с.

6. Особенности изготовления декоративных бумажно-слоистых пластиков на основе меламиноформальдегидных смол / В.Е. Цветков, А.С. Пасько, А.А. Тесовский, О.П. Мачнева, Ю.А. Семочкин // Строительные материалы. 2016. № 7. С. 71-73.

7. Пропиточные смолы для производства ламинированных древесно-стружечных плит / О.П. Мачнева, М.Ю. Екимов, Р.И. Виклов, Д.С. Дюжаков // Научно-техническая конференция МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Тезисы докладов. 2017. С. 144-146.

8. Мачнева О.П. Модифицированные карбамидоформальдегидные смолы при изготовлении древесностружечных плит // Наука без границ. 2018. № 8 (25). С. 15-18.

9. ГОСТ 32274-2013 Плиты древесные моноструктурные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.

Agricultural Raw Materials in the Manufacture of Structural Materials for the Construction of Agricultural Facilities

M.M. Voytyuk, O.P. Machneva

(Rosinformagrotekh, Giproniselskhos)

V.A. Voytyuk

(Rosinformagrotekh)

Summary. The paper discusses the use of waste of agricultural raw materials of vegetable origin when obtaining composite (structural) materials for the construction of agricultural facilities. It is proposed to use cellulose-containing waste, which is generated from processing of agricultural crops of plant origin, as a filler, including those remaining after harvesting raw cotton in the form of cotton stalks (guzapaya).

Keywords: building composite materials, binder, physical and mechanical properties, processing, fibrous plate, plant fiber, construction of agricultural facilities.

Форум и выставка по глубокой переработке зерна и сахарной свеклы, промышленной биотехнологии и биоэкономике «Грэйнтек-2020»

Грэйнтек

Форум и экспо по глубокой переработке зерна и биоэкономике

+7 (495) 585-5167 | info@graintek.ru | www.graintek.ru

Форум и выставка - уникальное специализированное событие отрасли в России и СНГ, пройдет 18-19 ноября 2020 года в отеле Холидей Инн Лесная, Москва

В фокусе Форума – практические аспекты глубокой переработки зерна и сахарной свеклы как для производства продуктов питания и кормов, так и биотехнологических продуктов с высокой добавленной стоимостью. Будет обсуждаться производство нативных и модифицированных крахмалов, сиропов, органических кислот, аминокислот (лизин, треонин, триптофан, валин), сахарозаменителей (сорбит, ксилит, маннита и тд) и других химических веществ.

20 ноября 2020 года пройдет семинар «ГрэйнтЭксперт», посвященный практическим вопросам запуска и эксплуатации завода глубокой переработки зерна. Семинар проводится для технических специалистов, которые отвечают за производственный процесс и высокое качество конечной продукции.

Возможности для рекламы

Форум и выставка «Грэйнтек» привлечет в качестве участников владельцев и топ-менеджеров компаний, что обеспечит вам, как спонсору, уникальные возможности для встречи с новыми клиентами. Большой выставочный зал будет удобным местом для размещения стенда вашей компании. Выбор одного из спонсорских пакетов позволит Вам заявить о своей компании, продукции и услугах, и стать лидером быстрорастущего рынка глубокой переработки зерна и промышленной биотехнологии.

Спонсоры Форума прошлых лет



УДК 629.114.2.01.004.67

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-38-42

Восстановление чугунных деталей сельскохозяйственной техники гальваническим цинкованием с механической активацией катодной поверхности

И.А. Спицын,

д-р техн. наук, проф.,
spicn@mail.ru
(Пензенский ГАУ);

В.М. Юдин,

д-р техн. наук, проф.,
vudin2006@mail.ru
(МГТУ им. Н.Э. Баумана);

Ю.А. Захаров,

канд. техн. наук, доц.,
albertych1974@mail.ru
(Пензенский ГУАС);

И.Г. Голубев,

д-р техн. наук, проф., зав. отд.,
golubev@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Определены рациональные условия нанесения цинковых покрытий для восстановления чугунных деталей сельскохозяйственной техники гальваническим ванным и проточным цинкованием с механической активацией катодной поверхности. При цинковании в ванне за счет активации катодной поверхности можно повысить рабочую плотность тока до 100-150 А/дм². Скорость нанесения покрытий при этом составляет 16-25 мкм/мин, что значительно выше, чем без активации.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, чугунная деталь, восстановление, гальваническое цинкование, катодная поверхность, механическая активация.

Постановка проблемы

В настоящее время, несмотря на реализацию мер по обновлению парка машин в сельском хозяйстве, сохраняется большая доля техники, с года выпуска которой прошло десять и более лет. Например, по данным субъектов Российской Федерации, в 2019 г. доля

таких тракторов составляла 58,22% [1]. Поэтому сохраняются высокие затраты на ремонт техники. Снизить эксплуатационные затраты можно путем увеличения объемов и совершенствования технологий восстановления деталей, особенно корпусных (металлоемких). Корпусные детали являются каркасом агрегатов и узлов. От их технического состояния зависит точность взаимного положения деталей. Многие корпусные детали изготавливают литьем из серого чугуна. Наиболее распространенным дефектом таких деталей является износ поверхности отверстий под подшипники качения, стаканы подшипников, втулки. Износ, координатная и взаимное расположение отверстий корпусных деталей оказывают большое влияние на долговечность отремонтированных узлов и агрегатов. Восстановление этих деталей обеспечивает достижение требуемого технического ресурса и снижение себестоимости ремонта, о чем свидетельствует опыт ремонтных предприятий [2].

В зависимости от материала и конструкции детали, значения и характера износа поверхности отверстий восстанавливают обработкой под ремонтный размер, полимерными материалами, постановкой дополнительной ремонтной детали, наплавкой, электроконтактной приваркой ленты, металлизацией. В ремонтной практике широко известны способы восстановления изношенных деталей гальваническими покрытиями [3]. Для восстановления внутренних поверхностей корпусных деталей перспективным, на наш взгляд, является применение

электролитических покрытий на основе цинка. Для этого, кроме цинкования в гальванической ванне, разработан такой технологический прием, как проточное цинкование, при котором восстанавливаемые детали не погружаются в ванну, а электролит циркулирует через электролитическую ячейку, смонтированную на базе этих деталей. Для цинкования применяют простой серноокислый электролит, который неагрессивен, не окисляется, прост в эксплуатации и значительно превосходит по этим показателям электролиты железнения. Однако основным недостатком цинкования является малая скорость нанесения покрытия (6-15 мкм/ч), решающее влияние на которую оказывает катодная плотность тока. Для ее повышения предлагается при цинковании использовать активирующие устройства, которые перемешивают электролит и активируют восстанавливаемую поверхность. Их применение предотвращает обеднение прикатодного слоя электролита и уменьшает химическую поляризацию катода, которая является основной причиной ограничения катодной плотности тока при цинковании из серноокислых электролитов. Применение активаторов позволяет увеличить катодную плотность тока и, следовательно, скорость нанесения покрытия, а также предотвратить образование дендритов и явления питтинга на поверхности наносимого покрытия.

Цель исследований – определение рациональных условий получения качественных покрытий при высоких плотностях тока проточным и ванным

цинкованием с механической активацией катодной поверхности при восстановлении чугунных деталей сельскохозяйственной техники.

Материалы и методы исследования

Для исследования проточного цинкования деталей была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, состоящая из электрической и гидравлической частей. Электрическая часть включает в себя цепи питания электролитической ячейки асимметричным переменным, однополупериодно выпрямленным, двухполупериодно выпрямленным и выпрямленным током с уменьшенной пульсацией, а также цепь электроподогрева электролита.

Гидравлическая схема установки включает в себя кислотостойкий насос с электроприводом, трубопроводы, фильтры, устройство для электрохимического нанесения покрытий и ванны с электролитом (рис. 1). В качестве ванны использовалась пластиковая емкость вместимостью 10 л. Подачу электролита осуществляли с помощью насоса *Н* и изменяли ступенчато, посредством изменения проходного сечения подающего трубопровода с использованием сменных вставок [4, 5].

При изучении влияния механической активации катодной поверхности на рост плотности тока были проведены электрохимические исследования, в результате которых получали катодные кривые. Запись поляризационных кривых производили самопишущим потенциометром ПДП4-002. Образцы Ø5 мм изготавливали из серого чугуна СЧ 20 [4].

Результаты исследований и обсуждение

В результате поисковых исследований разработаны активирующие устройства для проточного и ванного цинкования.

Для электролитического нанесения цинковых покрытий в проточном электролите разработано устройство с активирующими элементами (рис. 2) [6].

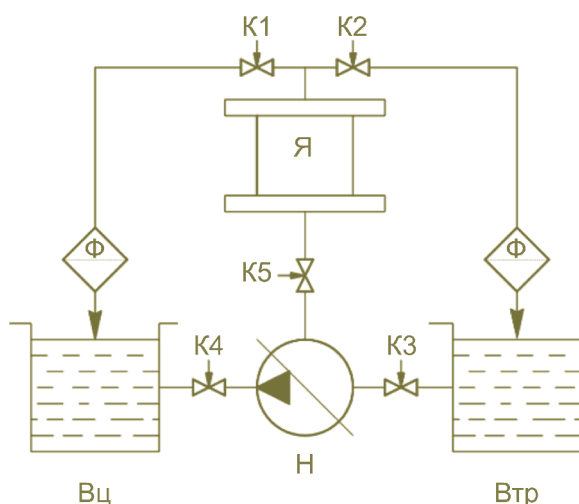


Рис. 1. Принципиальная гидравлическая схема лабораторной установки:
Н – кислотостойкий насос;
Вц – ванна с электролитом цинкования;
Втр – ванна с электролитом травления;
Я – электрохимическая ячейка;
Ф – фильтр;
К1, К2, К3, К4, К5 – вентили регулирующие

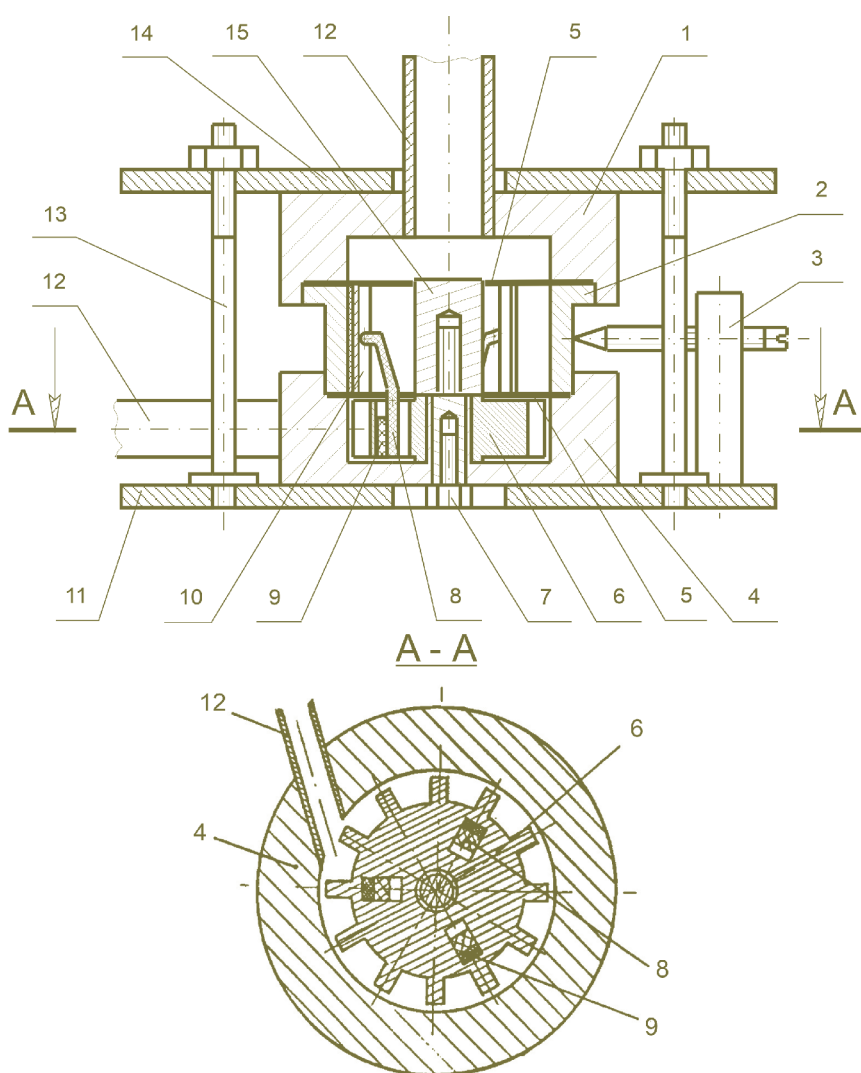


Рис. 2. Схема активирующего устройства для электролитического нанесения покрытий:

1 – фланец верхний; 2 – деталь; 3 – устройство контактное; 4 – фланец нижний; 5 – прокладки; 6 – крыльчатка; 7 – клемма контактная; 8 – рычаги; 9 – амортизатор; 10 – элементы активирующие; 11 – станина; 12 – патрубки; 13 – стяжки вертикальные; 14 – пластина прижимная; 15 – анод

Устройство позволяет увеличить скорость циркуляции электролита в электролитической ячейке, активировать обрабатываемую поверхность без применения дополнительных электроприводов, повысить точность копирования обрабатываемой поверхности активирующими элементами, снизить энергоемкость, использовать более высокую плотность тока. Это достигается за счет герметичного исполнения электролитической ячейки, подвижного крепления активирующих элементов на рычагах активирующей головки, которая выполнена в виде крыльчатки с возможностью вращения за счет передачи гидродинамической энергии струи электролита ее лопастям.

Для ванного нанесения цинковых покрытий разработано и применялось устройство с активаторами и сборным анодом (рис. 3) [7].

Анод в виде гранул имеет большую площадь поверхности при малом диаметре, который остается стабильным в ходе электролиза. По мере растворения гранул анода происходит их смещение за счет давления верхнего слоя. Сменные пластмассовые втулка 13 и крышка 8 стакана 7 (разной высоты) охватывают цилиндрическую его часть и закрывают перфорацию так, что обеспечивают рациональное направление силовых линий тока между анодом 9 и катодом 12. Трубка 14, проходящая соосно стакану через его дно, а также отверстия на плоской поверхности крышки и открытая перфорация на цилиндрической его поверхности обеспечивают циркуляцию электролита через внутренний объем стакана с гранулами анода 9. Активатор, ось вращения которого совпадает с осью анода, вращаясь во время электролиза, кроме активирования поверхности, действует как турбина насоса, существенно интенсифицируя циркуляцию электролита. За счет центробежных сил электролит истекает через перфорацию на цилиндрической поверхности стакана и всасывается через трубку в стакан [7].

Результаты исследований подтвердили возможность значительного увеличения предельной катодной

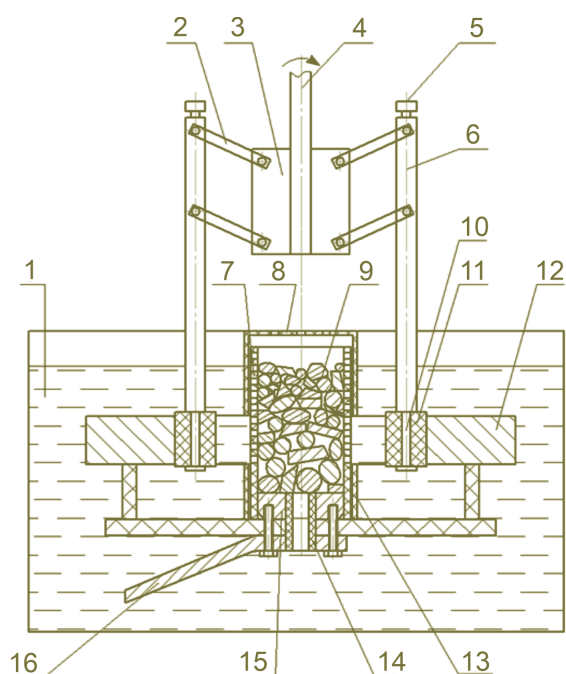


Рис. 3. Устройство для нанесения цинковых покрытий с активаторами и сборным анодом:

- 1 – ванна с электролитом;
- 2 – пластина;
- 3 – крестовина;
- 4 – вал; 5 – груз;
- 6 – шатун; 7 – стакан;
- 8 – крышка стакана
- 9 – сборный анод;
- 10 – держатель;
- 11 – активирующий элемент;
- 12 – катод – деталь;
- 13 – сменная втулка;
- 14 – трубка;
- 15 – втулка;
- 16 – токоподвод

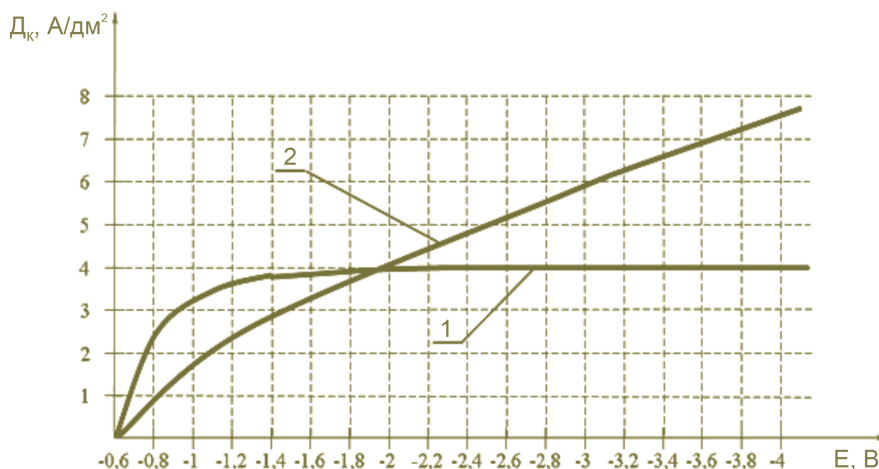


Рис. 4. Катодные потенциодинамические кривые, полученные при осаждении цинка из сернокислого электролита при pH=3,54; T=293 К и 500 г/л ZnSO₄:

- 1 – без активирования; 2 – с активированием

плотности тока D_k при осаждении цинка за счет механической активации катодной поверхности (рис. 4).

Как видно из анализа полученных кривых, катодная плотность тока при осаждении без механической активации повышается до 4 А/дм², а затем происходит ее стабилизация. То есть наступает момент, когда дальнейший рост плотности тока невозможен ввиду того, что скорость процесса пассивации катодной поверхности сравнялась со скоростью растворе-

ния пассивной пленки и разряжения катионов металла на катоде. Дальнейшее увеличение плотности тока приводит к росту дендритов. При проведении механической активации рост плотности тока не ограничивается максимальной величиной, полученной на электроде без его активации, а продолжает, хоть и немного медленнее, увеличиваться. Это можно объяснить тем, что при механической активации восстанавливаемой поверхности происходит удаление

с нее пассивирующей пленки, препятствующей процессу осаждения покрытия и увеличению предельной плотности тока. Более медленный рост плотности тока при активировании объясняется частичным экранированием электрода абразивными частицами [4].

Таким образом, механическая активация катодной поверхности позволяет значительно увеличить предельную плотность тока при осаждении цинка. На основе проведенных исследований определены рациональные условия электролиза при проточном цинковании (электролит – сернокислый цинк (400-700 г/л.); температура электролита – 293-303К; кислотность – 3,5-4,5) с использованием механической активации катодной поверхности: скорость циркуляции электролита – 0,2-0,3 м/с.; катодная плотность тока – 25-30 А/дм² [8].

На основе результатов экспериментов определены режимы начального периода осаждения цинка в проточном электролите, обеспечивающие высокую прочность сцепления с серым чугуном СЧ 20: время выдержки без тока – 20-30 с; катодно-анодный показатель – 1,25-1,5; начальная катодная плотность тока – 10-15 А/дм²; температура электролита – 293-303 К; кислотность – 3,5-4,5; скорость движения электролита – 0,2-0,3 м/с; время выхода на рабочий режим – 480 с. При таких условиях электролиза прочность сцепления покрытия с основой равна или приближается к пределу прочности цинка на разрыв (70 МПа) [8].

В ходе исследований цинкования в ванне путем применения активирования катодной поверхности удалось поднять рабочую плотность тока до 100-150 А/дм². Скорость нанесения цинковых покрытий при этом составляет 16-25 мкм/мин, что значительно выше, чем при обычном цинковании в ванне. Полученные таким образом покрытия имеют невысокую твердость (до 600 МПа) и их можно использовать для восстановления неподвижных соединений, в том числе для посадочных мест чугунных корпусных деталей. В результате исследований определены рациональные условия нанесения

цинковых покрытий в ванне (состав электролита: 500 г/л сернокислого цинка, 20-30 г/л сернокислого алюминия, температура электролита – 288-313К; кислотность – 3,5-4); катодная плотность тока – 50-100 А/дм² [9, 10].

С целью повышения физико-механических свойств цинковых покрытий и расширения области их применения проводятся исследования по нанесению композиционных покрытий, в состав которых включаются дисперсные частицы оксида алюминия и других твердых материалов [11, 12]. Для нанесения композиционных покрытий разработано устройство, обеспечивающее подачу дисперсных частиц непосредственно в зону электролиза, что создает возможность управления процессом нанесения покрытий [13].

Выводы

1. Предложены два варианта восстановления чугунных деталей сельскохозяйственной техники, в том числе корпусных, с применением проточного и ванного цинкования. Оба варианта предусматривают применение механической активации катодной поверхности.

2. Механическая активация катодной поверхности позволяет значительно увеличить катодную плотность тока при осаждении цинковых покрытий.

3. Определены рациональные условия нанесения цинковых покрытий для восстановления чугунных деталей сельскохозяйственной техники гальваническим ванным и проточным цинкованием с механической активацией катодной поверхности.

Список

использованных источников

1. Бурак П.И., Голубев И.Г. Результаты мер поддержки обновления парка сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2020. № 6. С. 2-5.
2. Черноиванов В.И., Голубев И.Г., Лялякин В.П. Организация и технология восстановления деталей машин. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 568 с.
3. Голубев И.Г., Лялякин В.П. Направления развития восстановления деталей сельскохозяйственной техники // Сб.

статей по итогам II Междунар. науч.-практ. конф. «Горячинские чтения», посвящ. 150-летию со дня рождения академика В.П. Горячина. 2019. С. 261-266.

4. Захаров Ю.А., Спицын И.А., Рылякин Е.Г. Совершенствование технологии восстановления посадочных отверстий корпусных деталей мобильной техники гальваномеханическим цинкованием: монография. Пенза: ПГУАС, 2015. 136 с.

5. Захаров Ю.А., Спицын И.А., Мусатов Г.А. Экспериментальная установка для лабораторных исследований гальваномеханического цинкования восстанавливаемых деталей мобильных машин из проточного электролита // Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 33. № 1-1. С. 43.

6. Устройство для электролитического нанесения покрытий: пат. 2155827 Рос. Федерация: МПК C25D 5/06 / Спицын И.А., Захаров Ю.А.; заявитель и патентообладатель Пензенский ГАУ. № 99115796/02; заявл. 16.07.1999; опубл. 10.09.2000. Бюл. № 25. 6 с.

7. Устройство для нанесения гальванических покрытий: пат. 2464361 Рос. Федерация: МПК C25D 5/04, C25D 7/04, C25D 17/12 / Юдин В.М., Вихарев М.Н., Берсан В.А., Юдин М.В.; заявитель и патентообладатель РГАЗУ. № 2011114167/02; заявл. 04.11.2011; опубл. 20.10.2012. Бюл. № 29. 5 с.

8. Спицын И.А., Захаров Ю.А. Влияние начального периода осаждения цинка на прочность сцепления при механической активации подложки из серого чугуна // Нива Поволжья. 2016. № 1. С. 79-86.

9. Юдин В.М., Вихарев М.Н. Нанесение гальванических покрытий при больших плотностях тока // Техника и оборудование для села. 2011. № 5. С. 22-23.

10. Юдин В.М., Вихарев М.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин гальваническими покрытиями на основе цинка // Вестник ОрелГАУ. 2009. № 1. С. 24-25.

11. Спицын И.А., Филин И.Н. Восстановление и упрочнение деталей транспортно-технологических машин композиционными электрохимическими покрытиями с железной матрицей // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 65-летию ФГБОУ ВО «Пензенская ГСХА». Пенза: РИО ПГСХА, 2016. С. 91-93.

12. Спицын И.А., Филин И.Н.

Установка для нанесения композиционных электрохимических покрытий в лабораторных условиях // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сб. матер. Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых. Пенза: РИО ПГАУ, 2017. С. 22-24.

13. Устройство для нанесения покрытий: пат. 2436873 Рос. Федерация: МПК C25D 5/00, C25D 5/22, C25D 15/00 / Юдин В.М., Вихарев М.Н., Сидоренко Г.Н., Юдин М.В.; заявитель и патентообладатель РГАЗУ. № 2010101482; заявл. 20.01.2010; опубл. 20.12.2011. Бюл. № 35. 3 с.

Reconditioning of Cast-iron Parts of Agricultural Machinery Through Galvanizing Along With Mechanical Activation of the Cathode Surface

I.A. Spitsyn,

spicn@mail.ru

(Penza State Agrarian University)

V.M. Yudin,

yudin2006@mail.ru

(Bauman Moscow State Technical University)

Yu.A. Zakharov,

Albertych1974@mail.ru

(Penza State University of Architecture and Construction)

I.G. Golubev,

golubev@rosinformagrotech.ru

(Rosinformagrotekh)

Summary. *The rational conditions for the application of zinc coatings for the restoration of cast iron parts of agricultural machinery using galvanic bath and flow-through galvanizing along with mechanical activation of the cathode surface are determined. When galvanizing in a bath, due to the activation of the cathode surface, it is possible to increase the operating current density up to 100-150 A / dm². In this case, the coating deposition rate is 16-25 micron / min, which is much higher than that without activation.*

Keywords: *agricultural machinery, cast iron part, reconditioning, galvanizing, cathode surface, mechanical activation.*

Реферат

Цель исследований – определение рациональных условий получения качественных покрытий на высоких плотностях тока проточным и ванным цинкованием с механической активацией катодной поверхности при восстановлении чугунных деталей сельхозтехники. Для проточного цинкования деталей разработана экспериментальная установка, состоящая из электрической и гидравлической частей. Электрическая часть включает в себя цепи питания электролитической ячейки асимметричным переменным, однополупериодно выпрямленным, двухполупериодно выпрямленным и выпрямленным током с уменьшенной пульсацией, а также цепь электроподогрева электролита. Гидравлическая схема включает в себя кислотостойкий насос с электроприводом, трубопроводы, фильтры, устройство для электрохимического нанесения покрытий и ванну с электролитом. В качестве ванны использовалась пластиковая емкость вместимостью 10 л. Подачу электролита осуществляли с помощью насоса и изменяли ступенчато, посредством изменения проходного сечения подающего трубопровода с использованием сменных вставок. При изучении влияния механической активации катодной поверхности на рост плотности тока были проведены электрохимические исследования, в результате получены катодные кривые. Запись поляризационных кривых производилась самопишущим потенциометром ПДП4-002. Образцы Ø5 мм изготавливали из серого чугуна СЧ 20. В результате поисковых исследований разработаны активирующие устройства для проточного и ванного цинкования. Предложены два варианта восстановления чугунных деталей сельхозтехники, в том числе корпусных, – с применением проточного и ванного цинкования. Оба варианта предусматривают применение механической активации катодной поверхности, что позволяет значительно увеличить катодную плотность тока при осаждении цинковых покрытий. Определены рациональные условия нанесения цинковых покрытий для восстановления чугунных деталей сельхозтехники гальваническим ванным и проточным цинкованием с механической активацией катодной поверхности. При цинковании в ванне за счет активации катодной поверхности можно повысить рабочую плотность тока до 100-150 А/дм². Скорость нанесения покрытий при этом составит 16-25 мкм/мин, что значительно выше, чем без активации.

Abstract

The purpose of the research is to determine rational conditions for obtaining high-quality coatings at high current densities using flow and bath galvanizing along with mechanical activation of the cathode surface during the reconditioning of agricultural machinery cast-iron parts. To perform the flow-through galvanizing of parts, an experimental installation has been developed consisting of electrical and hydraulic equipment. The electrical equipment includes circuits for supplying an electrolytic cell with asymmetric alternating current, half-wave rectified current, full-wave rectified current and rectified reduced ripple current, as well as a circuit for electrolyte heating. The hydraulic circuit includes an electrically driven acid-proof pump, piping, filters, an electrochemical coater and an electrolyte bath. A plastic container having a volume of 10 liters was used as a bath. The electrolyte was supplied using a pump, the pump flowrate was changed stepwise by changing the flow area of the supply pipeline using replaceable inserts. When studying the effect of mechanical activation of the cathode surface on the growth of the current density, electrochemical studies were carried out, as a result, cathode curves were obtained. Polarization curves were recorded using the PDP4-002 self-recording potentiometer. Samples having a diameter of 5 mm were made of gray cast iron SCh20 GOST 1412 - 85. As a result of exploratory studies, activating devices for flow and bath galvanizing were developed. Two options are proposed for the reconditioning of cast-iron parts of agricultural machinery, including body parts, using flow and bath galvanizing. Both options provide for the use of mechanical activation of the cathode surface, which makes it possible to significantly increase the cathode current density during the deposition of zinc coatings. The rational conditions for the application of zinc coatings for the reconditioning of cast-iron parts of agricultural machinery using galvanic bath and flow-through galvanizing along with mechanical activation of the cathode surface are determined. When galvanizing in a bath, due to the activation of the cathode surface, it is possible to increase the operating current density up to 100-150 A / dm². In this case, the coating deposition rate will be 16-25 micron / min, which is much higher than that without activation.

УДК 338.43:633.521

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-9-43-48

Проблемы и перспективы развития льняного подкомплекса в условиях трансформации мер государственной поддержки

Р.А. Попов,

канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
r.popov@fnclk.ru

И.В. Великанова,

канд. экон. наук,
ст. науч. сотр.,
ivelikanova@mail.ru
(ФГБНУ ФНЦ ЛК)

Аннотация. Представлены основные производственно-технологические характеристики и финансово-экономические аспекты развития льняного подкомплекса России. Проанализированы обеспеченность льносеющих хозяйств посевным материалом и состояние технической оснащенности отрасли. Определены потенциальные возможности и направления материально-технического развития в условиях совершенствования рыночной модели хозяйствования и трансформации мер государственной поддержки.

Ключевые слова: льноводство, модернизация, государственная поддержка, льноволокно, льносемена, рентабельность.

Постановка проблемы

Для России лен-долгунец – важнейшая техническая культура, максимально адаптированная к почвенно-климатическим условиям, позволяющая в значительной мере обеспечить импортозамещение хлопка. За годы реформирования аграрного сектора экономики многие проблемы в отрасли остаются нерешенными, что не способствует росту конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей на рынке льняной продукции. Прежде всего, это относится к вопросу получения высококачественного сельскохозяйственного льняного сырья, что требует применения инноваций в технологии выращивания льна, совершенствования системы



семеноводства и выведения новых высокоурожайных сортов.

На фоне высокой затратности производства льнопродукции, диспаритета цен, недостаточного уровня инвестиций рентабельность производства льна довольно низка, что вызвано слабой экономикой большинства льносеющих хозяйств, низким уровнем технического и технологического обеспечения льноводства, а также неудовлетворительным состоянием семеноводства в России [1, 2].

В соответствии с Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 № 717 (далее – Госпрограмма) [3]

льноводство является приоритетной подотраслью развития отечественного агропромышленного комплекса. Реализуемые меры поддержки отрасли положительно влияют на ее состояние, но пока не могут обеспечить высокую эффективность производства.

В условиях трансформации системы государственной поддержки льноводства, введения компенсирующих (возмещающих) и стимулирующих субсидий возникает необходимость проведения исследований, обобщающих эффективность воздействия применяемых мер на финансово-экономическое состояние сельскохозяйственных товаропроизводителей на федеральном и региональном уровнях и развитие льняного подкомплекса в целом.

Таблица 1. Динамика производства льна-долгунца в России по годам

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2019 к 2015, %
Посевная площадь, тыс. га	52,6	48,5	47,5	44,8	49,7	94,5
Валовой сбор льноволокна, тыс. т	45,2	41,2	38,8	36,7	38,5	85,2
Урожайность, ц/га:						
льноволокна	9,1	9,4	9,2	8,7	8,7	95,6
семян	3	3	3,4	3	3,1	103,3
Затраты на возделывание 1 га льна, тыс. руб.	22,5	23	29	32,5	36	162,1

Источник: исследования авторов на основании данных Федеральной службы государственной статистики [5].

Цель исследований – оценка состояния льняного подкомплекса России, выявление текущих проблем отрасли.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований оценивалось состояние льняной отрасли в масштабе всей страны, а также по отдельным льносеющим регионам. Информационную базу составили данные Федеральной службы государственной статистики, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (далее – Минсельхоз России), Министерства сельского хозяйства Тверской области, программы государственной поддержки агропромышленного комплекса, нормативно-правовая база, регламентирующая порядок ее предоставления, научные публикации отечественных и зарубежных авторов в области льноводства [1, 4, 6-8, 10, 11]. В ходе исследований использованы аналитический метод обработки исходной информации и метод сравнительного анализа данных.

Результаты исследований и обсуждение

В последние десятилетия в агропромышленном комплексе России происходит сокращение ресурсной базы отечественного льноводства (размер посевных площадей льна-долгунца, валовой сбор, урожайность льноволокна). Снижение данных показателей – многолетняя тенденция, при этом затраты на возделывание льна ежегодно возрастают (табл. 1).

Россия отстает от льносеющих

стран Евросоюза по уровню производительности при возделывании и первичной переработке льна. Так, например, в европейских странах (Франция, Нидерланды, Бельгия) урожайность льноволокна достигает 15-20 ц/га при его хорошем качестве [6].

Проблемы и особенности отрасли. Льняной подкомплекс представляет собой сложную организационную систему, участниками которой являются льносеющие хозяйства, перерабатывающие предприятия, различные отрасли промышленности, включая текстильную, и др. Важно выделить ключевые проблемы льняной отрасли на сегодняшний день:

1. В области выращивания:
 - устаревшая материально-техническая база, низкий уровень технической оснащенности льноводства;
 - сокращение числа семеноводческих хозяйств, ведущих семеноводство и районирование новых сортов;
 - дефицит квалифицированных кадров;
 - недостаточные научные исследования по селекции льна-долгунца;
 - недостаточный уровень государственной поддержки.
2. В области переработки льна:
 - низкое качество льносырья;
 - высокая изношенность основных фондов;
 - устаревшая материально-техническая база (состояние оборудования льнозаводов и технологических линий, достигшее критического уровня);
 - нарушение технологий (отсутствие современных сушильных комплексов и перерабатывающих машин).
3. В области сбыта:

- низкое качество производимой продукции, ее неконкурентоспособность;

- реализация сырья.

4. В области текстильного производства:

- медленное техническое перевооружение;

- перепрофилирование производства на другие виды сырья.

К наиболее существенным особенностям отрасли, которые необходимо принимать во внимание при определении направлений ее развития, относится, прежде всего, высокая вариация качества волокнистой продукции в зависимости от естественных условий производства, технологии возделывания, уборки и первичной переработки. Такой значительной вариации качества нет ни в одной другой отрасли сельского хозяйства.

Влияние качества льнопродукции на экономические показатели.

Льняная треста, из которой путем механической обработки получают волокно, по качеству разделяется на 11 номеров. Чем больше номер льнотресты, тем выше качество и ценность полученного из нее волокна. Выручка от реализации льноволокна, выработанного из 1 т тресты самого низкого номера (0,5), находится на уровне 9 тыс. руб., из тресты более высокого качества, которое реально достигается в условиях производства (1,75), – около 28 тыс. руб. (табл. 2).

Анализ данных табл. 2 позволяет сделать вывод: использование высокотехнологичного оборудования при переработке низкокачественной льнотресты малоэффективно. Поэтому при расчете стоимости льноволокна, которое необходимо получить из единицы массы льнотресты соответствующего номера, нужно учесть возможное повышение качества волокна по мере увеличения номера льнотресты, а также стоимость короткого льноволокна. При этом себестоимость льнотресты высокого качества, как правило, ниже, поскольку ее получают с посевов, имеющих высокую урожайность. Это связано с тем, что основную долю затрат на возделывание и уборку льна-долгунца составляют расходы на покупку семенного материала, герби-

Таблица 2. Зависимость размера выручки от реализации продукции льноволокна различного качества при разных технологиях переработки

Номер льно-тресты	Длинное волокно			Короткое волокно			Выручка от реализации волокна, полученного из 1 т тресты, руб.			Соотношение размера выручки при переработке на обычном МТА и на высокотехнологическом оборудовании, %		
	выход волокна из 1 т тресты, кг	номер льноволокна	цена льноволокна, руб/кг	выход волокна из 1 т тресты, кг	номер льноволокна	цена льноволокна, руб/кг	длинного	короткого	всего	длинное	короткое	всего
<i>При переработке на обычном МТА</i>												
1	105	9,3	61	175	3	38	6405	6650	13055	78	121	95
1,25	110	10	75	170	3,2	40	8250	6800	15050	70	139	90
1,5	120	10,8	123	160	3,4	44	14760	7040	21800	69	150	84
1,75	130	11,6	161	150	3,5	46	20930	6900	27830	68	167	80
2	140	12,4	168	130	3,6	47	23520	6110	29630	65	200	76
2,5	160	13,2	176	100	3,7	48	28160	4800	32960	62	500	71
<i>При переработке на высокотехнологическом оборудовании</i>												
1	135	9,3	61	145	3	38	8235	5510	13745	129	83	105
1,25	158	10	75	122	3,2	40	11850	4880	16730	144	72	111
1,5	173	10,8	123	107	3,4	44	21279	4708	25987	144	67	119
1,75	190	11,6	161	90	3,5	46	30590	4140	34730	146	60	125
2	215	12,4	168	65	3,6	47	36120	3055	39175	154	50	132
2,5	260	13,2	176	20	3,7	48	45760	960	46720	163	20	142

Источник: расчеты авторов [4].

Примечание. Выход длинного волокна при переработке на высокотехнологическом оборудовании взят в соответствии с показателями ГОСТ 24383-80, а при переработке на мяльно-трепальных агрегатах (МТА) уменьшен, исходя из данных технологических экспериментов.

Таблица 3. Обеспеченность и качество семян льна-долгунца в сельскохозяйственных предприятиях к весеннему севу

Показатели	2014 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г. (на 01.02)	2020 г. к 2014 г.	2020 г. к 2019 г.
Потребность в семенах, тыс. т	6	4,1	5,9	4,9	-1,1	-1
Наличие семян, тыс. т	3,3	2,7	2,8	2,2	-1,1	-0,6
Обеспеченность семенами, %	54,4	64,3	47,5	44,9	-9,5	-2,6
Кондиционность семян, %	71	51,1	68,9	44,1	-26,9	-24,8

Источник: данные ФГБУ «Россельхозцентр» [9].

цидов и выполнение технологических операций по обработке почвы, посеву и уборке урожая.

Обеспеченность посевным материалом. Важнейшим средством повышения урожайности и качества льнопродукции являются возделываемые сорта льна. Внедрение новых высокоурожайных сортов способствует увеличению урожайности льноволокна [8].

По данным ежегодного мониторинга потребности, наличия и качества семян яровых культур к весеннему севу, проводимому ФГБУ «Россельхозцентр», очевидно, что в

настоящее время существует острый дефицит в обеспеченности хозяйств отечественными семенами льна-долгунца, о чем свидетельствуют данные табл. 3.

Из данных табл. 3 видно, что обеспеченность семенами в текущем году (по состоянию на 01.02.2020) не превышает 45%, что на 2,6% ниже, чем в предыдущем году и на 9,5% – по сравнению с 2014 г. Обеспеченность снижается за счет роста доли семян иностранной селекции. Так, в 2019 г. высеяно 3917,7 т семян льна-долгунца, из них доля семян иностранной селекции состави-

ла 25,5% (что на 3,4% больше, чем в 2018 г.). Снижение потребности связано, прежде всего, с прогнозируемым уменьшением площадей посева льна-долгунца. Из-за неблагоприятных погодных условий осенью 2019 г. аграриям не удалось собрать достаточного количества семян, в этой связи показатель «наличие семян» в 2020 г. снижен на 0,6 тыс. т по сравнению с 2019 г. Уменьшение показателя кондиционности семян на 24,8% по сравнению с прошлым годом обусловлено также неблагоприятными погодными факторами, посевом семян низких репродукций и нарушением технологий уборки льна на семена.

Дефицит семенного материала льна-долгунца нельзя компенсировать импортом и уменьшением норм высева, это приведет к большим экономическим потерям, так как цена импортных семян в 2-3 раза превышает цену их производства на территории Российской Федерации. Тем более, что сорта зарубежных селекций чаще всего не соответствуют условиям возделывания в нашей стране.

Увеличение количества создаваемых и регистрируемых сортов не

Таблица 4. Расчет нормативной потребности в специализированной технике (отечественной и зарубежной) для уборки льна (по основным видам) на посевную площадь 50 тыс. га

Наименование техники/оборудования	Коэффициент нормативной потребности в расчете на единицу площади	Потребность, шт.	Средняя цена за единицу, млн руб.	Общая стоимость техники, млн руб.
Отечественная техника				
Льноуборочный комбайн КЛ-1,5 «Русич»	14,7	735	1,5	1102,5
Оборачиватель лент льна (навесной) ОЛН	10,2	510	0,35	178,5
Вспушиватель лент льна ВЛЛ-3	3,8	190	0,4	76
Рулонный пресс-подборщик ПРЛ-150А	12	600	1	600
Погрузчик рулонов ПФ-0,5/0,6	5,5	275	0,21	57,7
Итого	-	2 310		2 014,7
Зарубежная техника				
Самоходная льнотеребилка UNION ЛТД-220	3	150	13,5	2025
Самоходный льнокомбайн UNION И-26	6	300	14,8	4440
Самоходный оборачиватель льна UNION ЛОД-220	3	150	8,5	1275
Рулонный пресс-подборщик FUVIM	10	500	3,3	1650
Итого	-	1 100		9 390

Источник: [11].

Примечание. Нормативная потребность определена исходя из производительности машин, сменной выработки, коэффициента технической готовности техники.

приводит к повышению обеспеченности сельхозтоваропроизводителей отечественными семенами. Причиной сложившейся ситуации является ликвидация льносемянниц (по состоянию на 2019 г. их количество в России уменьшилось в 3,5 раза по сравнению с 1975 г.), сокращение числа элитхозов и семеноводческих хозяйств, отсутствие в хозяйствах селекционной техники и оборудования для первичного семеноводства, сушильно-сортировальных комплексов и семяочистительных машин.

Состояние технической оснащенности. Техническая оснащен-

ность льняного подкомплекса является наиболее острой проблемой отрасли. Анализ состояния материально-технической базы большинства хозяйств свидетельствует о достаточно низкой их обеспеченности техническими средствами для всех технологических операций возделывания льна.

Так, по данным проведенных исследований, обеспеченность льняного поля, составляющего в России в последние годы порядка 50 тыс. га, специализированной техникой находится на уровне 50-60 %, а для наиболее важных технологических операций (вспушивание лент, оборачивание тресты, сушка и переработка

льновороха, семяочистка) – около 40 %. Техника эксплуатируется 15-20 лет и более со значительным превышением всех установленных сроков амортизации. Количество льнокомбайнов сократилось с 3,2 тыс. ед. (2000 г.) до 0,24 тыс. ед. (2017 г.), а приобретено всего 0,7% к наличию, при этом списано 10,2 % [10].

Оценивая плановые показатели производства льносырья, заложенные в Госпрограмму, представлен расчет нормативной потребности льняного подкомплекса в технических средствах для уборки льна (табл. 4).

По данному расчету нормативная потребность в зарубежной технике почти в 2 раза ниже, чем в отечественной, поскольку зарубежные машины имеют ряд преимуществ (более высокая производительность, универсальность, самоходность). Однако общая стоимость зарубежных машин на порядок выше. Возместить часть затрат льносеющим хозяйствам на приобретение материально-технических ресурсов, модернизацию производства, проведение сезонных сельскохозяйственных работ помогут меры государственной поддержки.

Государственная поддержка и ее роль в развитии льноводства. В современных условиях именно государственная поддержка является одним из главных векторов развития льняного подкомплекса. В рамках Госпрограммы с 2020 г. предусмотрены новые правила предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации. Поддержка разделяется на «компенсирующую» субсидию, нацеленную на общую поддержку отдельных подотраслей сельского хозяйства, и «стимулирующую», предназначенную для стимулирования развития определенных направлений сельхозпроизводства (в том числе на производство льна-долгунца), выбранных в качестве приоритетных для каждого региона. Среди направлений «компенсирующей» субсидии, затрагивающей отрасль льноводства, выделим следующие:

- поддержка элитного семеноводства по ставке на 1 га посевной



площади, засеянной элитными семенами, под сельскохозяйственными культурами;

- на финансовое обеспечение (возмещение) части затрат покупателям семян, произведенных в рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [12], – в виде компенсации 70% затрат;

- на проведение агротехнологических работ – по ставке на 1 га посевной площади, занятой льном-долгунцом и технической коноплей.

Объем средств, предусмотренных на «компенсирующую» субсидию, составляет 34 млрд руб., на «стимулирующую» – 26,9 млрд руб. [3].

Среди других направлений на федеральном уровне оказывается поддержка на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса (в том числе льно-, пенькоперерабатывающих предприятий) в размере 25 % от фактической стоимости объекта.

Кроме того, сельскохозяйственные товаропроизводители могут приобрести сельскохозяйственную технику со скидкой 10-15% у заводоизготовителей. В текущем году на эти цели предусмотрены средства в объеме 8 млрд руб. Более того, с 2020 г. действует программа льготного лизинга. Объем ее финансирования на 2020 г. составляет 9,8 млрд руб. В перечень техники для передачи по договорам лизинга на льготных (специальных) условиях включен и комплекс льняной техники.

Еще одним финансовым инструментом с 2017 г. является льготное краткосрочное и инвестиционное кредитование, направленное, в том числе, на приобретение сельскохозяйственной техники и оборудования для растениеводства, строительство, реконструкцию, техническое перевооружение и модернизацию объектов по первичной и (или) глубокой переработке льна-долгунца и льноволокна, по ставке, не превышающей 5 % годовых [13].

Рассмотренные виды государственной поддержки направлены на обеспечение проведения посевной кампании, техническую и техноло-

Таблица 5. Экономическая эффективность производства льнотресты региона (на примере Тверской области)

Показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г. (прогноз)
Объем, т:			
производства льнотресты (в пересчете на волокно)	4369	4899	6200
реализованной льнотресты	13107	13472	17050
Цена реализации 1 т льнотресты, руб.	3300	3500	3500
Объем используемых субсидий, тыс. руб.	70652	82247	96200
Выручка от реализации льнотресты, тыс. руб.:			
без учета субсидий на производство	43253,1	47152	59675
с учетом всех субсидий	113905,1	129399	155875
Себестоимость:			
производства 1 т льнотресты, руб.	6594,33	7959	8173,74
полная, тыс. руб.	86432	107224	139362
Прибыль от реализации, тыс. руб.:			
без учета субсидий на производство	-43178,9	-60072	-79687
с учетом всех субсидий	27473,1	22175	16513
Рентабельность производства льнотресты, %:			
без учета субсидий	-50	-56	-57,2
с учетом субсидий	31,8	20,7	11,8

Источник: расчет произведен на основании данных Министерства сельского хозяйства Тверской области.

гическую модернизацию отрасли, обновление и увеличение парка сельскохозяйственной, в том числе льняной техники, приобретение оборудования для льнозаводов и технологических линий для переработки льнотресты.

Для оценки эффективности государственной поддержки можно рассчитать уровень рентабельности на этапе производства льнотресты с использованием и без использования субсидий, условно приняв исходные данные по производству, цене реализации 1 т льнотресты, объему привлеченных субсидий на поддержку льноводства. В табл. 5 представлен расчет экономических показателей на примере Тверской области.

Из данных табл. 5 видно, что для стабильного развития отрасли необходима государственная поддержка производства льна, которая позволяет обеспечивать приемлемый уровень рентабельности и в перспективе служит ресурсной базой для модернизации льняного подкомплекса. С учетом влияния на экономический эффект качества льносырья при урожайности волокна 1 т/га и доле длинного волокна 30 % производство без субсидий

будет убыточным; при доле 50 % возможно получение прибыли порядка 6 тыс. руб/га, при 70 % – около 15 тыс. руб/га, что обеспечит рентабельность производства более 30 %.

Ежегодно Минсельхозом России, региональными органами управления АПК принимаются меры финансовой поддержки льняного подкомплекса, которые позволяют частично компенсировать затраты на производство льнопродукции. Однако свободных оборотных средств для динамичного повышения уровня материально-технического обеспечения отрасли у льноводов недостаточно [10]. При сегодняшней системе кредитования и лизинга техническое переоснащение для большинства сельхозпредприятий и льнозаводов остается недоступным по причине их сложного финансового состояния и низкой ликвидности.

Одним из направлений повышения материально-технического обеспечения льняного подкомплекса представляется использование положительного опыта в части организации системы машинно-технологических станций (МТС) с комплексом специализированной техники для возделывания,

уборки и первичной переработки льна. Анализ работы МТС говорит об их эффективности и целесообразности создания, что существенно позволит уменьшить негативное влияние дефицита техники и повысить уровень технической оснащенности отрасли.

Так, для комплектации одной МТС по возделыванию и уборке льна-долгунца полным шлейфом техники и оборудования (для почвообработки, посева, ухода за посевами, уборки, переработки льновороха, возведения помещений для размещения технологических линий и ремонтной мастерской) на площади 1000 га финансовая потребность составляет более 300 млн руб. В настоящее время в Тверской области прорабатывается возможность организации нескольких МТС на базе крупных льносеющих хозяйств с использованием мер государственной поддержки.

Выводы

1. Рост качества волокнистой льнопродукции является важным фактором повышения эффективности отрасли и одной из основных целей при разработке проектов и программ ее развития. Требования к качеству льноволокна зависят от вида конечной продукции, для производства которой оно предназначено. Потребность в производстве льноволокна более высоких номеров, которое может быть использовано для производства элитных тканей (батист), на сегодняшний день незначительна. Селекционеры не могут применять инновационные методы селекции из-за устаревшей материально-технической и приборно-аналитической базы.

2. Для выполнения технологических операций по возделыванию и уборке льна в оптимальные агротехнические сроки льносеющим хозяйствам необходимо иметь комплекс специализированных технических средств, а также расширять применение multifunctional высокопроизводительных машин. Затраты на возделывание 1 га льна-долгунца в 2019 г. достигают 36 тыс. руб., положительную рентабельность можно получить только с использованием субсидий.

3. Повышение качества производимого сырья (увеличение номера тресты) и, соответственно, его рыночной стоимости позволит получить больший экономический эффект. Действенной мерой, направленной на динамичное развитие льняного подкомплекса, является реализация инвестиционных проектов с использованием существующих механизмов государственной поддержки.

Список

использованных источников

1. Ростовцев Р.А., Черников В.Г., Ушаповский И.В. Основные направления модернизации льняного агропромышленного комплекса России // Вестник аграрной науки. 2019. № 1 (76). С. 19-30.
2. Рожмина Т.А., Павлова Л.Н., Понажев В.П. Состояние и перспективы возрождения льняной отрасли России. Текстильлегпром. 2018 [Электронный ресурс]. URL: <http://textilepro.ru/novosti/363-sostoyanie-i-perspektivy-vozhrozhdeniya-lyanyoj-otrasli-rossii> (дата обращения: 20.06.2020).
3. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70210644/> (дата обращения: 12.05.2020).
4. Поздняков Б.А., Ковалев М.М. Организационно - экономические аспекты технологизации льняного комплекса: Монография. ГУПТО Тверская областная типография. 2006. 208 с.
5. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/organizations/> (дата обращения: 23.03.2020).
6. Goudenhooft C., Bourmaud A., Baley C. Varietal selection of flax over time: Evolution of plant architecture related to influence on the mechanical properties of fibers // Industrial Crops and Products. 2017. № 97. P 56-64. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.062> (дата обращения: 25.03.2020).
7. Поздняков Б.А., Великанова И.В. Актуальные проблемы формирования организационно-экономического механизма модернизации льняного подкомплекса // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 10. С. 53-55.

8. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Оценка сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по выходу волокна из льнотресты в производственных условиях // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2019 (2). С. 25-34.

9. ФГБУ «Россельхозцентр» [Электронный ресурс]. URL: <https://rosselhocenter.com/homepage> (дата обращения: 15.05.2020).

10. Ростовцев Р.А. О состоянии, проблемах и перспективах обеспечения техникой льнокомплекса России // Вестник текстильпрома. Осень-2018. С. 62-64.

11. Пучков Е.М., Галкин А.В., Ушаповский И.В. О состоянии, проблемах и перспективах обеспечения специализированной техникой льнокомплекса России // Вестник НГИЭИ. 2018. № 5 (84) С. 97-110.

12. Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71755402/> (дата обращения: 18.05.2020).

13. Государственная поддержка агропромышленного комплекса РФ. Информационный справочник о мерах и направлениях государственной поддержки агропромышленного комплекса Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gr.spesagro.ru/> (дата обращения: 15.05.2020).

Problems and Prospects for the Development of the Linseed Subcomplex in the Context of the Transformation of State Support Measures

R.A. Popov, I.V. Velikanova

(Federal Scientific Center for Bast Crops)

Summary. The main performances and financial and economic aspects of the development of the flax subcomplex in Russia are discussed. The article analyzes the provision of flax-growing farms with seeds and the state of technical equipment in the industry. Potential opportunities and areas of material and technical development in the context of improving the market model of management and transforming government support measures are identified.

Keywords: flax growing, modernization, government support, flax fiber, flax seeds, profitability.



ЮГАГРО

27-я Международная выставка

сельскохозяйственной техники,
оборудования и материалов
для производства и переработки
растениеводческой
сельхозпродукции

24-27 ноября 2020

Краснодар,
ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»



СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ТЕХНИКА
И ЗАПЧАСТИ



ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПОЛИВА
И ТЕПЛИЦ



АГРО-
ХИМИЧЕСКАЯ
ПРОДУКЦИЯ
И СЕМЕНА



ХРАНЕНИЕ
И ПЕРЕРАБОТКА
СЕЛЬХОЗ-
ПРОДУКЦИИ

Бесплатный билет
YUGAGRO.ORG

Генеральный
партнер

РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

Стратегический
спонсор

CLAAS

Генеральный
спонсор



Официальный
партнер

**ШЕЛКОВО
АГРОХИМ**

Официальный
спонсор



Селекция Вашей прибыли

Спонсор
деловой
программы



Спонсор
информационных
стоек



Спонсоры
выставки

syngenta®



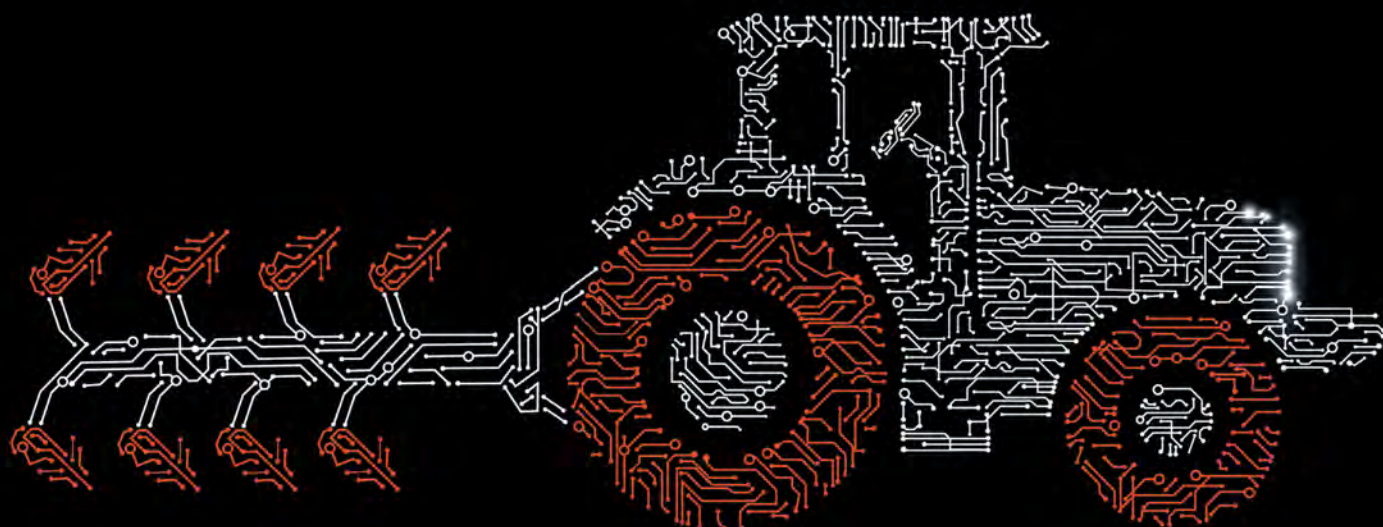
Zemlyakoff



AGROSALON

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

- ▶ ГРАНДИОЗНЫЙ ПОКАЗ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ
- ▶ ЦЕЛЕВЫЕ КОНТАКТЫ И КОНТРАКТЫ
- ▶ ОБОРУДОВАНИЕ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
- ▶ МНОГОЧИСЛЕННЫЕ СЕМИНАРЫ И КОНФЕРЕНЦИИ
- ▶ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ ТЕХНИКИ
- ▶ ТЕСТ-ДРАЙВЫ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ



РЕКЛАМА

6-9 ОКТЯБРЯ 2020

МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

МОСКВА, РОССИЯ

WWW.AGROSALON.RU

ISSN 2072-9642 Техника и оборудование для села. 2020.09.1-48. Индекс 72493

**БЕСПЛАТНЫЙ
БИЛЕТ
НА ВЫСТАВКУ
AGROSALON**

С данным билетом Вы можете посетить выставку АГРОСАЛОН с 6 по 9 октября 2020 года. Для прохода на выставку предъявите билет на стойке on-line регистрации. Действителен для бесплатного посещения выставки.