



Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство ⚙️ Агротехсервис ⚙️ Агробизнес

RSM T500

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧИСТОТА ЗЕРНА

до **30** т/ч

Производительность
за основное время
на зерновых колосовых

10 000 л

Объем бункера

360 л.с.

Мощность двигателя

ЭФФЕКТИВНЫЙ
ЗЕРНОУБОРОЧНЫЙ
КОМБАЙН

НОВИНКА



Подробнее о модели:



1500 мм

Ширина молотилки

3,0 кв. м

Площадь системы обмолота
и сепарации TETRA Processor

5,8 кв. м

Площадь системы
очистки OptiFlow

РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

№ 5 | Май 2021

2021

Восемнадцатая специализированная выставка

Защищенный Грунт России

Конструкции, технологическое оборудование и материалы для теплиц, сортировка и упаковка овощной продукции, семена, удобрения и средства защиты растений.

8 - 10

ИЮНЯ

ИЮНЯ

г. Москва, ВДНХ,
павильон 57

Организатор:



Спонсоры:



Grodan®



УРАЛХИМ

При поддержке:

Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
Комитета Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации по аграрным вопросам
Комитета Торгово-промышленной палаты Российской Федерации по развитию агропромышленного комплекса

Редакционная коллегия:

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН,
зам. главного редактора – **Мишулов Н.П.**,
канд. техн. наук.

Члены редколлегии:

Буклагин Д.С., д-р техн. наук, проф.,
Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.,
Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф., академик РАН,
Завражных А.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Кешуов С.А., д-р техн. наук, проф.,
академик НАН Республики Казахстан,
Конкин Ю.А., д-р экон. наук, проф., академик РАН,
Кузьмин В.Н., д-р экон. наук,
Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.,
Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,
академик РАН,
Некрасов А.И., д-р техн. наук,
Сыроватка В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН,
Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,
Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН
Шичков Л.П., д-р техн. наук, проф.

Editorial Board:

Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical
Science, professor, academician of the
Russian Academy of Sciences,
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate
of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Buklagin D.S., Doctor of Technical Science, professor,
Golubev I.G., Doctor of Technical Science, professor,
Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the
Russian Academy of Sciences,
Zavrazhnov A.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian
Academy of Sciences,
Keshuov S.A., D.E., professor, academician
of the National Academy of Sciences
of the Republic of Kazakhstan,
Konkin Yu.A., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Kuzmin V.N., Doctor of Economics,
Levshin A.G., Doctor
of Technical Science, professor,
Lobachevsky Ya.P., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences,
Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Nekrasov A.I., Doctor of Technical Science,
Syrovatka V.I., Doctor of Engineering, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences,
Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,
professor, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences,
Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences
Shichkov L.P., Doctor of Technical Science, professor

Отдел рекламы

Горбенко И.В.

Дизайн и верстка

Речкина Т.П.

Художник Жуков П.В.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Федоренко В.Ф. О технической модернизации сельского хозяйства..... 2

Юбилей..... 7

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Зерноуборочный комбайн Т500..... 8

Подольская Е.Е., Бондаренко Е.В., Белименко И.С. Разработка межгосу-
дарственного стандарта на методы испытаний машин для уборки плодов и ягод... 9
MAX CUT для работы в стиле CLAAS DISCO..... 12

Инновационные технологии и оборудование

Лискин И.В., Сидоров С.А., Миронов Д.А., Миронова А.В. Особенности
износа рабочих органов почвообрабатывающего агрегата Viking 13

Системы автопилотирования Ростсельмаш выходят на рынок 17

Скорляков В.И., Негреба О.Н., Назаров А.Н., Попелова И.Г. Оценка
поперечного распределения минеральных удобрений центробежными разбра-
сывателями 18

Неменуцкая Л.А. Перспективные направления технологического оснащения
производства комбикормов 25

Тихомиров Д.А., Трунов С.С., Кузьмичев А.В. Разработка и исследование
осушителя и подогревателя воздуха на базе элементов Пельтье..... 30

Агротехсервис

Фадеев И.В., Успенский И.А., Пестряев Д.А., Садетдинов Ш.В., Юхин И.А.
Дипинаконборатные добавки в растворы для мойки деталей автотракторной
техники 37

Парлюк Е.П. Совершенствование охлаждающих систем автотракторных
двигателей и методов контроля их состояния 41

Аграрная экономика

**Макаров В.А., Макарова О.В., Гаспарян С.В., Наприс Ж.С.,
Подъяблонский П.А.** Актуальные аспекты эффективного развития зерно-
продуктового подкомплекса..... 45

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», 2021

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 21.05.2021 Заказ 317

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



УДК 631.1

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-5-2-6

О технической модернизации сельского хозяйства

В.Ф. Федоренко,

д-р техн. наук, проф., академик РАН,

гл. науч. сотр.

(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ),

научный руководитель,

f@mao.pro

(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Показано, что современное сельскохозяйственное производство базируется на использовании инновационных технических средств и машинных технологий, а наиболее перспективной, популярной и востребованной в настоящее время является стратегия рациональной и эффективной реализации созданного биотехнологического потенциала.

Ключевые слова: техническая модернизация, цифровые технологии, робототехника, сельское хозяйство, точное земледелие, генетические ресурсы.

Постановка проблемы

Научные исследования последних лет и многовековой опыт свидетельствуют, что развитие сельского хозяйства достигается, прежде всего, за счет формирования оптимальных условий для максимальной реализации имеющихся в отрасли природно-биологических ресурсов: агроландшафтов, почвенных биоценозов, создаваемого генетического потенциала продуктивности растений, скота, птицы, объектов аквакультуры, других культивируемых человеком живых организмов при сохранении биологического разнообразия и окружающей природной среды. В этом случае сельскохозяйственное производство получает максимальный синергетический эффект.

Современные тенденции технической модернизации радикально меняют не только производственные процессы в сельском хозяйстве, но и



требования к формированию аграрной инфраструктуры, концепцию развития сельских территорий. Если в начале 2000-х годов для сельхозтоваропроизводителей, фермеров приоритетными были строительство дорог, водопровода, газификация, устойчивое электроснабжение, то в настоящее время жизненно необходимы устойчивая мобильная связь, скоростной интернет, Wi-Fi, Интернет вещей, цифровые технологии, роботизация, точное земледелие.

Цель исследований – оценка наиболее оптимальных механизмов и инструментов развития технической модернизации для реализации биотехнологического потенциала сельского хозяйства.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований является сельское хозяйство и его техническая модернизация, для реализации которой потребуются разработка предложений по консолидации усилий государства и аграрного бизнеса

с целью трансформирования страны в ведущую агропродовольственную державу.

В настоящей работе проведен анализ тенденций и технологического развития сельского хозяйства в современных условиях и дана оценка эффективности процессов, определяющих обоснованность и рациональность их реализации в производстве инновационной техники и технологий.

Для проведения исследований использовались актуальные документы, информация из отечественных и зарубежных журналов, с сайтов ведущих научных и образовательных учреждений Минобрнауки России, РАН, научных и образовательных учреждений Минсельхоза России, других российских и зарубежных организаций, где представлены результаты исследований и сведения о технической модернизации сельскохозяйственного производства.

Исследования проводились с использованием аналитического, сравнительного и информационно-логического методов анализа исходной информации.

Результаты исследований и обсуждение

Новые формы и инструменты стимулирования развития агропромышленного комплекса и связанных с ним отраслей экономики, участвующих в производстве и переработке сельскохозяйственного сырья, предусмотрены Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации и требуют активизации инновационной деятельности предприятий и широкого распространения современных техники и технологий [1-3].

В последнее время определен и реализуется комплекс мер, направленных на создание и внедрение конкурентоспособных отечественных технологий, основанных на новейших достижениях науки, обеспечивающих развитие сельского хозяйства и снижение технологических рисков в продовольственной сфере [4-6]. Разработаны прогноз научно-технологического развития АПК страны и перечень мероприятий для формирования приоритетных направлений, проектов, конкурентоспособных технологий производства, хранения и транспортировки сельхозпродукции, глубокой и комплексной переработки продовольственного сырья, увеличения темпов технологической модернизации отрасли, развития ее научного потенциала [7-9].

Особое внимание во всех документах и мероприятиях, определяющих стратегию технологического развития, уделяется соблюдению требований экологического законодательства, его совершенствованию и соответствию международным стандартам, гармонизации российской и европейской экологической политики.

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» способствует совершенствованию системы нормирования в области охраны окружающей среды, вводит в российское правовое поле понятие «наилучшая доступная технология» (НДТ) и меры экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения. В 2017 г. разработаны и утверждены информационно-технические спра-

вочники НДТ в сфере АПК, которые содержат описание применяемых технологий, оборудования, технических приемов, методов, в том числе позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, сократить водопотребление, повысить энергоэффективность и ресурсосбережение [8-10], сформированы перечни основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения НДТ.

Утвержден перечень 300 предприятий, отнесенных к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет около 60%. В сфере АПК в этот перечень включен только молочный завод Лианозово (АО «Вимм-Билль-Данн»). Предприятия из этого перечня до конца 2022 г. обязаны пройти процедуру выдачи комплексного экологического разрешения (КЭР) [8-10]. В ближайшие 3-5 лет будет проведена масштабная работа по актуализации справочников НДТ на соответствие их правилам и требованиям комплексных экологических разрешений.

В соответствии с Национальным проектом «Экология» до конца 2024 г. должно быть выдано 6900 КЭР и актуализирован 51 информационно-технический справочник по НДТ, а также обеспечено снижение доли импорта основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения НДТ, с 50 до 36% [3, 8, 9]. В современной России аграрным производством занимаются сельскохозяйственные организации (СХО), крестьянские (фермерские) хозяйства (К(Ф)Х) и индивидуальные предприниматели, личные подсобные хозяйства и другие индивидуальные хозяйства граждан (ЛПХ). Техника имеется в хозяйствах всех категорий, однако систематический учет ее наличия ведется только в СХО: в 2019 г. в них насчитывалось 206,7 тыс. тракторов, 55 тыс. зерноуборочных и 11,8 тыс. кормоуборочных комбайнов, что соответственно на 2, 3 и 4% меньше, чем в 2018 г. [5, 6]. Стремление компенсировать этот недостаток приобретением и использованием энергонасыщенной техники, комби-

нированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов не решает проблемы в целом. Оснащенность многих сельскохозяйственных товаропроизводителей остается на уровне, не позволяющем выполнять все технологические операции в нормативные агротехнические сроки, «упрощение» – исключение некоторых операций и технологий производства приводит к потерям продуктивности сельскохозяйственных культур, снижению доходов и рентабельности производства сельскохозяйственных организаций.

В настоящее время Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия скорректировала механизм государственной поддержки: вместо субсидированных кредитов предусмотрены субсидии производителям сельскохозяйственной техники на возмещение затрат на ее производство и реализацию сельхозтоваропроизводителям со скидкой в размере (менялась в диапазоне 15-30%) по перечням, которые утверждаются Правительством Российской Федерации [2, 5, 6].

В 2013-2019 гг. производителям сельскохозяйственной техники выплачено субсидий на сумму 58,5 млрд руб., за счет которых поставлено 7045 тракторов, 20708 зерноуборочных и 1182 кормоуборочных комбайнов. С 2017 г. действует программа приобретения техники с помощью льготных инвестиционных кредитов под 5% годовых, в которой участвовали 44 банка [5, 9].

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации № 1432 в 2019 г. доля техники, реализованной с участием АО «Росагролизинг», составила 12,7%, АО «Россельхозбанк» – 6,2%, приобретенной за собственные средства с помощью льготных инвестиционных кредитов и региональной поддержки – 62,5% [2, 5, 8]. В результате доля техники старше десяти лет в 2019 г. составила: по тракторам – 58,2%, по зерноуборочным комбайнам – 44,4, кормоуборочным – 41,7% и снизилась по сравнению с 2018 г. на 4, 4,5 и 3,4 п.п. соответственно.

При этом доля импортной сельскохозяйственной техники в общем ее количестве в СХО растет, например, в 2019 г. по сравнению с 2013 г. она увеличилась на 7,1, 8,2 и 23,9 п.п. соответственно и составила: по тракторам – 70,4%, зерноуборочным комбайнам – 25,6, кормоуборочным – 23,9%.

Позитивной тенденцией в обновлении парка является увеличение числа субъектов Российской Федерации, в которых действовали региональные программы, и объемов средств по компенсации части затрат на приобретение сельскохозяйственной техники и оборудования: в 2013 г. – в 39 субъектах и 4 млрд руб., в 2019 г. – в 63 и 14,6 млрд руб.

В разных регионах субсидии носят различное название: на инженерно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса (Брянская область); на возмещение части затрат на приобретение сельскохозяйственной техники (Владимирская область); на возмещение части затрат на приобретение тракторов, сельскохозяйственных машин и оборудования для агропромышленного комплекса, произведенных на территории области (Воронежская область); на компенсацию части затрат на приобретение сельскохозяйственной техники и технологического оборудования (Ивановская область) и др.

В большинстве субъектов заявление и документы предоставляются непосредственно в орган управления АПК, но в некоторых из них существует несколько способов подачи, в том числе через многофункциональные центры (Смоленская, Волгоградская, Ростовская области, Республика Дагестан, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра и др.), государственное казенное учреждение (Тверская область), с помощью специалистов в районе (Чувашская Республика, Свердловская область), с использованием автоматизированных информационных систем (Республика Коми, Новосибирская, Волгоградская, Самарская области) [5, 6, 8].

Предоставление субсидий осуществляется в порядке очередности включения заявителей в специальный

реестр в пределах лимитов бюджетных обязательств, в некоторых субъектах создаются комиссии, которые рассматривают документы и принимают решения (Калужская область, Республика Хакасия), субсидия предоставляется получателям, включенным в реестр победителей конкурсного отбора в целях финансового обеспечения затрат по направлению на реализацию мероприятий бизнес-плана получателя субсидии (Астраханская область), отбор проводится с помощью балльной системы по специальной методике (Ростовская область).

В случае недостаточности лимитов бюджетных обязательств для предоставления субсидий получателю в полном расчетном размере и при условии его согласия субсидии выплачиваются в пределах остатка лимитов бюджетных обязательств (Волгоградская область). Выплаты в первоочередном порядке осуществляются на приобретение российской сельскохозяйственной техники (г. Севастополь), распределение субсидии между заявителями – пропорционально суммам субсидии, указанным заявителями в справках-расчетах (Удмуртская Республика), либо с учетом рекомендаций межведомственной экспертной комиссии пропорционально численному субсидиям между всеми сельскохозяйственными товаропроизводителями, но не более 20% на одного сельскохозяйственного товаропроизводителя (Приморский край) [5].

Субсидии, как правило, перечисляются органами управления АПК или финансов субъекта, но иногда – через органы местного самоуправления области, которые наделены отдельными государственными полномочиями по поддержке сельскохозяйственного производства (Нижегородская область).

Предоставление субсидий во всех субъектах предусматривает контроль направления их использования, предоставление отчетов, проведение финансовых проверок и др. (в Республике Алтай акт ввода в эксплуатацию должен сопровождаться фотоматериалами, подтверждающими соответствие содержащейся в нем

информации), за невыполнение показателей результативности практически во всех субъектах предусмотрены штрафные санкции.

В 2017 г. Совет Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) принял документы по мерам стимулирования спроса на сельскохозяйственную технику в странах Евразийского экономического союза (ЕАЭС) [3, 5, 9].

Одна из предлагаемых мер – оптимизация условий предоставления сельхозтехники в лизинг. По оценкам экспертов, создание более выгодных условий предоставления техники сельхозпроизводителям позволит увеличить объем ее поставок на внутренний рынок не менее чем на 30%.

Другим инструментом по стимулированию спроса на сельхозтехнику является дифференцированный подход к мерам господдержки производителям сельхозтехники. Для получения финансовой поддержки от государства техника должна соответствовать определенным критериям. В частности, запускаемые в серийное производство новые модели тракторов, комбайнов, навесного оборудования должны быть менее энергос затратными, экономить ресурсы и иметь высокую производительность при меньшей себестоимости.

Приняты распоряжения Евразийского межправительственного совета, которые направлены на организацию производства комплектующих для сельхозтехники, не выпускаемых в странах Союза (электронные компоненты, двигатели, трансмиссии), и стимулирование экспорта на рынки третьих стран производимых в ЕАЭС тракторов, комбайнов, навесной техники. Документы призваны решить две ключевые задачи в сельхозмашиностроении – импортозамещение и поддержка экспорта. Среди предлагаемых мер по развитию импортозамещающих производств комплектующих – финансирование совместных программ и проектов по организации производства аналогов, включая приобретение необходимого для производства комплектующих оборудования в лизинг на льготных условиях, и ряд других. Для экспорта предлагается задействовать

совместные механизмы страхования и перестрахования экспортных рисков, создание программ экспортного финансирования. Кроме того, планируется формирование общих сервисных сетей по техническому обслуживанию экспортируемой продукции сельхозмашиностроения, производимой в разных государствах ЕАЭС [5, 8, 9].

Одну и ту же технологическую операцию можно выполнять различными машинами. На российском рынке сельскохозяйственной техники расширяется ассортимент, предлагаются технологически взаимозаменяемые, но различные по показателям машины, усиливается конкуренция между производителями [4].

Поэтому при обновлении техники возникает проблема формирования оптимальной структуры парка. При приобретении новых моделей техники максимально необходимо, чтобы она была загружена, а инвестиционные затраты и затраты на эксплуатацию сокращались и были оптимальными. В число факторов, влияющих на выбор техники, включены: цели, которые ставит перед собой товаропроизводитель, объем имеющихся денежных средств, организационная структура хозяйства, урожайность, набор культур в севообороте, технические и экономические показатели машин, наличие и квалификация механизаторов и др. Существуют информационно-аналитические системы автоматизированного подбора машин, автоматизированные технологии энергетического мониторинга тракторного парка сельхозпредприятия [5]. Зачастую происходит сокращение и качественное изменение состава парка. Например, в ЗАО «Кировский конный завод» (Ростовская область) имеется 22 тыс. га земли, прежде поля обрабатывали 30 тракторов K700, в настоящее время – пять гусеничных тракторов «Caterpillar Challenger MT» и 3 современных «Кировца» [5].

Опыт западноевропейских фермеров показывает, что на их выбор влияют: марка предыдущего трактора, приобретенный опыт эксплуатации, технические характеристики, надежность техники, возможность продать

ее после нескольких лет эксплуатации по хорошей цене, трудоемкость обслуживания, дизайн, экономичность по топливу, комфорт оператора, простота использования – автоматическое рулевое управление, передняя сцепка, кондиционер и др. [5, 6].

Анализ состояния и оценка социально-экономической, инновационно-технологической, научно-информационной ситуации в стране с учетом турбулентности в природно-климатической, кадровой, экологической и других сферах свидетельствуют, что наиболее значимыми стимулами и механизмами успешной технической модернизации современного сельского хозяйства являются (см. рисунок): обеспечение оптимальных условий для максимальной реализации созданного генетического потенциала продуктивности растений, садов, скота, птицы, объектов аквакультуры и других живых организмов, культивируемых человеком; повышение компетентности работников, производительности труда и эффективности сельскохозяйственного производства; формирование рынка продуктов АПК и, прежде всего, органического сельского хозяйства (зерно, овощи, фрукты), а также средств производства (семена, породы животных, средства защиты, техника и др.) [2, 4, 5, 7, 11].

В последнее десятилетие наиболее популярны и востребованы технические средства и технологии, обеспечивающие достижение максимального синергетического эффекта от имеющихся в распоря-

жении сельхозтоваропроизводителя, фермера, агрохолдинга природно-биологических ресурсов, таких как земля, агроландшафты, почвенные биоценозы, вода, имеющийся и создаваемый генетический потенциал продуктивности растений, скота, птицы, объектов аквакультуры, других культивируемых живых организмов, при соблюдении экологического законодательства и сохранении окружающей природной среды.

Современные инновационные подходы к технической модернизации отрасли радикально меняют не только производственные процессы в сельском хозяйстве, но требования и практику формирования аграрной инфраструктуры, концепцию развития сельских территорий.

В настоящее время во многих странах широко реализуется стратегия технической модернизации «Сельское хозяйство-4.0» [6].

Крупные корпорации, компании John Deere, Claas и другие выступают не только как производители сельхозтехники, но и как поставщики определенного сервиса или интеграторы, объединяющие различные машины, программные продукты для эффективного ведения сельского хозяйства. Фермеры просто выбирают фуллайнера, с которым можно вести агробизнес и под его сервисную платформу подбирают свой машинно-тракторный парк, программное и сервисное обеспечение.

Все это обеспечивает не только повышение эффективности сельскохозяйственного производства,



Стимулы и механизмы технической модернизации сельского хозяйства

но и решает проблему нехватки квалифицированных кадров, поскольку требования к квалификации работников и специалистов в сельском хозяйстве постоянно растут. Фермер уже не может быть универсалом. Он вынужден специализироваться, сосредотачиваться максимум на трех областях знаний в ущерб другим. Такие сервисы, как MyJohnDeere или 365Farmnet, автоматизируют процессы принятия решений, оказывают консультационную поддержку, позволяют фермерам, прежде всего начинающим, работать наиболее эффективно [6, 11-13].

В качестве примеров реализации можно привести систему защиты посевов (Connected Crop Protection) и контроля применения химических веществ (Chemical Application Manage). Например, фермер осуществляет загрузку в учетную запись сервиса на MyJohnDeere карты своих полей, в том числе почвенных, продукционных. Исходя из данных о хозяйстве ему предлагается список препаратов, рекомендуемых для защиты растений, производится расчет оптимальных доз их внесения. Информация заносится в бортовой компьютер трактора, затем настройки передаются разбрасывателю. Программа обработки данных поля создана с учетом экологических требований (например, буферных зон, определенных законодательством). Еще одним примером служит система контроля питательных веществ (Connected Nutrient Management), которая автоматически проводит анализ содержания NPK в жидких органических удобрениях и позволяет в режиме реального времени распределять их в соответствии с потребностями участка, периодом вегетации растений, анализом истории урожая.

Выводы

1. Техническая модернизация и состояние парка техники являются ключевыми параметрами и определяют эффективность сельского хозяйства. На технико-технологическую модернизацию сельского хозяйства влияют около 30 факторов, которые подразделяются на четыре группы:

макроэкономические, внутриотраслевые, внутрисубъективные и внутри-территориальные.

2. Доля инвестиций в оборудование в общем объеме инвестиций в основной капитал, направленных на реконструкцию и модернизацию сельского хозяйства (по ОКВЭД2 – растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях), составляла: в 2017 г. – 12,9%, в 2018 г. – 20,3, в 2019 г. – 17,2%, в то время как в целом по экономике России – 28,3, 30,3, 30,6% соответственно [5].

3. В последние годы немалая часть организаций по итогам финансово-хозяйственной деятельности терпит убытки, «проедает» амортизационные накопления, во избежание чего необходима подготовка нормативно-законодательного обеспечения, направленного на формирование амортизационного фонда и целевое использование его средств. В этих условиях остается необходимость государственной поддержки обновления техники и обеспечение расширенной технической модернизации сельского хозяйства страны.

Список использованных источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106> (дата обращения: 20.03.2021).
2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41139> (дата обращения: 20.03.2021).
3. Приказ Минсельхоза России от 12.01.2017 г. № 3 «Об утверждении Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71499570/> (дата обращения: 20.03.2021).
4. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития: научное издание / В.Я. Гольяпин [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 316 с.

5. Опыт субъектов Российской Федерации: тенденции и проблемы при приобретении сельскохозяйственной техники: науч. издание / В.Н. Кузьмин [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 392 с.

6. Федоренко В.Ф. Тенденции биотехнологического развития сельского хозяйства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т.13. № 4. С. 8-15.

7. Инновационные технологии и сельскохозяйственная техника за рубежом: анализ. обзор / В.Я. Гольяпин [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 172 с.

8. Постановление Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 143 «О порядке выдачи комплексных экологических разрешений, их переоформления, пересмотра, внесения в них изменений, а также отзыва» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1259487/#ixzz5WYlpAKO> (дата обращения: 10.04.2021).

9. Паспорт национального проекта «Экология» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 10.04.2021).

10. Как технологии изменят сельское хозяйство [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ucheba.ru/article/2357#> (дата обращения: 12.03.2020).

11. Oczkowski E., Murphy T. Econometric Analysis of the Demand for Eggs: Australia Agribusiness Review – Melbourne, 1999. Vol. 7, Pp. 18-26.

12. Determination of egg consumption and consumer habits in Turkey // MIZRAK C. et al.: Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences – An-kara, 2012. 36 (6), Pp. 24-30.

13. Dagum E., Dagum C. Stochastic and deterministic trend models // Statistica, anno LXVI. 2006/ № 3. Pp. 34-39.

On the Technical Modernization of Agriculture

V.F. Fedorenko

(VIM)

(Rosinformagrotekh)

Summary. It is shown that current agricultural production is based on the use of innovative technical means and machine technology, and the strategy of rational and effective implementation of the created biotechnological potential is the most promising, popular and required one.

Keywords: technical modernization, digital technology, robotics, agriculture, precision farming, genetic resources.



**7 июня 2021 г.
ВЯЧЕСЛАВУ ФИЛИППОВИЧУ
ФЕДОРЕНКО,**

**доктору технических наук, профессору,
академику РАН, заслуженному деятелю
науки Российской Федерации,
почетному работнику агропромышленного
комплекса России, главному научному
сотруднику, заместителю директора
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ,
научному руководителю
ФГБНУ «Росинформагротех»
исполняется 70 лет!**

Свой трудовой путь после окончания аспирантуры Вячеслав Филиппович начал во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. В 1982 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. С 1984 по 1996 г. был доцентом, заведующим кафедрой Российской инженерной академии менеджмента и агробизнеса Минсельхоза России. В 1996 г. ему присвоено ученое звание профессора. С 1996 по 2003 г. Вячеслав Филиппович работал заместителем руководителя Департамента науки и технического прогресса Минсельхоза России, с 2003 по 2019 г. – директор ФГБНУ «Росинформагротех». В 2004 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук, в 2007 г. ему присвоено звание члена-корреспондента Россельхозакадемии, в 2013 г. – члена-корреспондента Российской академии наук (РАН), а в 2016 г. – академика РАН. С 2019 г. по настоящее время – главный научный сотрудник, заместитель директора ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, научный руководитель ФГБНУ «Росинформагротех».

Более 40 лет Вячеслав Филиппович Федоренко ведет научно-исследовательскую деятельность, направленную на создание условий значительного технологического преимущества в различных отраслях науки, повышение уровня внутреннего производства конкурентоспособной высокотехнологической сельскохозяйственной продукции.

Под руководством В.Ф. Федоренко на основе глубокого анализа мировых тенденций, теоретических исследований и оценок были научно обосно-

ваны, разработаны и реализованы методологические, практические рекомендации по формированию и функционированию отраслевой инновационной системы, а также теоретические основы и практические методы информационно-аналитического мониторинга инновационного развития АПК, использования цифровых технологий при формировании отраслевых информационных ресурсов.

Вячеслав Филиппович является автором и соавтором ряда изобретений и более 500 научных трудов, в том числе более 30 монографий, вносит большой вклад в подготовку специалистов сельского хозяйства, подготовил восемь кандидатов и трех докторов наук.

В.Ф. Федоренко является членом совета по профессиональным квалификациям АПК в составе Национального совета по профессиональным квалификациям при Президенте Российской Федерации; членом нескольких рабочих групп: Минсельхоза России по совершенствованию Госпрограммы; при Консультативном комитете по агропромышленному комплексу Евразийской экономической комиссии; по либерализации рынка услуг в области проведения НИР Евразийской экономической комиссии; экспертом ФГБУ НИИ РИНКЦЭ, экспертом РАН, членом бюро Отделения сельскохозяйственных наук РАН, членом трех секций Научно-технического совета Минсельхоза России, членом диссертационных советов на базе ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева» и ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, главным редактором журнала «Техника и оборудование для села».

За достижения в научно-исследовательской деятельности, многолетний добросовестный труд в сфере сельского хозяйства В.Ф. Федоренко награжден государственными и ведомственными наградами: орденом Почета; медалью «В память 850-летия Москвы»; премией Правительства Российской Федерации в области науки и техники; серебряной и золотой медалями «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России»; медалью ордена Ивана Калиты и знаком «За труды и усердие» (Московская область); дипломом «За лучшую завершённую научную разработку»; почетными грамотами. Ему присвоены классный чин государственного советника Российской Федерации I класса, почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», звание «Почетный работник агропромышленного комплекса России».

*Дорогой Вячеслав Филиппович!
В день Вашего юбилея примите
наши самые искренние поздравления
и пожелания здоровья, семейного
благополучия, долгих лет жизни,
дальнейших успехов в совместной
работе, новых свершений
на благо развития механизации
сельского хозяйства России!*

**От коллектива
ФГБНУ «Росинформагротех»
и редакции журнала
«Техника и оборудование для села»
П.А. ПОДЪЯБЛОНСКИЙ,
врио директора, канд. юрид. наук;
Н.П. МИШУРОВ,
первый заместитель-
заместитель директора
по научной работе,
канд. техн. наук**

Зерноуборочный комбайн Т500



Ростсельмаш представляет зерноуборочный комбайн шестого класса Т500 – вторую машину в линейке зерноуборочных комбайнов (ЗУК) с двухбарабанной системой обмолота. Т500 обладает всеми преимуществами, присущими старшей модели – RSM 161, но есть особенности, которые делают новый комбайн более привлекательным.

Та же эффективность

Эффективность работы зерноуборочного комбайна Т500 обусловлена тем же набором инженерно-технических решений, что и у RSM 161. Это, прежде всего, уникальная система обмолота Tetra Processor и система очистки OptiFlow.

Главные рабочие органы МСУ – молотильный барабан \varnothing 800 мм и сепарирующий \varnothing 750 мм скомпонованы так, что позволяют хлебному вороху двигаться по пологой траектории и обеспечивают его длительную, интенсивную и бережную обработку. Уже знакомая гибкая дека позволяет регулировать величину зазоров на входе, выходе и в середине. При необходимости (уборка высокосоломистых и пересушенных хлебов) молотилку можно перевести в режим однобарабанного устройства.

Tetra Processor деликатно вымолочивает зерно, не травмируя ни его, ни солому. За счет интенсивного воздействия большая часть зерна отделяется от незерновой части уже в молотилке. Ширина устройства составляет 1500 мм, суммарная площадь обмолота и сепарации – 7,9 м², что является одним из лучших показателей для комбайнов 6 класса. Эти параметры обеспечивают высокую производительность узла – до 30 т/ч.

Система очистки OptiFlow общей площадью свыше 5,8 м² состоит из двух каскадов с большим перепадом по высоте и подготовительной доски с пальцевой решеткой. Настройка решет выполняется автоматически из кабины. Мощный турбовентилятор с регулируемой частотой вращения рабочего колеса позволяет добиваться нужной интенсивности обдува в зависимости от загрузки системы, при этом воздушные потоки равномерно продувают оба решета. Все это в совокупности обеспечивает высокоэффективную очистку зернового вороха.

Шестиклавишный соломотряс площадью 5,3 м² и автономное домлачивающее устройство роторного типа обеспечивают максимально полный «сбор» зерна из вороха.

Тот же комфорт

Зерноуборочный комбайн Т500 оснащается кабиной Luxury Cab. Рабочее место комплектуется новой информационно-голосовой системой Adviser IV с функциями радио и чтения флеш-накопителей, а также системой дистанционного мониторинга Агротроник.

Та же мощность

На Т500 устанавливается двигатель мощностью 360 л. с. Надежный мотор с запасом крутящего момента в 25 % готов к работе с переменными нагрузками при умеренном потреблении топлива.

Похожи, но есть отличия

Новый комбайн отличает увеличенный до 500 мм дорожный просвет, который делает более простой работу на холмистом рельефе. Так же, как и в случае с RSM 161, можно заказать машину с полным приводом и (или) установить колеса большего типоразмера.

Бункер объемом 10 000 л опустошается всего за 1,5 минуты – скорость выгрузки увеличена до 125 л/с. Благодаря высокому и длинному шнеку обеспечена удобная и безопасная выгрузка в транспорт с бортом высотой до 4 м при агрегатировании комбайна с жатками шириной до 10 м. Двухскоростной ИРС входит в базовую комплектацию. Функция изменения ширины разбрасывания и половоразбрасыватель доступны в качестве опций.

Разработка межгосударственного стандарта на методы испытаний машин для уборки плодов и ягод

Е.Е. Подольская,
зав. лабораторией,
науч. сотр.,
gost304@yandex.ru

Е.В. Бондаренко,
науч. сотр.,
evgbond3190063@yandex.ru

И.С. Белименко,
инженер,
belimenko.irina@mail.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
(КубНИИТИМ)

Аннотация. Определены нормативные документы, устанавливающие требования к машинам для уборки плодов и ягод при испытаниях. Обоснована необходимость разработки межгосударственного стандарта на методы испытаний и программного обеспечения для оценки данных машин в соответствии с новым межгосударственным стандартом, представлены основные положения подготовленного документа и современной программы для ускоренной обработки и анализа результатов испытаний.

Ключевые слова: плод, ягода, машина, уборка, испытание, метод, межгосударственный стандарт, программа.

Постановка проблемы

Садоводство является важнейшей составляющей конкурентоспособного агропромышленного комплекса. Его продукция в значительной степени определяет физиологические основы здоровья населения Российской Федерации. Проблема правильного питания в стране становится все более острой. Фрукты и ягоды – это незаменимые источники витаминов, природных антиоксидантов, минеральных и других полезных веществ, которые необходимы для здорового и полноценного питания [1], они являются самым действенным

средством повышения активности питания в борьбе с неблагоприятными факторами, интенсивно действующими на человека в современных условиях.

В настоящий момент садоводство постепенно выходит из кризиса и является одной из самых динамично развивающихся отраслей сельскохозяйственного производства. Отмечаются ежегодный рост площадей, занятых под сады, увеличение валового сбора и достаточно высокая урожайность. С 2020 г. плоды и ягоды внесены в Доктрину продовольственной безопасности, поэтому внимание к данной отрасли будет постоянно возрастать [2]. Однако анализ тенденций развития садоводства в период импортозамещения показал, что на сегодняшний день Россия является импортозависимой страной в отношении фруктов и ягод (см. таблицу).

Из данных таблицы видно, что с 2013 г. производство выросло на 0,8 млн т в год, импорт снизился пропорционально, но все еще составляет порядка 50 % ресурсов использования [3].

Цель исследований – анализ действующих и разрабатываемых нормативных документов на методы испытаний машин для уборки плодов и ягод и разработка программного обеспечения для обработки результатов.

Материалы и методы исследования

Для решения вопросов, связанных с развитием садоводства, необходимо рассматривать ряд следующих направлений:

- интенсификация, осуществляемая путем совершенствования системы ведения отрасли на основе научно-технического прогресса и применения инноваций для увеличения выхода плодово-ягодной продукции с единицы площади;
 - разработка высокопроизводительных технических средств для садоводства;
 - учет зональных особенностей в процессе проектирования машин и оборудования для уборки плодов и ягод;
 - актуализация нормативной документации на методы испытаний машин, оборудования, установок и приспособлений для уборки плодов семечковых, косточковых, орехоплодных и ягодных культур;
 - повышение производительности труда и снижение издержек производства на единицу продукции;
 - уменьшение доли трудовых и топливно-энергетических затрат на уборку плодов и ягод;
 - восстановление площадей товарных насаждений в ряде регионов.
- В связи с изложенным необходимо отметить, что техническая оснащен-

Баланс ресурсов и использования фруктов и ягод в Российской Федерации, тыс. т (источник – Росстат)

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Запасы на начало года	2448	2671	2252	1976	1972	1836	2045
Производство	3200	3349	3195	3656	3262	3964	4179
Импорт	7201	6680	6511	6518	6677	6693	6424
Итого ресурсов	12848	12699	11958	12149	11911	12493	12647

ность садоводческих хозяйств и предприятий на сегодняшний день требует переоборудования новыми и модернизированными машинами.

Для начала производства в соответствии с ГОСТ Р 15.301 [4] требуется проведение испытаний опытных образцов, поэтому для создания единой нормативной базы, снижения барьеров в торговле между государствами-членами Таможенного союза и СНГ, повышения уровня качества и безопасности продукции машиностроения, ее конкурентоспособности, применения единых требований к машинам необходима разработка стандарта на методы испытаний машин для уборки плодов и ягод на межгосударственном уровне, что является актуальной задачей [5].

Результаты исследований и обсуждение

Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 [6] утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, предусматривающая исполнение подпрограммы «Развитие питомниководства и садоводства», согласно которой реализуются мероприятия по адаптации национальной системы стандартизации для решения задач промышленной модернизации, технологического обновления, научно-технического потенциала и повышения уровня технической безопасности, конкурентоспособности и эффективности сельскохозяйственной техники.

В соответствии с Планом мероприятий («дорожной картой») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года [7] при разработке нормативной документации приоритетным направлением является межгосударственная стандартизация: планируется увеличение доли межгосударственных (региональных) документов по стандартизации до 57 % и сокращение срока действия стандарта до 7 лет.

В настоящее время в системе испытаний Минсельхоза России при испытаниях машин для уборки плодов и ягод используется национальный стандарт ГОСТ Р 54778-2011 [8].

Аналогичные межгосударственные и международные стандарты отсутствуют, поэтому разработка нового межгосударственного стандарта своевременна и необходима.

Новокубанским филиалом ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) совместно с машиноиспытательными станциями Российской Федерации и другими заинтересованными организациями разработана первая редакция проекта межгосударственного стандарта на методы испытаний машин, оборудования, установок и приспособлений для уборки плодов семечковых, косточковых, орехоплодных и ягодных культур, который будет использоваться при испытании данного типа машин всеми машиноиспытательными станциями Минсельхоза России и государств-членов межгосударственного совета по стандартизации (МГС).

В разработанной первой редакции проекта межгосударственного стандарта уточнены применяемые термины и определения, добавлен раздел «Общие положения», включающий в себя цели, задачи и виды испытаний данного типа машин, порядок представления их на испытания; приведены в соответствие формы рабочих и сводных ведомостей; уточнена номенклатура показателей технической характеристики машины, условий проведения испытаний и показателей качества выполнения технологического процесса; доработаны формы рабочих и сводных ведомостей в соответствии с методами определения показателей. При разработке проекта межгосударственного стандарта учтены требования действующих межгосударственных и национальных стандартов по видам оценок. Уведомление о разработке стандарта размещено на сайте Росстандарта, где все желающие имеют возможность ознакомиться с его проектом и при необходимости направить разработчику замечания и предложения.

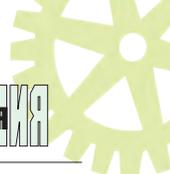
Кроме того, первая редакция проекта направлена на отзыв заинтересованным организациям-членам технического комитета ТК (МТК) 284 «Тракторы и машины сельскохозяйственные» (в том числе на машино-

испытательные станции Минсельхоза России) и в национальные органы по стандартизации государств-членов межгосударственного совета по стандартизации (МГС).

В 2021 г. продолжается работа над проектом межгосударственного стандарта, все полученные отзывы будут проанализированы, замечания учтены. С учетом полученных предложений будет доработана окончательная редакция проекта ГОСТ «Техника сельскохозяйственная. Машины для уборки плодов и ягод. Методы испытаний».

Специалистами КубНИИТиМ разрабатывается, тестируется на контрольном примере и готовится к регистрации «Программа для обработки результатов испытаний машин для уборки плодов и ягод», которая предназначена для проведения компьютерной оценки показателей условий испытаний и качества выполнения технологического процесса, получаемых при испытании вышеуказанных машин согласно впервые разработанному межгосударственному стандарту на основе ГОСТ Р 54778. Программа автоматически выполняет все необходимые расчеты, от исполнителя требуется только внесение исходных данных. Дополнительно в программе предусмотрено ведение списка задач (вариантов расчета), каждая из которых относится к обработке одного набора исходных данных. Расчеты осуществляются на основании входных данных, заполненных в формы рабочих ведомостей результатов испытаний. Результаты расчетов автоматически отправляются в сводные ведомости условий испытаний и качества выполнения технологического процесса и при необходимости выводятся на печать. Автоматизация промежуточных расчетов и автоматическое формирование сводных ведомостей выполнены посредством языка программирования Object Pascal в интегрированной среде программирования Delphi [9-11].

Также программа обеспечивает соблюдение алгоритма обработки результатов испытаний, достоверности их при статистической обработке и определении оценочных показате-



телей, предоставляет возможность хранения и накопления информации, а также отвечает современному уровню компьютерных технологий. Работа с ней рассчитана как на опытных пользователей ПК, так и на начинающих, может использоваться для ускоренной обработки и анализа результатов испытаний на ПК при исследованиях и испытаниях сельскохозяйственной техники и технологий.

Выводы

1. Плодоводство – одна из важнейших отраслей сельского хозяйства, обеспечивающая потребителей фруктами и ягодами, служащими незаменимыми элементами системы питания человека. Поэтому дальнейшее развитие в нашей стране данного аграрного направления имеет важное значение. Производство плодово-ягодной продукции не может эффективно развиваться без технологического обеспечения процессов выращивания и уборки плодов и ягод, поэтому крайне важно внедрять в производство современные машины с целью повышения производительности труда и механизации уборочных работ. В свою очередь, для решения данной задачи необходимы актуализация устаревших и разработка отсутствующих нормативных документов на методы испытаний на межгосударственном уровне, поэтому проведение данных исследований и работ является своевременным.

2. В соответствии с «Программой национальной стандартизации на 2021 год» [12] КубНИИТиМ совместно с заинтересованными организациями подготавливает окончательную редакцию межгосударственного стандарта (на основе национального стандарта ГОСТ Р 54778) на методы испытаний машин для уборки плодов и ягод в соответствии с основополагающими стандартами системы стандартизации. Окончательная редакция проекта ГОСТ устанавливает общие положения испытаний, методы оценки технических параметров, энергетической оценки, оценки безопасности конструкции, надежности, эксплуатационно-технологических, экономических показателей при ис-

пытаниях машин, оборудования, установок и приспособлений для уборки плодов семечковых, косточковых, орехоплодных и ягодных культур.

3. После утверждения и введения в действие данного стандарта его требования будут соблюдаться всеми государствами-членами Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС) при испытании машин и оборудования данного вида, а разработанное программное обеспечение для проведения компьютерной оценки показателей при испытаниях по межгосударственному стандарту позволит снизить трудоемкость и повысить точность и оперативность выполнения расчетов при обработке результатов испытаний. Область применения программы – система машиноиспытательных станций, сельхозпредприятия агропромышленного комплекса Российской Федерации и их инженерные службы, научно-исследовательские институты, высшие учебные заведения.

Список

использованных источников

1. Анализ состояния и перспективные направления развития питомниководства и садоводства: Науч. анализ. обзор / В.Ф. Федоренко [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 88 с.
2. Садоводство РФ: итоги-2020, перспективы, проблемы, реалии и ожидания [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.yandex.ru/media/glavagronom/sadovodstvo-rf-itogi2020-perspektivy-problemy-realii-i-oidaniia-5f8036debd4c464556070949> (дата обращения: 29.01.2021).
3. Самообеспеченность России яблоками ниже 40 % [Электронный ресурс]. URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/fruitgrowing/samoobespechennost-rossii-yablokaminizhe-40.html> (дата обращения: 28.01.2021).
4. **ГОСТ Р 15.301-2016** Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. 12 с.
5. **Подольская Е.Е., Белименко И.С., Марченко В.О.** Механизированная уборка плодов и ягод: машины и методы испытаний // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: матер.

XIII Междунар. науч.-практ. конф. Интерагромаш-2020. Ростов-на-Дону: ДонГТУ, 2020. Т. 1. С. 718-722.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 (ред. от 28.05.2020) «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_223631/ (дата обращения: 25.01.2021).

7. План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года (направлен письмом Правительства РФ от 15.11.2019 № ДК-П7-9914) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_355104/ (дата обращения: 26.01.2021).

8. **ГОСТ Р 54778-2011.** Машины для уборки плодов и ягод. Методы испытаний. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2012. 32 с.

9. **Архангельский А.Я.** Программирование в Delphi: Учебник по классическим версиям Delphi. М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. 1152 с.

10. **Архангельский А.Я.** Программирование в Delphi. М.: ООО «Бином-Пресс», 2004. 1152 с.

11. **Гофман В.Э., Хомоненко А.Д.** Delphi. Быстрый старт. СПб: БХВ-Петербург, 2003. 288 с.

12. Приказ Росстандарта от 27.10.2020 № 1775 «Об утверждении Программы национальной стандартизации на 2021 год» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_367773/ (дата обращения: 01.02.2021).

Development of an Interstate Standard for Testing Procedures for Fruit and Berry Harvesters

E.E. Podolskaya, E.V. Bondarenko, I.S. Belimenko
(KubNIITiM)

Summary. Regulations that specify the requirements for fruit and berry harvesters during testing have been determined. The necessity of developing an interstate standard for test methods and software for evaluating these machines in accordance with the new interstate standard is substantiated. The main provisions of the prepared document and up-to-date software for accelerated processing and analysis of test results are presented.

Keywords: fruit, berry, harvester, harvesting, testing, method, interstate standard, software.



Одна из главных проблем, с которой сталкиваются все хозяйства, занимающиеся заготовкой кормов для своих животноводческих ферм, – подбор необходимой сельхозтехники, ведь процесс кормозаготовки ограничен по времени и не терпит вынужденных простоев. Кроме того, энергетическая ценность правильно заготовленных кормов напрямую влияет на молочную и мясную продуктивность стада, а значит, и на рентабельность сельхозпроизводства.

Однако при всем разнообразии моделей, представленных на рынке, довольно сложно подобрать ту, которая будет идеально подходить для условий конкретного хозяйства – под тип выращиваемых трав, площадь поля, климат региона, объем выполняемых работ и т.д. При этом машины должны быть просты в эксплуатации, надежны и высокопроизводительны.

Пользователи сельхозтехники CLAAS уже убедились, что косилки DISCO являются тем оптимальным вариантом, который удовлетворяет всем описанным требованиям, и незаменимы для скоса сеяных и естественных культур в российских условиях.

У косилки DISCO много разных уникальных технических решений, но ее «сердцем», бесспорно, является косилочный брус MAX CUT. Это строго выверенная конструкция, позволяющая бережно и очень точно срезать травяной стебель на заданной высоте, сохраняя при этом его питательные свойства для дальнейшей заготовки качественного корма.

Косилочный брус MAX CUT устанавливается на все передне- и задне-навесные косилки CLAAS DISCO, имеет уникальную волнообразную и обтекаемую форму, а дополнительные настройки позволяют минимизировать

MAX CUT ДЛЯ РАБОТЫ В СТИЛЕ CLAAS DISCO



попадание почвы в зеленую массу и добиваться тем самым ее высочайшего качества. Очень широкие скользкие башмаки отводят грязь назад за счет эффекта направляющих. Одновременно они защищают корпус бруса и благодаря необычной форме гарантируют широкую опору и дополнительную стабильность.

Механизаторы, работающие на данной технике, отмечают не только ровный ход и идеальный рисунок среза, но и экономичный расход топлива, а также надежную защиту трансмиссии. Правильно настроенная косилка проста в использовании, обеспечивает более высокую скорость работы и не требует дополнительных ресурсов. Инженеры CLAAS продумали все детали и предусмотрели все ситуации, которые могут возникнуть во время кошения, чтобы оператор сосредоточился на самом процессе и не отвлекался на технические сбои.

Косилочный брус MAX CUT не требует обслуживания благодаря постоянной смазке, а подвергающиеся постоянным нагрузкам компоненты прочно защищены от износа. Съемные детали легко устанавливаются и регулируются. Брус имеет предохранительный модуль SAFETY LINK для защиты трансмиссии, которую можно довольно просто заменить в случае необходимости – все для удобства и экономии времени.

Все компоненты косилочного бруса выполнены из высокопрочных и высококачественных материалов, что является безусловной гарантией долговременного их использования и надежности. Кроме того, работа косилок DISCO с косилочным брусом MAX CUT обеспечит предприятию максимальную экономическую эффективность за счет более высокой скорости и качественного среза.

На правах рекламы.



Особенности износа рабочих органов почвообрабатывающего агрегата Viking

И.В. Лискин,

науч. сотр.,
liskin-igor@rambler.ru

С.А. Сидоров,

д-р техн. наук, гл. науч. сотр.,
зав. лабораторией,
nanosid@bk.ru

Д.А. Миронов,

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
mironov-denis87@mail.ru

А.В. Миронова,

науч. сотр.,
timchenko-anastasia93@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Показано, что наиболее равномерный износ лезвия долота происходит при движении почвенных частиц перпендикулярно кромке лезвия. Определено, что ширина кромки влияет на тяговое сопротивление корпуса, заглубляющую способность, прочность лезвия. Установлено, что для суглинистых почв оптимальная ширина лезвийной части находится в пределах 70–80 мм при значении острого угла между лезвием долота и боковой гранью 50°.

Ключевые слова: почвообрабатывающий агрегат, износостойкость, почва, угол заострения, рабочий орган.

Постановка проблемы

Почвообрабатывающий агрегат Viking-225, разработанный в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, предназначен для обработки старопахотных почв и восстановления запущенных, заустаренных и заболоченных почв. Агрегаты серии Viking-225 снабжены различными комплектами рабочих органов, в том числе глубокорыхлителями типа Paraplow [1]. При установке рабочих органов Paraplow орудия осуществляют глубокое (до 45 см) подпочвенное рыхление и разуплотнение нижних почвенных горизонтов, восстанавливают мелкоагрегатную структуру и водопоглощающую способность почвы. Для работы в тяжелых условиях детали корпусов изготовлены из высокопрочных сталей по специальной технологии [2]. Срок службы корпуса – 8–10 лет. Нарботка на долото – наиболее нагруженный рабочий орган составляет не менее 40–50 га в зависимости от почвенных условий [3].

Цель исследований – определение особенностей износа рабочих органов агрегата Viking-225 на суглинистых и глинистых почвах Рязанской области.

Материалы и методы исследования

Особенность конструкции глубокорыхлителя агрегата Viking-225 заключается в наличии отвала и отсут-

ствии лемехов в привычном стандартном исполнении (рис. 1).

Для обеспечения необходимой заглубляющей способности агрегата на каждом корпусе предусмотрено гнездо с отверстиями, в которое устанавливается долото с вылетом на 50 мм относительно полевой доски. При движении долото испытывает наибольшее давление со стороны почвенного слоя. Схема распределения нагрузок на режущую и отвальную поверхность плужного агрегата в вертикальной плоскости представлена на рис. 2.

Следует отметить, что работа плуга зависит от суммарной составляющей всех сил, действующих в вертикальной плоскости P_v , в том числе от веса плуга.

Глубина обработки почвы корпусом плуга соответствует агротехническим требованиям при условии:

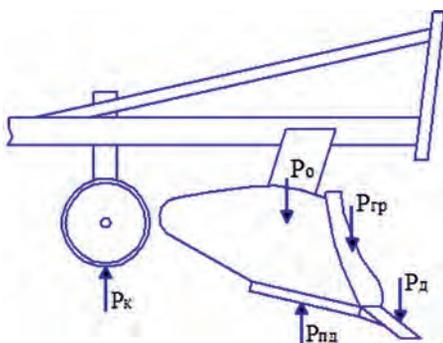
$$P_v = P_d + P_{гр} + P_o - P_{лд} - P_k = 0.$$



Рис. 1. Почвообрабатывающий агрегат Viking-225

С увеличением заглубляющих сил (первые три члена уравнения) одновременно возрастают направленные в противоположную сторону силы реакции от опорного колеса P_k и полевой доски $P_{пд}$.

Рис. 2. Распределение силового воздействия на основные рабочие органы корпуса плуга в вертикальной плоскости:



P_d – силы сопротивления почвы, действующие на долото;
 $P_{гр}$ – силы, действующие на грудь отвала;
 P_o – силы, действующие на отвальную поверхность;
 $P_{пд}$ – реактивная сила от полевой доски;
 P_k – реактивная сила опорного колеса

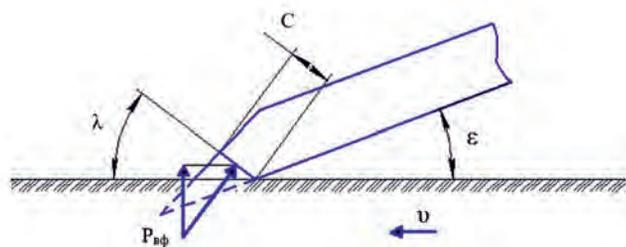


Рис. 3. Схема затылочной фаски:

C – ширина затылочной фаски;
 λ – угол наклона затылочной фаски к дну борозды;
 ϵ – угол резания; $P_{вф}$ – выталкивающая сила фаски;
 v – направление движения почвообрабатывающего агрегата

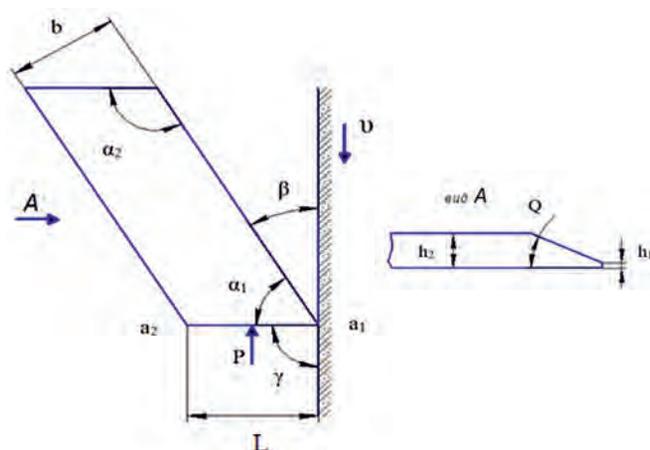


Рис. 4. Геометрические параметры долота:

β – угол между долотом и стенкой борозды;
 P – суммарная составляющая сопротивления почвы разрушению

При изнашивании лезвийной части рабочего органа образуется «затылочная фаска», расположенная под отрицательным углом к направлению движения [4] и является дополнительной выталкивающей силой, возрастающая по мере роста ширины фаски (рис. 3).

В случае увеличения выталкивающей силы, направленной на заглубление рабочего органа, нарушаются агротребования и требуется замена изношенных деталей. В рабочих органах почвообрабатывающего агрегата Viking-225 это касается долота, производящего разрушение почвенного пласта и испытывающего максимальные нагрузки.

Результаты исследований и обсуждение

Геометрические параметры долота в его лезвийной части включают в себя угол заострения Q (рис. 4), ширину долота b , длину кромки лезвия L , углы между лезвием долота и его боковыми гранями α_1 и α_2 , начальную толщину кромки лезвия h_1 и толщину основы h_2 .

Износостойкость и характер износа лезвия долота зависят в основном от физико-механических и технологических свойств почвы, сопротивления ее разрушению, скорости движения пахотного агрегата, а также от направления перемещения почвенных частиц по режущей части лицевой поверхности долота [5]. Наиболее равномерный износ происходит при движении частиц перпендикулярно кромке лезвия. Удельное давление почвы становится одинаковым по всей длине лезвия L между точками a_1 и a_2 (рис. 4а). В случае изменения расположения крайних точек друг относительно друга характер износа лезвия также изменится.

Наибольший износ появится в той точке, которая будет расположена впереди движения почвообрабатывающего орудия. Лабораторные и эксплуатационно-полевые исследования показали, что вылет одного края лезвия относительно другого на 10% повышает интенсивность изнашивания на 15-25%. Долговечность и работоспособность при этом снижаются на 15-20%. На рис. 5 представлены изношенные фрагменты долот и график зависимости интенсивности изнашивания J_1 моделей образцов долота от вылета одной из кромок лезвия на установке «Круговой почвенный стенд» [6].

1) $a_1 - a_2 = 0$; 2) $a_1 - a_2 = 3$ мм (15%).

В результате эксплуатационных исследований угол заострения Q (см. рис. 4) был принят исходя из прочностных показателей применяемой стали и анализа рабочих органов зарубежных фирм, в частности Lemken, Kverneland, Kuhn и ряда других, где значения ($Q = 20^\circ$) для долот находились в пределах 15-30° [7]. Аналогично толщину режущей кромки приняли равной 4 мм. Угол между лезвием долота и его боковыми гранями α_1 можно определить по формуле: $\alpha_1 = 180^\circ - \beta - \gamma$. При $\beta = 40^\circ$ (угол, заложенный в конструкции плужного корпуса) и $\gamma = 90^\circ$ получаем: $\alpha_1 = 50^\circ$.

Толщина основы h_2 выбрана на основании отношения интенсивности изнашивания долота по длине J_1 к интенсивности изнашивания его по толщине J_2 .

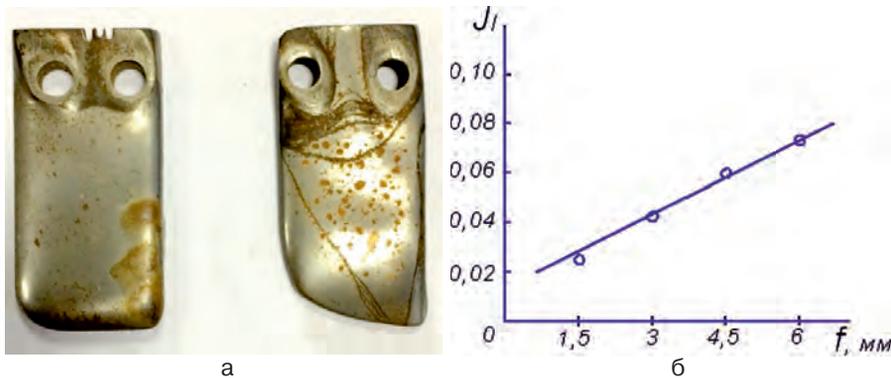


Рис. 5. Изношенные фрагменты долота (а) и зависимость износа J_1 образцов от вылета f одной из кромок (б)

По данным [8, 9], это отношение на суглинистых почвах колеблется от 2,1 до 3,8 в зависимости от почвенных условий. Предельный износ долота по длине конструктивно составляет 25 мм для рыхлительных рабочих органов подобного типа. Минимальная толщина основы при этом допускается 8 мм [10]. При меньшей толщине значительно ухудшаются прочностные свойства рабочих органов. Тогда значение параметра J_T составит:

$$J_T = 8 \cdot 3 = 24 \text{ мм.}$$

Длина кромки лезвия долота L влияет на тяговое сопротивление корпуса, заглубляющую способность, прочность лезвийной (режущей) части долота. С увеличением L тяговое сопротивление возрастает из-за увеличения площади соприкосновения почвенных частиц с лезвийной частью. Чрезмерное уменьшение длины лезвия снижает прочность лезвия и долота в целом. Однако наибольшее изменение значений ширины лезвия происходит при его изнашивании, когда на кромке образуется затылочная фаска и рабочий орган начинает выглубляться. По этой причине в разработке новых рабочих органов, особенно плужных, чизельных, большое внимание уделяется проектированию режущей части долот.

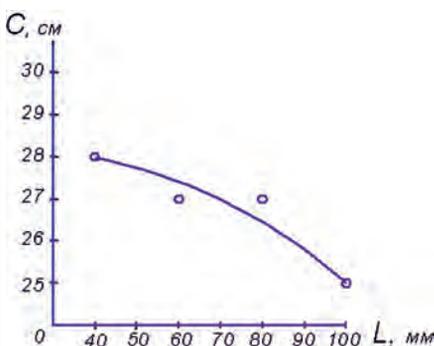


Рис. 6. Зависимость ширины затылочной фаски C от длины лезвия долота L

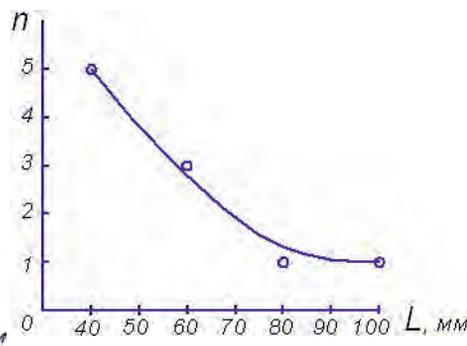


Рис. 7. Зависимость количества отказов n от длины лезвия долота L

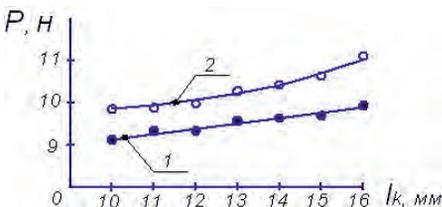


Рис. 8. Зависимость сил резания P от ширины лезвия I_k (при лабораторных исследованиях)

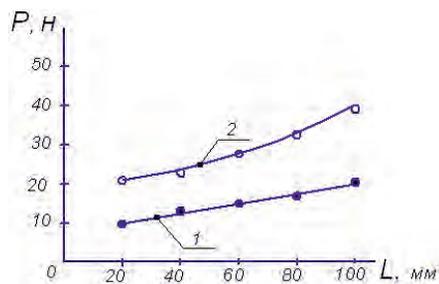


Рис. 9. Зависимость силы тяги P от длины лезвия долота L :
1 – старопашотный средний суглинок;
2 – задерненный суглинок

Полевые исследования почвообрабатывающих агрегатов Viking-225, проведенные в 2020 г. на полях Рязанской области, позволили установить оптимальную ширину лезвийной части долота для суглинистых почв.

Результаты испытаний представлены на рис. 6-9.

В результате проведенных исследований получили:

- зависимость глубины обработки почвы от длины лезвия долота L при наработке 35 га и ширине затылочной фаски $C = 20$ мм (см. рис. 6);
- количество поломок n в зависимости от длины лезвия L при наработке 42 га (см. рис. 7);
- зависимость тягового усилия P от ширины лезвия I_k при лабо-



раторных исследованиях (1 – при резании модели почвы на основе песчано-парафиновой смеси и 2 – при резании модели почвы с добавлением хлопчатобумажных нитевидных отрезков) (см. рис. 8).

Методика лабораторных исследований представлена в работе [11].

Влияние длины лезвия долота L на тяговое усилие P представлено на рис. 9.

Характер изменения тяговых характеристик в лабораторных и полевых условиях указывает на идентичность процессов и позволяет сделать вывод о достаточной степени точности моделирования полевых условий в лабораторных исследованиях изнашивания почвообрабатывающих рабочих органов.

Проведенные исследования показали, что лучшие параметры в процессе изнашивания имели долота с длиной лезвия 70–80 мм. Уменьшение длины лезвия долота приводило к улучшению агротехнических показателей на 5–12%, но при этом резко по нарастающей снижалась прочность долот, особенно на тяжелых почвах.

Увеличение длины лезвия долота повышало прочностные показатели, однако по тяговым характеристикам и работоспособности результаты ухудшались, а также увеличивалась выбраковка долот из-за нарушения агротехнических требований по глубине обработки.

Выводы

1. Характер износа лезвия долота зависит от физико-механических и технологических свойств почвы, скорости движения пахотного агрегата, направления перемещения почвенных частиц по лезвию.

2. Наиболее равномерный износ лезвия в лабораторных исследованиях происходит при движении частиц, направленных перпендикулярно кромке лезвия.

3. Для суглинистых почв оптимальные значения параметров лезвийной части лемеха следующие: ширина лезвийной части – 70–80 мм, значение угла между лезвием долота и боковой гранью – 50°.

Список

использованных источников

1. Технологии и технические средства для восстановления неиспользуемых и деградированных сельхозугодий / А.Ю. Измайлов [и др.] // Новые технологии и технологии. 2009. № 4. С. 17–20.

2. Разработка и технология изготовления почвообрабатывающих рабочих органов / Я.П. Лобачевский [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 4. С. 3–8.

3. Технология восстановления целинных и залежных земель / А.В. Миронова [и др.] // Технический сервис машин. 2020. № 2. С. 111–121.

4. К определению угла наклона лезвия лемеха ко дну борозды / С.И. Старовойтов [и др.] // Сельскохозяйственные

машины и технологии. 2015. № 1. С. 28–31.

5. Применение теории подобия для моделирования износа почворезущих лезвий в искусственной абразивной среде / А.Ю. Измайлов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 6. С. 48–51.

6. Комбинированные лабораторные исследования материалов рабочих органов на абразивный износ / С.А. Сидоров [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 6. С. 21–26.

7. **Миронов Д.А.** Анализ конструктивных параметров лемехов плугов для почвообработки // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 4. С. 48.

8. Совершенствование конструкции плужных лемехов с накладным долотом / И.В. Лискин [и др.] // Техника и технологии АПК. 2018. № 1. С. 15–17.

9. **Gopal U. Shinde, Parag D. Badgujar, Dr. Shyam R. Kajale.** Experimental Analysis of Tillage Tool Shovel Geometry on Soil Disruption by Speed and depth of operation // 2011 International Conference on Environmental and Agriculture Engineering IPCBEE. 2011. № 15. С. 65–69.

10. **Борисенко И.Б., Новиков А.Е., Садовников М.А.** Основная обработка почв модернизированными чизельными орудиями // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 5. С. 27–32.

11. **Лискин И.В., Миронова А.В.** Обоснование искусственной почвенной среды для лабораторных исследований износа и тяговых характеристик почворезущих рабочих органов // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т 14. № 3. С. 53–58.

Features of the wear of the working bodies of the Viking tillage unit

I.V. Liskin, S.A. Sidorov, D.A. Mironov, A.V. Mironov
(VIM)

Summary. It is shown that the most uniform wear of the bit blade occurs when soil particles move perpendicular to the blade edge. It has been determined that the width of the edge affects the traction resistance of the body, the penetration ability, and the strength of the blade. It has been found that in case of loamy soils, the optimal width of the blade part is in the range between 70 and 80 mm at an acute angle of 50 degrees between the bit blade and the side edge.

Keywords: tillage unit, wear resistance, soil, taper angle, working body.

8-9 ИЮЛЯ 2021

Тамбовский район, с. Татаново, ООО «Белая Дача Фарминг»

День Тамбовского Поля 2021

Организатор: Выставочная фирма «Центр»
тел.: (473) 233-09-60
e-mail: pole@vfcenter.ru

pole68.ru

ЦЕНТР

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР: РОСТСЕЛМАШ

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ: ARMADA

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ: ЭПО

ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ: TECHNODOM

ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТЕСТАВЩИК УДОБРЕНИЙ: ФОСАГРО РЕГИОН

Системы автопилотирования Ростсельмаш выходят на рынок



Летом в дилерских центрах Ростсельмаш можно будет установить системы автоуправления комбайнов РСМ Агротроник Пилот. Сегодня они прочно входят в практику сельхозпроизводителей, так как позволяют снижать потери, экономить время уборки, повышать рентабельность бизнеса аграриев.

Системы автоуправления не просто дань времени, но осознанная необходимость. Они помогают аграриям эффективнее проводить уборку урожая, повышают сменную производительность и безопасность за счет нивелирования человеческого фактора. В целом их применение позволяет на 30% повысить эффективность уборки, сократить время на ее проведение и увеличить сбор урожая до 3-5% за счет снижения потерь от осыпания. При этом применение систем Ростсельмаш дает экономию топлива и моторесурса техники.

Ростсельмаш разработал и промышленно протестировал целое семейство электронных систем автоуправления, известных как системы РСМ Агротроник Пилот. Среди них и первая в мире гибридная система, работающая на базе не только технологий высокоточной навигации, но и машинного зрения.

Первая система РСМ Агротроник Пилот 1.0. позволяет управлять траекторией движения комбайна и вести его параллельно предыдущему гону. Способом повышения точности позиционирования является базовая станция RTK. Она обеспечивает высокую точность (до 2,5 см), непрерывно передавая сигналы коррекции посредством радиоканалов.

Одна базовая станция может передавать поправки на целую группу комбайнов. Радиус ее покрытия – 5-7 км. Это система автоуправления, имеющая широкий набор функций, приспособленных к сельхозтехнике,

но «изюминка» ее в том, что Ростсельмаш, в отличие от других производителей, предлагает станцию RTK как базовый элемент.

Установленная в поле базовая RTK-станция передает поправки посредством радиоканалов в блок управления, который отвечает за работу механизмов автоуправления техникой. На дисплее механизатора отображается весь процесс автопилотирования.

С помощью дисплея также задаются рабочие параметры, имеется возможность загружать и выгружать необходимые диагностические данные, настраивать и калибровать систему и другие исполнительные механизмы.

Не менее интересным решением является и система РСМ Агротроник Пилот 2.0, созданная на основе первой в мире гибридной технологии: RTK и машинного зрения. RTK-поправки дают высокую точность вождения в 2,5 см, а машинное зрение способно вовремя распознать препятствие и остановить перед ним комбайн. Благодаря гибридной системе РСМ Агротроник Пилот 2.0 обеспечивается безопасность при проведении операций. Система дает возможность сконцентрироваться на качестве уборки.

РСМ Агротроник Пилот 2.0 призван максимально уберечь хозяйства от такой проблемы, как столкновение в поле.

В целом благодаря использованию систем автоуправления количество пропусков и перекрытий при уборке снижается до 20%, благодаря чему экономятся ГСМ, а работа в условиях плохой видимости и в темное время суток становится эффективнее. Сбор зерна при этом повышается как минимум на 3-5%.

Фактически предзаказ на эти системы осуществлялся с ноября прошлого года. Системы будут доступны в дилерских центрах Ростсельмаш уже этим летом.

Оценка поперечного распределения минеральных удобрений центробежными разбрасывателями

В.И. Скорляков,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,
skorlv@yandex.ru

О.Н. Негреба,

науч. сотр.,
olganegreba@yandex.ru

А.Н. Назаров,

науч. сотр.,
naz.and.nik.1969@yandex.ru

И.Г. Попелова,

науч. сотр.,
ipopelova2009@yandex.ru
(Новокубанский филиал ФГБНУ
Росинформагротех [КубНИИТиМ])

Аннотация. Представлен анализ недостатков методики оценки распределения минеральных удобрений центробежными разбрасывателями. Предложен способ оценки их распределения по рабочей ширине разбрасывателем с применением минимального числа пробоотборников.

Ключевые слова: центробежный разбрасыватель, гранулированные минеральные удобрения, ширина разбрасывания, отбор проб, оценка.

Постановка проблемы

Наиболее важными критериями оценки технических средств для внесения удобрений являются производительность и качество технологического процесса. Для внесения гранулированных минеральных удобрений (ГМУ) применяют центробежные (ЦР), штанговые разбрасыватели с пневматическим или механическим транспортированием гранул к выпускным отверстиям, а также зернотуковые сеялки, используемые во многих хозяйствах для поверхностной и прикорневой подкормок. Наибольшее распространение получили ЦР. Как отмечено в работе [1], машины

с центробежными дисковыми разбрасывающими устройствами имеют ряд преимуществ по сравнению с другими типами машин: высокая производительность, маневренность, простота и надежность конструкции, низкая металлоемкость и малая энергоемкость рабочих органов для сплошного внесения твердых удобрений.

Согласно приемочным испытаниям машин, неравномерность распределения ГМУ по рабочей ширине захвата достигает следующих значений [2]:

- 17-25 % – ЦР с рабочей шириной захвата 12,5-27,9 м и рабочей скоростью 6,9-13 км/ч;

- 5,6-13,5 % – штанговые разбрасыватели с рабочей шириной захвата 10,5-21,6 м и рабочей скоростью 6,7-9 км/ч;

- 2,1-10,6 % – механические и пневматические сеялки с шириной захвата 1,8-18,2 м и рабочей скоростью 5,3-15 км/ч.

В целом показатели неравномерности распределения ГМУ по рабочей ширине захвата машин при их настройках для испытаний в соответствии с действующими регламентами удовлетворяют действующим отечественным требованиям (25, 15 и 10 % соответственно). Но если в условиях производственной эксплуатации машин показатели штанговых разбрасывателей и зернотуковых сеялок не выходят за пределы, регламентируемые агротехническими требованиями и получаемые при испытаниях, то показатели ЦР в условиях производственной эксплуатации превышают установленные требования в 2-3 раза – до 40-60 % [3]. Данный недостаток ЦР на протяжении

последних десятилетий отмечен в ряде публикаций. Согласно нашим исследованиям данная ситуация с неравномерностью существенно не изменилась при поступлении в хозяйства ЦР ведущих зарубежных фирм [4], и до настоящего времени признаков ее улучшения нет. Неравномерность в допустимых пределах достигается лишь при перекрытии удобряемых полос на половину ширины разбрасывания с потерей около половины производительности.

Причиной неравномерного распределения ГМУ может являться действие ряда факторов технологического процесса ЦР: необоснованный выбор величины перекрытия удобряемых полос в смежных проходах, нестабильность скоростных режимов разбрасывателя и диска, неравномерный состав гранул и их подверженность разрушению.

Разрушение части гранул лопатками разбрасывающего диска приводит к их измельчению и оседанию в окрестности оси прохода. Поэтому распределение ГМУ по ширине разбрасывания характеризуется большим их количеством в зоне прохода разбрасывателя и постепенным снижением к границам полосы разбрасывания.

Выравнивание количества удобрений по ширине при их внесении осуществляют частичным перекрытием удобряемых полос в смежных проходах. Но обоснованный выбор величины перекрытия удобряемых полос в сочетании с максимально возможной рабочей шириной разбрасывания возможен лишь при получении характеристик содержания удобрений в исходном распределении.



Изначально спрогнозировать оптимальные регулировки разбрасывателей на задаваемые показатели работы ЦР проблематично в связи с изменчивостью физико-механических характеристик ГМУ, особенно размерного состава гранул и их устойчивости к разрушению. Непредсказуемое различие их характеристик в условиях производственного применения и невозможность априорного установления параметров поперечного распределения ГМУ является наиболее весомым фактором, препятствующим эффективному применению на ЦР микропроцессорных систем. Тем более, как отмечено С.Б. Паневым [5], «известные зависимости для описания закономерностей распределения частиц громоздки и мало приспособлены для микропроцессорных систем». Поэтому проверка результативности настроек может быть реализована лишь при отборе проб ГМУ в пробоотборники. Полученная таким образом информация является основой для осуществления регулирующих воздействий. Лишь на основе этих данных возможны моделирование вариантов перекрытия полос рассеяния удобрений и выбор приемлемого варианта с лучшими показателями неравномерности.

Согласно ГОСТ 28714 [6], пробоотборники при испытаниях ЦР составляют в три сплошных поперечных ряда, а при каждом скоростном режиме опыт проводят в трехкратной повторности. По результатам отбора проб определяют содержание удобрений по ширине разбрасывания, среднюю массу удобрений в пробоотборниках и по результатам задаваемых вариантов перекрытия находят оптимальное перекрытие в смежных проходах, соответствующую рабочую ширину, а также дозу внесения удобрений.

С переоснащением производства высокопроизводительными ЦР с шириной разбрасывания до 40 м и более оценка неравномерности стала проблематичной не только в производственной практике, но и при испытаниях ЦР, так как только для одной повторности требуется

до 80 пробоотборников с соответствующими затратами труда и времени.

Высокая неравномерность распределения ГМУ в производственных условиях существенно ограничивает прибавки урожая от удобрений и не соответствует потребности экологизации применяемых технологий из-за наличия излишне удобренных участков в зоне прохода корпуса разбрасывателя [7]. Поэтому назрела настоятельная необходимость совершенствования регламентированной в ГОСТ 28714 [6] методики оценки неравномерности.

Цель исследований – обоснование усовершенствованного метода оценки содержания ГМУ по ширине разбрасывания современными центробежными аппаратами.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований использованы стандартизованный метод получения показателей содержания и распределения удобрений по ширине разбрасывания аммиачной селитры в полевых условиях с применением разбрасывателя Vogballe M2 base и метод моделирования оценок поперечного распределения ГМУ по вариантам сокращенного числа пробоотборников на основе выборки из экспериментально полученного полного ряда значений массы удобрений в пробоотборниках, установленных по ширине разбрасывания (базовый метод оценки), а также метод аппроксимации значений массы ГМУ в пробоотборниках по вариантам с разным их количеством по ширине разбрасывания.

По результатам анализа литературных источников и изучения проблем обеспечения качества распределения ГМУ в производственных условиях определено перспективное направление совершенствования метода отбора проб и выдвинута гипотеза о возможности оценки содержания удобрений по ширине разбрасывания при использовании значительно меньшего числа пробоотборников, чем это требуется в базовом (стандартизованном) способе.

Сущность нового способа оценки содержания удобрений по ширине разбрасывания заключается в применении уменьшенного (в несколько раз) числа пробоотборников, аппроксимации полученных значений массы удобрений в координатах ширины разбрасывания с получением уравнения кривой для последующего определения массы удобрений в любой точке ширины.

На первом этапе исследований возможности метода были проверены для ширины разбрасывания 13 м [8]. На втором этапе в полевых условиях получали распределение ГМУ на ширину 36 м в трехкратной повторности при использовании показателей разбрасывателя Vogballe M2(W) в агрегате с трактором МТЗ-82 с применением 36 пробоотборников размерами 0,5 x 0,5 м, установленных по одному на каждом метре ширины разбрасывания (рис. 1). Отбор проб ГМУ проводили на поле 8 (1) научного севооборота КубНИИТиМ при поверхностной подкормке озимой пшеницы в феврале 2020 г. Ширину разбрасывания предварительно определяли по расстоянию между наиболее удаленными от оси прохода ЦР гранулами. Следующие метровые отрезки при аппроксимации принимали за нулевые точки. Взвешивание удобрений производили из каждого пронумерованного слева-направо (по ходу разбрасывателя) пробоотборника в отдельности с использованием весов SCL-300 с погрешностью $\pm 0,03$ г.

По полученному численному ряду исходного распределения находили статистические характеристики, затем формировали численные ряды значений распределений при моделировании сокращенного числа пробоотборников, для которых также находили статистические характеристики и оценивали характер их изменения относительно характеристик исходного распределения.

Обработка результатов, полученных в ходе проведения экспериментов, проводилась методами математической статистики с применением программных средств [9].



Рис. 1. Расстановка поддонов-пробоотборников и взвешивание удобрений для оценки их содержания по ширине разбрасывания

Результаты исследований и обсуждение

Перспективное направление совершенствования отбора проб ГМУ

Наряду с наличием и совершенствованием методов и систем настроек ЦР на требуемые технологические параметры по причинам, указанным выше, не всегда удается гарантировать достижение требуемых показателей даже при безусловном следовании инструкциям по настройкам разбрасывателей. Поэтому ведущие фирмы-производители разбрасывателей не исключают инструментальные оценки качества распределения ГМУ с помощью наборов поддонов-пробоотборников [10-12].

При развитии систем контроля распределения ГМУ и оперативном регулировании рабочих органов на требуемые параметры распределения (в том числе из кабины трактора) оценка содержания удобрений по общей ширине разбрасывания остается востребованной. Это обусловлено необходимостью обеспечения наибольшей производительности ЦР без превышения заданной неравномерности. Научные организации и производители ЦР ведут поиск способов повышения равномерности распределения частиц в секторе рассева аппарата на основе применения устройств управления на базе микропроцессорной техники с рассмотрением центробежного дискового аппарата как объекта управления

[13]. Совершенствование устройств для автоматического регулирования технологического процесса ЦР непосредственно во время работы машины развивается в следующих направлениях [14]:

- стабилизация прямолинейности движения агрегата;
- стабилизация частоты вращения распределительного рабочего органа;
- регулирование криволинейности лопаток в зависимости от скорости движения;
- регулирование высоты расположения дисков над поверхностью поля;
- регулирование процесса рассева по изменению рельефа поля;
- регулирование дозы высева;
- регулирование процесса рассева по нескольким параметрам (скорость движения, доза, вид удобрений, подача, состав удобрений и др.).

Однако, как отмечено в работе [14], эти устройства мало приспособлены к управлению технологическим процессом при изменении влажности удобрений и других физико-механических свойств материала, нарушениях установленных параметров рабочих органов и др. Использование устройств для автоматического регулирования технологического процесса, управления и контроля хотя и повышают качество технологического процесса рассева удобрений по сравнению с обычными рабочими органами, но не охватывают всего объема управляемых параметров.

Они не позволяют управлять процессом рассева в случаях варьирования фрикционных характеристик частиц разбрасываемого материала и устойчивости к разрушению, что может привести к ситуации, когда при обеспечении заданной дозы на общей ширине рассева распределение удобрений по полю окажется неравномерным.

В связи с этим сохраняется потребность инструментального контроля параметров распределения, а достижение заданных показателей и результативность настроек могут быть проверены лишь по результатам пробных проходов ЦР, отбора проб ГМУ в пробоотборники и получения фактических параметров содержания ГМУ по ширине разбрасывания. Полученная таким образом информация является основой для осуществления регулирующих воздействий, а также при оценках в процессе испытаний ЦР.

Ведущие зарубежные фирмы-производители ЦР разрабатывают, совершенствуют и реализуют вместе с разбрасывателями индивидуальные фирменные системы настроек на необходимые параметры разбрасывания. Отдельные фрагменты этих систем являются неотъемлемой частью поставляемых разбрасывателей, другие – предлагаются в виде дополнительных опций. Во многих случаях это представляет собой программное обеспечение, где при вводе показателей гранулометрического



состава применяемых удобрений и других параметров технологического процесса можно получить подсказку по регулировкам ЦР. При этом не исключается применение пробоотборников для контроля правильности регулировок.

Необходимо заметить, что ведущие производители ЦР в своих системах настроек на равномерное распределение ГМУ идут по пути применения сокращенного числа пробоотборников. Так, фирма Amazone (Германия) опционально поставляет набор из 16 ковриков и емкостей (табл. 1) для проверки распределения удобрений в поле [11]. Причем пробоотборники расставляют по четырем линиям ширины разбрасывания: по четыре на каждой линии (для оценки продольного распределения) с их расположением по одной половине удобряемой полосы. Количество удобрений, собранное на ковриках, измеряется в специальных проградуированных емкостях и сравнивается. После внесения результатов измерения в терминал система предлагает внести изменения в настройки. Кроме того, чтобы задать рекомендации, касающиеся настроек, Amazone предлагает анализ пробы удобрений.

Фирма Bøgballe (Дания) при оценках распределения ГМУ по ширине разбрасывания рекомендует выбирать расстояние между поддонами пробоотборниками в зависимости от ширины разбрасывания. При изменении ширины в пределах 12-38 м рекомендуемое расстояние между поддонами изменяется в пределах 1,5-5,5 м. Кроме того, поставляются решета для гранулометрического анализа, а также контрольный прибор для проверки твердости удобрений. При этом можно ввести найденные значения на домашней странице фирмы или с помощью специального приложения на компьютере, чтобы получить рекомендации по внесению имеющихся удобрений.

У фирмы Kverneland (Норвегия) настроечная таблица внесения удобрений строится на основе распределения состава удобрений по размеру гранул, для определения которого используются решета. Здесь также

Таблица 1. Количество поддонов-пробоотборников, предлагаемое фирмами

Наименование фирмы	Количество поддонов-пробоотборников
Amazone	16
Bøgballe	7-8
Kverneland	7

можно опционально приобрести набор с ковриками-пробоотборниками для контроля распределения гранул в поле [10]. Бесплатная компьютерная программа выдаст соответствующие указания, касающиеся настроек.

Фирма Kverneland для выполнения «теста дозы внесения удобрений» предлагает следующее оборудование: семь поддонов, семь решеток, семь измерительных трубок, одна воронка, а также руководство по эксплуатации.

Таким образом, фирмы-производители наряду с развитием и применением различных систем настроек, контроля и управления процессами распределения гранул по ширине не исключают применение отбора проб удобрений по ширине разбрасывания, но при этом ориентируются на применение ограниченного числа рассредоточенных по ширине пробоотборников.

В связи с отсутствием информации о результативности применения сокращенного числа пробоотборников необходимо обоснование ми-

нимально необходимого их числа и расположения.

Обоснование количества и расположения пробоотборников

Для поиска упрощенного варианта отбора проб ГМУ по ширине разбрасывания ЦР Bøgballe M2(W) первоначально экспериментальным путем были получены значения содержания удобрений на каждом метре ширины разбрасывания (36 м) (рис. 2). На основе полученных численных значений исходного распределения были смоделированы и исследованы сравнительные показатели распределения по вариантам с сокращенным числом пробоотборников.

После прохода разбрасывателя поступившие в пробоотборники удобрения пересыпали в пронумерованные пластиковые стаканчики и взвешивали. В результате был получен исходный ряд значений содержания удобрений по ширине разбрасывания.

По результатам поиска были получены три варианта расстановки наименьшего числа пробоотборников с симметричным относительно оси прохода расположением шести (1 и 2 варианты) и семи (3 вариант) пробоотборников, обеспечивающих близкие показатели с базовым (исходным) вариантом (табл. 2). При этом в первом варианте пробоотборники сосредоточены на половине центральной части ширины разбрасывания

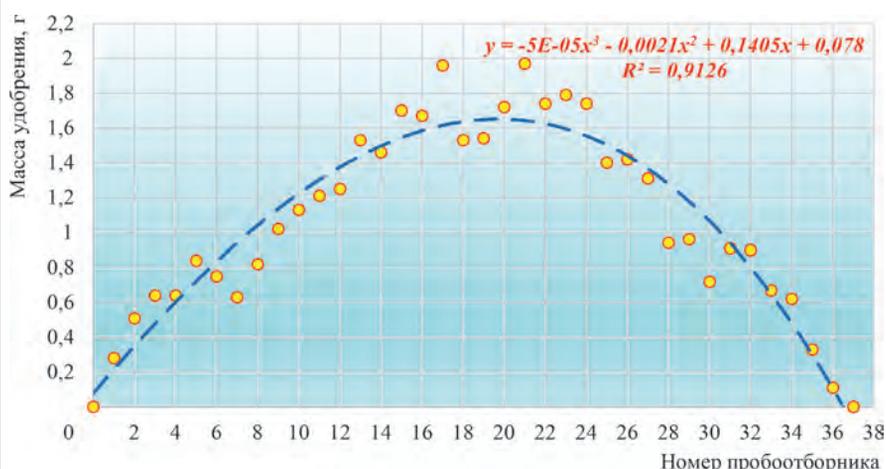


Рис. 2. Содержание ГМУ на учетных площадках с пробоотборниками на каждом метре ширины разбрасывания (исходное распределение)

Таблица 2. Показатели разбрасывания удобрений по ширине с применением сокращенного числа пробоотборников

Вариант	Номера учетных пробоотборников (слева-направо)	Показатели по ширине разбрасывания	
		средняя масса удобрений, г	Коэффициент вариации, %
Базовый	0 1 2 3...35 36 37	1,06	52,2
1	0 9 13 17 20 24 28 37	1,05	58
2	0 12 14 16 20 22 24 37	1,05	57,9
3	0 12 14 16 18 20 22 24 37	1,09	54,8

(с 9 по 28 м), а во втором и третьем – на трети ширины центральной части (с 12 по 24 м).

Значения содержания удобрений в пробоотборниках с соответствующими номерами в привязке к расстоянию от края ширины разбрасывания аппроксимировали уравнениями полинома 3 степени. Для варианта сплошной расстановки пробоотборников (на каждом метре) уравнение аппроксимации получено в виде:

$$y = -5 \cdot 10^{-5} \cdot x^3 - 22 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 0,14 \cdot x + 0,078.$$

В других вариантах получены однотипные уравнения аппроксимации:

- вариант 1: $y = -3 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 - 5 \cdot 10^{-3} \cdot x^2 + 0,19 \cdot x - 0,06$;

- вариант 2: $y = -1 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 - 6 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 0,12 \cdot x + 0,003$;

- вариант 3: $y = -1 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 + 8 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 0,11 \cdot x + 0,0009$.

Показатели средней массы и коэффициентов вариации удобрений по ширине разбрасывания в вариантах с сокращенным числом пробоотборников, представленные в табл. 2, были получены путем подстановки в аппроксимирующие уравнения значений ширины разбрасывания (через каждые 2 м).

Общим признаком представленных вариантов является симметричность расположения пробоотборников относительно оси прохода. При этом для ширины разбрасывания 36 м в варианте 1 они располагаются в каждую сторону от оси на втором, шестом и десятом метре (рис. 3). В варианте 2 – по три с интервалами 2 м (рис. 4). В варианте 3 в дополнение к этому предусмотрен пробоотборник по оси прохода (рис. 5). Таким обра-

зом, в вариантах 2 и 3 пробоотборники устанавливаются по четным номерам с 12 по 24 м, т.е. в центральной трети ширины разбрасывания.

Так как для около трети ширины разбрасывания от нулевых точек значения U могут быть аппроксимированы прямыми, то в этих зонах нет необходимости устанавливать пробоотборники. В то же время их должно быть больше в зоне закругле-

ния кривой, т. е. в центральной трети ширины разбрасывания. Поэтому общий подход к выбору схемы расположения пробоотборников заключается в следующем:

- определяют общую ширину разбрасывания;

- от нулевых точек откладывают по 1/3 ширины (в данном случае точки 12 и 24);

- расстояние между этими точками делят на пять-шесть равных частей и симметрично относительно оси намечают расположение пробоотборников (например, номера 12, 14, 16, 20, 22 и 24 (вариант 2) с шестью пробоотборниками или с дополнением номера 18 по оси прохода (вариант 3) с семью пробоотборниками).

При выборе схемы расположения пробоотборников важно соблюдать симметричность относительно оси

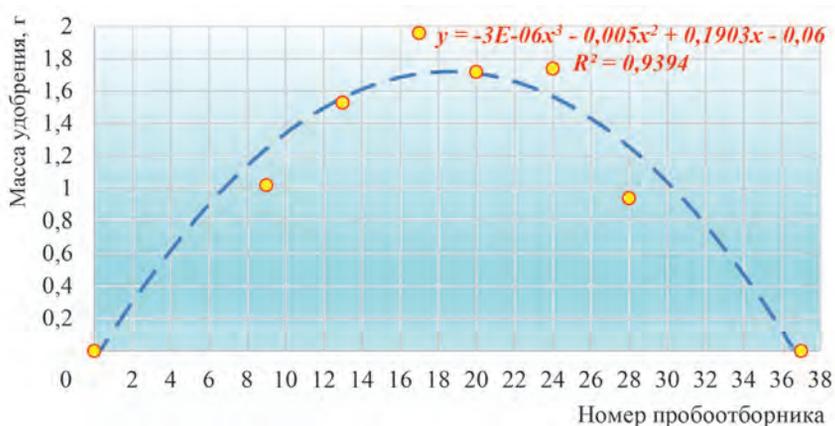


Рис. 3. Аппроксимация распределения ГМУ по варианту 1 с шестью симметрично расположенными пробоотборниками и двумя нулевыми точками

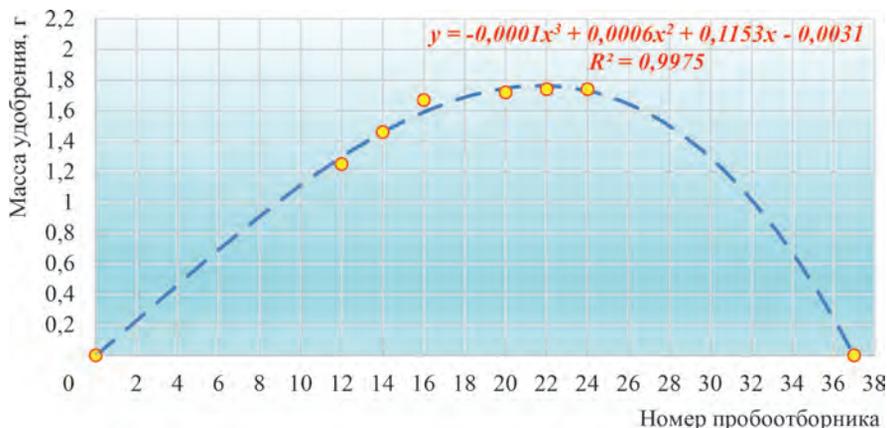


Рис. 4. Аппроксимация распределения ГМУ по варианту 2 с шестью симметрично расположенными пробоотборниками и двумя нулевыми точками



прохода из-за вероятности бокового ветра и смещения эпюры распределения. При соблюдении данной рекомендации вершина распределения в любом случае окажется в зоне расположения пробоотборников, что наиболее выражено на рис. 5 и 6, из-за отбора проб исходного распределения при скорости бокового ветра 1 м/с.

Для получения среднего по ширине разбрасывания значения содержания удобрений по вариантам с сокращенным числом пробоотборников в уравнении аппроксимации поочередно через равные интервалы (в 2 м) подставляли значения ширины (0, 2, 4, 6 м и т. д.). По полученному соответствующему ряду значений содержания удобрений в данных равномерно рассредоточенных по ширине точках (рис. 6) определяли среднее арифметическое значение содержания удобрений по ширине и значения коэффициентов вариации (см. табл. 2). Средние значения содержания удобрений и коэффициенты вариации использовали в процессе поиска в качестве критериев соответствия новых вариантов исходному распределению.

Для исходного распределения (с численными значениями для каждого метра ширины) установлено, что средняя масса удобрений в пробоотборниках по ширине разбрасывания равна 1,06 г, а коэффициент вариации – 52,2 % (см табл. 2). Отклонения средней массы удобрений от исходного показателя для вариантов 1, 2 и 3 не превышали 1-3 %, отклонения коэффициента вариации – 11 %.

Полученные в вариантах с сокращенным числом пробоотборников уравнения и различия показателей распределения вполне допустимы для практического применения при замене распределения, полученного в базовом варианте.

Для воспроизведения показателей распределения на каждом метре ширины разбрасывания (что необходимо для суммирования содержания удобрений при перекрытии удобряемых полос) в уравнение необходимо поочередно подставлять ряд значений ширины с интервалом в 1 м, что может быть оперативно реализовано с применением компьютерной программы.

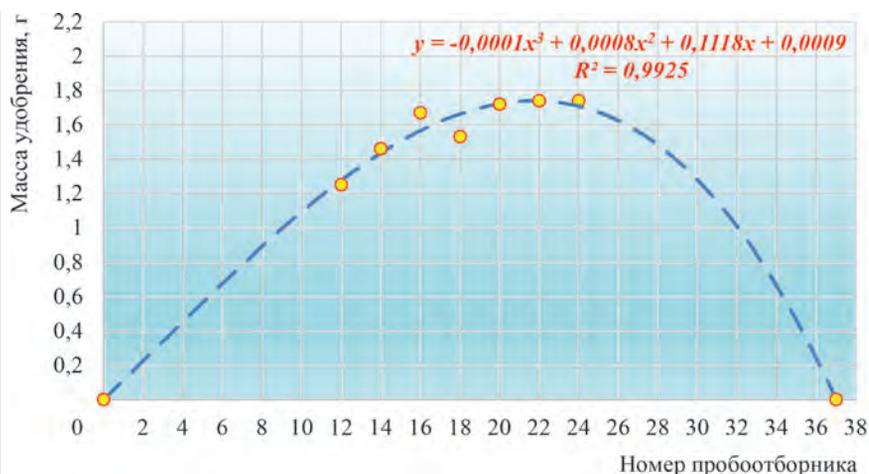


Рис. 5. Аппроксимация распределения ГМУ по варианту 3 с семью симметрично расположенными пробоотборниками и двумя нулевыми точками

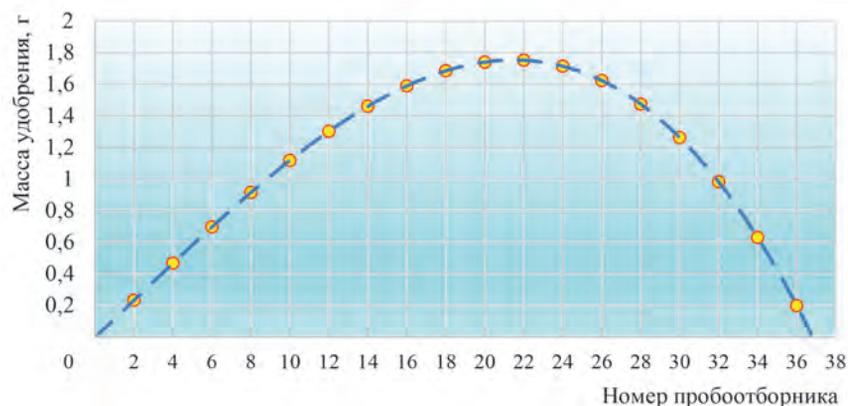


Рис. 6. Схема к определению содержания удобрений в равномерно рассредоточенных по ширине разбрасывания точках (по варианту 2)

Для практического применения предложенного способа выполняют ряд последовательных действий.

По результатам пробного прохода определяют границы ширины разбрасывания, принимая следующие за границами ширины участки за нулевые точки. В пределах ширины разбрасывания в полосе предстоящего прохода разбрасывателя симметрично относительно оси прохода расставляют 6 пробоотборников. Результаты взвешивания удобрений из каждого пробоотборника фиксируют в сочетании с расстоянием от края удобренной полосы. Затем по полученным значениям находят уравнение кривой $y = f(X)$.

Из выражения $y = f(X)$ для ряда значений X определяют соответствующий численный ряд значений Y . Для визуального восприятия и контроля воспроизводят график рас-

пределения удобрений по ширине разбрасывания.

При перекрытиях полос разбрасывания удобрений в смежных проходах перед определением искомых значений в пределах рабочей ширины разбрасывания необходимо просуммировать значения в перекрываемых учетных площадках.

Выводы

1. Ключевым фактором, вызывающим неравномерное распределение ГМУ в технологиях с применением ЦР в производственных условиях, является игнорирование стадии получения относительных показателей содержания ГМУ на учетных площадках по ширине разбрасывания, что не позволяет сделать обоснованный выбор перекрытия удобряемых полос в смежных проходах.

2. Использование регламентированного в действующем стандарте ГОСТ 28714 на методы испытаний ЦР метода определения содержания удобрений по ширине разбрасывания затруднено по причине высокой трудоемкости и продолжительности применения большого числа пробоотборников.

3. Установлено, что получение численных значений относительной массы удобрений на любом участке ширины разбрасывания возможно с применением шести пробоотборников, получением аппроксимирующей кривой в координатах ширины разбрасывания и уравнения аппроксимации.

Список

использованных источников

1. Капустин Ю.А., Шакирова Э.А., Шихов Н.И. Причины снижения качества внесения минеральных удобрений // Техника в сельском хозяйстве. 1987. № 12. С. 32-33.
2. Скорляков В.И. Прикорневая подкормка: технологические особенности способов внесения гранулированных минеральных удобрений (ГМУ) // АгроСнабФорум. 2012. № 3. С. 50-53.
3. Державин Л.М. Производственный контроль за реализацией проектов приме-

нения удобрений в хозяйствах // Сб. науч. тр. ВИМ. Т. 141. Ч. 1. 2002. С. 92-98.

4. Скорляков В.И., Петухов Д.А. Повышение равномерности распределения гранулированных минеральных удобрений // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 2. С. 14-16.

5. Панев С.Б. Система автоматического управления неравномерностью внесения минеральных удобрений центробежным разбрасывателем на основе микропроцессорной техники // Дисс. канд. техн. наук. 1999. 176 с.

6. ГОСТ 28714-2007 Машины для внесения твердых минеральных удобрений. Методы испытаний. М.: Стандартиформ, 2008. 46 с.

7. Агрэкологические последствия неравномерного внесения удобрений / А.И. Иванов [и др.] // Проблемы агрохимии и экологии. 2009. № 1. С. 37-41.

8. Скорляков В.И., Лютый А.В. Ресурсосберегающий метод оценки работы центробежных разбрасывателей минеральных удобрений // Техника и оборудование для села. 2020. № 1. С. 18-22.

9. GostMinUd // Программа для осуществления вычислений с целью определения функциональных показателей машин для внесения твердых минеральных удобрений в соответствии с ГОСТ 28714-2007.

10. Bogballe M2(W) M3(W) // Инструкция по эксплуатации. 2002. 46 с.

11. Amazone ZA-M, ZA-M Special // Распределитель удобрений: Руководство по эксплуатации. 142 с.

12. Разбрасыватели минеральных удобрений RS-XL/RS-EDW 1650/3200 Kverneland group. Руководство по эксплуатации. 39 с.

13. Закалин Е.Н. Анализ и синтез параметров управляемого технологического процесса центробежного дискового туковысевающего аппарата: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Ростов-на-Дону, 2005. 147 с.

14. Закалин Е.Н., Панев С.Б. Результаты анализа туковысевающих аппаратов с системами контроля и управления // Вестник Донского государственного технического университета. 2009. № 52. С. 148-154.

Evaluation of the Mineral Fertilizer Lateral Distribution Performed by Centrifugal Spreaders

V.I. Skorlyakov, O.N. Negreba, A.N. Nazarov, I.G. Popelova
(KubNIITiM)

Summary. An analysis of the shortcomings of the methodology for assessing the mineral fertilizer distribution performed by centrifugal spreaders is provided. A method is proposed for assessing the spreader fertilizer distribution over the working width using a minimum number of samplers.

Keywords: centrifugal spreader, pelleted mineral fertilizers, spreading width, sampling, evaluation.

Реферат

Цель исследований – обоснование метода оценки распределения гранулированных минеральных удобрений (ГМУ) по ширине разбрасывания современными центробежными аппаратами. Использован стандартизованный метод получения показателей содержания и распределения удобрений по ширине разбрасывания аммиачной селитры в полевых условиях с применением разбрасывателя Bogballe M2 base. Использован метод моделирования оценок поперечного распределения ГМУ по вариантам сокращенного числа пробоотборников на основе выборок из экспериментально полученного полного ряда значений массы удобрений в пробоотборниках, установленных по ширине разбрасывания, а также метод аппроксимации значений массы ГМУ в пробоотборниках по вариантам с разным их количеством по ширине разбрасывания. В производственных условиях было определено перспективное направление совершенствования отбора проб и выдвинута гипотеза о возможности оценки содержания удобрений по ширине разбрасывания при использовании меньшего числа пробоотборников, чем требуется в базовом способе. Сущность нового способа оценки заключается в применении уменьшенного числа пробоотборников, аппроксимации полученных значений массы удобрений в координатах ширины разбрасывания с получением уравнения кривой для последующего определения массы удобрений в любой точке ширины разбрасывания. Ключевым фактором, вызывающим неравномерное распределение ГМУ в технологиях с применением центробежных разбрасывателей (ЦР) в производственных условиях, является игнорирование стадии получения относительных показателей содержания ГМУ на учетных площадках по ширине разбрасывания, что не позволяет сделать обоснованный выбор перекрытия удобряемых полос в смежных проходах. Использование регламентированного в действующем стандарте ГОСТ 28714 на методы испытаний ЦР метода определения содержания удобрений по ширине разбрасывания затруднено по причине высокой трудоемкости и продолжительности применения большого числа пробоотборников. Установлено, что получение численных значений относительной массы удобрений на любом участке ширины разбрасывания возможно с применением 6 пробоотборников, получением аппроксимирующей кривой в координатах ширины разбрасывания и уравнения аппроксимации.

Abstract

The purpose of the research is to substantiate the method for assessing the distribution of pelletized mineral fertilizers over the spreading width using modern centrifugal devices. A standardized method was used to obtain indicators of the content and distribution of fertilizers across the ammonium nitrate spreading width in the field using the Bogballe M2 base spreader. We used a method for modeling estimates of the lateral distribution of pelletized mineral fertilizers for the options of a reduced number of samplers based on samples from the experimentally obtained full series of values of the fertilizer weight in the samplers installed along the spreading width, as well as a method for approximating the values of the pelletized mineral fertilizer weight in the samplers for options with their different numbers along the spreading width. Under production conditions, a promising area for improving sampling was determined and a hypothesis was put forward about the possibility of assessing the fertilizer content over the spreading width using a smaller number of samplers than it was required in the basic method. The essence of the new estimation method is the use of a reduced number of samplers, the approximation of the obtained values of the fertilizer weight in the coordinates of the spreading width with obtaining the equation of the curve for the subsequent determination of the fertilizer weight at any point of the spreading width. The key factor causing the uneven distribution of pelletized mineral fertilizers using centrifugal spreaders in production conditions is ignoring the stage of obtaining relative indicators of pelletized mineral fertilizer content at the recording sites along the spreading width, which does not allow making a reasonable choice of overlapping fertilized strips in adjacent passages. The use of the method for determining the fertilizer content over the spreading width regulated in the current GOST 28714 standard for the centrifugal spreader test methods is difficult due to the high labor intensity and duration of the use of a large number of samplers. It has been established that obtaining numerical values of the relative weight of fertilizers in any area of the spreading width is possible using six samplers while obtaining an approximating curve in the coordinates of the spreading width and an approximation equation.

УДК 631.363

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-5-25-29

Перспективные направления технологического оснащения производства комбикормов

Л.А. Неменуцкая,

ст. науч. сотр.,

nemenuschaya@rosinformagrotech.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Установлены перспективные направления технологического обеспечения комбикормовых производств. Обозначены основные характеристики, преимущества и недостатки перспективных видов технического оснащения. Отобраны разработки производственных и научных учреждений в области кормопроизводства, позволяющие снизить себестоимость и повысить качество готового комбикорма. Выделены основные направления совершенствования технологического оснащения с использованием отечественного оборудования.

Ключевые слова: комбикорм, оборудование, технология, завод, повышение, качество, эффективность, ресурсосбережение.

Постановка проблемы

Организация технологического процесса производства комбикормов на всех этапах должна обеспечить прием и рациональное использование сырья, оперативную подачу его в производство, требуемую технологическую подготовку и ввод всех компонентов в соответствии с рецептом, соблюдение режимов работы технологического оборудования, эффективную переработку сырья и выпуск продукции, отвечающей требованиям стандарта по качеству [1].

Основными аспектами эффективного производства комбикормов являются ресурсосбережение, снижение себестоимости и повышение качества получаемой продукции. Эти параметры во многом определяются правильным выбором способа организации производства, наиболее

подходящего для условий конкретного предприятия, применением современных технологий и оборудования. При этом должны использоваться малозатратные технические средства, местное сырье и все технологические приемы, способствующие высокопродуктивному действию производимых комбикормов [1-3].

Промышленное производство комбикорма в России в основном представлено стабильно работающими крупными заводами, его структура показана на рис. 1 [2].

Такое распределение обуславливает замкнутость цикла производства комбикормов. Кроме того, в отечественном производстве комбикормов относительно оснащения существует технологическая зависимость от иностранных поставщиков при строительстве новых заводов и реконструкции действующих. Для постепенного снижения зависимости от импорта важно разрабатывать и внедрять отечественные перспективные технологические решения и оборудование, выявлять перспективные направления развития, анализируя имеющиеся современные разработки в области технологического оснащения комбикормовых производств, открывать новые производства [1-3].

Цель исследований – оценка состояния технологического обе-

спечения комбикормовой отрасли, выявление основных направлений совершенствования технологического оснащения с использованием отечественного оборудования и перспективных ресурсосберегающих технологий приготовления комбикорма.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись технологическая обеспеченность комбикормовой отрасли средствами механизации, перспективные конструкторские решения, разработанные научными и производственными организациями.

Задачами исследования являлись: установление перспективных направлений технологического обеспечения комбикормовых производств; обозначение основных характеристик, преимуществ и недостатков различных видов технического оснащения; выбор разработок производственных и научных учреждений в области кормопроизводства, позволяющих снизить себестоимость и повысить качество готового комбикорма.

В качестве материалов исследования были использованы информационные материалы профильных российских научных организаций и промышленных компаний, интернет-ресурсы и каталоги продукции основ-



Рис. 1. Структура комбикормовых производств, %

ных предприятий-изготовителей специализированной техники.

Исследование проводилось с помощью информационно-аналитического мониторинга, анализа и обобщения открытых источников информации о перспективных технологиях и оборудовании для производства комбикормов.

Результаты исследований и обсуждение

Анализ требований к техническому оснащению предприятий по производству комбикормов показывает, что основное внимание при его выборе нужно уделять вопросам ресурсосбережения, снижения себестоимости и повышения качества получаемой продукции.

Для проведения сравнительного анализа рассмотрим различные виды организации производства и технологического оснащения предприятий по выпуску комбикормов. Для производства комбикорма непосредственно в хозяйстве с использованием имеющегося собственного сырья перспективны мобильные комбикормовые заводы (МКЗ). В качестве примера эффективного МКЗ можно привести [4, 5] Tropper MK3-3214 (Tropper Maschinen und Anlagen GmbH, Австрия) – высокорентабельный, надежный, легкий в эксплуатации (рис. 2).

Равномерную фракцию при эксплуатации данного МКЗ получают регулированием числа оборотов дробилки. Переход на новый рацион про-

изводится за 20 мин. В качестве сырья подходит зерно разной влажности и консервированное. Производительность – 50-80 т в день. Окупается за несколько месяцев, но является более дорогостоящим по сравнению с отечественными установками, что ограничивает возможности его использования небольшими хозяйствами.

Эффективным мобильным комбикормовым заводом также является МКЗ TOURMIX 02-VE (Th. Buschhoff GmbH, Германия) (рис.3).

Мобильный мини завод предназначен для приготовления полнорационных комбикормов из фуражного зерна и различных обогатительных добавок промышленного производства для крупного рогатого скота, свиней и птицы, может перерабатывать твердое кормовое сырье типа шрота. Производительность – 20-25 т зерна в час. Полное заполнение смесителей в соответствии с рецептурой занимает 5 мин. За счет конструкции уменьшены габариты, мобильность повышена, имеется автоматическая аспирация. Как и предыдущая модель МКЗ, является более дорогостоящей по сравнению с отечественными установками [4, 5].

Эксплуатируемые отечественные мобильные комбикормовые производства наиболее часто представлены установками компании ДозаАгро, АО «Слободской машиностроительный завод». Они оснащены однотипными зерновыми молотковыми дробилками с пневмосбором и шнеко-

выми смесителями кормов. Установки комплектуются механической или электронной системой взвешивания компонентов. Производительность смесителя – 0,5-4 т/ч. Отечественные МКЗ уступают зарубежным по производительности, подвижности и материалоемкости из-за наличия двух смесителей, но отличаются меньшей стоимостью и больше подходят в качестве бюджетного варианта организации небольшого производства [4-7].

Подобная мобильная комбикормовая установка производительностью 1-2 т/ч разработана в АО НПЦ «ВНИИКП» (рис. 4).

К достоинствам установки относятся: простота обслуживания; возможность приготовления по разнообразным рецептам, сбалансированным с учетом максимального использования имеющихся сырьевых ресурсов на местах; применение автономного и стационарного источников питания [6, 7].

Получать полнорационный комбикорм с высокой однородностью смешивания позволяют мобильные комбикормовые установки ЗАО «Совокрим» (рис. 5) [8, 9].

Они осуществляют прием сырья из насыпи, его измельчение в дробилке, смешивание с отдельно загруженными компонентами, гранулирование рассыпного комбикорма, транспортирование готового гранулированного комбикорма в накопительную емкость или напрямую в мешок при производительности



Рис. 2. Вид Tropper MK3-3214



Рис. 3. Вид МКЗ TOURMIX 02-VE



Рис. 4.
Мобильная комбикормовая установка АО НПЦ «ВНИИКП»



Рис. 5. Мобильная комбикормовая установка

0,5-4 т/ч. В состав входит система гранулирования либо система экструдирования [10].

Еще одним видом организации производства и технологического оснащения предприятий по выпуску комбикормов являются блочно-модульные заводы. Модульные заводы FaMix (Кометос Групп, Финляндия) (рис. 6) относятся к данной категории заводов, оснащены высококачественным оборудованием и обеспечивают реализацию технологического процесса с непрерывной оценкой качества сырья.

Процесс является непрерывным за счет порционного измельчения, производительность зависит от количества рабочих смен. Базовая мощ-

ность – 10 т/ч с возможностью увеличения до 40 т/ч. Завод полностью автоматизирован и легко адаптируется к имеющимся условиям производства, оснащен теплоизоляцией [11].

Компания «Авалон-М» выпускает модульные заводы для производства комбикормов «под ключ» производительностью 3-20 т/ч с металлическими элеватором или зернохранилищем (рис. 7).

Заводы могут быть сформированы по индивидуальной технологической схеме заказчика на основе стандартных модулей, стоимость оборудования в 2-2,5 раза меньше аналогичных импортных заводов [12].

Разработка в этой области имеет у АО НПЦ «ВНИИКП».

Заводы представляют собой базовые конструкции и агрегируемые с ними виды технологического оборудования, отличающиеся функциональной определенностью, конструктивной завершенностью, соответствием типоразмерному ряду, полной автоматизацией. Стоимость строительно-монтажных работ в цехе блочно-модульного исполнения на 20-25% меньше, чем в этажерочном исполнении, за счет уменьшения сроков и объема работы.

Для модульных внутрихозяйственных предприятий мощностью 1-2 т/ч наиболее подходит прямоточная схема технологического процесса с одноэтапным последовательным дозированием компонентов, по-



Рис. 6. Модульный комбикормовый завод FaMix



Рис. 7. Блочно-модульные заводы компании «Авалон-М»



Рис. 8. Модульный комбикормовый завод

звляющая компактно размещать оборудование и сокращать число транспортных линий.

Для предприятий мощностью от 3 т/ч наиболее эффективна технологическая схема формирования предварительных смесей зернового и белково-минерального сырья с повторным дозированием. Ее отличительными характеристиками являются: уменьшение количества дробилок, снижение на 15-20% удель-

ной энергоемкости; сокращение протяженности транспортных линий; оперативный переход с рецепта на рецепт; эффективная переработка трудноизмельчаемых компонентов (ячмень, овес), отлаженный автоматический режим, максимальное использование преимуществ компьютерного оборудования. В качестве инновационных компонентов технологии разработчиками заявлены: модуль микродозирования с погрешностью

1%, который полностью автоматизирован, позволяет вводить добавки в количестве 100 г на 1 т комбикорма; молотковые дробилки с пневмосистемами, снижающие удельный расход электроэнергии на 20–25% за счет уменьшения переизмельчения продукта и обеспечивающие получение выровненного гранулометрического состава комбикорма; двухвальные лопастные смесители с использованием эффективного «квазиневесомого» метода, при котором смешивание в течение 1 мин обеспечивает однородность комбикорма не менее 96-98%; локальные фильтры, аспирирующие с эффективностью очистки не менее 99,9% [13].

К блочно-модульным комбикормовым заводам относится разработка «Технэкс» (г. Екатеринбург), производственные линии которой размещаются в однообъемных помещениях. В отличие от других аналогичных проектов модульные заводы «Технэкс» могут комплектоваться промышленным оборудованием, применяемым на крупных комбикормовых заводах [14].

В модуле дробления завода «Технэкс» используется вертикальная молотковая дробилка, обладающая уникальными характеристиками – высокой равномерностью размола и низкими требованиями к аспирации. Система длительного кондициони-

Сравнительная характеристика комбикормовых производств

Вид технологического оснащения	Краткая характеристика	Преимущества
Мобильные комбикормовые производства	Отечественные разработки уступают импортным по производительности и материалоемкости, но дешевле импортных аналогов, что очень важно для небольших хозяйств	Комбикорма производятся в хозяйстве с применением местного сырья (всегда свежие); сокращаются транспортные расходы, погрузочно-разгрузочные работы и время производства; минимальные габариты и потребляемая мощность; простота организации технологического процесса. Себестоимость продукции на выходе на 40 % ниже, чем у стационарного комплекса
Модульные комбикормовые производства	Могут использоваться и для больших объемов производства. Имеется возможность автоматизации и отслеживания важных процессов, добавления модулей (увеличения производительности); индивидуальное исполнение согласно требованиям клиента; возможность предварительной установки рецептуры; тестирование и контроль настройки каждого модуля; осуществление дистанционного управления. Есть отечественные разработки, но часто применяются импортные комплектующие	Позволяет сократить номенклатуру машин, сроки монтажа и освоения обслуживающим персоналом модульной техники, формирует предпосылки для создания широкого спектра специализированных производств, снижает материальные затраты по открытию производства



рования обеспечивает полное обеззараживание продукта, эффективное гранулирование корма крупной структуры (измельченного с применением крупных сит), снижение износа роликов и матрицы пресс-гранулятора, экономию энергозатрат. Для склада готовой продукции также реализуется специальное решение. Здесь применяется компактная система бункеров с квадратными сечениями, что значительно увеличивает полезный объем по сравнению с круглым сечением [15].

Модульный комбикормовый завод ЛПК-3М (Хорольский механический завод, Украина) (рис. 8) рассчитан на производительность по рассыпному комбикорму до 3 т/ч с последующей его расфасовкой в мешки 20, 30, 50 кг. Состоит из четырёх модулей, отдельно упакованных транспортным оборудованием (нории и шнеки), лестницами, площадками обслуживания, кабельно-проводниковой продукцией.

В таблице обобщены характеристики, наиболее эффективные сферы применения и преимущества рассмотренных выше видов технологического оснащения комбикормовых производств.

Выводы

1. Обобщая представленные конструкторские решения и технологии, можно сделать выводы о направлениях совершенствования технологического процесса, которые характерны для всех рассмотренных форм организации и оснащения комбикормовых производств: улучшение качества измельчения за счет применения новых типов дробилок, которые могут легко и эффективно размолоть компоненты до нужной фракции; переход на весовое дозирование с помощью электронных весов, оснащенных тензодатчиками, обеспечивающих точность и надежность процесса (особенно микродозирование, дающее возможность с высокой точностью вводить микрокомпоненты); применение автоматизации (внедряются современные компьютеризированные системы с возможностью удаленного доступа контроля работы оборудования).

2. Как основные направления для развития отечественного оборудова-

ния можно выделить: повышение производительности и точности работы; снижение материалоемкости; автоматизация на всех технологических этапах; экологичность.

3. Несмотря на то, что основное российское кормопроизводство представлено крупными, интегрированными в агропромышленные холдинги комбикормовыми заводами, организация и модернизация мобильных и модульных заводов также актуальна, поскольку будет способствовать лучшему обеспечению животноводства высококачественными кормами не только в крупных, но и в небольших и средних хозяйствах.

Список

использованных источников

1. Сыроватка В.И., Мишуrow Н.П. Перспективные направления технологического развития сельскохозяйственной системы производства комбикормов // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. Матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. «ИнформАгро-2016». ФГБНУ «Росинформагротех». 2016. С. 29-34.
2. Анализ состояния и перспективы развития производства комбикормов и кормовых добавок для животноводства: науч. аналит. обзор / В.Ф. Федоренко [и др.]. М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 88 с.
3. Мишуrow Н.П., Давыдова С.А., Давыдов А.А. Перспективные технологии повышения качества комбикормов // Вестник Всеросс. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. 2019. № 3. С. 4-11.
4. Волкова С.Н., Сивак Е.Е. К вопросу об эффективном и качественном производстве комбикормов // Вестник Курской гос. с.-х. академии. 2019. № 9. С. 147-152.
5. Дегтярев Г.П. Инновационные технологии и машины для заготовки и раздачи кормов в животноводстве. М.: РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. 2016. 180 с.
6. Сыроватка В.И., Жданова Н.В., Обухов А.Д. Система машин для приготовления комбикормов в хозяйствах // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 1. С. 24-31.
7. Автоматические установки для производства комбикормов в хозяйствах / В.И. Сыроватка [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 2. С. 66-71.
8. Малогабаритная комбикормовая установка [Электронный ресурс]. URL:

<http://sovocrim.ru/products/malogabaritnaya-kombikormovaya-ustanovka/> (дата обращения: 02.02.2021).

9. Мишуrow Н.П. Рекомендуемые технологии производства комбикормов в хозяйствах // Вестник Всеросс. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. 2015. № 4. С. 6-14.

10. Мобильная комбикормовая установка [Электронный ресурс]. URL: <http://sovocrim.ru/products/mobilnaya-kombikormovaya-ustanovka/> (дата обращения: 05.02.2021).

11. Модульный комбикормовый завод [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kometos.ru/modulnyy-kombikormovy-zavod/> (дата обращения: 09.02.2021).

12. Модульный комбикормовый завод [Электронный ресурс]. URL: https://avalonm.ru/images/napravleniya/otrasli/KZ_2.jpg (дата обращения: 09.02.2021).

13. Афанасьев В, Орлов Е., Богомолов И. НПЦ «ВНИИКП»: Высокоэффективные заводы в блочно-модульном исполнении // Комбикорма. 2019. № 11. С. 28-32.

14. Блочно-модульные комбикормовые заводы [Электронный ресурс]. URL: <https://moskva.sdexpert.ru/archive/project/blochnomodulnye-kombikormovye-zavody/> (дата обращения: 11.02.2021).

15. Модульные комбикормовые заводы [Электронный ресурс]. URL: <https://sfera.fm/news/v-strane/modulnye-kombikormovye-zavody-stali-klyuchevoi-temoi-seminara-kompanii-tekhneks> (дата обращения: 11.02.2021).

Promising Areas of Technological Support for the Compound Feed Production

L.A. Nemenushchaya

(Rosinformagrotekh)

Summary. *The promising areas of technological support of compound feed production facilities have been established. The main specifications and advantages and disadvantages of promising types of technical equipment are indicated. Projects of industrial and scientific institutions in the field of feed production that allow reducing the cost and improving the quality of the finished feed have been selected. The main areas of improving technological support using domestic equipment are highlighted.*

Keywords: *compound feed, equipment, technology, plant, improvement, quality, efficiency, resource saving.*

Разработка и исследование осушителя и подогревателя воздуха на базе элементов Пельтье

Д.А. Тихомиров,

д-р техн. наук, чл.-корр. РАН,

гл. науч. сотр.,

tihda@mail.ru

С.С. Трунов,

канд. техн. наук, доц., вед. спец.,

alla-rika@yandex.ru

А.В. Кузьмичев,

науч. сотр.,

alkumkuzm@mail.ru

(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Разработана функциональная схема энергосберегающего осушителя и подогревателя воздуха, выполненного на базе элементов Пельтье. Представлена методика расчета теплоэнергетических и конструктивных параметров термоэлектрической сборки. Проведено физическое моделирование процесса осушения и подогрева воздуха в термоэлектрической установке. Представлены результаты испытаний действующего образца. Обоснованы рациональные режимы работы установки, показана ее энергетическая эффективность в режиме теплового насоса.

Ключевые слова: энергосбережение, микроклимат, термоэлектрический осушитель воздуха, термоэлектричество, подогрев воздуха, термоэлектрическая сборка, тепловой насос.

Постановка проблемы

Благоприятная среда обитания животных является обязательным условием экологической совместности агропромышленного комплекса и производства высококачественной продукции. При большой концентрации животных с уплотненным их размещением важная роль в повышении резистентности организма, увеличении продуктивности и улучшении воспроизводительных функций животных отводится соз-

данию оптимального микроклимата в местах их содержания [1].

На организм животных значительное воздействие оказывает температурно-влажностный режим воздушной среды помещения. Для обеспечения хорошего состояния животных и высокой продуктивности относительная влажность воздуха должна быть в пределах 60-75% [2].

Как правило, для создания и поддержания оптимальных температурно-влажностных параметров воздуха используется общеобменная система вентиляции помещений. При этом технологический процесс удаления избытков влаги заключается в том, что приточный воздух с меньшим влагосодержанием смешивается с внутренним воздухом, который имеет большое влагосодержание [3]. По мере роста температуры наружного воздуха и при достижении относительного равенства влагосодержания внутреннего и наружного воздуха воздухообмен увеличивается до бесконечности. Такие ситуации возникают, например, в районах с влажным климатом и в переходный период года в районах с умеренным климатом. Следовательно, возможности данного способа поддержания влажности воздуха в помещении в нормируемых пределах ограничены.

Помимо вентиляции для решения проблемы избыточной влажности воздуха применяют осушители воздуха. В основном используют четыре типа осушителей: адсорбционные, компрессорного типа, роторные и с термоэлектрическими элементами Пельтье – термоэлектрические охладители [4]. Термоэлектрические преобразователи имеют ряд преимуществ по сравнению с другими ти-

пами осушителей. Они не содержат движущихся компонентов и способны выдерживать удары и вибрации, могут работать в условиях повышенной влажности воздуха и в агрессивных средах. Эти типы осушителей являются экологически безвредными, характеризуются высокой эксплуатационной надежностью и долговечностью и находят применение в высокотехнологичных процессах различных отраслей промышленности [5-7].

В сельском хозяйстве термоэлектрические преобразователи пока не нашли широкого применения, за исключением некоторых процессов сушки семян [8], пастеризации молока [9] и локального обогрева молодняка животных [10].

Цель исследований – разработка осушителя и подогревателя воздуха на основе элементов Пельтье для обеспечения требуемых тепловлажностных параметров микроклимата в животноводческих помещениях, обеспечивающего снижение энергозатрат до 20%.

Материалы и методы исследования

В задачи исследования вошли: разработка функциональной схемы и метода расчета конструктивных и теплоэнергетических показателей установки; физическое моделирование процесса; корректировка схем и методов расчета с учетом результатов физического моделирования; определение параметров и режимов работы; создание и испытание действующего образца; оценка экономической эффективности.

Предложена функциональная схема термоэлектрической установки для реализации идеи использования элементов Пельтье для осушения

и подогрева воздуха в животноводческих помещениях [11].

Принцип работы установки (рис. 1) осуществляется по схеме «вода-воздух-воздух» [12].

Согласно схеме (см. рис. 1) воздух помещения с температурой t_1 и относительной влажностью φ_1 , попадая в установку, охлаждается до температуры ниже точки росы, что приводит к конденсации влаги на поверхности воздушного радиатора холодного спая 4 элементов Пельтье 5. После этого осушенный охлажденный воздух с параметрами t_2, φ_2 нагревается в отдельно расположенном жидкостном теплообменнике 9 до начального (или выше) значения температуры, приобретая параметры t_3, φ_3 .

Качественное изменение параметров воздуха, циркулирующего через осушительную установку, представлено на $i-d$ диаграмме (рис. 2).

Если относительная влажность воздуха в помещении превышает верхнее предельное нормированное значение, к электрической сети подключаются термоэлектрические элементы 5, вентиляторы 2 и 7, а также циркуляционный насос 8. Соединенные в группы элементы Пельтье с радиаторами холодного и горячего спая образуют термоэлектрическую сборку. Вентилятор 2 забирает влажный воздух из животноводческого помещения и прокачивает его через воздушный радиатор холодного спая 4. Воздух охлаждается за счет теплообмена с холодной поверхностью радиатора, и избыточная влага конденсируется на его поверхности. Влага, выделившаяся из воздуха, посредством отводчика конденсата 10 удаляется из системы. Затем холодный и сухой воздух проходит через воздухопровод 1 с помощью вентилятора 7 и поступает в жидкостный пластинчатый теплообменник 9 горячего контура, где нагревается до требуемой температуры. Горячий контур включает в себя водяной радиатор горячего спая 6, циркуляционный насос 8, воздушно-водяной теплообменник 9 и патрубки для циркуляции теплоносителя. В результате нагрева относительная влажность воздуха снижается. Осушенный и подогретый

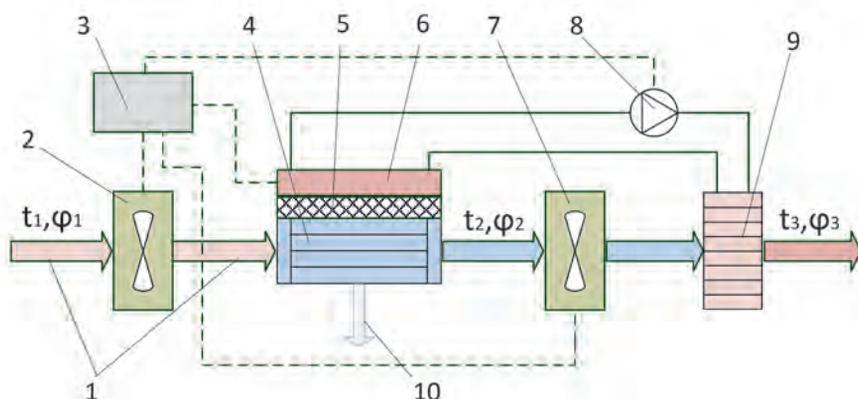


Рис. 1. Функциональная схема термоэлектрического осушителя и подогревателя воздуха:

1 – воздухопроводы; 2 – вентилятор радиатора холодного спая; 3 – шкаф управления; 4 – воздушный радиатор холодного спая; 5 – элементы Пельтье; 6 – водяной радиатор горячего спая; 7 – вентилятор теплообменника; 8 – циркуляционный насос; 9 – теплообменник; 10 – отводчик конденсата; t_i, φ_i – температура и относительная влажность воздуха



Рис. 2. Процесс изменения физического состояния воздуха на $i-d$ -диаграмме:

1-2 – охлаждение без изменения влагосодержания; 2-2' – охлаждение с уменьшением влагосодержания; 2-3 – подогрев

воздух возвращается обратно в помещение. При этом относительная влажность воздуха в помещении постепенно снижается, а установка осушения и подогрева воздуха отключается, когда влажность достигает заданного уровня.

Основные результаты исследований получены на базе основных законов и положений теории теплообмена, электротехники, термоэлектричества, физического моделирования. Применены методы анализа и синтеза существующих знаний в области проводимых исследований, вероятностно-статистический метод проведения экспериментов и оценки полученных данных.

Результаты исследований и обсуждение

Для разработки установки для осушения и подогрева воздуха, имеющей требуемую производительность, необходимо определить теплоэнергетические и конструкционные параметры термоэлектрической сборки [12]. Основными параметрами являются площади рассеивающих тепло поверхностей радиаторов, расположенных на холодной и горячей сторонах термоэлектрических элементов, а также расход теплоносителя, циркулирующего по горячему контуру. Расчет термоэлектрического осушителя и воздухонагревателя производится на основе известных положений теории

теплопередачи и теоретических основ электротехники, а также источников [13, 14]. Габаритные размеры воздушного радиатора холодного спая определяют из зависимости, дающей наиболее рациональное соотношение между толщиной ребра b и его высотой H , (м) (рис. 3), при котором достигается наибольший теплообмен при одинаковом расходе металла на ребра [13]:

$$H = 1,419 \frac{b}{2} \sqrt{\frac{2\lambda_p}{\alpha_p b}}, \quad (1)$$

где b – толщина ребра, м;
 λ_p – коэффициент теплопроводности материала радиатора, Вт/м·°С;
 α_p – коэффициент конвективного теплообмена ребра радиатора холодного спая с влажным воздухом, Вт/(м²·°С).

Тепловой поток Q_x , Вт, поглощаемый холодной стороной термоэлектрического модуля из циркулирующего воздуха, определяют по выражению

$$Q_x = k_{ТВ} \cdot F_p \cdot \Delta t_B, \quad (2)$$

где F_p – площадь всех поверхностей теплообмена радиатора (ребер и их основания), м²;

$\Delta t_B = t_{ВХ} - t_{ВЫХ}$ – задаваемая разность температур воздуха на входе и выходе из радиатора, °С;

$k_{ТВ}$ – коэффициент теплопередачи от поверхности термоэлектрического модуля к охлаждаемому воздуху, Вт/(м²·°С),

$$k_{ТВ} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_p} + \frac{S_{ОСН}}{\lambda_p}}, \quad (3)$$

где $S_{ОСН}$ – толщина основания радиатора, м.

Расход воздуха через радиатор и соответственно производительность вентилятора G_B , которым должна быть укомплектована термоэлектрическая сборка, определяют из выражения:

$$G_B = \frac{Q_x}{c_B \cdot \Delta t_B}, \quad (4)$$

где c_B – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°С).

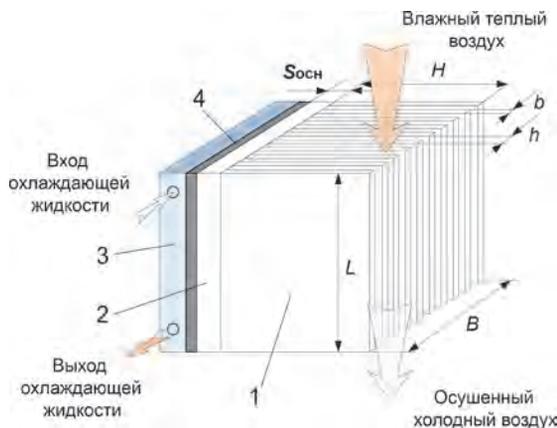


Рис. 3. Термоэлектрическая сборка

В соответствии с обоснованной ранее [12] скоростью движения воздуха через радиатор $v = 2-4$ м/с и по полученному из выражения (4) расходу воздуха находят сечение воздушного канала F_k , в котором располагается радиатор термоэлектрической сборки:

$$F_k = G_B / v. \quad (5)$$

Искомые величинами являются также расход жидкости, циркулирующей по горячему контуру, и площадь теплоотдающей поверхности водяного радиатора горячего спая термоэлектрической сборки.

В соответствии с принятой схемой (рис. 1) теплота с поверхности горячей стороны термоэлектрических элементов Q_T будет отводиться потоком G_T :

$$Q_T = G_T c_{Ж} (t_{Ж}^2 - t_{Ж}^1), \quad (6)$$

где G_T – расход потока жидкости, м³/ч;

$c_{Ж}$ – теплоемкость нагреваемой жидкости, кДж/(кг·°С);

$t_{Ж}^1, t_{Ж}^2$ – соответственно температура жидкости на входе в радиатор горячего спая термоэлектрической сборки и на выходе из радиатора, °С.

С другой стороны, эта теплота передается через поверхность F_T радиатора горячего спая и может быть выражена уравнением

$$Q_T = K_T F_T \cdot t_{СЖ}, \quad (7)$$

где K_T – коэффициент теплопередачи от горячей поверхности термоэлектрических элементов к нагреваемой жидкости, Вт/(м²·°С);

$\Delta t_{СЖ}$ – среднелогарифмический температурный напор между горячей стенкой термоэлектрической сборки и охлаждающей жидкостью, °С.

С учетом уравнения теплового баланса для термоэлектрического элемента [13] и вышеуказанных уравнений теплообмена выражение для определения расхода потока жидкости и площади поверхности радиатора горячей стороны приобретает следующий вид:

$$G_T = \frac{\alpha_{\Sigma} I T_{\Gamma} + \frac{I^2 l}{\sigma S} - \frac{2S\lambda\Delta T}{l}}{c_B (t_2^{\Gamma} - t_1^{\Gamma})}, \quad (8)$$

где α_{Σ} – суммарный коэффициент термо-ЭДС, В/°С;

ΔT – разность температур между спаями термоэлемента, °С;

l – длина ветви термоэлемента, м;

I – сила тока в термоэлектрическом модуле, А;

σ – удельная электропроводность ветвей p и n типа, 1/(Ом·м);

S – площадь сечения ветвей термоэлемента p и n типа, м²;

λ – коэффициент теплопроводности ветвей p и n типа, Вт/(м·°С).

Площадь теплоотдающей поверхности радиатора горячего спая:

$$F_T = \frac{\alpha_{\Sigma} I T_{\Gamma} + \frac{I^2 l}{\sigma S} - \frac{2S\lambda\Delta T}{l}}{K_T \Delta t_{СЖ}}. \quad (9)$$

Выражения (8), (9) представляют собой систему уравнений, устанавливающую зависимость параметров нагрева и охлаждения от необходимой производительности термоэлектрических элементов.

В соответствии с функциональной схемой (см. рис. 1) и на основании выполненных расчетов разработана физическая модель термоэлектрической сборки, проведены ее исследования.

На рис. 4 представлена температурно-временная характеристика теплоносителей и основных узлов термоэлектрической сборки с момента запуска установки. Воздух помещения, проходящий через радиатор

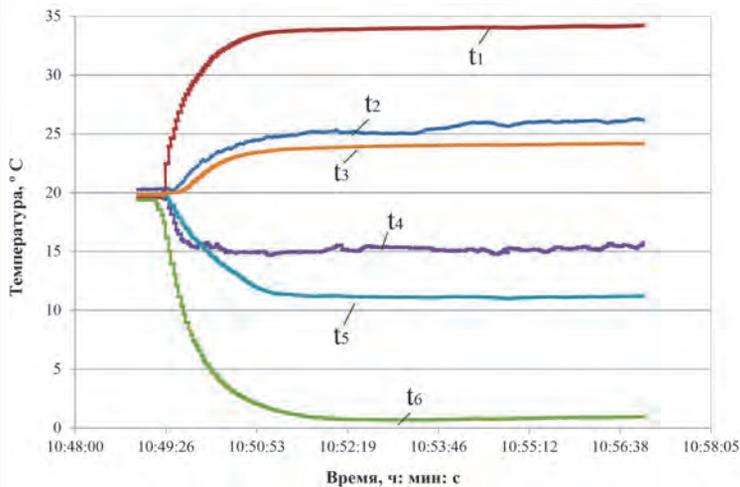


Рис. 4. Температурно-временная характеристика теплоносителей и основных узлов термоэлектрической сборки:

- t_1 – температура теплоносителя (воды) на выходе из радиатора горячего спая;
- t_2 – температура осушенного и подогретого воздуха на выходе теплообменника горячего контура;
- t_3 – температура теплоносителя (воды) на входе в радиатор горячего спая;
- t_4 – температура окружающей среды на входе в радиатор холодного спая;
- t_5 – температура воздуха на выходе из радиатора холодного спая;
- t_6 – температура радиатора холодного спая

холодного спая и теплообменник горячего контура, сначала охлаждается с 15 до 11°C и осушается посредством конденсации влаги, затем подогревается до 25°C и снова поступает в помещение.

По результатам физического моделирования процесса определены рациональные конструкционные и теплоэнергетические характеристики компонентов установки, непосредственно связанных с элементами Пельтье. В соответствии с функциональной схемой (см. рис. 1) изготовлен действующий образец термоэлектрического осушителя и подогревателя воздуха ТОПВ-100 (рис. 5).

Основные параметры разработанного образца представлены в таблице.



Рис. 5. Общий вид термоэлектрического осушителя и подогревателя воздуха ТОПВ-100

Параметры осушителя и подогревателя воздуха ТОПВ-100

Параметр	Значение
Мощность установки, потребляемая из электрической сети, Вт, не более	750
Теплота, возвращаемая установкой, Вт	До 980
Количество осушаемого воздуха, м³/ч, не более	100
Количество подогреваемого воздуха, м³/ч, не более	500
Температура перегрева воздуха, проходящего через установку, °С, не менее	5
Влагопоглощение из воздуха, %	15-20
Коэффициент преобразования электрической энергии, потребляемой установкой, в тепловую	1,3
Напряжение питания одного термоэлемента, В	12
Число термоэлементов	12
Время выхода установки на режим, мин, не более	20
Габаритные размеры установки, мм	520×470×215
Масса установки, кг, не более	34

На рис. 6 приведена электрическая принципиальная схема ТОПВ-100.

Интегрированный блок питания содержит трансформатор ТВ1, служащий для питания вентиляторов, циркуляционного насоса, измерителя-регулятора температуры и влажности и других элементов системы управ-

ления. Трансформатор ТВ2 с двумя вторичными обмотками напряжением 30 В предназначен для питания двух термоэлектрических модулей, каждый из которых содержит шесть термоэлектрических элементов типа ТЭС1-12706.

Действующий образец термоэлектрического осушителя и подогревателя воздуха ТОПВ-100 испытывался в течение шести месяцев при различных показателях температуры и влажности воздуха.

Графики изменения относительной влажности воздуха при прохождении его через установку, построенные по экспериментальным и статистически обработанным данным, показаны на рис. 7. Рассмотрено два режима: первый – начальная относительная влажность воздуха составляла 80%, второй – начальная относительная влажность воздуха составляла 55%.

Для оценки эффективности работы термоэлектрической сборки рассмотрим систему уравнений теплового баланса для горячего и холодного спаев термоэлектрических элементов Пельтье [15]:

$$\begin{cases} Q_h^p + 0,5Q_R = Q_H + Q_T \\ Q_C + Q_T + 0,5Q_R = Q_C^p, \quad (10) \\ Q_C^p = eT_C I \\ Q_h^p = eT_H I \end{cases}$$

где Q_C^p , Q_h^p – теплота Пельтье холодного и горячего спаев соответственно, Дж;

Q_C – теплота, забираемая из окружающей среды, Дж;

Q_H – теплота, передаваемая горячим спаем нагреваемому объекту, Дж;

e – коэффициент Зеебека, мкВ/К;

T_H и T_C – температура горячего и холодного спаев, К;

I – сила тока в цепи термоэлемента, А;

Q_R – теплота Джоуля-Ленца, Дж;

Q_T – теплота, передаваемая теплопроводностью от горячего спаив к холодному, Дж.

Так как Q_H и Q_C представляют собой количество теплоты в единицу времени, то работа электрических сил (потребляемая мощность) определится как:

$$W = Q_H - Q_C. \quad (11)$$

С учетом соотношений системы уравнений (10) выражение (11) можно переписать в следующем виде:

$$W = eI(T_H - T_C) + I^2R, \quad (12)$$

где R – сопротивление ветви термоэлемента, Ом.

Из анализа уравнения видно, что потребляемая термоэлементом мощность P расходуется на преодоление термо-ЭДС и активного сопротивления; термоэлемент при этом работает как тепловой насос, перекачивая теплоту окружающей среды к нагреваемому объекту.

Для анализа энергетической эффективности тепловых насосов воспользуемся уравнением (11), которое можно переписать в виде:

$$1 = \frac{Q_H}{W} - \frac{Q_C}{W} = k_h - k_c,$$

где k_h и k_c – отопительный и холодильный коэффициенты, при этом $k_h > 1$.

С учетом уравнений (11-13):

$$k_h = \frac{Q_C^p + 0,5Q_R - Q_T}{eI(T_H - T_C) + I^2R}. \quad (14)$$

Чем меньше разность температур $T_H - T_C$ между спаивами, тем выше эффективность работы термоэлемента в режиме отопления.

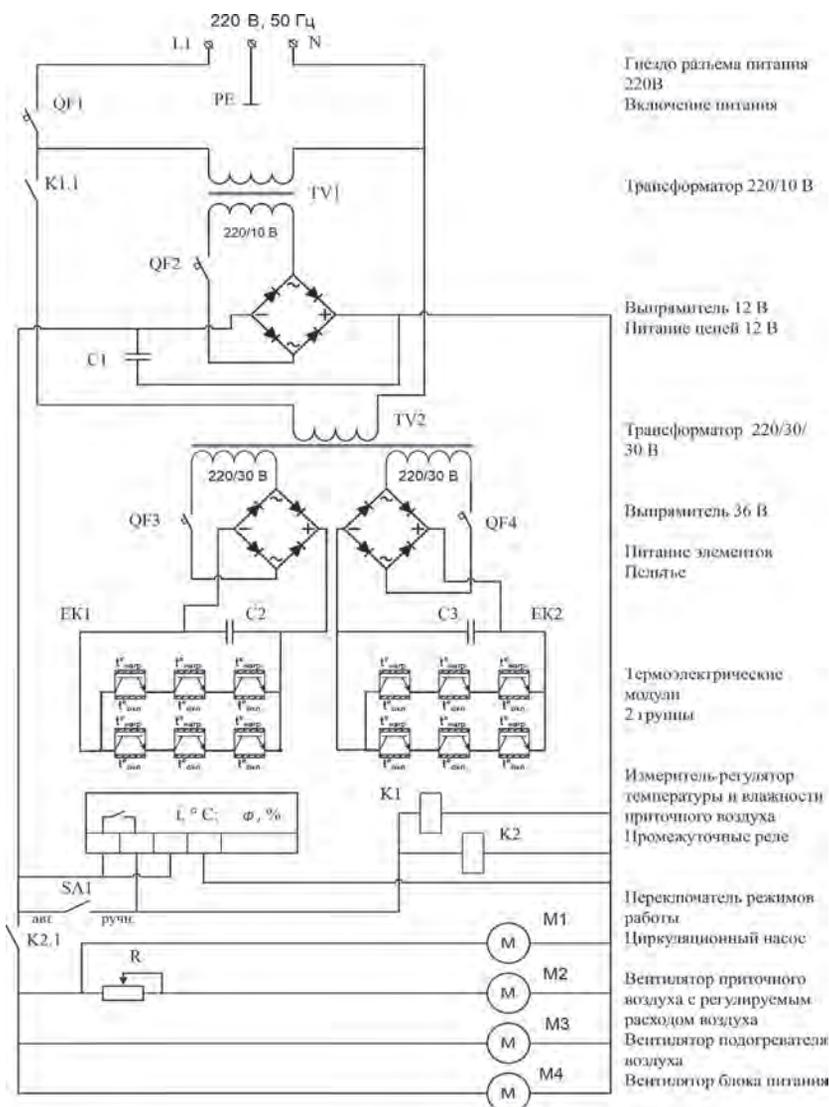


Рис. 6. Электрическая принципиальная схема термоэлектрического осушителя воздуха

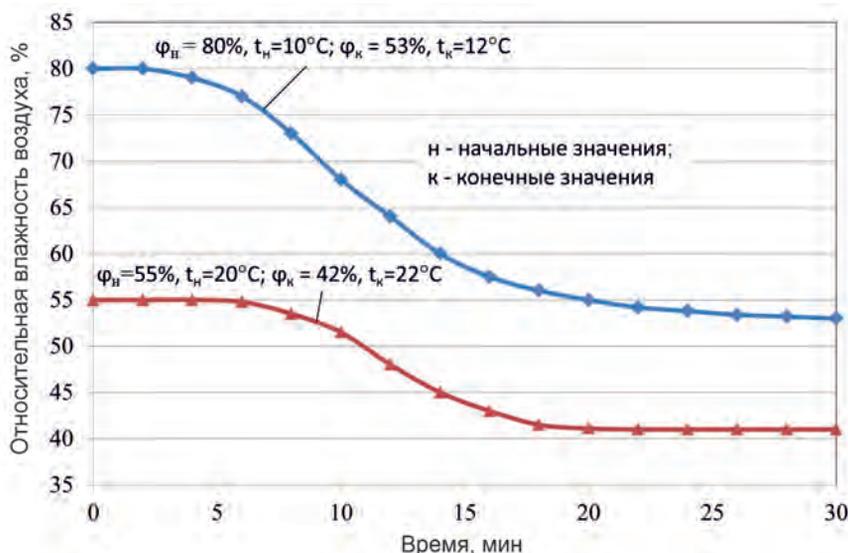
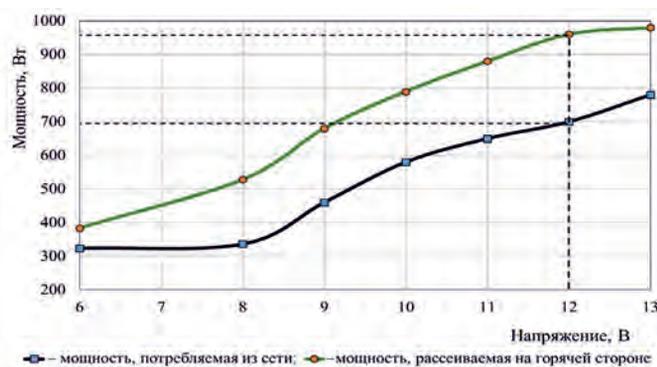


Рис. 7. Изменение относительной влажности воздуха при его прохождении через термоэлектрический осушитель и подогреватель

Рис. 8.
Энергетическая характеристика термоэлектрического осушителя-подогревателя воздуха



С точки зрения потребления электрической энергии наиболее экономичным является режим работы теплового насоса, при котором отопительный коэффициент стремится к максимуму. При работе в режиме нагрева экстремальная зависимость отопительного коэффициента от тока отсутствует [15].

Термоэлектрическая сборка является компактным тепловым насосом, который абсорбирует тепловую энергию с холодной стороны модуля и рассеивает ее на горячей стороне [16-17].

При работе термоэлектрической сборки в номинальном режиме (напряжение на каждом элементе Пельтье $U_n=12$ В постоянного тока) тепловая энергия, отдаваемая от горячей спая и направленная на подогрев осушенного воздуха, превышает энергию, потребляемую из электрической сети (рис. 8).

Термоэлектрическая сборка работает в режиме теплового насоса. В режиме охлаждения и осушения теплота отбирается у циркулирующего воздуха и частично передается на горячий спай термоэлементов.

Для рассматриваемого образца установки тепловая энергия, полученная горячим контуром и направленная на подогрев осушенного воздуха (980 Вт), превышает электрическую энергию, потребляемую от электросети (710 Вт) на 25%, что подтверждает энергетическую эффективность установки.

Термоэлектрические осушители воздуха экологически безопасны и предназначены для сельскохозяйственных помещений небольшого объема с производительностью по воздуху до $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ – родильные отде-

ления, профилактории для телят, ветеринарные санитарные пропускники, небольшие овощехранилища и др.

Выводы

1. В результате проведенных исследований теоретически обоснована и подтверждена экспериментальным путем рациональная функционально-технологическая схема осушителя и подогревателя воздуха с применением термоэлектрических элементов. Ее научная новизна защищена патентом Российской Федерации. Такая схема может быть использована при проектировании типового размерного ряда подобных установок для животноводческих помещений различной производительности.

2. Разработана и апробирована методика расчета конструктивных и теплоэнергетических параметров установки, обоснованы режимы ее работы. Разработан действующий образец осушителя и подогревателя воздуха для животноводческих помещений с тепловой мощностью 980 Вт и проведены его испытания. Установлено, что использование теплоты от горячей и холодной сторон термоэлектрического блока в реализованном технологическом процессе повышает эффективность использования термоэлектрических элементов. При этом величина коэффициента преобразования электрической энергии, потребляемой установкой, в тепловую составляет порядка 1,25.

3. Полученные результаты энергопотребления подтверждают достаточно высокий уровень энергосбережения (до 25%) разрабатываемого оборудования по сравнению с традиционным. Такое конструктивное решение обеспечивает снижение

энергозатрат термоэлектрического осушителя и подогревателя воздуха по сравнению с традиционно используемым оборудованием. Предполагаемый расчетный годовой экономический эффект при внедрении термоэлектрических осушителей и подогревателей воздуха в помещениях с регулируемым микроклиматом на примере молочно-товарной фермы на 400 голов составит около 34000 руб.

Список

использованных источников

1. Energy Consumption Optimization in Agriculture and Development Perspectives / D. Tikhomirov [et al.] // International journal of energy optimization and engineering. 2020. Vol. 9. Issue 4. P. 1-19.
2. Зоогигиена: учебник. по спец. «Зоотехния» и «Ветеринария» / И.И. Кочиш [и др.]. 2-е изд., испр. и доп. Краснодар: Лань, 2013. 463 с.
3. Energy-saving automated system for microclimate in agricultural premises with utilization of ventilation air / D. Tikhomirov [et al.] // Wireless networks. Vol. 26. Issue 7. P. 4921-4928.
4. Вишневский Е.П. Анализ использования основных методов осушения воздуха // Технический бюллетень. 2003. № 1. С. 4-6.
5. Patel V.K., Gluesenkamp K.R., Goodman D. Experimental evaluation and thermodynamic system modeling of thermoelectric heat pump clothes // Applied energy 217. 2018. P. 221-232.
6. Liu D., Zhao F.-Yu., and Tang G.-F. Modeling and performance investigation of a closed-type thermoelectric clothes. Drying technology 26.10. 2008. P. 1208-1216.
7. Zhao, Dongliang. A review of thermoelectric cooling: Materials, modeling and applications // Applied Thermal Engineering. 2014. 66 (1-2): 15-24. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2014.01.074.
8. Алексеев В.С. Давыдов Д.А. Система автоматического управления сушилкой конденсационного типа с применением термоэлектрических модулей // Вестник Саратовского гос. техн. ун-та. 2012. № 2. Вып. 2. С. 8-11.
9. Кирсанов В.В., Кравченко В.Н., Филонов Р.Ф. Применение термоэлектрических модулей в пастеризационно-охлаждающих установках для обработки жидких пищевых продуктов: монография. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2011. 88 с.

10. Рациональное использование электроэнергии для локального обогрева порослят / Д.А. Тихомиров [и др.] // Наука в центральной России. 2020. № 3. С. 68-78.

11. Термоэлектрическая установка осушения и подогрева воздуха в животноводческих помещениях / Д.А. Тихомиров [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 3. С. 17-24.

12. Energy-efficient thermoelectric unit for microclimate control on cattlebreeding premises / D.A. Tikhomirov [et al.] // Energy Reports. 2020. 6. P. 293-305.

13. **Коленко Е.А.** Термоэлектрические охлаждающие приборы. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Наука. 1967. 282 с.

14. **Трунов С.С., Тихомиров Д.А., Ламонов Н.Г.** Методика расчета термоэлектрической установки для осушения воздуха // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 3. С. 261-271.

15. **Юдаев И.В., Живописцев Е.Н., Глушков А.М.** Основы электротермии. Волгоград: Нива, 2010. 158 с.

16. **Reddy K., Barry M., Li J.** Mathematical modeling and numerical characterization of composite thermoelectric devices // International journal of thermal sciences. 2013. Т. 67. P. 53-63.

17. **Stary Z.** Temperature thermal conditions and the geometry of Peltier elements // Energy conversion and management T. 33. Vol. 4. P. 251-256.

Development and Research of a Dehumidifier and an Air Heater Based on Peltier Elements

D.A. Tikhomirov, S.S. Trunov, A.V. Kuzmichev
(VIM)

Summary. A functional flow diagram of an energy-saving dehumidifier and an air heater based on Peltier elements has been developed. A method for calculating the heat-power and design parameters of a thermoelectric assembly is presented. Physical modeling of the process of dehumidification and heating of air in a thermoelectric installation has been carried out. The results of tests of a working model of the thermoelectric dehumidifier and air heater are presented. Rational operating modes of the installation have been substantiated, and its energy efficiency in the heat pump mode has been shown.

Keywords: energy saving, microclimate, thermoelectric air dehumidifier, thermoelectricity, air heating, thermoelectric assembly, heat pump.

V ЕЖЕГОДНАЯ ПОЛЕВАЯ ВЫСТАВКА-ДЕМОНСТРАЦИЯ

3-4 июня

ДЕНЬ
ДОНСКОГО ПОЛЯ



50
ДЕМПОКАЗОВ
ВСЕГО ЦИКЛА
С/Х РАБОТ

120
СОРТОВ
КУЛЬТУРНЫХ
РАСТЕНИЙ

**ОДИН
ИЗ КРУПНЕЙШИХ
ПРОЕКТОВ
НА ЮГЕ
РОССИИ!**

200
ЕДИНИЦ С/Х
ТЕХНИКИ

5 000+
ПОСЕТИТЕЛЕЙ

**ПРОДЕМОНСТРИРУЙТЕ
СВОИ ПРЕИМУЩЕСТВА И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
НЕПОСРЕДСТВЕННО В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ!**

**РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ КАК УЧАСТНИК
И ПОДАВАЙТЕ ЗАЯВКУ УЖЕ СЕЙЧАС!**

Ростовская область, Зерноградский район,
DON-POLE.RU
п. Экспериментальный
(863) **268-77-94**

ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

Организатор: **АНЦ «ДОНСКОЙ»**
Специальная поддержка: **Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области**

Универсальный партнер: **Альтаир**

Спонсор раздела «Технологии»: **ФосАгро**

Партнер выставки: **Сбербанк**



Дипинаконборатные добавки в растворы для мойки деталей автотракторной техники

И.В. Фадеев,

д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой,
ivan-fadeev-2012@mail.ru
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ им. И.Я. Яковлева»);

И.А. Успенский,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
ivan.uspensckij@yandex.ru
(ФГБОУ ВО РГТУ);

Д.А. Пестряев,

студент 3 курса,
pestryae@mail.ru

Ш.В. Садетдинов,

д-р хим. наук, проф.,
avgustaf@list.ru
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ им. И.Н. Ульянова»);

И.А. Юхин,

д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой,
yuival@rambler.ru
(ФГБОУ ВО РГТУ)

Аннотация. Показано, что при добавлении 3 мас. % дипинаконборатов лития, натрия и калия в 5%-ный раствор Темп-100А достигаются наивысшие значения степени очистки и наименьшие значения краевого угла смачивания металлической поверхности, скорость коррозии стали 20 после 24 и 120 ч испытаний снижается до $8 \cdot 10^{-3}$ и $4 \cdot 10^{-3}$ г/(м²·ч) соответственно, а в 5%-ном растворе Темп-100А без добавок она составляет $32 \cdot 10^{-3}$ и $24 \cdot 10^{-3}$ г/(м²·ч).

Ключевые слова: дипинаконборат лития, дипинаконборат натрия, дипинаконборат калия, моющее средство Темп-100А, поверхность металла, степень очистки, краевой угол смачивания, скорость коррозии.

Постановка проблемы

Важной операцией в технологическом процессе удаления загрязнений при ремонтных работах является мойка деталей агрегатов машин. Её проводят с использованием синтетических моющих средств (СМС) Лабомид-203, МС-8, МЛ-52, Темп-100А, Боратфосфатных и некоторых других

[1-3]. Недостатками применяемых СМС являются их низкие моющие и противокоррозионные свойства [4, 5]. Для повышения моющих, противокоррозионных свойств СМС к ним добавляют специальные присадки. Согласно литературным данным [6, 7], боратные соединения являются многофункциональными присадками, а применение их в качестве добавок к технологическим средам улучшает их качественные и эксплуатационные характеристики. Исследования в области повышения моющих и противокоррозионных свойств СМС, а также разработка новых составов моющих растворов для очистки металлических поверхностей являются актуальными и востребованными.

Цель исследования – разработка нового состава СМС на основе дипинаконборатных соединений для очистки и пассивации металлической поверхности деталей при ремонтных работах автотракторной техники.

Материалы и методы исследования

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

- исследование влияния содержания дипинаконборатов лития, натрия и калия на моющие свойства средства Темп-100А;
- изучение влияния дипинаконборатов лития, натрия и калия на противокоррозионные свойства моющего средства Темп-100А;
- разработка нового состава СМС на основе Темп-100А с использованием дипинаконборатов лития, натрия и калия.

Научной новизной настоящей работы является то, что в ней впервые приводятся экспериментальные данные влияния дипинаконборатов лития, натрия и калия на моющие и

противокоррозионные свойства средства Темп-100А.

Для изучения моющих и противокоррозионных свойств дипинаконборатных добавок к 5%-ному раствору Темп-100А добавляли по отдельности дипинаконбораты лития, натрия, калия. Технология проведения процесса мойки в лабораторных условиях описана в работе [8].

Синтез и физико-химические свойства дипинаконбората лития (ДПАБЛ) формулы $Li[V(O_2C_6H_{12})_2] \cdot 4H_2O$, дипинаконбората натрия (ДПАБН) формулы $Na[V(O_2C_6H_{12})_2] \cdot 4H_2O$ и дипинаконбората калия (ДПАБК) формулы $K[V(O_2C_6H_{12})_2] \cdot 4H_2O$ приведены в научной работе [9].

Исследования влияния дипинаконборатов на противокоррозионные свойства раствора Темп-100А проводили гравиметрическим методом [10]. Для исследований использовали пластинки из стали 20 размером 120×10×1 мм из одной партии, поэтому их химический состав, структура и механические свойства были одинаковыми. Скорость коррозии (К) вычисляли по убыванию массы образцов, отнесенной к единице поверхности за единицу времени. Образцы по 3-5 шт. выдерживали в растворах 8 ч, затем извлекали и оставляли на воздухе на 16 ч. Это составляло один цикл. Проводили 5 циклов испытаний (120 ч), после каждого цикла образцы взвешивали.

Электрохимические измерения выполняли на электродах площадью 2,5 см² в термостатируемой стеклянной трехэлектродной ячейке. Снятие потенциодинамических поляризационных кривых осуществляли на потенциостате П-5848 в потенциодинамическом режиме поляризации ($V = 1$ мВ/с) с платиновым вспомогательным электродом. Электрод сравнения – хлорид-серебряный (х.с.э.) [11].

Результаты исследований и обсуждение

Известно, что концентрация добавок к СМС влияет на качество мойки, поэтому изучено влияние концентрации дипинаконборатов на степень очистки и смачивание металлической поверхности [12].

Результаты исследования влияния содержания ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК в составе 5%-ного раствора Темп-100А на степень очистки и краевого угла смачивания металлической поверхности при температуре раствора 60 °С и продолжительности мойки 6 мин представлены на рис. 1.

Из данных рис. 1 следует, что степень очистки металлической поверхности зависит от концентрации дипинаконборатов в 5%-ном растворе Темп-100А. Повышение моющих свойств испытываемого раствора происходит с увеличением содержания в нем ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК. При содержании дипинаконборатов в моющем растворе 3 мас.% достигаются наивысшие значения степени очистки и наименьшие значения краевого угла смачивания металлической поверхности. Дальнейшее повышение их содержания не приводит к существенному улучшению рассматриваемых показателей.

При этом по эффективности влияния на моющие свойства раствора Темп-100А дипинаконборатные соединения располагаются в ряд:

ДПАБЛ < ДПАБН < ДПАБК.

Известно, что эффективность моющего действия СМС зависит от продолжительности мойки и температуры раствора [13, 14]. В таблице представлены экспериментальные данные по влиянию продолжительности мойки и температуры 5%-ного раствора Темп-100А, содержащего 3 мас.% ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК, на степень очистки и краевого угла смачивания металлической поверхности.

Из данных таблицы видно, что в присутствии дипинаконборатных соединений в растворе Темп-100А увеличивается степень очистки и уменьшается краевой угол смачивания металлической поверхности. При этом значения степени очистки

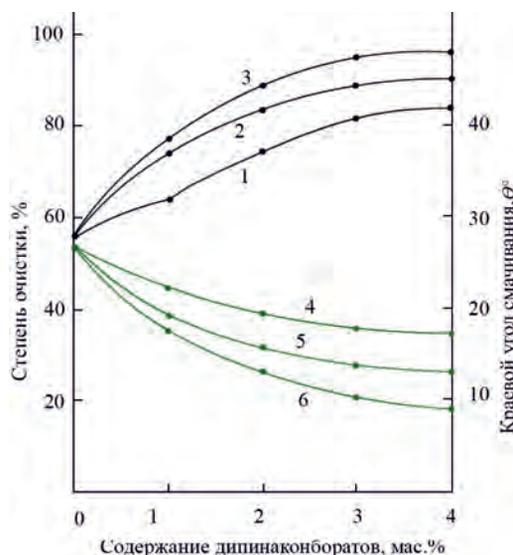


Рис. 1. Влияние содержания ДПАБЛ (кривые 1, 4), ДПАБН (кривые 2, 5) и ДПАБК (кривые 3, 6) в составе 5%-ного раствора Темп-100А на степень очистки и краевого угла смачивания металлической поверхности

Влияние продолжительности мойки и температуры 5%-ного раствора Темп-100А, содержащего 3 мас.% ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК, на степень очистки и краевого угла смачивания металлической поверхности

Температура раствора, °С	Продолжительность мойки, мин	Раствор Темп-100А + ДПАБЛ		Раствор Темп-100А + ДПАБН		Раствор Темп-100А + ДПАБК	
		степень очистки, %	краевой угол смачивания, θ°	степень очистки, %	краевой угол смачивания, θ°	степень очистки, %	краевой угол смачивания, θ°
20	2	40,6	48	48,4	40	56,6	39
	4	48,8	44	55,8	35	60,5	32
	6	56,6	39	65,8	25	70,4	23
	8	58,1	38	66,2	25	71,2	23
40	2	46,7	41	50,6	37	59,8	36
	4	53,8	35	63,8	26	65,7	28
	6	65,6	27	72,8	23	77,9	20
	8	66	27	73,3	23	78,6	19
60	2	60,8	32	64,7	30	70,8	25
	4	66,7	26	71,8	24	76,5	20
	6	81,9	18	88,4	14	95,4	10
	8	83,2	17	90,2	13	96,2	9
80	2	59,7	33	60,2	30	66,7	28
	4	60,6	29	61,6	28	69,8	25
	6	60,8	29	64,8	24	70,6	23
	8	68,3	26	68,6	26	72	22

увеличиваются с повышением температуры раствора от 20 до 80 °С. В интервале температур раствора 60-80 °С происходит уменьшение его моющих свойств в присутствии ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК. Данное явление можно объяснить выделением в раствор молекул коллоидных частиц, что приводит к уменьшению концентрации дипинаконборатов и ухудшению моющего свойства ис-

пытываемого раствора. Наилучшим моющим эффектом обладает 5%-ный раствор Темп-100А при температуре 60 °С и продолжительности процесса мойки 6 мин в присутствии ДПАБК.

Коррозионные испытания показали, что при содержании 3 мас.% ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК в 5%-ном растворе Темп-100А скорость коррозии металла снижается (рис. 2).

Скорость коррозии стали 20 в 5%-ном растворе Темп-100А после 24 и 120 ч испытания составляет $32 \cdot 10^{-3}$ и $24 \cdot 10^{-3}$ г/(м²·ч) соответственно. В присутствии ДПАБЛ скорость коррозии стали в воде снижается и через 24 и 120 ч испытаний составляет $18 \cdot 10^{-3}$ и $12 \cdot 10^{-3}$ г/(м²·ч) соответственно, в присутствии ДПАБН – $12 \cdot 10^{-3}$ и $7 \cdot 10^{-3}$ г/(м²·ч); в присутствии ДПАБК – $8 \cdot 10^{-3}$ и $4 \cdot 10^{-3}$ г/(м²·ч).

Из приведенных данных по скорости коррозии следует, что ДПАБК в большей степени тормозит процесс коррозии в ряду ДПАБЛ < ДПАБН < ДПАБК. В указанном ряду коэффициент торможения находится в интервале 2-6 (после 120 ч испытания).

Информация о пассивирующих свойствах испытываемых растворов получена путем измерения стационарных потенциалов с помощью высокоомного вольтметра потенциостата П-5848 [15]. Электродный потенциал стали 20 в 5%-ном растворе Темп-100А через 24 ч принимает значение (-0,38 В). Введение дипинаконборатных соединений способствует облагораживанию электродных потенциалов стали 20, и через 24 ч их значения равны: в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.%

ДПАБЛ – (-0,26В), в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБН – (-0,19В), в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБК – (-0,14В). Наибольшим пассивирующим действием обладает раствор, содержащий ДПАБК. Согласно работам [16, 17], пассивация стали в растворах дипинаконборатных соединений связана как с образованием защитных оксидных пленок, так и с их хемосорбцией на поверхности металла. При очистке металлической поверхности дипинаконборатными растворами рН раствора составляет 9,6-10,8 и сохраняется в процессе мойки при его загрязнении. Следовательно, дипинаконборатные растворы обладают буферной емкостью, которая позволяет поддерживать необходимое значение рН раствора.

Электрохимическими исследованиями установлено, что дипинаконборатные соединения не оказывают существенного влияния на катодную поляризуемость металла и являются преимущественно ингибиторами анодного действия, что хорошо согласуется с литературными данными [17, 18].

На рис. 3 приведены анодные и катодные потенциодинамические

поляризационные кривые стали 20 в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБЛ (ДПАБН, ДПАБК).

СМС с добавками ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК позволяют обеспечить защиту деталей в межоперационный период хранения.

Производственные испытания ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК в качестве добавок к растворам моющих средств успешно прошли в ЗАО ПФ «Чебоксарскагропромтехсервис», которое является официальным сервисным центром по обслуживанию и ремонту грузовых автомобилей «КамАЗ», «МАЗ», «УРАЛ». Введение ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК в водные растворы СМС Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-203, МС-6, МС-8, Темп-100, Темп-100А, используемых для мойки деталей при ремонте агрегатов автотранспортных средств, позволило повысить моющие свойства растворов и коррозионную стойкость деталей (продолжительность времени с момента завершения мойки деталей в испытываемых растворах до появления на их поверхности первых очагов коррозии) до 38-42 суток, в то время как без добавки дипинаконборатов очаги коррозии появляются на 9-12 сутки.

Выводы

1. ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК повышают моющие свойства средства Темп-100А, что позволяет повысить качество очистки металлической поверхности от загрязнений. Добавление ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК в 5%-ный раствор средства Темп-100А позволяет увеличить стойкость стали 20 к коррозионному разрушению.

2. Разработанные 5%-ные растворы средства Темп-100А, содержащие 3 мас.% ДПАБЛ (ДПАБН, ДПАБК), являются эффективными моющими и пассивирующими синтетическими средствами. Наиболее эффективным моющим средством является 5%-ный раствор Темп-100А при температуре 60°C и продолжительности процесса 6 мин с содержанием 3 мас.% ДПАБК. ДПАБЛ, ДПАБН и ДПАБК могут быть использованы в качестве эффективных добавок к СМС при мойке деталей агрегатов автотракторной техники в ремонтном производстве.

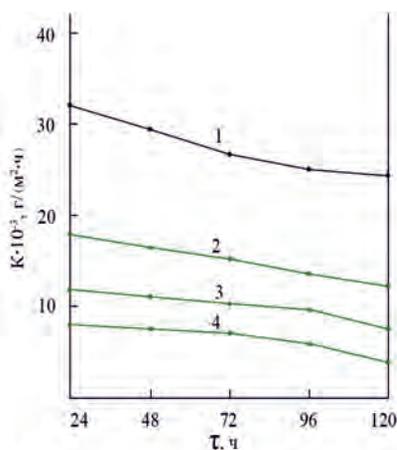


Рис. 2. Скорость коррозии стали 20:

- 1 – в 5%-ном растворе Темп-100А;
- 2 – в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБЛ;
- 3 – в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБН;
- 4 – в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБК

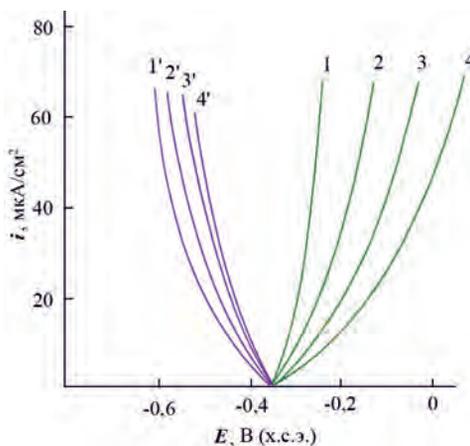


Рис. 3. Анодные и катодные потенциодинамические поляризационные кривые стали 20:

- 1'-1 – в 5%-ном растворе Темп-100А;
- 2'-2 – в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБЛ;
- 3'-3 – в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБН;
- 4'-4 – в 5%-ном растворе Темп-100А + 3 мас.% ДПАБК

Список использованных источников

1. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте автомобилей / В.В. Быков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1. С. 358-363.
2. Исследование способов улучшения моющих и противокоррозионных свойств растворов синтетических моющих средств / Н.В. Бышов [и др.] // Техника и оборудование для села. 2020. № 5. С. 42-44.
3. Новые ингибиторы коррозии для защиты сельскохозяйственной техники / И.А. Успенский [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3. С. 365-376.
4. Малышев А.В. Контроль загрязнений в современных системах машин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2014. № 3. С. 49-52.
5. Присадка к средствам для мойки деталей автотракторной техники / И.А. Успенский [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4. С. 414-425.
6. **Uspensky I.A., Fadeev I.V., Pestryaeva L.Sh., Sadetdinov Sh.V.** Enhancing the antimicrobial properties of borates in coolant fluids // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference in Innovations in Agricultural and Rural Development. 2019. С. 012143.
7. Улучшение противокоррозионных свойств растворов синтетических техно-

логических средств / И.А. Юхин [и др.] // Механика и технология. 2020. № 1. С. 132-137.

8. **Тойгамбаев С.К.** Совершенствование процессов очистки деталей от загрязнений при ремонте машин // Актуальные проблемы современной науки. 2016. № 3. С. 217-221.

9. **Стрельников И.А., Пестряева Л.Ш., Садетдинов Ш.В.** Влияние дипинаконборатов на физико-механические свойства лигносульфонатных связующих и смесей // Литейщик России. 2020. № 11. С. 25-28.

10. Влияние боратов на противокоррозионную стойкость стали Ст3 в растворах синтетических моющих средств / И.Е. Илларионов [и др.] // Черные металлы. 2020. № 1. С. 50-55.

11. **Пестряев Д.А., Садетдинов Ш.В., Пестряева Л.Ш.** Влияние некоторых боратов на электрохимическое поведение стали в растворах синтетических моющих средств // В сб.: Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе. Сб. матер. Нац. (Всеросс.) науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию создания кафедры технического сервиса (ремонта машин и технологии конструктивных материалов). 2019. С. 145-152.

12. Повышение коррозионной стойкости углеродистой стали с помощью дипинаконборатных соединений / Ш.В. Садетдинов [и др.] // Черные металлы. 2020. № 11. С. 40-45.

13. Влияние температуры растворов синтетических моющих средств на их моющую способность / В.В. Быков [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского ком-

плекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1. С. 249-255.

14. **Смирнов А.Г., Павлов В.С.** Исследование методов очистки загрязненных деталей системы смазки внутренних поверхностей двигателя // Вестник Чувашской гос. с.-х. академии. 2020. № 1. С. 116-122.

15. **Фадеев И.В., Ременцов А.Н., Садетдинов Ш.В.** Влияние моноэтаноламинтетраборатаммония в составе защитного покрытия на электрохимическое поведение стали 08кп // Грузовик. 2016. № 12. С. 15-20.

16. Защитное действие азот-, фосфорсодержащих ингибиторов коррозии стали и их промышленные испытания в условиях нефтедобычи и нефтепереработки / В.К. Половняк [и др.] // Практика противокоррозионной защиты. 2006. № 3. С. 44-48.

17. **Кузнецов Ю.И.** Прогресс в науке об ингибиторах коррозии // Коррозия: материалы, защита. 2015. № 3. С. 12-14.

18. **Goyal M., Kumar S., Bahadur I., Verma C., Ebenso E.** Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning of ferrous and nonferrous metals in acidic solutions: A review. J. Mol. Liq. 2018, 256, 565-573.

Dipinaconborate Additives in Solutions for Washing Parts of Automotive Vehicles

I.V. Fadeev

(Yakovlev Chuvash State Pedagogical University)

I.A. Uspensky

(Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev)

D.A. Pestryaev, Sh.V. Sadetdinov

(Ulyanov Chuvash State Pedagogical University)

I.A. Yukhin

(Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev)

Summary. It is shown that the addition of 3 % wt. lithium, sodium and potassium dipinaconborates to a 5% Temp-100A solution achieves the highest values of the degree of purification and the lowest values of the contact angle of wetting of the metal surface. The 20 steel corrosion rate decreases to $8 \cdot 10^{-3} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ and $4 \cdot 10^{-3} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ respectively after 24 h and 120 h of testing. The corrosion rate is $32 \cdot 10^{-3} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ and $24 \cdot 10^{-3} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ respectively in a 5% solution Temp-100A without additives.

Keywords: lithium dipinaconborate, sodium dipinaconborate, potassium dipinaconborate, Temp-100A detergent, metal surface, degree of purification, contact angle, corrosion rate.

УДК 656.13

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-5-41-44

Совершенствование охлаждающих систем автотракторных двигателей и методов контроля их состояния

Е.П. Парлюк,

канд. экон. наук, доц.,
kparlyuk@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева»)

Аннотация. Установлено, что система охлаждения современных тракторов и автомобилей может включать в себя 5-7 независимых контуров охлаждения. Предложены структурная схема блочно-модульной системы охлаждения автотракторных двигателей и математическая модель тепловых процессов в теплообменнике блочной системы охлаждения при эксплуатации машины. Показано, что разработка алгоритма прогнозирования и контроля состояния блочно-модульной системы охлаждения возможна на основе количественной связи скорости снижения теплорассеивающей способности и продолжительности эксплуатации машины.

Ключевые слова: двигатель, охлаждение, теплообменник, блочно-модульная система, состояние, прогнозирование, контроль.

Постановка проблемы

Совершенствование систем охлаждения является одним из приоритетных направлений повышения эксплуатационных характеристик автотракторных двигателей (ДВС). Это связано с увеличением температурно-динамических нагрузок в двигателях из-за требований, которые с каждым годом становятся все жестче: экологичность и топливная экономичность, сервисное обслуживание, безопасность труда и другие факторы. Учитывая данную тенденцию, необходимо уделять внимание таким важным вопросам, как совершенствование охлаждающих систем и контроля их состояния, от которых зависит эффективность распределения тепло-

вого баланса ДВС [1]. Охлаждающая система автотракторной техники является одной из наиболее уязвимых в отношении частоты отказов, которые приводят к ощутимым экономическим последствиям [2-5].

В процессе эксплуатации в силу различных факторов теплорассеивающая способность (ТРС) теплообменников автотракторной техники снижается. Исследования показывают, что она снижается до предельно допустимого уровня (15 %) быстрее, чем предусмотрено восстановление этого параметра на текущем ремонте при существующей в настоящее время в сельском хозяйстве планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта. Снижение теплорассеивающей способности в эксплуатации приводит не только к рискам перегрева теплоносителей и сброса нагрузки ДВС в процессе работы, но и к перерасходу топлива в связи с более интенсивной работой вентиляторных установок для охлаждения теплоносителей. С определенного момента издержки при эксплуатации автотракторной техники с пониженной теплорассеивающей способностью теплообменника начинают превосходить стоимость работ по восстановлению его исходного состояния [6-9]. Своевременное обнаружение такого предельного состояния теплообменного оборудования автотракторной техники и реализация превентивных мер по его предупреждению и устранению обуславливает необходимость поиска новых системных (технических, методологических и технологических) решений, позволяющих повысить надежность и эффективность составных частей систем охлаждения двигателей и сократить расходы на техни-

ческое содержание автотракторной техники в целом.

Таким образом, актуальными становятся совершенствование систем охлаждения и научный подход к разработке методов контроля ТРС теплообменников, в том числе двигателей, работающих на газомоторном топливе [2-5]. Актуальность данной работы обусловлена положением государственной программы Российской Федерации «Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по автомобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения» на период до 2023 г., которая предусматривает приоритетное развитие и внедрение в отечественную отрасль автомобильного транспорта новых высокоэффективных, экологически чистых технологий сжигания газового топлива (природного газа) [7-9].

Цель исследований – совершенствование охлаждающих систем автотракторных двигателей и контроля их состояния.

Материалы и методы исследования

Предметом исследований является система охлаждения автотракторного двигателя. При выполнении работы проведены анализ, систематизация и обобщение патентов, научных статей и других информационных ресурсов по инновационным разработкам систем охлаждения автотракторных двигателей и их диагностированию. При подготовке работы использовались методики, применяемые на кафедре тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», в том числе для расчета параметров теплообменных аппаратов.

Результаты исследований и обсуждение

Температурный режим в функциональной системе (агрегате, узле) является параметром, который в общей форме отражает влияние большого количества разнообразных эксплуатационных факторов, проявляющихся в процессе работы трактора или автомобиля. Степень нагрева может изменяться в диапазоне от температуры окружающего воздуха в начале рабочего процесса до предельных температур, превышающих допустимые рабочие температуры деталей. Чем выше температура окружающего воздуха, чем тяжелее нагрузочный режим и выше температура в функциональной системе машины. Переохлаждение или перегрев при каких-либо эксплуатационных условиях вызывает изменение форм и размеров деталей, свойств конструкционных материалов и внутренних рабочих сред и, как следствие, приводит к потере работоспособности определенной функциональной системы и машины в целом. Поэтому при проектировании трактора или автомобиля необходимо выполнить условие работоспособности каждой функциональной системы, которое заключается в обеспечении отвода теплоты от системы на любом эксплуатационном режиме в рабочем диапазоне температур. Для поддержания работоспособности функциональной системы необходимо создавать требуемый температурный режим всех агрегатов и систем, включенных в нее. В ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева» совместно с учеными других научных и учебных организаций проводятся исследования по совершенствованию охлаждающих систем автотракторных двигателей и контроля их состояния. Теоретически и экспериментально обосновано использование на автомобилях и тракторах комбинированной системы охлаждения, содержащей как алюминиевые, так и полимерные водяные радиаторы и жидкостно-масляные теплообменники, созданные на основе системы параметров для комплексной оценки работоспособности автотракторных теплообменников. Стендовые ис-

пытания с использованием специальной аэродинамической трубы для исследования тепловых и аэродинамических характеристик опытного образца тракторного радиатора с полиуретановой сердцевинкой показали его эффективность. Опытный образец радиатора МТЗ-80 с полиуретановой сердцевинкой имеет большие перспективы в качестве альтернативного радиатора будущего. Повысить его теплоотдачу на 10-15% можно с помощью алюминиевого оребрения на поверхности полиуретановой пластины, а снизить гидродинамическое сопротивление на 15-20% можно путем увеличения диаметра пропускной способности капилляров в полиуретановой пластине и количества самих пластин в соте радиатора [3].

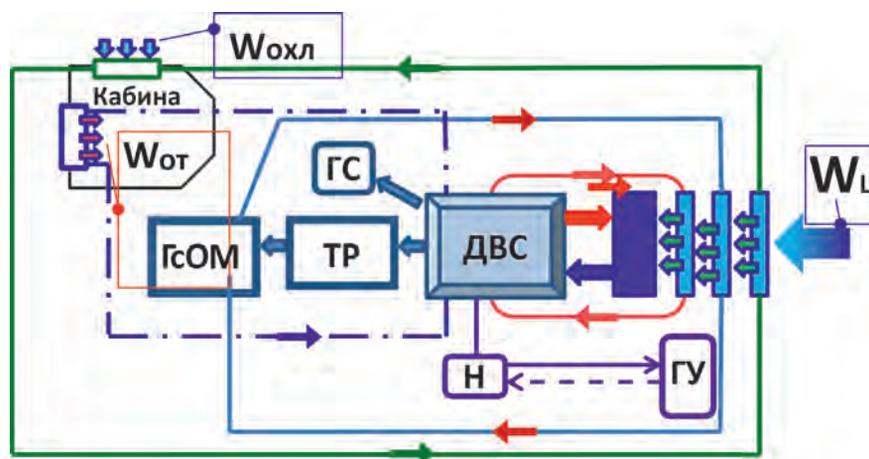
Современным трендом сельскохозяйственного машиностроения является рост энерговооружения машин и механизмов, что приводит к повы-

шению единичной мощности энергетических установок, способствует увеличению нагруженности силовой передачи и теплоотдачи соответствующих систем. В связи с этим к контурам системы охлаждения двигателя добавляются дополнительные контуры охлаждения агрегатов силовой передачи, контуры охлаждения сервисных и вспомогательных устройств. Анализ показывает, что система охлаждения современных мощных тракторов может включать в себя 5-7 независимых контуров охлаждения (см. таблицу), а величина рассеиваемой ими мощности приближается к номинальной мощности двигателя, в связи с чем необходимо разрабатывать электронные системы управления для общей системы охлаждения всех контуров.

Предложена структурная схема блочно-модульной системы охлаждения автотракторных двигателей, которая представлена на рисунке.

Функциональные системы и агрегаты, имеющие независимые контуры охлаждения

Наименование устройства	Агрегат или система, имеющие независимые контуры охлаждения
Двигатель	а) двигатель; б) система смазки; в) система охлаждения
Силовая передача	а) гидротрансформатор; б) коробка передач; в) система гидростатического отбора мощности
Сервисные устройства	а) механизм поворота; б) система привода дополнительных устройств; в) система микроклимата кабины



Структурная схема блочно-модульной системы охлаждения:

ДВС – двигатель внутреннего сгорания; ТР – трансмиссия; ГС – гидростатическая трансмиссия; ГсОМ – гидростатический отбор мощности; W_L , $W_{от}$, $W_{охл}$ – воздушные потоки

Из схемы видно, что современные машины являются сложным многоконтурным источником теплоты, и очень трудно однозначно определить тепловое влияние функциональных систем друг на друга.

Новизна предложенной схемы заключается в конструкции моноблочного радиатора, в котором теплообменники различных контуров охлаждения заключены под одной трубной доской, в этой связи теплоносители охлаждаются воздухом параллельно и взаимное воздействие тепловых потоков снижено до минимума. Такое решение задачи упрощает расчет систем охлаждения, но значительно усложняет конструкцию теплообменника, увеличивает протяженность коммуникаций [7].

Для проектирования блочной системы охлаждения предложена математическая модель тепловых процессов в теплообменнике в процессе эксплуатации машины. Для оценки снижения эффективности теплообменников $E_{дв}$ (Дж), работающих в составе блочной системы, можно использовать формулу:

$$E_{дв} = A_{дв} + Q_{вс} + Q_{окр} + Q_{вн}, \quad (1)$$

где $A_{дв}$ – полезно совершаемая работа, Дж;

$Q_{вс}$ – количество теплоты, затрачиваемое на привод вспомогательных узлов двигателя, Дж;

$Q_{окр}$ – количество теплоты, отводимое от двигателя в окружающее пространство, Дж;

$Q_{вн}$ – количество теплоты, затрачиваемое на прогрев двигателя до рабочей температуры, Дж.

Уравнение энергетического баланса отражает распределение энергии двигателя на выполнение основного технологического процесса и совершение работы в разных механизмах трактора [7].

Энергетический баланс $E_{гмт}$ (Дж) газомоторного трактора равен суммарной энергии, производимой и используемой двигателем и реализуемой агрегатами:

$$E_{гмт} = Q_{вс.уз} + Q_{окр.дв} + Q_{пр.дв} + Q_{окр.А} + Q_{вн.А} + Q_{м.А} + A_A, \quad (2)$$

где $Q_{вс.уз}$ – количество теплоты, затрачиваемое на привод вспомогательных узлов двигателя, Дж;

$Q_{окр.дв}$ – количество теплоты, отводимое от двигателя в окружающее пространство, Дж;

$Q_{пр.дв}$ – количество теплоты, затрачиваемое на прогрев двигателя до рабочей температуры, Дж;

$Q_{окр.А}$ – количество теплоты, затрачиваемое на прогрев смазочного и рабочего масла агрегатов, Дж;

$Q_{вн.А}$ – количество теплоты, затрачиваемое на прогрев агрегатов машины до рабочей температуры, Дж;

$Q_{м.А}$ – количество теплоты, эквивалентное работе, затрачиваемой на привод вспомогательных узлов двигателя, Дж;

A_A – полезно совершаемая работа агрегатов трактора, Дж.

Анализ литературных источников показал, что для улучшения функционирования охлаждающих систем автотракторных двигателей существует два подхода:

- создание принципиально новых компоновок систем охлаждения, к которым можно отнести работы, связанные с внедрением различных высокоэффективных теплообменников и созданием комплексного радиаторного блока для многоконтурной системы охлаждения;

- анализ существующих компоновок систем охлаждения с целью создания рекомендаций по улучшению эффективности их работы, в том числе за счет совершенствования методов контроля их технического состояния.

Если первый подход к решению задачи требует существенных изменений конструкции машины и его применение возможно только на начальной стадии создания техники, то второй подход допускает реконструкцию систем охлаждения как на конечных этапах конструирования, так и в процессе эксплуатации. Данный подход допускает реконструкцию систем охлаждения как на конечных этапах конструирования, так и в процессе эксплуатации. В настоящее время в ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева на основе количественной связи скорости снижения

теплорассеивающей способности от продолжительности эксплуатации техники разрабатывается алгоритм прогнозирования и контроля состояния блочно-модульной системы охлаждения автотракторных двигателей. В отечественном и зарубежном автотракторостроении известны различные способы контроля состояния ТРС радиаторов системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания. Каждый из способов имеет свои достоинства и недостатки. При выборе способа контроля состояния ТРС в качестве критериев сравнения методов между собой использовались следующие факторы: простота и доступность метода; достоверность и повторяемость результатов, полученных данным методом; пригодность метода для автоматизации процесса оценки текущего состояния блочно-модульной системы в режиме реального времени и с помощью удаленного доступа; надежность метода и применяемых средств измерения параметров; минимизация их стоимости. На основании анализа существующих методов, подходов и инструментария оценки и диагностирования ТРС радиаторов блочно-модульной системы охлаждения двигателей предложен метод стендовых испытаний. В настоящее время он проходит апробацию на кафедре тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева».

Выводы

1. Установлено, что система охлаждения современных тракторов и автомобилей может включать в себя 5-7 независимых контуров охлаждения. Предложена структурная схема блочно-модульной системы охлаждения автотракторных двигателей.

2. Для проектирования блочной системы охлаждения предложена математическая модель тепловых процессов в теплообменнике в процессе эксплуатации машины, позволяющая оценивать снижение эффективности теплообменников.

3. Алгоритм прогнозирования и контроля состояния блочно-модульной системы охлаждения может быть разработан на основе количественной

связи скорости снижения теплорассеивающей способности и продолжительности эксплуатации техники.

Список

использованных источников

1. Дидманидзе О.Н., Большаков Н.А., Хакимов Р.Т. Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей путем совершенствования охлаждающих систем // В сб. III Междунар. науч.-практ. конф.: Автотранспортная техника XXI века. 2018. С. 29-45.
2. Научные основы математического моделирования процессов теплообмена в теплообменнике тягово-транспортного средства / О.Н. Дидманидзе [и др.]. М.: УМЦ «Триада», 2020. 106 с.
3. Результаты испытаний полимерного радиатора системы охлаждения трактора МТЗ-80 / О.Н. Дидманидзе [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14. № 1. С. 55-60.
4. Дидманидзе О.Н., Большаков Н.А., Хакимов Р.Т. Пути совершенствования охлаждающих систем при использовании метана в газомоторных двигателях

// В сб. III Междунар. науч.-практ. конф.: Автотранспортная техника XXI века. 2018. С. 168-180.

5. Khakimov R.T., Didmanidze O.N. Improving the supply system gas engine to improve energy efficiency. Transportation Research Procedia. 2017. P. 183.
6. Erokhin M.N., Didmanidze O.N., Aldoshin N.V., Khakimov R.T. The combustion process and heat release in the gas engine / Proceeding of 7th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2019 (PAE 2019). 2019. Pp. 607-611.
7. Пути совершенствования охлаждающих систем при использовании метана в газомоторных двигателях / О.Н. Дидманидзе [и др.] // В сб.: Доклады ТСХА. 2019. С. 7-10.
8. Боровиков А.В., Хакимов Р.Т. Совершенствование внутрицилиндровых процессов автомобильного газового двигателя с высоким турбонаддувом обедненной смеси // Транспортное дело России. № 4. 2008. С. 39-40.
9. Хакимов Р.Т. Влияние характеристик выгорания на показатели рабочего

цикла газового двигателя при использовании электронной системы управления // Грузовик. № 4. 2008. С. 27-29.

Improving the Cooling Systems of Automotive Engines and Methods for Monitoring their Condition

E.P. Parlyuk

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Summary. It has been established that the cooling system of modern tractors and trucks can include 5 to 7 independent cooling circuits. A structural diagram of a modular cooling system for automotive engines and a mathematical model of thermal processes in a heat exchanger of the modular cooling system during machine operation are proposed. It is shown that the development of an algorithm for predicting and monitoring the state of the modular cooling system is possible based on a quantitative relationship between the rate of decrease in heat dissipation capacity and the duration of machine operation.

Keywords: engine, cooling, heat exchanger, modular system, condition, forecasting, control.

22-23 июля 2021 г.

Александровский район,
с. Нижний Якимец,
ООО «Ока-Молоко»

Организаторы выставки

- Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области
- Выставочная фирма «Центр»



ДЕНЬ ПОЛЯ

РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК УДОБРЕНИЙ



ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ



ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ



[\(473\) 233-09-60](tel:(473)233-09-60)

doc@vfcenter.ru

pole62.ru



УДК 339.5

DOI: 10.33267/2072-9642-2021-5-45-48

Актуальные аспекты эффективного развития зернопродуктового подкомплекса

В.А. Макаров,

д-р техн. наук, проф.,
va_makarov@rambler.ru
(ФГБОУ ВО «Рязанский ГАУ
им. П.А. Костычева»);

О.В. Макарова,

д-р экон. наук, проф.,
m_ov_2302@bk

С.В. Гаспарян,

канд. экон. наук, доц.,
gasparyan.svetlana@yandex.ru

Ж.С. Наприс,

канд. экон. наук, доц.,
latlas@yandex.ru
(ФКОУ ВО «Академия права
и управления ФСИН»);

П.А. Подъяблонский,

канд. юрид. наук, врио директора,
pavel_ryazhsk@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Представлена структура зернопродуктового подкомплекса, определены основные положения концепции развития подкомплекса регионального уровня. Определены источники регионального спроса на зерно, а также причины его роста или падения. Рассмотрены критерии эффективности зернопродуктового подкомплекса с выделением видов показателей, а также дополнительных коэффициентов.

Ключевые слова: зернопродуктовый подкомплекс, производство зерна, показатель эффективности, структура, концепция развития.

Постановка проблемы

Преобразования, прошедшие за последние 30 лет в обществе, выдвигают на первый план управление сложными системными вопросами в зернопродуктовом подкомплексе страны. Система проблемных задач в подкомплексе связана с обоснованием и формированием целей его функционирования, при этом решение задач усложняется необходимостью

определения критериев, которые, в свою очередь, требуют согласования с критериями подсистемы, по сложности не уступающими общей задаче.

Структуру зернопродуктового подкомплекса можно показать в виде схемы (рис. 1), в которой отражены объемы производства зерновых, закупки зерна и его переработки в соответствующих отраслях подкомплекса (мукомольной, пищевой, комбикормовой и т.д.).

Конечными продуктами зернопродуктового подкомплекса являются хлеб, хлебобулочные, макаронные, кондитерские изделия, мука, крупы и др. [1-4].

Кроме того, зерновой подкомплекс производит продукцию, потребляемую другими отраслями (спиртовая, крахмало-паточная, пивоваренная и др.) (см. рисунок).

Желаемое решение задачи в подкомплексе можно обеспечить различными способами (через входные состояния и параметры), т.е. управление процессом является многовариантным [5-7].

Цель исследования – определение факторов и показателей эффективности развития зернопродуктового подкомплекса, т.е. такого варианта, при котором поставленная цель достигается наилучшим и, соответственно, более эффективным способом.

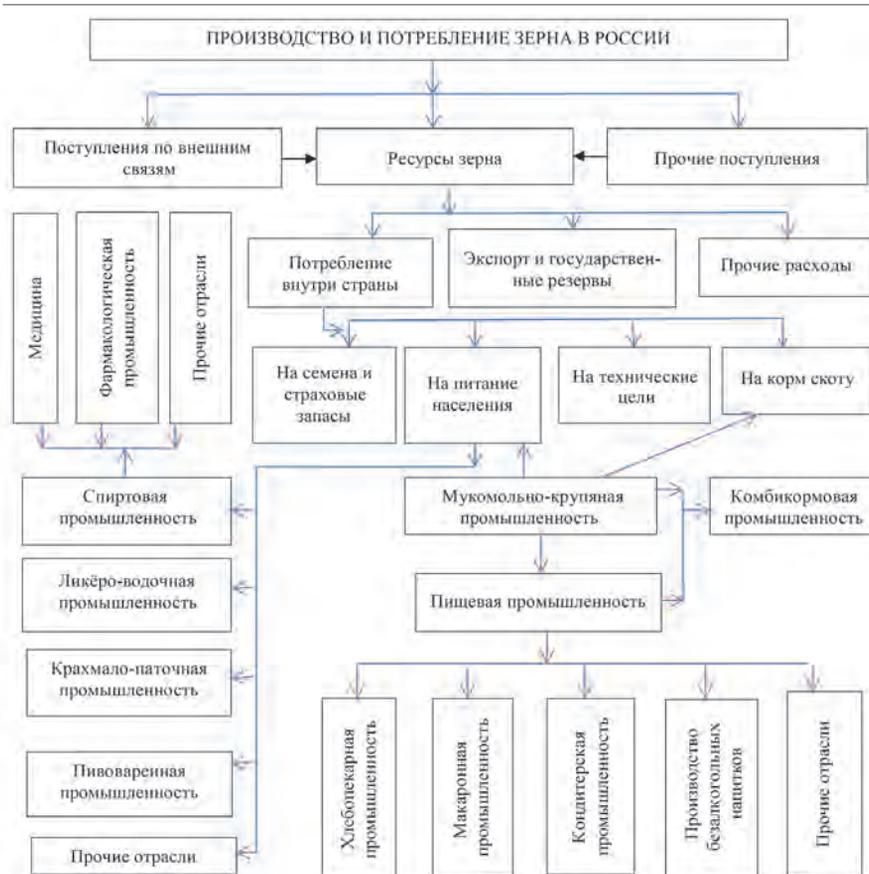


Схема производства и потребления зерна в России

Материалы и методы исследования

При проведении исследования использовались научные положения, содержащиеся в работах отечественных и зарубежных авторов, материалы научно-практических конференций, нормативно-правовая база, регламентирующая организацию производства, импорта и экспорта зерна, а также данные информационной сети Интернет [8-10].

В процессе исследования применялись методы комплексного и структурного анализа, управления, экономико-статистические.

Результаты исследований и обсуждение

В сложившихся рыночных условиях задача устойчивого обеспечения страны продовольствием решается межотраслевым взаимодействием, которое следует рассматривать как систему функционирования со следующих позиций:

- это сложная динамичная система, реализующаяся в целевой функции;

- организационная экономически обособленная система;

- необходимо выделять ядро подкомплекса, характерное для различных интегрированных формирований.

Выделение подкомплекса в сельском хозяйстве страны – это сложная производственно-экономическая проблема, связанная с реализацией вопросов межотраслевого целевого прогнозирования развития и управления, направленная на получение эффективной конечной продукции. Решение этой задачи возможно в том случае, когда производство зерна будет главным звеном в сфере деятельности регионального подкомплекса при создании соответствующей локальной концепции развития.

Для создания эффективного механизма, регулирующего взаимоотношения и создающего благоприятные условия для всех участников регионального рынка зерна, необходима разработка концепции развития подкомплекса регионального уровня.

Основная часть концепции подкомплекса, особенно в складываю-

щихся в настоящее время условиях, должна быть направлена на нормальное функционирование входящих в этот подкомплекс предприятий с учётом их особенностей и включать в себя основные положения:

- создание условий для зернового хозяйства подкомплекса для расширенного воспроизводства и сбыта по гарантированным государством ценам (даже в годы их падения) с проведением залоговых операций и т.д.;

- создание условий для конкуренции на зерновом рынке при участии и содействии различных коммерческих структур и обеспечение всем участникам относительно равных условий доступа к элементам инфраструктуры рынка;

- решение вопросов по эффективному распределению квот на зерно для потребителей;

- организация кредитно-финансового обслуживания бюджетных вложений, а также создание специальных фондов;

- выявление спроса на зернопродукцию через систему, направленную на поддержание ценовой политики на рынке и регулирование цен на продукты, получаемые в процессе переработки зерна.

При этом все потребности региона следует рассматривать с позиций:

- расчета внутреннего потребления в регионе, которое определяется исходя из численности населения, научно обоснованных норм питания и с учетом расхода сырья на производство единичной зерновой продукции;

- расхода зерна на производство единицы продукции животноводства и птицы, рассчитываемого на фактический уровень продуктивности, исходя из необходимости в кормовых рационах концентрированных кормов, необходимого объема семенных запасов, а также производства хлебобулочных изделий, крупы и макаронных изделий;

- фактического расхода зерна.

Общая потребность в зерновом рынке – это оптимальный прогнозный объем эффективного расхода зерна в регионе на продовольствие, фураж и семена.

При составлении балансов этих ресурсов и расчете потребности в них уточняются объемы каждого вида зерна (избыток или недостаток), на основе чего разрабатываются альтернативы, выбираются пути покрытия дефицита и осуществляется поиск рынков для реализации избыточных объемов.

Рост потребности в зерне в регионе можно объяснить следующими причинами:

- увеличение платежеспособности населения, так как это приводит к росту потребления продуктов питания животного происхождения (хотя этот рост и ограничен физиологическими возможностями человека), а значит, к увеличению потребности в зернофуражной продукции (вместе с тем практикой установлено, что потребление полноценных сбалансированных комбикормов снижает расход зерна на единицу животноводческой продукции и позволяет получить больший объем выхода при одинаковом расходе зернофуража);

- снижение затрат на производство конечной продукции, что обеспечивает снижение цен;

- сложившаяся в регионе внешняя торговая политика.

Однако, учитывая дефицитность финансовых средств на производство зерна, критерием выбора факторов, способствующих росту урожайности, становится получение максимально возможного прироста объёмов при минимизации издержек на производство зерна.

В связи с этим все планируемые направления по повышению экономической эффективности зернового хозяйства можно выполнить только при обеспечении роста урожайности зерна, сокращении его потерь при выполнении всех технологических процессов, улучшении качественных характеристик, росте окупаемости затрат, увеличении объемов производства выхода конечной продукции и т.д.

Сущность и значение эффективности следует рассматривать во взаимосвязи с конечными результатами деятельности, показывающими, какими затратами был достигнут

результат, каковы абсолютные показатели производства и продуктов переработки, а также количество ресурсов, израсходованных в денежном выражении на единицу произведенной продукции.

В общем виде издержки по производству и реализации зерна могут быть представлены формулой

$$C = C_{\text{ТП}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{Ф}} + C_{\text{ПФ}} + C_{\text{ОР}} + C_{\text{НГ}}, \text{ руб.} \quad (1)$$

где $C_{\text{ТП}}$ – издержки на зернопродукты, реализованные через торговлю и систему питания, руб.;

$C_{\text{Э}}$ – издержки по зерну, поставленному на экспорт, руб.;

$C_{\text{Ф}}$ – издержки по зерну, используемому на фураж, руб.;

$C_{\text{ПФ}}$ – издержки для пополнения переходящих фондов и по остаткам на конец года, руб.;

$C_{\text{ОР}}$ – издержки по остаткам на начало года, руб.;

$C_{\text{НГ}}$ – издержки по импорту, руб.

Критерии и показатели эффективности представлены в таблице.

В то же время основные критерии эффективности могут быть дополнены следующими коэффициентами:

● коэффициент зерновой обеспеченности региона:

$$K_{zo} = \frac{ВП_n}{НП_n}, \quad (2)$$

где $ВП_n$ – годовой объем производства зерна на душу населения, т;

$НП_n$ – норма потребления зерна по нормативам на душу населения в год на уровне региона, т.

В свою очередь, $ВП_n$ можно представить в следующем виде:

$$ВП = \frac{ВП_з}{H}, \quad (3)$$

где $ВП_з$ – валовое производство зерна в регионе, млн т;

H – численность населения региона, млн человек;

● коэффициент продовольственной безопасности региона:

$$K_{\phi} = \frac{K_{anc}}{K_{ana}}, \quad (4)$$

где K_{anc} – собственный капитал, руб.;

K_{ana} – авансированный капитал (итог валюты баланса, т.е. общая сумма финансирования), руб.;

● коэффициент зерновой зависимости региона:

$$K_з = \frac{I_з}{\mathcal{E}_з + ВП_з}, \quad (5)$$

где $I_з$ – ввоз зерна в регион, млн т, $\mathcal{E}_з$ – вывоз зерна из региона, млн т.

● коэффициент зерновой устойчивости региона:

$$K_{zy} = \frac{ВП_з + I_з - \mathcal{E}_з}{НП_{nac}}, \quad (6)$$

где $ВП_з$ – валовое производство, млн т;

$НП_{nac}$ – необходимая по санитарно-медицинским нормам годовая потребность населения региона в зерне, млн т.

При этом: если $K_{zy} > 1$, то регион устойчиво обеспечен зерном на душу населения; если $K_{zy} < 1$, то регион неустойчив в обеспечении зерном на душу населения;

● коэффициент зерновой ликвидности:

$$K_{л} = \frac{C_{ВПз}}{K_о}, \quad (7)$$

где $C_{ВПз}$ – стоимость валового производства зерна в регионе, млн руб.;

$K_о$ – объем краткосрочных обязательств в регионе, полученных на производство зерна, млн руб.;

● коэффициент зависимости национальной экономики от импорта (показывает, сколько единиц продукции приходится на единицу ВНП):

$$K_{poj}^t = \frac{Q_{ij}^t - (Q_{nnij}^t + P_{ij}^t) + Q_{sij}^t + Q_{csij}^t}{H_j^t N_{ij}^t}, \quad (8)$$

где Q_{ij}^t – объем производства i -го продукта на территории j за период t , млн т;

Q_{nnij}^t – продовольственная потребность i -го продукта за период t , млн т;

Q_{sij}^t – размеры переходящего запаса i -го продукта на территории j , млн т;

Q_{csij}^t – размер переходящего страхового запаса i -го продукта на территории j , млн т;

P_{ij}^t – запасы i -го продукта на территории j на начало периода t , млн т;

H_j^t – средняя (за период) численность населения территории, человек;

N_{ij}^t – нормативное душевое потребление i -го продукта на территории j , млн т.

В современных рыночных условиях зерно продается по ценам, которые складываются исходя из соотношения спроса и предложения, при этом наблюдается значительный разброс по регионам в части затрат на еди-

Критерии эффективности функционирования зернопродуктового подкомплекса

Вид эффективности	Критерий	Основные показатели
Экономическая	Результаты, полученные для расширенного воспроизводства	Объем валовой продукции, чистый доход: на 1 га посевов; на одного среднегодового работника
Технологическая	Показатели использования ресурсов в процессе производства продукции	Урожайность, себестоимость продукции, фондёмкость. Затраты на 1 га, на единицу полученной продукции
Социальная	Уровень развития социальной общности на территории	Уровень оплаты труда в зерновом хозяйстве на одного работника
Экологическая	Степень сохранения плодородия почв и земельных площадей, экология процессов производства	Показатели воспроизводства плодородия почвы. Экологические показатели качества продукции

ницу произведенной продукции. Поэтому каждый производитель будет стремиться достичь такого показателя, как ценовая конкурентоспособность продукции. Кроме того, к издержкам добавятся затраты на перевозку зерна до места потребления, что также будет сказываться на ценах собственного зерна.

Выводы

1. В целях защиты экономических интересов производителей, потребителей и самого государства руководство страны создает благоприятные условия на зерновом рынке, оставляя за собой право контроля за движением продукции в подкомплексе и оборотом зерна. Однако в современных условиях в рамках эффективного воздействия и использования действующих инструментов контроля со стороны государства необходимо ликвидировать несбалансированность в создании резервного фонда, стабилизировать потребность в зерне на соответствующем уровне и в определенной степени упорядочить систему закупочных цен.

2. Резервный фонд (и в этом, по мнению авторов, будет его главное отличие от регионального продовольственного фонда) необходимо наделить выполнением коммерческой функции: осуществлять продажу и покупку зерна на рынке, а не только заботиться о выделении товарных кредитов. Выделение кредита и сами закупки зерна необходимо осуществлять на конкурсной основе, что способствует созданию конкурентной среды и развитию конкуренции среди сельхозтоваропроизводителей, а также бережному отношению к выделенным денежным средствам.

Таким образом, за счет залоговых операций можно производить пополнение резервного фонда, финансовые средства которого можно обратно направлять нуждающимся сельхозпроизводителям для проведения сезонных работ и тем самым влиять на сроки реализации зерна.

Список

использованных источников

1. Эффективность и единство посевных и уборочных комплексов в зерновом подкомплексе / Н.В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского гос. агротехнолог. ун-та им. П.А. Костычева. 2019. № 3. С. 80-83.
2. **Зюкин Д.А.** Направления стратегического развития зернопродуктового подкомплекса // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2019. Т. 8. № 4. С. 167-171.
3. **Макарова О.В., Гаспарян С.В.** Этапы развития зернового хозяйства России // Вестник Мичуринского гос. аграр. ун-та. 2018. № 4. С. 181-184.
4. **Новожилова Ж.С.** Проблемы и перспективы государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей учреждений УИС // Агропродовольственная политика России. 2018. № 9. С. 38-41.
5. **Поляков Д.А., Карамнова Н.В.** Развитие зернопродуктового подкомплекса АПК за рубежом // Наука и образование. 2020. Т. 3. № 2. С. 423.
6. **Скорляков В.И.** Анализ технологических схем транспортировки зерна от комбайнов в типичных условиях южных степных регионов // Техника и оборудование для села. 2020. № 3. С. 27-32.
7. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития / В.Ф. Федоренко [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 316 с.
8. Efficiency and unity of planting and harvesting complexes in the grain subcomplex /

N. Byshov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019, Rostov-on-Don, September 10-13, 2019. Rostov-on-Don: Institute of Physics Publishing, 2019. P. 012097.

9. Methodological approach to grain yield planning / O. Makarova [et al.] // E3S Web of Conferences: XIII International Scientific and Practical Conference "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2020", Rostovon-Don, Russia, February 26-28, 2020. Rostovon-Don, Russia: EDP Sciences, 2020. P. 01003.

10. **Yaremchuk N.** Grain subcomplex: problems and development prospects // The Scientific Heritage. 2020. No 47-7(47). P. 106-114.

Actual Aspects of the Effective Development of the Grain Product Sub-complex

V.A. Makarov

(Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev)

O.V. Makarova, S.V. Gasparyan, Zh.S. Napris

(Academy of Law and Management of the Federal Penitentiary Service)

P.A. Podyablonsky

(Rosinformagrotekh)

Summary. The structure of the grain product sub-complex is presented. The main provisions of the concept of development of the sub-complex at the regional level are determined. The sources of regional demand for grain, as well as the reasons for its growth or decline, have been identified. The criteria of the efficiency of the grain product sub-complex with the allocation of types of indicators, as well as additional coefficients are discussed.

Keywords: grain product sub-complex, grain production, efficiency indicator, structure, development concept.



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ФГБНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ» ПРИГЛАШАЕТ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ
в работе XIII Международной научно-практической Интернет-конференции
«Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК»
(ИнформАгро-2021), которая состоится 8-10 июня 2021 г.

С более подробной информацией можно ознакомиться на сайте <https://rosinformagrotekh.ru>

Телефоны для справок: (495) 594-99-73, 993-44-04

E-mail: inform-iko@mail.ru

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXVI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2021



16 -18 июня

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ № 55, № 57, № 33

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



INTERNATIONAL FEED INDUSTRY FEDERATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
КОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



EUROPEAN FEED
MANUFACTURERS' FEDERATION
ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ СВИНОВОДОВ



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION
ВСЕМИРНАЯ НАУЧНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПО ПТИЦЕВОДСТВУ



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗООБИЗНЕСА



СОЮЗ КОМБИКОРМЩИКОВ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



РОССИЙСКИЙ ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ «ВЕТБИОПРОМ»



СОЮЗРОССАХАР



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ «РОСРЫБХОЗ»



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР:

МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"



(495) 755-50-35, 755-50-38
info@expokhleby.com
WWW.MVC-EXPOHLEB.RU



1–4 СЕНТЯБРЯ 2021

30-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



АГРОРУСЬ



ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЁР

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ТЕЛЕКАНАЛ

AGRORUS.EXPOFORUM.RU
ТЕЛ.: +7 (812) 240 40 40
ДОБ. 2235, 2980



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

0+

28 АВГУСТА – 5 СЕНТЯБРЯ 2021

ЯРМАРКА АГРОРУСЬ



**ВХОД. ПАРКОВКА.
АВТОБУС*
БЕСПЛАТНО**

* АВТОБУС
ОТ СТ. М. «МОСКОВСКАЯ»

AGRORUS.EXPOFORUM.RU

ТЕЛ.: +7 (812) 240 40 40, ДОБ. 2244, 2281