



Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство • Агротехсервис • Агробизнес

СТАВИМ РЕКОРДЫ ВМЕСТЕ!

- 1 РАСКРОЙ ПОТЕНЦИАЛ
ТЕХНИКИ РОСТСЕЛЬМАШ
- 2 ЗАРЕГИСТРИРУЙ РЕКОРДНЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ В ДИЛЕРСКОМ
ЦЕНТРЕ РОСТСЕЛЬМАШ
- 3 ПОЛУЧИ
ВОЗНАГРАЖДЕНИЕ

**Сбор
показателей
по 30 ноября
2020 года**



Главное вознаграждение
30 автомобилей
LADA URBAN 2020

РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

№ 5 | Май 2020

ДЕНЬ ВОРОНЕЖСКОГО ПОЛЯ 2020

XIV МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА-ДЕМОНСТРАЦИЯ

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ,
ЛИСКИНСКИЙ РАЙОН,
ООО «ЭКОНИВА-АГРО»

2020

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

- Плуги, дисковые бороны, комбинированные агрегаты, культиваторы, глубокорыхлители, уплотняющие катки, загрузчики сеялок, сеялки, опрыскиватели, разбрасыватели удобрений, технологии обработки почвы и сева
- Косилки, косилки-плющилки, грабли-ворошилки, пресс-подборщики, кормоуборочные комбайны, кормораздатчики-смесители, технологии заготовки кормов
- Жатки валковые, зерноуборочные комбайны, приспособления для уборки подсолнечника и кукурузы, пресс-подборщики, измельчители-мульчировщики, стогометатели, технологии возделывания и уборки зерновых культур
- Свеклоуборочные комбайны и комплексы, ботвоуборочные и корневыкапывающие машины, очистители головок корней, подборщики-погрузчики, технологии возделывания и уборки сахарной свеклы
- Тракторы, автомобили, спецтехника
- Семена, удобрения, средства защиты

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР

РОСТСЕЛЬМАШ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР

ВОРОНЕЖКОМПЛЕКТ
СНАБЖЕНИЯ

СПОНСОР

ГАНЗА

ОФИЦИАЛЬНЫЙ

ПОСТАВЩИК
КОРМОВ

ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ

АГРО-Лидер

БМ Техника

www.agrocenter.ru

АГРА-ЦЕНТР

ИНФОРМАЦИОННЫЕ

ПАРТНЕРЫ

АПК ЮГ

Бизнес Онлайн

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Департамент
аграрной политики
Воронежской области

Выставочная фирма
«Центр»



КОНТАКТЫ:

Тел./факс
(473) 233-09-60

E-mail:
agro@vfcenter.ru

ЦЕНТР
ВЫСТАВОЧНАЯ ФИРМА

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Лачуга Ю.Ф., Шогенов Ю.Х., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П.

Научно-техническая продукция научных организаций агроинженерного
профиля в условиях цифровизации агропромышленного комплекса..... 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Сильный ход от Ростсельмаш 10

Инновационные технологии и оборудование

Мишуров Н.П., Петухов Д.А., Бондаренко Е.В., Иванов А.Б.,

Семизоров С.А. Эффективность применения элементов технологии точного
земледелия при возделывании озимой пшеницы в производственных условиях.. 12

Алдошин Н.В., Сафонов М.А. Обоснование параметров инжекторного
распылителя 16

Пономарев А.В., Кремнева О.Ю., Пачкин А.А. Оптимизация конструктив-
ных параметров ротационной бороны 20

Хажметова З.Л., Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Аушев М.Х.
Моделирование процесса обмолота початков кукурузы 23

Водяков В.Н., Кувшинова О.А., Репин А.Д. Исследование процесса
концентрирования молока ультрафильтрацией 27

Тихомиров Д.А. Показатели энергоэффективности сельхозпроизводства
и перспективные направления их роста..... 32

Агротехсервис

Фомин А.И., Сенин П.В., Власкин В.В., Кургузкин М.А. Комбинированная
технология восстановления работоспособности деталей типа «вал» 38

Бышов Н.В., Успенский И.А., Юхин И.А., Фадеев И.В., Александрова Г.А.
Исследование способов улучшения моющих и противокоррозионных свойств
растворов синтетических моющих средств 42

Аграрная экономика

Тихомиров А.И. Развитие системы информационно-аналитического
обеспечения и управления затратами в молочном скотоводстве..... 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», 2020

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 27.05.2020 Заказ 138



УДК 931.3:633.1

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

Научно-техническая продукция научных организаций агроинженерного профиля в условиях цифровизации агропромышленного комплекса

Ю.Ф. Лачуга,

д-р техн. наук, акад. РАН,
академик-секретарь,
akadema1907@mail.ru

Ю.Х. Шогенов,

д-р техн. наук, чл. -корр. РАН,
зав. сектором,
yh1961s@yandex.ru
(Отделение с.-х. наук РАН);

А.Ю. Измайлов,

д-р техн. наук, акад. РАН,
директор,
vim@vim.ru

Я.П. Лобачевский,

д-р техн. наук, акад. РАН,
первый зам. директора,
lobachevsky@yandex.ru
(ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлены основные результаты НИР за 2019 г. научных учреждений Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, находящихся под научно-методическим руководством Отделения сельскохозяйственных наук РАН по секции механизации, электрификации и автоматизации, в области разработки высокоэффективных машинных технологий, энергонасыщенной техники, роботизированных технических средств и цифровых технологий для производства основных видов конкурентоспособной продукции растениеводства и животноводства, а также по вопросам создания эффективных систем энергообеспечения и возобновляемой энергетики в аграрном секторе производства.

Ключевые слова: энергонасыщенная техника, машинные технологии, мобильные агрегаты, цифровизация, роботизированные средства, почвенная обработка, электрификация, автоматизация, энергообеспечение, возобновляемая энергетика, фотоэлектрические системы.



Постановка проблемы

Повышение производства конкурентоспособной продукции растениеводства и животноводства обусловлено обеспеченностью агропромышленного комплекса энергонасыщенной техникой нового поколения, инновационными машинными технологиями [1-4], а также роботизированными техническими средствами, для усовершенствования и создания которых необходима мобилизация агроинженерной науки с учетом современных тенденций развития в направлении цифровизации АПК [5-8]. Научные учреждения Минобрнауки России, находящиеся под научно-методическим руководством ОСХН РАН, выполняли научные исследования в соответствии с приоритетами СНТР Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 [9]) и ПФНИ государственных академий наук на 2013-2020 годы [10], а также ФНТП

развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [11].

Цель исследований – разработка эффективных систем энергообеспечения, энергоресурсосбережения и возобновляемой энергетики в сельскохозяйственном производстве с использованием цифровых технологий.

Материалы и методы исследования

В 2019 г. научно-исследовательскую работу для создания современной и конкурентной научно-технической продукции по п.161, 162 раздела X «Сельскохозяйственные науки» Программы фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы выполняли 6 федеральных государственных бюджетных научных учреждений, подведомственных Минобрнауки России (ФНАЦ ВИМ, ВНИИМЛ, ВНИИТиН, ДальНИИ-МЭСХ, СФНЦА РАН, АНЦ Донской)



с участием 468 научных работников (в 2018 г. – 504, на 7,15 % меньше), в том числе 89 докторов и 193 кандидата наук, 7 академиков и 7 членов-корреспондентов РАН. За отчетный период количество молодых специалистов в возрасте до 39 лет составило 221 человек (в 2018 г. – 237), или 47% от общего числа исследователей (в 2018 г. – аналогичный показатель).

Исследования выполнены по существующим в настоящее время методикам постановки и проведения экспериментальных (прикладных) и теоретических работ с использованием современных приборов и оборудования, исследовательской инфраструктуры, которые обеспечивали получение научных результатов по темам конкурентно на территории России.

По п. 161 Программы «Теория и принципы развития процессов энергообеспечения, энергоресурсосбережения и возобновляемых источников энергии» исследования выполняли 6 бюджетных научных учреждений (ФНАЦ ВИМ, ФНЦ ЛК, ВНИИТиН, ДальНИИМЭСХ, СФНЦА РАН, АНЦ Донской), подведомственных Министерству науки и образования Российской Федерации.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты фундаментальных исследований, проведенных в 2019 г. с использованием наработок предыдущих лет, позволили разработать следующую научно-техническую программу:

- методика испытаний фотоэлектрических систем, оборудования и технических средств для электрообеспечения в интеллектуальных системах энергообеспечения сельского дома, обеспечивающая повышение удельной мощности приемника солнечного излучения за счет нулевых потерь солнечной энергии на блокировку и затенение. Патенты № 2700655, 2686449 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- методика расчета электроустановки для осушения и нагрева воздуха с применением термоэлектрических модулей для животноводческих помещений, обеспечивающая поддержа-

ние режимов заданной температуры и относительной влажности воздуха в помещениях сельскохозяйственного производства. Патенты № 2679527, 188597 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- термоэлектрическая установка для осушения и нагрева воздуха в животноводческих помещениях, обеспечивающая снижение энергозатрат до 20%. Патент № 189207 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- способ и устройство контроля отклонения напряжения и учёта отключений электроэнергии для систем мониторинга надежности и качества электроэнергии при электроснабжении сельских потребителей. Патенты № 191056, 192061 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- алгоритмы анализа, прогнозирования роста и развития культур с целью формирования базы знаний для управления электрооборудованием и электротехнологиями в замкнутой экосистеме. Патент № 2699123 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- рациональные режимы работы системы энергообеспечения потребителей электрической энергии для удалённых районов и сельских территорий с малой плотностью нагрузок, обеспечивающие снижение себестоимости электроэнергии автономных источников с 1,5 до 2 руб./кВт·ч (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- технологический процесс получения промывочных масел на основе отработанных нефтепродуктов, обеспечивающий снижение затрат на техническое обслуживание на 10-15 %, увеличение межремонтного ресурса двигателей тракторов на 25-30 % и в целом снижение затрат на эксплуатацию техники на предприятиях АПК (ФГБНУ ВНИИТиН);

- способ получения экологически чистого смесового моторного топлива для дизельных двигателей, обеспечивающий снижение токсичности выхлопных газов, повышение качества используемого топлива (ФГБНУ ВНИИТиН);

- рациональные режимы работы системы энергообеспечения процесса утилизации отходов сельскохозяйственного производства, использующего нетрадиционные ис-

точники энергии, позволяющие обеспечить повышение экономической эффективности на 10-15%. (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- устройство и математическая модель процесса энергообеспечения газоиспользующего варочного котла для приготовления кормов с саморегулированием мощности переработки сельхозпродукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах и пищи в столовых сельхозпредприятий, сельских школ и больниц, обеспечивающие увеличение пропускной способности темперирующего устройства, экономию металла, снижение материальных затрат и себестоимости готовой продукции. Патент № 2694408 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- технологическое оборудование для термической обработки зерна в кормопроизводстве и пищевой промышленности, обеспечивающее повышение качества обрабатываемого зерна и снижение себестоимости готовой продукции. Патент № 2694631 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- технология и автоматизированный агрегат для магнитно-импульсной обработки, обеспечивающие увеличение урожайности обрабатываемых культур на 15-20%, получение оздоровленного посадочного материала, повышение всхожести семян до 10-20%. Патент № 2679722 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- технология электромагнитного облучения семян зерновых культур с контролем параметров различных фаз вегетации; роботизированный электромагнитный облучатель семян. Патенты № 2690355, 2694310, 2701251, 193945 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- устройство для приготовления кормов в фермерских и личных подсобных хозяйствах, обеспечивающее экономию тепловой энергии, сокращение времени приготовления корма за счет принудительного охлаждения, расширение диапазона использования кормоварочного котла. Патент № 2708097 (ФГБНУ ВНИИТиН).

Следует отметить, что в представленных материалах по п. 161 и 162 ПФНИ возросли количество и качество работ по техническим системам диагностики состояния

сельскохозяйственных растений и животных, контроля и управления качеством выходной продукции, электрофизическим системам энергетического и низкоэнергетического (информационного) воздействия на растения, животные, почву и сельскохозяйственные материалы [12, 13]. Развитие таких (на стыке наук) направлений с учетом намеченных планов по цифровизации АПК, а также систем энергообеспечения, энергоресурсосбережения, инновационных технологий по использованию возобновляемых источников энергии [14] является приоритетным в аграрной отрасли и открывает дополнительные возможности для получения конкурентоспособной и качественной сельскохозяйственной продукции.

По п. 162 Программы «Фундаментальные проблемы и принципы разработки интенсивных машинных технологий и энергонасыщенной техники нового поколения для производства основных групп продовольствия» исследования выполняли 6 бюджетных учреждений (ФНАЦ ВИМ, ФНЦ ЛК, ВНИИТиН, ДальНИИМЭСХ, СФНЦА РАН, АНЦ Донской), подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации.

Целью исследований являлась разработка высокоэффективных интенсивных машинных технологий, новой энергонасыщенной техники, роботизированных технических средств и цифровых технологий для производства основных видов сельскохозяйственной продукции.

Результаты фундаментальных исследований, проведенных в 2019 г. с использованием наработок предыдущих лет, позволили разработать следующую научно-техническую продукцию:

- технологические решения «умной» молочной фермы на 480 коров, предназначенные для увеличения производства молока в Российской Федерации за счет роста продуктивности коров не менее 9000 кг в год с продолжительностью хозяйственного их использования не менее 5 лактаций (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- технологическая линия переработки многокомпонентных органических отходов, предназначенная для ускоренной биоферментации в установках закрытого типа и получения гранулированных органических удобрений экспортного сегмента (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- интеллектуализированная система управления установкой по производству универсальных компостов на основе органических отходов сельскохозяйственного производства (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- алгоритм и программа для распознавания координат расположения и степени спелости плодов и ягод садовых культур, предназначенные для прогнозирования урожая с помощью роботизированных устройств (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- модульная роботизированная доильная установка с дифференцированным выдаиванием, мониторингом качества молока в потоке и контролем физиологического состояния животных, обеспечивающая сокращение издержек производства на 35-40%. Патенты № 2673726, 2653881, 2688830 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- платформенные модульные решения с использованием беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния селекционных полей, динамики развития растений, обнаружения проблемных локальных зон в посевах, обеспечивающие повышение урожайности до 15-20% и получение оперативной и достоверной информации о состоянии растений в течение вегетационного периода (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- климатическая камера «АгроКуб» модульного типа (до 50 модулей) с использованием цифровых технологий, обеспечивающая автономный режим работы модулей без участия оператора, получение до 6 урожаев в год элитного семенного материала (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- гидромелиоративный робот «ГидроБот 2» для индивидуального дифференцированного полива растений по сигналам датчиков, обеспечивающий экономию воды для полива до 0,7-2 мл/ч на одно растение

при увеличении зеленой биомассы до 20 % (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- технологическое оборудование к беспилотному воздушному аппарату БВС-137ВИМ для дифференцированного внесения удобрений и пестицидов, обеспечивающее сокращение расходов средств химизации, снижение экологической нагрузки на окружающую среду и повышение на 10-15% урожайности обрабатываемых сельскохозяйственных культур (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- технологический модуль для ускоренного выращивания мини-клубней картофеля в системе оригинального семеноводства, обеспечивающий в целом увеличение выхода мини-клубней до 1,5 раз в расчете на одно растение при одновременном обеспечении однородности их массово-размерных характеристик (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- система дистанционного мониторинга технического состояния основных узлов и агрегатов трактора, обеспечивающая сокращение издержек на их эксплуатацию, повышение безотказной работы техники при полном контроле технического состояния отдельных узлов и агрегатов (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- аппаратно-программная платформа сбора и обработки эксплуатационных данных сельскохозяйственной техники для индивидуального дистанционного мониторинга машин, обеспечивающая соблюдение технических, технологических и эксплуатационных параметров работы машин, своевременное профилактическое обслуживание, оптимизацию расхода топлива и производительности, удаленную техническую диагностику специализированными сервисными службами (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- система машин для механизации и автоматизации выполнения процессов при производстве продукции животноводства на период до 2030 г., обеспечивающая повышение технического уровня комплектов машин, комплексную механизацию и автоматизацию отрасли, конкурентоспособность производства продукции животноводства на мировом уровне (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);



- технологическая линия ускоренной биоферментации в установках закрытого типа для утилизации многокомпонентных органических отходов и получения гранулированных органических удобрений экспортного сегмента, обеспечивающая совместную оптимальную переработку многокомпонентных органических субстратов (отходов) в высококачественные удобрения экспортного сегмента (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- интеллектуальная система управления процессом производства технологической установкой универсальных компостов из органических отходов животноводческой отрасли сельского хозяйства, обеспечивающая контроль основных параметров перерабатываемого субстрата, поступающего воздуха и газового выброса по температуре, влажности, химическому составу, изменению массы, расходу воздуха и автоматическое управление процессом аэробной ферментации в биоферментационной установке закрытого типа (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- комплекс технологических модулей для производства животноводческой и птицеводческой продукции, выполненный в виде блок-контейнеров, оснащенных технологическим оборудованием, и обеспечивающий механизацию и автоматизацию производственных процессов кормления, поения, навозоудаления, а также поддержания оптимальных параметров микроклимата в животноводческом помещении. Патент № 2401482 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- мобильный молочный модуль для производства молочной продукции, сыров, обеспечивающий переработку 600 л молока за смену, производство мягких и твердых сыров гарантированной санитарной безопасности (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- машина для гидравлического уничтожения сорной растительности в приствольных зонах садовых насаждений, обеспечивающая качественное удаление вегетативной части сорняков различных типов водой под высоким давлением без применения гербицидов. Патент № 2708017 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- технические средства и технология улучшения химмотологических качеств дизельного топлива из растительных масел с использованием гидротермальных процессов. Патенты № 189276, 190166, 2697600, 2699871, 2700866 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- цифровая система управления модульной замкнутой агроэкосистемой для автоматизированного управления параметрами роста растений с индивидуальным дифференцированным поливом (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- алгоритмы формирования технологий, комплексов машин и оборудования, позволяющие обеспечить экологическую безопасность и устойчивое состояние природной среды при производстве сельскохозяйственной продукции. Патент № 2701501 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- система машинных технологий для механизации и автоматизации выполнения процессов при производстве продукции животноводства на период до 2030 г. (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- адаптивные алгоритмы функционирования подсистемы машинного зрения, позволяющие получать, обрабатывать и определять координаты сосков вымени коровы для точного управления автоматическим манипулятором доения (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- математическая модель и алгоритм управления манипулятором доения на основе электрических приводов с шаговыми двигателями и линейными актуаторами (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- методика определения экономической эффективности создания и применения инновационной техники и машинных технологий выполнения процессов при производстве продукции животноводства (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- закономерности функционирования и обоснованная технологическая схема установки для приготовления гомогенных лечебных, витаминных, минеральных премиксов. Патенты № 2683638, 2680272 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- обоснованные параметры перспективных технических средств приготовления комбикормов в хозяйствах и предприятиях АПК. Патенты

№ 2677798, 2687138, 2687139, 2680315 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- технология комбинированной наплавки при упрочнении рабочих органов почвообрабатывающих машин, обеспечивающая повышение ресурса рабочих органов путём нанесения на поверхность упрочняющей наплавки в виде прерывистых износостойких валиков и точек. Патент на полезную модель № 192231 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- технология упрочнения рабочих поверхностей деталей, инструментов и рабочих органов, работающих в условиях силового нагружения и абразивного изнашивания, путем комбинирования электроискрового и термодиффузионного процессов. Патент № 2679160 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- роботизированная платформа с открытым исходным кодом, предназначенная для борьбы с сорняками с применением технического зрения, обеспечивающая выращивание экологически безопасной продукции. Патент № 1695934 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- способ дозирования и утонения льнотресты в мяльно-трепальный агрегат, обеспечивающий повышение надежности процесса, точность формирования линейной плотности, равномерность слоя, подачу слоя с регулируемой производительностью, качество выполнения технологического процесса и повышающий выход длинного волокна на 1-2 % (абс.). Патент № 191809 (ФНЦ ЛК);

- параметры и режимы работы опытного образца машины МС-1, обеспечивающие увеличение эффективности процесса сушки льнотресты, выхода длинного волокна на 1-2 % (абс.) и повышение производительности по сырью на 20%. Патент № 193686 (ФНЦ ЛК);

- отечественная малозатратная линия для первичной переработки технической конопли в однотипную пеньку (ФНЦ ЛК);

- отечественная мобильная линия переработки масличного льна, обеспечивающая снижение себестоимости получаемого волокна на 20% (ФНЦ ЛК);

- технология получения протеино-гликанового концентрата из льняного жмыха, обеспечивающая содержание

белка в целевом продукте до 50% (ФНЦ ЛК);

- рецептуры безглютеновых специализированных мучных кондитерских изделий с льняной мукой и полисахаридами семян льна, обеспечивающие 10%-ную суточную потребность человека в полиненасыщенных жирных кислотах, содержащие полноценный белок и обладающие низкой калорийностью. Патент № 2683636 (ФНЦ ЛК);

- конструктивно-технологические схемы блочно-модульных почвообрабатывающих агрегатов, параметры и режимы работы игольчатой бороны, обеспечивающие снижение энергозатрат и увеличение урожайности льна до 7%. Патент № 189847 (ФНЦ ЛК);

- математическая модель для расчета на прочность почвообрабатывающего инструмента, учитывающая влияние микропрофиля поверхности на действующие на инструмент внешние силы; рабочий экспериментальный образец бесконтактного ультразвукового профилографа почвы (ФНЦ ЛК);

- рекомендации для внекорневой подкормки боросодержащими хелатными комплексами в технологиях возделывания льна-долгунца, обеспечивающие повышение выхода волокна на 0,5% (ФНЦ ЛК);

- очесывающее устройство льнокомбайна, параметры и режимы его работы, обеспечивающие повышение чистоты очеса на 0,5%, снижение потерь семян на 5-7%, увеличение выхода длинного волокна на 1,27-1,54% (абс.) (ФНЦ ЛК);

- гидравлическая схема натяжения прессующих ремней в двухкамерном рулонном пресс-подборщике лент льна с комбинированной системой прессования, обеспечивающая повышение плотности прессования до 250 кг/м³, увеличение массы рулона до 355 кг и повышение производительности на 15-25% (ФНЦ ЛК);

- конструктивно-технологическая схема перспективной машины для уборки конопли, обеспечивающая снижение энергозатрат на 10-15% (ФНЦ ЛК);

- современный отечественный экспресс-влагомер льняной тресты

в рулонах, обеспечивающий высокую скорость измерения, малый вес и компактность. Патент № 189236 (ФНЦ ЛК);

- теоретические и методологические положения по формированию оптимальной системы машин для возделывания, уборки и первичной переработки льна-долгунца (ФНЦ ЛК);

- отечественная мобильная линия переработки масличного льна, позволяющая снизить себестоимость получаемого волокна на 30% (ФНЦ ЛК);

- новый способ уборки льна-долгунца с очесом стеблей на корню, обеспечивающий повышение производительности на 30% и уменьшение путаницы в ворохе на 50% (ФНЦ ЛК);

- параметры и режимы работы машины карусельного типа для очистки семян, обеспечивающие повышение надежности выполнения технологического процесса на 5-10%, повышение эффективности очистки семян мелкосемянных культур и снижение металлоемкости на 5-10%. Патент 182277 (ФНЦ ЛК);

- теоретические и методологические положения по формированию системы машин для возделывания, уборки и первичной переработки льна-долгунца (ФНЦ ЛК);

- рекомендации по внедрению инновационной малозатратной технологии по переработке низкоомерной тресты льна-долгунца в льносеющие регионы (ФНЦ ЛК);

- информационная компьютерная программа моделирования эффективности уборки зерновых культур с использованием зерноуборочных комбайнов товаропроизводителя и сторонних предприятий (ФГБНУ ВНИИТиН);

- усовершенствованная воздушно-решетная зерноочистительная машина, обеспечивающая упрощение конструкции, повышение качества воздушно-решетной очистки зерна и качественное разделение зернового вороха на фракции. Патент № 2706095 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- параметры делителей потока зерна каскадного исполнения для модернизации зерноочистительных технологий. Патент № 2706163 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- улучшенная технология и технические устройства для возделывания пропашных культур (на примере сои и кукурузы) с использованием новых и модернизированных средств механизации, обеспечивающие точность и равномерность высева семян с заданными расстояниями в одном гнезде и между гнездами и создание лучших условий для роста и развития растений. Патенты № 2681570, 2685733 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- методология использования новых летучих, контактных и комбинированных материалов для защиты сельскохозяйственной техники от атмосферной и контактной коррозии. Патент № 2691141 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- ингибирующий мазутный состав, обеспечивающий коррозионную устойчивость рабочих органов сельскохозяйственных машин при их открытом хранении (ФГБНУ ВНИИТиН);

- устройство для пневматического распыления защитных мастик с подогревом, обеспечивающее качественное нанесение консервационного покрытия на поверхность сельскохозяйственных машин в полевых условиях. Патент № 2705955 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- конструктивно-технологические параметры навесной компрессорной установки при сушке и консервации машин на открытых площадках хранения, обеспечивающие повышение эффективности консервации на 30-40 % (ФГБНУ ВНИИТиН);

- технология производства мотыга, обеспечивающая повышение качества продукции и рациональное функционирование биотехнических систем. Патенты № 2681343, 2706549 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- фитоминеральная кормовая добавка для телят в молочный период выращивания с использованием природных компонентов – глауконита Бондарского месторождения и ряда дикорастущих растений (чистотел большой, ромашка аптечная, куркума длинная). Патент № 2692609 (ФГБНУ ВНИИТиН).

- улучшенная технология производства свинины на основе инновационных способов, обеспечивающая повышение качества продукции (ФГБНУ ВНИИТиН);



- функциональная кормовая добавка (соево-бетаиновая), включающая в себя микронизированные бобы полножирной сои, бетаин гидрохлорид, L-карнитин (50%-ный) и лисофорт, обеспечивающие сбалансированное рациональное кормление свиней. Патент № 2706547 (ФГБНУ ВНИИТиН);

- новый способ возделывания пропашных культур Mow-Till, обеспечивающий повышение эффективности их возделывания путем сохранения и восстановления почвенного плодородия, создания благоприятных водно-воздушных условий для быстрого и дружного прорастания всходов, а также улучшение ухода за посевами и снижение расхода топлива. Патент № 2699524 (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ);

- новый способ полосной обработки почвы и техническое задание на разработку средства его механизации (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ);

- комбинированный способ основной обработки почвы в технологии биологизированного земледелия и техническое средство для его осуществления (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ);

- способ полосной обработки почвы в технологии возделывания сои и конструктивные параметры на адаптер для его осуществления (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ);

- параметры и конструкторская документация на экспериментальную жатку для очеса сои на корню, обеспечивающие существенное повышение качества очеса, снижение потерь убираемой культуры (сочи), упрощение конструкции устройства. Жатка предназначена для уборки очёсом различных сельскохозяйственных культур на корню. Патенты № 189303, 2697320 (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ);

- исходные требования на технологические операции посева и ухода за посевами при производстве экологически безопасного зерна сои (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ);

- конструкторская документация и полунавесной агрегат для прикатывания почвы с быстрым переводом из транспортного положения в рабочее (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ);

- конструкторская документация и модернизированный теплогенератор

для зерносушильных комплексов производительностью до 20 т/ч (ФГБНУ ДальНИИМЭСХ);

- комплексы технических средств с элементами контроля и управления технологическими процессами для перспективных машинных технологий производства зерна и овощных культур (томаты) в лесостепной зоне Западной Сибири (на примере Новосибирской области), обеспечивающие снижение материальных, трудовых и энергетических затрат на 15%, повышение производительности труда на 18 %, снижение расхода топлива на 20 % (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- укрытие экранного типа для выращивания растений в открытом грунте, обеспечивающее снижение трудоемкости монтажно-демонтажных работ и повышение эффективности торцевой вентиляции в зависимости от изменения температуры воздуха в зоне обитания растений. Патент № 2677221 (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- почвообрабатывающий рабочий орган, предназначенный для вычесывания сорняков и выравнивания поверхности поля с одновременным уплотнением почвы на заданной глубине, обеспечивающий снижение трудоемкости при ремонте катка с кольцевыми рабочими органами. Патент № 2680316 (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- посевная машина с устройством для внесения в почву питательных растворов, инокуляции семян зерновых в момент их посева, обеспечивающая качественное выполнение технологического процесса обработки семян защитно-стимулирующими веществами (азотфиксирующие бактерии) в момент посева, ленточный посев семян зерновых культур, устранение налипания влажных частиц почвы на конструктивные элементы семяпроводов при упрощении конструкции устройства. Патент № 2684599 (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- зерноочистительный сепаратор, включающий в себя цилиндрическое решето, установленное с возможностью вращения, распределительный ротор с лопатками, обеспечивающий снижение затрат на ремонт и энергоемкость процесса сепарации, повышение надежности работы сепаратора

рирующего устройства с упрощением его конструкции. Патент № 2686888 (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- способ и устройство для борьбы со злостными сорняками в посадках сельскохозяйственных культур в частности картофеля, обеспечивающие получение экологически чистой продукции (без применения химических средств защиты), снижение себестоимости продукции при подрезании сорняков в посадках картофеля, моркови, свеклы столовой и других овощных культур одновременно с междурядной обработкой. Патент № 2691610 (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- основные параметры и критерии оценки адаптируемой системы обеспечения работоспособности мобильных энергетических средств с применением цифровых технологий для АПК Сибири (на примере Новосибирской области), обеспечивающие эффективную работоспособность мобильных энергетических средств сельхозтоваропроизводителей АПК Сибири (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- способ дистанционного мониторинга технического состояния двигателя внутреннего сгорания, обеспечивающий диагностику остаточного ресурса двигателя в режиме реального времени, оперативное предупреждение о внезапных и постепенных отказах систем двигателя, планирование ремонтно-восстановительных и обслуживающих мероприятий, сокращение времени на обнаружение и устранение причины отказа. Патент № 2703850 (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- устройство для определения трибологических характеристик материалов. Патент № 188751 (СибИМЭ СФНЦА РАН);

- математическая модель по выбору технологий, технических средств и мониторинга энергетических показателей техники для производства продукции растениеводства на примере возделывания зерновых культур для конкретного хозяйства (СибФТИ СФНЦА РАН).

По направлению механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства по результатам фундаментальных и

прикладных научных исследований, проведенных в 2019 г. на современном мировом уровне, позволило в завершающем цикле выполнения прикладных исследований получить следующую научно-техническую продукцию, не уступающую мировым аналогам:

- технологические решения «умной» молочной фермы на 480 коров, предназначенные для увеличения производства молока в Российской Федерации за счет роста продуктивности коров не менее 9000 кг в год с продолжительностью хозяйственного их использования не менее 5 лактаций. Патенты № 2673726, 2653881, 2688830 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- платформенное решение для мониторинга селекционных полей с помощью беспилотных летательных аппаратов (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- гидромелиоративный робот «ГидроБот2», предназначенный для индивидуального дифференцированного полива растений по сигналам датчиков (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- оборудование для дифференцированного внесения удобрений и пестицидов к беспилотному воздушному судну БВС-137 ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- модуль для ускоренного размножения мини-клубней картофеля в системе оригинального семеноводства картофеля (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- технологическая линия переработки многокомпонентных органических отходов, предназначенная для ускоренной биоферментации в установках закрытого типа и получения гранулированных органических удобрений экспортного сегмента (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- комбинированная игольчатая борона БИ-1,5 для предпосевной подготовки почвы под посев мелкосемянных культур в льносеющих хозяйствах, обеспечивающая энергосберегающую высококачественную подготовку почвы в селекционном семеноводстве и на товарных посевах на скоростях 10-16 км/ч, а также увеличение всхожести семян на 10-11 % за счет улучшения агрегатного состава почвы и ее структуры. Патент № 189847 (ФГБНУ ФНЦ ЛК);

- цифровая система управления установкой по производству универсальных компостов на основе органических отходов сельскохозяйственного производства (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

- алгоритм и программа для распознавания координат расположения и степени спелости плодов и ягод садовых культур, предназначенные для прогнозирования урожая с помощью роботизированных устройств (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ).

В целом повышение уровня научно-методической работы по обеспечению проведения научных исследований позволило в 2019 г. разработать 24 машинные технологии, новых и усовершенствованных технологий – 52, технологических способов и приемов – 58, машин, рабочих органов, приборов и оборудования – 83 ед. В целях совершенствования проведения исследований разработано 58 методов и методик, а также 49 комплектов нормативной документации. Научная и техническая новизна разработок защищена 240 патентами и авторскими свидетельствами (в 2018 г. – 137). Передано для освоения в производство 20 технологий, 32 разработки.

По результатам научных исследований учеными в 2019 г. издано 39 книг и монографий, опубликовано и размещено в базе данных РИНЦ 1116 статей, в том числе в рецензируемых журналах ВАК – 495, в зарубежных изданиях – 72, в реферативной базе научных публикаций Web of Science – 70 и в реферативной базе данных Scopus – 105 (соответственно в 2018 г. – 32 и 53).

На международных, российских и региональных выставках-ярмарках научная продукция НИУ награждена 18 медалями (из них 15 золотых, одна серебряная, 2 бронзовых), 25 дипломами и почетными грамотами. Ученые НИУ в отчетном году принимали участие в работе 64 международных (в том числе 3 зарубежных), 12 всероссийских и 36 региональных конференций, конгрессов, симпозиумов и семинаров.

Научное и научно-техническое сотрудничество, в том числе между-

народное, осуществлялось на основе соглашений, договоров и контрактов с предприятиями и фирмами, научно-исследовательскими организациями Франции, Германии, Италии, Китая, Австрии, Индии, Чехии, Тайваня, Казахстана, Беларуси, Туркменистана, Узбекистана и других стран ближнего и дальнего зарубежья. Предметом сотрудничества являются вопросы развития существующих и разработка новых систем высокоэффективных интенсивных машинных технологий, энергонасыщенной техники, роботизированных технических средств и цифровых технологий для производства основных видов конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, а также создание эффективных систем энергообеспечения, энергоресурсосбережения и возобновляемой энергетики в сельской местности и аграрном секторе производства, в том числе с использованием цифровых технологий. Результаты проведенных исследований подтверждают выполнение планов НИР научных учреждений на 2019 г. Научные отчеты были представлены НИУ Министерства науки и высшего образования России в соответствии с существующими требованиями (ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 7.32-2017) [15].

Выводы

1. Научный анализ полученных научных и научно-технических результатов, представленных научными центрами и научно-исследовательскими учреждениями (НИУ), свидетельствует, что проведенные исследования направлены на реализацию Плана НИР на 2019 г. и плановый период 2019-2020 гг. и Задания на оказание государственных услуг (выполнение работ).

2. Высокий уровень использования новых разработок в агропромышленном комплексе подтверждает их актуальность, особенно в условиях намеченной цифровизации сельскохозяйственного сектора, чему свидетельствуют действующие и выполненные соглашения, договоры, контракты и гранты.

Список

использованных источников

1. Развитие интенсивных машинных технологий, роботизированной техники, эффективного энергообеспечения и цифровых систем в агропромышленном комплексе / Ю.Ф. Лачуга [и др.] // Техника и оборудование для села. 2019. № 6. С.2-8.
2. Отчет Отделения сельскохозяйственных наук РАН о выполнении фундаментальных и поисковых научных исследований в 2018 г. / А.В. Гарист [и др.] // М.: ОСХН РАН, 2019. 476 с.
3. Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х. Интенсивные машинные технологии и техника нового поколения для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2017. № 7. С. 2-6.
4. Стратегия развития механизации и автоматизации животноводства на период до 2030 года / Н.М. Морозов [и др.] // М.: Росинформагротех. 2015. 152 с.
5. Лачуга Ю.Ф., Смирнов И.Г., Шогенов Ю.Х. Агроинженерная наука – производству // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 3. С. 3-5.
6. Akhalaya B.Kh., Shogenov Yu.Kh. Mechanization and Automation of Working Processes of Tillage and Seedig F // Russian Agricultural Sciences, 2017, Vol. 3, № 3, Pp. 277-280.
7. Технологии XXI века в агропромышленном комплексе России / А.В. Гарист [и др.] // Сб. статей. М.: «Росинформагротех», 2018. 532 с.

8. Федоренко В.Ф., Гольяпин В.Я. Тракторы сельскохозяйственного назначения за рубежом: тенденции развития и инновационные разработки // Техника и оборудование для села. 2016. № 1. С. 2-7.
9. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР) (Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642). М.: 44 с.
10. Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (с изменениями от 31 октября 2015 г.). М. 2015. С.191.
11. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996.
12. Shogenov Yu.H., Mironova E.A., Moiseenkova V.Yu., Romanovsky Yu.M. Bioelectric response of plants to the local low-intensive irradiation in the spectral range 330- 1300 nm // SPIE. Coherence Domain Optical Methods in Biomedical Science and Clinical Applications II. San Jose (USA), 1998. V. 3251. P. 172-182.
13. Шогенов А.Х., Стребков Д.С., Шогенов Ю.Х. Аналоговая, цифровая и силовая электроника / Учебное пособие под ред. акад. РАН Д.С. Стребкова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. 416 с.
14. Солнечная энергетика: состояние и перспективы развития / Д.С. Стребков [и др.] // Техника и оборудование для села. 2019. № 3. С. 42-48.
15. ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и из-

дательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: ФГУП «Стандартинформ»-ИД «Юриспруденция». 2017. 28 с.

Scientific and Technical Products of Scientific Organizations of Agro-engineering Profile in the Conditions of Digitalization of Agricultural Sector

Yu.F. Lachuga, Yu.Kh. Shogenov
(RAS Department of Agricultural Sciences);
A.Yu. Izmaylov, Ya.P. Lobachevsky
(Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. The main research results for 2019 of scientific institutions of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, under the scientific and methodological guidance of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences in the section of mechanization, electrification and automation, in the field of the development of highly efficient machine technologies, high energized equipment, robotic equipment, and digital technologies for the production of the main types of competitive crop and livestock products, as well as on creating efficient energy supply and renewable energy systems in the agricultural sector of production are provided.

Keywords: high energized machinery, machine technology, mobile units, digitalization, robotic means, tillage, electrification, automation, energy supply, renewable energy, photovoltaic systems.

Уважаемые коллеги!

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

ЗАЩИЩЕННЫЙ ГРУНТ РОССИИ

18-20 ноября
2020 года

+7.499.178.0159

info@rusteplika.ru

www.rusteplika.ru

Москва, ВДНХ

Сильный ход от Ростсельмаш

«Комбайн получился интересный – хороший пример развития отечественной техники», – делится впечатлениями Александр Пигорев, генеральный директор ООО «Черновецкие Зори» (Курская область, Пристенский район). Он знает, о чем говорит: в его хозяйстве уже три комбайна TORUM 785.

Роторный комбайн TORUM 785 Ростсельмаш производит с 2018 г. Родной «стихией» машины можно назвать крупные агропромышленные хозяйства с большими посевными площадями и высокими показателями урожайности на гектар. Это один из самых высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов: за один сезон он способен убрать свыше 2 000 га различных культур. Для примера, за 1 ч он обмолачивает более 45 т пшеницы (свыше 360 т за 8-часовую смену). При уборке кукурузы комбайн показывает наилучшие показатели – почти 100 т/ч высококачественного зерна с минимальным дроблением.

Кроме того, если хозяйство занимается производством зерна на семена, роторная схема комбайна благодаря бережному обмолоту позволит сохранить высокие сортовые качества суперэлитных, элитных и семян первой репродукции.

В регионах с низкой несущей способностью грунта может пригодиться комплектация комбайна полным приводом и сменным полугусеничным ходом.

В «Черновецких зорях» около 8 000 га засеяно кукурузой, подсолнечником и зерновыми. Благодаря жатке Power Stream шириной захвата 9 м уборка урожая в прошлом сезоне прошла без нареканий.

Жатка Power Stream («Мощный поток») – это универсальное устройство шириной захвата 6,7 или 9 м, применяемое и на других моделях комбайнов Ростсельмаш. Устройство оснащено скоростным планетарным редуктором системы «Шумахер». Скорость движения ножей составляет 1080 ход/мин.

«На наклонной камере очень мощный вал – сломать его нереально», – отмечают механизаторы, которые уже отработали на TORUM прошлый сезон. Наклонная камера – настоящее преимущество, особенно на влажной пшенице. «Молотили в дождь, работал без проблем» – таковы первые отзывы. Отмечаются более ровная по сравнению с предшественниками подача массы и работа ротора, а также отличная скоростная выгрузка и мощная цепь элеватора.

Отдельного внимания заслуживают кабина и рабочее место водителя. Механизаторы отмечают удобный поясничный подпор и пневмоподвеску сиденья. Благодаря климатической системе в кабине комфортно работать в любую погоду. Вид из кабины позволяет обозревать всю 9-метровую жатку, не вставая с кресла водителя.

«Хотелось бы, чтобы западные производители уходили от нас – мы готовы покупать нашу технику», – отмечает Александр Пигорев. – Давайте перенимать у них положительный опыт, все то хорошее, что нам подходит. Тогда мы сможем с полным правом гордиться нашими производителями».

Благодаря наличию широкой дилерской сети и огромному выбору запчастей TORUM сегодня является одним из самых выигрышных предложений на рынке. Стоит отметить, что машина предназначена для работы не только в хозяйствах огромных холдингов, ее по достоинству оценят и владельцы небольших угодий, где один такой комбайн способен заменить сразу несколько агрегатов. Окупить же вложения в TORUM 785 получится быстрее.

Комбайн TORUM 785 по праву можно назвать топовой моделью предприятия. Это одна из самых высокопроизводительных агромашин в мире. Первое впечатление от ее работы – это новый уровень техники.





УДК 631.171

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-5-12-15

Эффективность применения элементов технологии точного земледелия при возделывании озимой пшеницы в производственных условиях

Н.П. Мишуров,

канд. техн. наук, первый заместитель-заместитель директора по научной работе,
mishurov@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»);

Д.А. Петухов,

канд. техн. наук, зам. директора по научной работе,
dmitripet@mail.ru

Е.В. Бондаренко,

науч. сотр.,
evgbond3190063@yandex.ru

А.Б. Иванов,

науч. сотр.,
artem_b_ivanov@mail.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
(КубНИИТиМ));

С.А. Семизоров,

канд. с.-х. наук, доц.,
semizorov-tyumen@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «ГАСУ Северного Зауралья»)

Аннотация. Приведены результаты применения элементов технологии точного земледелия, позволяющие оценивать урожайность в зонах плодородия и дифференцированно воздействовать на выявленную внутриполевую неоднородность поля. Показана экономическая эффективность производства озимой пшеницы при дифференцированном внесении минеральных удобрений в зонах с различным относительным уровнем почвенного плодородия.

Ключевые слова: внутриполевая неоднородность, озимая пшеница, дифференцированное внесение удобрений, зона плодородия, доза внесения, урожайность, эффективность.

Постановка проблемы

Федеральной научно-технической программой развития сельского

хозяйства на 2017-2025 гг. согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 поставлена задача создания и внедрения современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые будут способствовать повышению урожайности и эффективности производства зерна [1].

В настоящее время с учетом достижений науки и техники в области сельского хозяйства данную задачу невозможно решить без применения технологии координатного (точного) земледелия [2], предусматривающей дифференцированное внесение удобрений, основным принципом которого является внесение необходимого минимума удобрений для получения экономически оправданного урожая.

Известно, что неоднородность плодородия почвы в пределах поля различна по рельефу, почвенному покрову, агрохимическим и агрофизическим показателям. Все эти факторы обоснованы естественными причинами и используемыми технологиями возделывания сельскохозяйственных культур. Выравнивать естественные природные различия почвенного покрова в пределах поля пытаются внесением минеральных удобрений, наслаивая на естественную неоднородность почвенного покрова искусственную. Внесение удобрений одинаковыми дозами при неоднородном составе питательных веществ в почве приводит к их локальной передозировке или недостаточности. Таким образом, удобрения необходимо вносить в соответствии с потребностью растений, что обеспечит оптимальную эффективность их использования [3].

Эффективность дифференцированного внесения удобрений напрямую зависит от внутриполевой неоднородности плодородия почвенно-земельного покрова. Исследователями как в нашей стране, так и за рубежом установлено, что дифференцированное внесение удобрений экономически не всегда оправдывается, так как в большинстве случаев не учитываются уровень и выраженность внутриполевой пестроты плодородия почвы [4].

Проведение исследований по изучению влияния внутриполевой неоднородности на урожайность сельскохозяйственных культур при внедрении современных технологий актуально, так как получаемые результаты свидетельствуют об эффективности использования высокоинтенсивных агротехнологий в условиях неоднородности [5, 6]. Кроме того, обосновано, что в крупномасштабных производственных полевых опытах варьирование параметров плодородия опытного участка может оказывать существенным фактором, влияющим на неоднородность урожайности сельскохозяйственных культур в пределах делянок [7].

В 2018-2019 гг. на валидационном полигоне Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) были проведены исследования технологии координатного земледелия с дифференцированным внесением удобрений и картированием урожайности озимой пшеницы [8], анализ результатов которых позволит установить эффективность применения элементов технологии точного земледелия при возделывании озимой пшеницы в производственных условиях.

Цель исследований – определение максимального дохода в зонах с различным относительным уровнем почвенного плодородия при дифференцированном внесении минеральных удобрений.

Материалы и методы исследования

Использованы методы анализа опубликованных результатов по оценке внутриполевой неоднородности почвенного покрова, ретроспективного мониторинга с использованием десятков разновременных данных дистанционного зондирования поля и методика полевых опытов, предусматривающая дифференцированное внесение удобрений различными дозами по зонам плодородия и уборку озимой пшеницы с картированием урожайности.

С помощью метода ретроспективного мониторинга была создана электронная карта устойчивой внутриполевой неоднородности плодородия поля 7/3 валидационного полигона КубНИИТиМ (рис. 1), на основе которой разработаны цифровые карты-задания для закладки полевого опыта по дифференцированному внесению минеральных удобрений на озимой пшенице.

Анализ множества источников показал, что карты устойчивой внутриполевой неоднородности, полученные по технологии ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова с использованием десятков разновременных данных дистанционного зондирования (ДДЗ) со спутников Landsat и Sentinel, являются самыми информативными для целей координатного земледелия [9]. При этом ДДЗ используются для вычисления вегетационных индексов NDVI. Попытки использовать текущий NDVI для формирования карт-заданий на дифференцированное внесение удобрений успеха не имели, и NDVI в основном используется для мониторинга по ДДЗ [10].

Сложность применения вегетационного индекса для выдачи рекомендаций по дифференцированной обработке полей связана также с проблемами нормализации кадров

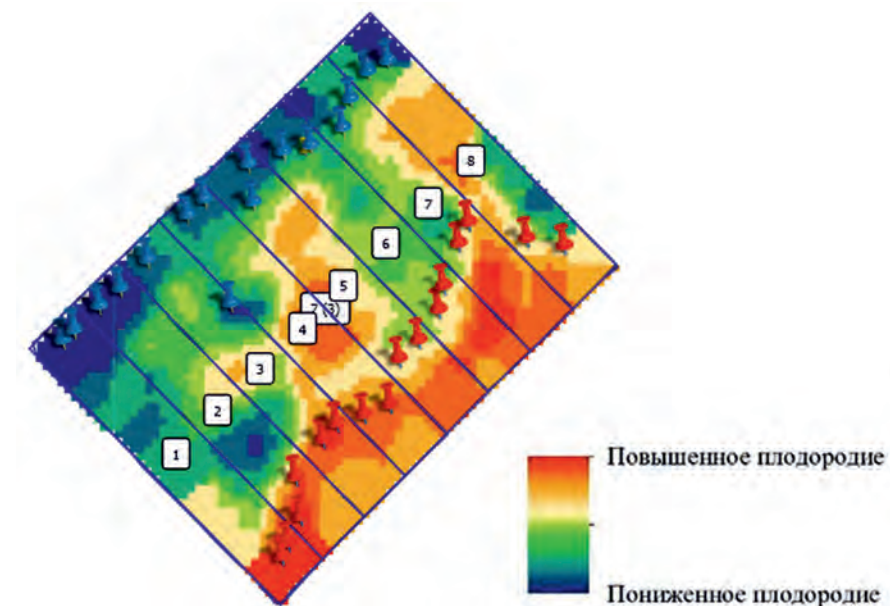


Рис. 1. Карта устойчивой внутриполевой неоднородности опытного поля 7/3 валидационного полигона КубНИИТиМ

данных дистанционного зондирования, полученных в разных условиях съемки, и высокой динамичностью состояния сельскохозяйственных культур в течение одного вегетационного периода и по годам [11]. Для компенсации недостатков работы с ДДЗ применяли технологию ретроспективного мониторинга, разработанную на принципах спектральной окрестности линии почв [12].

Полевые исследования по дифференцированному внесению гранулированных минеральных удобрений проводили на озимой пшенице сорта «Таня РС-1» (предшественник – кукуруза на зерно). Поверхностное дифференцированное внесение диаммофоса под посев озимой пшеницы было проведено 26 сентября 2018 г. агрегатом Беларусь 1025.2 + Bogballe M2, оборудованным отечественным навигационным комплексом «Агронавигатор-Асур-Дозатор» (ООО «Системы точного земледелия»). Применение навигационного комплекса позволило выдержать заданную дозу внесения при изменении рабочей скорости движения агрегата и по местоположению на поле, а также обеспечило параллельное вождение агрегата с автоматическим управлением процессом внесения гранулированных минеральных удобрений с помощью электрического линейного актуатора.

Посев провели 5 октября 2018 г. посевным агрегатом МТЗ-82+СЗ-5,4 с нормой высева семян 5 млн шт/га (250 кг/га) и одновременным внесением аммофоса 50 кг/га. Первую дифференцированную подкормку озимой пшеницы аммиачной селитрой провели 6 марта разбрасывателем, вторую – 1 апреля 2019 г., согласно разработанным картам-заданиям.

В дальнейшем при анализе результатов была принята формулировка «общей дозы внесения удобрений», которая подразумевает дозу удобрений при основном внесении, посеве и две поверхностные подкормки.

Оценку показателей урожайности в зонах с высоким и низким уровнями плодородия и составление цифровой карты урожайности проводили с помощью зерноуборочного комбайна Acros-550, оборудованного системой картирования урожайности Trimble YM (рис. 2).

Применение данной системы позволило получить такие показатели, как масса убранного зерна, мгновенная урожайность, средняя в текущей загрузке и на текущем поле урожайность, влажность культуры, обработанная площадь и др. При этом расхождение между показаниями системы по параметру массы убранного зерна не превысило 1,5 %, по влажности зерна – 0,1 %.

Рис. 2.
Монитор TMX-2050
системы
картирования
урожайности
Trimble YM,
установленный
в кабине
зерноуборочного
комбайна
Acros-550



Результаты исследований и обсуждение

Анализ результатов исследований показал, что увеличение урожайности озимой пшеницы на 1 кг внесенного удобрения (отзывчивость на удобрение) оказалось разным для каждой из зон (см. таблицу).

В зоне низкого плодородия при увеличении общей дозы удобрений с 200 до 600 кг/га происходит увеличение урожайности с 66,3 до 73,3 ц/га, а при дозе внесения 800 кг/га – снижение на 1,8 ц/га. В зонах с высоким уровнем плодородия при увеличении общей дозы удобрений с 200 до 600 кг/га урожайность увеличивается с 72,9 до 83,9 ц/га, а дальнейшие увеличение дозы до 800 кг/га приводит к ее снижению а 6 ц/га.

Установлено, что самая высокая урожайность – 83,9 ц/га (в зоне высокого плодородия) и 73,3 ц/га (в зоне низкого плодородия) получена при общей дозе внесения удобрений 600 кг/га.

В зоне высокого плодородия была отмечена высокая отзывчивость озимой пшеницы на минеральные удобрения (рис. 3). При увеличении дозы удобрений с 200 до 600 кг/га прибавка урожайности озимой пшеницы составила 11 ц/га. Дальнейшее увеличение дозы удобрений, как и в зонах с низким плодородием, привело к снижению урожайности.

Параметры озимой пшеницы по дозам внесения минеральных удобрений в различных зонах плодородия на поле 7/3

Зона плодородия	Общая доза внесения удобрений, кг/га	Средняя высота растения, см	Отношение массы зерна к массе соломы	Влажность зерна, %	Масса 1000 зерен, г	Урожайность в пересчете на стандартную влажность, ц/га
Низкая	200	74,6	1:1,23	10,5	43,2	63,3
	400	76,6	1:1,03	11,7	43	69,7
	600	80	1:1,2	12,3	44	73,3
	800	79	1:1,25	12,5	43,7	71,5
Высокая	200	76,5	1:1,18	13	44,3	72,9
	400	78,1	1:1,1	14,5	46,2	76,5
	600	79,6	1:1,23	16,5	44,9	83,9
	800	80,4	1:1,45	18,6	46,2	77,9

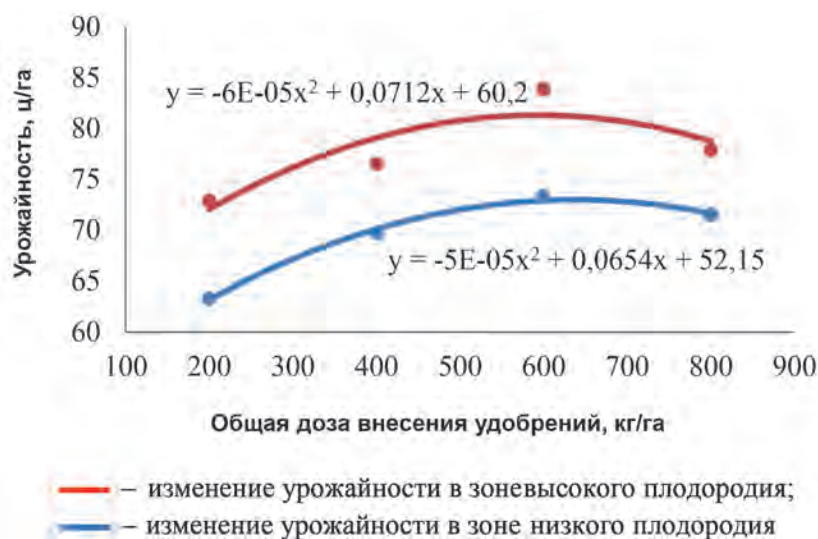


Рис. 3. Зависимость урожайности озимой пшеницы от дозы внесения удобрений по зонам плодородия на поле 7/3

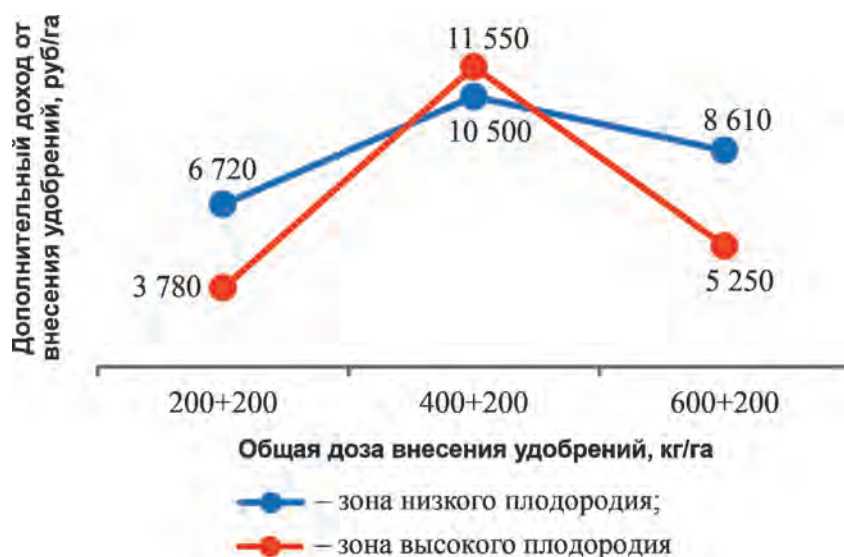


Рис. 4. Изменение дополнительного дохода в зависимости от внесения удобрений по зонам плодородия на поле 7/3

Выводы

1. При увеличении общей дозы внесения минеральных удобрений до 600 кг/га в зонах низкого и высокого плодородия карты устойчивой внутриполевой неоднородности прибавка урожайности составила порядка 15 %, что свидетельствует о том, что карта устойчивой внутриполевой неоднородности может быть интерпретирована как карта отзывчивости озимой пшеницы на удобрения.

2. Максимальный доход – 11,5 тыс. руб/га получен в зоне с высоким уровнем плодородия при общей дозе внесения удобрений 600 кг/га.

3. На основе карты устойчивой внутриполевой неоднородности почвенного покрова можно увеличить эффективность применения азотных удобрений путем перераспределения имеющихся хозяйственных доз внутри поля в виде карт-заданий для техники, оборудованной системами точного земледелия.

Список

использованных источников

1. Постановление Правительства РФ от 25.08.2017 № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» // Собрание законодательства РФ. 2017. Ст. 5421.

2. ГОСТ Р 56084-2014 Глобальная навигационная спутниковая система. Система навигационно-информационного обеспечения координатного земледелия. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2014. 7 с.

3. Беленков А.И., Железова С.В., Березовский Е.В., Мазиров М.А. Элементы технологии точного земледелия в полевом опыте РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева // Известия ТСХА. 2011. Вып. 6. С. 90-100.

4. Афанасьев Р.А., Беленков А.И. Внутрипольная вариабельность // Фермер. 2016. № 4. С. 36-40.

5. Технология точного земледелия: дифференцированное внесение удобрений с учетом внутриполевой неоднородности почвенно-земельного покрова / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Д.А. Петухов, А.В. Трубников, С.А. Семизоров // Техника и оборудование для села. 2019. № 2. С. 2-8.

6. Сравнительный анализ информативности вегетационных индексов и измерений урожайности сельскохозяйственных культур в системе точного земледелия / А.Д. Рухович, Е.В. Вильчевская, Н.В. Калинина, Д.А. Петухов, Д.И. Рухович / XIX Междунар. науч.-междисциплинар. конф. SGEM Гео & Экспо 2019. Болгария, Албена: SGEM Organizing Team, 2019. С. 501-508.

7. Витковская С.Е. Методы оценки неоднородности почвенного покрова при планировании и проведении полевых опытов. СПб: АФИ, 2011. 52 с.

8. Петухов Д.А., Таркинский В.Е., Иванов А.Б. К координатному земледелию // Информационный бюллетень. 2020. № 3. С. 44-46.

9. Оценка внутриполевой неоднородности почвенного покрова для технологий координатного земледелия // Техника и оборудование для села. – 2017. № 9. С. 2-6.

10. Рухович Д.И. Принципы организации проблемно-ориентированной системы ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова на основе дистанционного зондирования Земли / В.Ф. Федоренко, Д.И. Рухович, П.В. Королева, Е.В. Вильчевская, Н.В. Калинина, А.В. Трубников, Н.П. Мишуров // Информация и космос. 2016. № 3. С. 108-123.

11. Рухович Д.И., Шаповалов Д.А. Исследование долгосрочной локальной изменчивости земельного покрова методом ретроспективного мониторинга // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 6.

12. Применение кусочно-линейной аппроксимации спектральной окрестности линии почв для анализа качества нормализации материалов дистанционного зондирования / А.Л. Куляница, А.Д. Рухович, Д.Д. Рухович, П.В. Королева, Д.И. Рухович, М.С. Симакова // Почвоведение. 2017. № 4. С. 201-410.

Efficiency of Application of Elements of Precision Farming Technology for Cropping Winter Wheat in Production Conditions

N.P. Mishurov

(Rosinformagrotekh);

D.A. Petukhov, E.V. Bondarenko, A.B. Ivanov

(Novokubansk Affiliate of Rosinformagrotekh [KubNIITiM]);

S.A. Semizorov

(State Agrarian University of Northern Trans-Urals)

Summary. The results of the application of elements of precision farming technology, which make it possible to evaluate the yield in fertility zones and to differentially influence the revealed intra-field heterogeneity of field, are provided. The economic efficiency of winter wheat production with differentiated application of mineral fertilizers in areas with different relative levels of soil fertility is shown.

Keywords: intra-field heterogeneity, winter wheat, differential fertilizer application, fertility zone, application dose, yield, efficiency.

УДК 631.348

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-5-16-19

Обоснование параметров инжекторного распылителя

Н.В. Алдошин,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
naldoshin@yandex.ru

М.А. Сафонов,

инженер,
maksim.safonov@mail.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева»)

Аннотация. Отражены перспективы развития конструкции инжекторного распылителя типа ID120-025 фирмы LEECHLER. Для оптимизации основных технологических и конструктивных параметров и режимов работы инжекторных распылителей разработана и изготовлена лабораторная установка для испытания данного распылителя. Проведены экспериментальные исследования по определению площади покрытия препаратом обрабатываемой поверхности.

Ключевые слова: лабораторная установка, инжекторный распылитель, дисперсия, площадь покрытия.

Постановка проблемы

Совершенствование технологических процессов и основных конструктивных параметров опрыскивателей ведется в направлении повышения производительности и качества выполняемых работ путем технической модернизации элементов конструкции (распылители, штанги, насосная группа и др.), а также снижения экологической нагрузки на окружающую среду благодаря дозированному и адресному внесению химических средств защиты от болезней, вредителей и сорной растительности [1, 2, 4].

На опрыскивателях широко применяются различные типы распылителей, позволяющие работать в широком диапазоне технологических настроек машин. Существенное влияние на качество внесения ядохимикатов оказывает размер капель. Наиболее рациональный размер – 80-360 мкм. При диаметре менее 80 мкм происходит интенсивное испарение капель и снос их ветром. У щелевых распылителей количество таких капель составляет около 35%. В связи с этим качество работы щелевых распылителей невысокое. Капли размер, которых выше 360 мкм, плохо удерживаются на поверхности растений и скатываются с нее [1, 3].

В настоящее время имеется значительный спектр конструктивных разновидностей распылителей, поэтому вопрос оптимизации их технологических и конструктивных параметров для конкретных условий работы является особенно актуальным. Анализ технологических и конструктивных особенностей существующих распылителей

показал, что в настоящее время наиболее часто применяют инжекторные распылители. Они создают более направленный поток пенных капель, насыщенных воздушными пузырьками, но несмотря на то, что образуют крупный размер капель (500 мкм и более), отличаются лучшим качеством работы [9, 12]. Пенно-воздушная структура капель обеспечивает хороший контакт их с поверхностью листьев. Соприкасаясь с обрабатываемым листом, они дробятся на мелкие частицы и плотно покрывают поверхность тонкой пленкой, что позволяет применять препараты с минимальными потерями, так как мелкие капли при работе инжекторного распылителя отсутствуют, а водовоздушные капли лучше задерживаются на листовой поверхности и не скатываются. Область применения инжекторных распылителей – внесение средств защиты растений, регуляторов роста, жидкокристаллических удобрений (КАС) [7, 11].

Цель исследований – определение конструктивных параметров и режимов работы инжекторных распылителей типа ID120-025 фирмы LEECHLER.

Материалы и методы исследования

Отличительной особенностью инжекторного распылителя является наличие камеры смешения 5 рабочей жидкости с воздухом и сообщение ее с атмосферой через инжектор 4 (рис. 1).

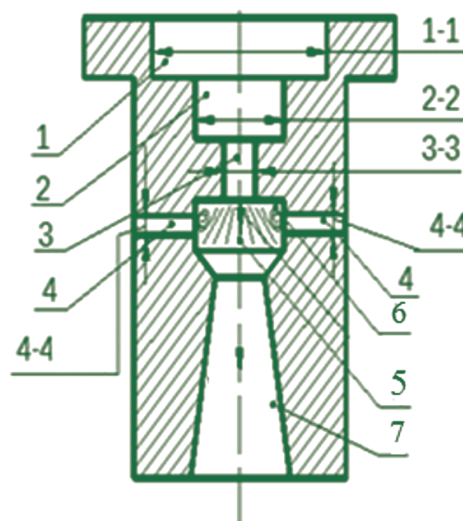


Рис. 1. Схема инжекторного распылителя:

1 и 2 – камеры нагнетания рабочей жидкости;
3 – канал; 4 – воздушное отверстие;
5 – камера смешения;
6 – вихревая область; 7 – расширитель Вентури

Работает конструкция следующим образом. Жидкость под давлением P_1 и со скоростью V_1 поступает в цилиндрическую камеру 1 с проходным диаметром D_1 (сечение 1-1). Проходя через камеру 2 (сечение 2-2) с меньшим проходным диаметром D_2 , скорость жидкости увеличивается до V_2 , а давление падает до P_2 . Далее последовательно жидкость поступает в канал 3 диаметром D_3 со скоростью V_3 под давлением P_3 (сечение 3-3), камеру смешения 5 диаметром D_5 , где приобретает скорость V_5 . Камера 5 сообщается с атмосферой через инжекторное отверстие 4 диаметром D_4 (сечение 4-4) [1].

Для оценки величины напоров в инжекторном распылителе составлена система уравнений Бернулли для рабочего потока в сопловом устройстве для сечений 0-0 и 1-1, 1-1 и 3-3, 2-2 и 3-3, 4-4 и 5-5, 6-6 и 7-7, которые имеют вид:

$$\frac{P_p}{\rho_p g} + \frac{\omega_p^2}{2g} = \frac{P_{p1}}{\rho_p g} + \frac{\omega_{p1}^2}{2g} (1 + \zeta_c), \quad (1)$$

$$\frac{P_{p1}}{\rho_p g} + \frac{\omega_{p1}^2}{2g} = \frac{P_{p3}}{\rho_p g} + \frac{\omega_{p3}^2}{2g} (1 + \zeta_{ex}), \quad (2)$$

$$\frac{P_n}{\rho_n g} + \frac{\omega_n^2}{2g} = \frac{P_{n3}}{\rho_n g} + \frac{\omega_{n3}^2}{2g} (1 + \zeta_{ex}), \quad (3)$$

$$\frac{P_{c4}}{\rho_c g} + \frac{\omega_{c4}^2}{2g} = \frac{P_{c5}}{\rho_c g} + \frac{\omega_{c5}^2}{2g} (1 + \zeta_{dif.}), \quad (4)$$

$$\frac{P_{c5}}{\rho_c g} + \frac{\omega_{c5}^2}{2g} = \frac{P_{c6}}{\rho_c g} + \frac{\omega_{c6}^2}{2g} (1 + \zeta_{ш.}), \quad (5)$$

где $P_p, P_{p1}, P_n, P_{p3}, P_{n3}, P_{c4}, P_{c5}, P_{c6}$, – соответственно давление рабочего потока перед инжекторным распылителем, в выходном сечении рабочего сопла, инжектируемого потока перед распылителем, рабочего и инжектируемого потоков во входном сечении камеры смешения, смешанного потока в выходном сечении камеры смешения, на выходе из диффузора и во внутреннем корпусе щелевой форсунки;

$\omega_p, \omega_{p1}, \omega_n, \omega_{p3}, \omega_{n3}, \omega_{c4}, \omega_{c5}, \omega_{c6}$ – соответственно скорость рабочего потока перед инжекторным распылителем, на выходе из рабочего сопла, инжектируемого потока перед воздушным соплом, рабочего и инжектируемого потоков во входном сечении камеры смешения, смешанного потока в выходном сечении камеры смешения, на выходе из диффузора и во внутреннем корпусе щелевой форсунки;

ρ_p, ρ_n, ρ_c , – соответственно плотность рабочего, инжектируемого и смешанного потоков;

$\zeta_c, \zeta_{ex}, \zeta_{dif.}, \zeta_{ш.}$ – коэффициенты сопротивления сопла, входа в камеру смешения диффузора и щелевой форсунки;

g – ускорение свободного падения.

Результаты исследований и обсуждение

С целью повышения качества дисперсности распыла рабочей жидкости, площади покрытия обрабатываемой

поверхности на кафедре технологических и транспортных машин и комплексов ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА» совместно с ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева» была разработана и изготовлена установка, позволяющая производить испытания распылителей (как щелевых, так и инжекторных) для определения качества их работы (рис. 2).

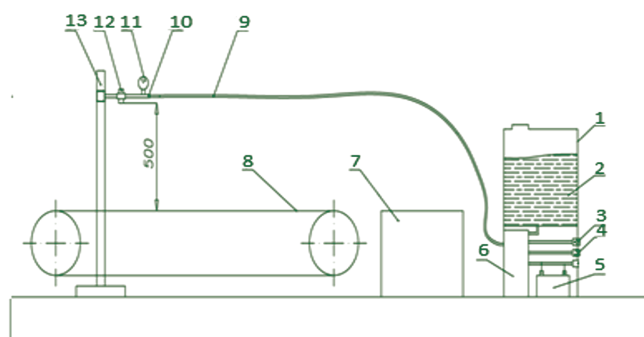


Рис. 2. Лабораторная установка для определения площади покрытия обрабатываемой поверхности:

- 1 – бак вместимостью 18 л; 2 – рабочая жидкость;
- 3 – кнопка управления работой насоса;
- 4 – реле-регулятор давления;
- 5 – аккумуляторная батарея;
- 6 – насос (рабочее давление 6 атм., max – 7,2 атм.);
- 7 – электродвигатель транспортной ленты;
- 8 – ленточный транспортер; 9 – гидрокоммуникация;
- 10 – держатель для распылителя;
- 11 – масляный манометр;
- 12 – инжекторный распылитель;
- 13 – механизм для изменения высоты установки держателя

Технологический процесс работы лабораторной установки представляет собой следующую последовательность действий. При включении кнопкой 3 насоса 6, получающего питание от аккумуляторной батареи 5, рабочая жидкость 2 из бака поступает в гидрокоммуникацию 9. Там создается рабочее давление, которое можно изменять с помощью реле-регулятора 4 в пределах 2-6 атм. Для определения величины рабочего давления установлен манометр 11. Рабочая жидкость поступает к инжекторному распылителю 12, который закреплен на держателе 10. Высота установки распылителя регулируется с помощью механизма 13 в пределах 300-700 мм. Под распылителем установлен ленточный транспортер 8 для контрольных карточек, приводимый от электродвигателя 7. С помощью контрольных карточек проводится оценка площади покрытия препаратом обрабатываемой поверхности. Вся установка монтируется на сварной раме, изготовленной из профиля 40х60 мм.

По окончании исследований контрольные карточки просушиваются в течение 50-60 мин [2], после чего сканируются для определения плотности покрытия обрабатываемой поверхности. Опыты проводятся в трехкратной повторности. Для придания цвета рабочей жидкости в



экспериментальных исследованиях использовался перманганат калия [5]. Дополнительно для имитации ветра использовался вентилятор. Общий вид установки показан на рис. 3.

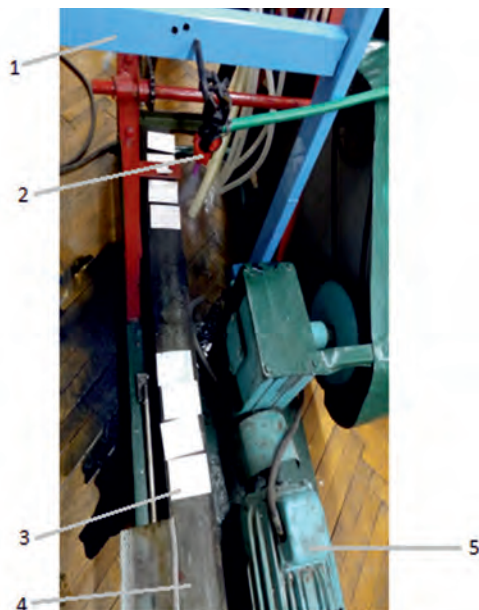


Рис. 3. Общий вид экспериментальной установки:
1 – механизм регулирования положения распылителя по высоте; 2 – инжекторный распылитель, закрепленный на держателе; 3 – контрольные карточки; 4 – ленточный транспортер; 5 – электродвигатель с редуктором для привода транспортерной ленты

Площадь покрытия контрольных карточек каплями рабочего раствора фиксировалась цифровым фотоаппаратом. Работа инжекторного распылителя показана на рис. 4.



Рис. 4. Работа инжекторного распылителя

Площадь покрытия карточки жидкостью определяют по разработанной методике. Каждую карточку со следами капель сканируют в черно-белом спектре. Результаты сканирования сохраняют в виде файла графического формата с расширением «bmp». Отсканированные контрольные

карточки открывают в программе Paint и сохраняют как монохромный рисунок с исходным расширением [5, 6]. Пример обработанной таким образом карточки показан на рис. 5.

Обработка полученных данных осуществлялась по общепринятым методикам с применением стандартных программ: Adobe Photoshop – для сканирования и построения гистограмм; Excel – для обработки данных и получения уравнения регрессии [7, 8].

На основании проведения однофакторных экспериментальных исследований работы инжекторного распылителя определены три значимых фактора: диаметр воздушного отверстия инжектора, угол воздушного отверстия и давление рабочей жидкости. В качестве критерия оптимизации использовалась площадь покрытия обрабатываемой поверхности в процентах. Так как зависимости критерия оптимизации от каждого из значимых факторов являются нелинейными, выбираем план проведения экспериментов 3^3 [2, 10].

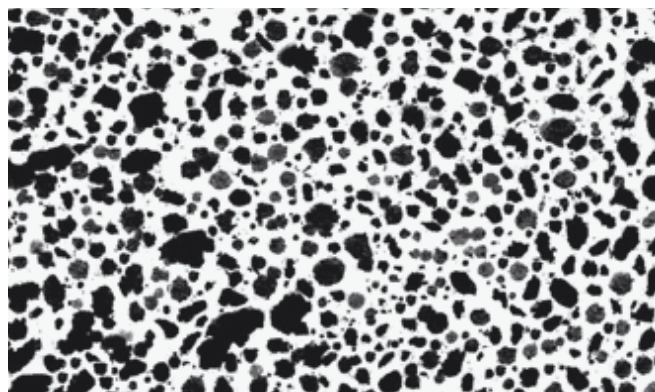


Рис. 5. Контрольная карточка для определения площади покрытия рабочей жидкостью обрабатываемой поверхности

В ходе реализации эксперимента были определены уровни варьирования факторов (см. таблицу).

Уровни варьирования факторов

Уровни варьирования	Давление, МПа	Диаметр воздушного отверстия, мм	Угол воздушного отверстия, град.
Верхний (+1)	0,6	2	90
Нулевой	0,4	1,5	75
Нижний (-1)	0,2	1	60
Интервал варьирования, ΔX_i	0,2	0,5	15

Площадь покрытия рабочей жидкостью контрольных карточек при работе инжекторных распылителей вычисляется по формуле

$$y_1 = 49 + 1,9X_1 + 8,1X_2 + 2,3X_3 + 31,1X_1^2 + 33,2X_2^2 + 32,5X_3^2 - 1,3X_1X_3 - 0,8X_2X_3. \quad (6)$$

Достоверность математической модели (6) оценивали ошибкой расхождения ε между данными, полученными теоретически и экспериментально [6]:

$$\varepsilon = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\frac{D}{4_{теор}} - \frac{D}{4_{эксп}}}{\frac{D}{4_{теор}}} \right|, \% \quad (7)$$

В результате сопоставления теоретической и экспериментальной кривой расхождение составило $\varepsilon = 3,87\% < 5\%$, что свидетельствует о достоверности физической модели.

Выводы

1. Лабораторные испытания рассматриваемого инжекторного распылителя выявили оптимальные параметры работы, при которых соблюдаются все необходимые агротехнические требования.

2. Максимальное значение равномерности покрытия (68,4%) по сравнению со стандартным (51,8%) наблюдается при следующих значениях исследуемых факторов: рабочее давление $P_1 = 0,420-0,460$ МПа, диаметр воздушного отверстия $D_4 = 1,65-1,7$ мм, расход рабочей жидкости $Q_{ж} = 0,98-1,10$ л/мин при угле установки воздушного отверстия 90° .

Список использованных источников

1. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента. М.: Металлургия, 1969. С. 156.
2. Голоцуцких В.И., Олешицкий В.В. Методика определения качества работы распылителей // Достижения науки и техники в АПК. 2008. № 16. С. 42-43.
3. Смелик В.А., Теплинский И.З., Яблоков А.В. Пневматические распылители для фитосанитарных работ (монография). Ярославль: ЯГСХА, 2003. 134 с.

Реферат

Цель исследований – определение конструктивных параметров и режимов работы инжекторных распылителей типа ID120-025 фирмы LEECHLER. Особенность инжекторного распылителя – наличие камеры смешения рабочей жидкости с воздухом и сообщение ее с атмосферой через инжектор. В предлагаемой конструкции жидкость под давлением P_1 и со скоростью V_1 поступает в камеру диаметром D_1 . Проходя через камеру с меньшим диаметром D_2 , скорость жидкости увеличивается до V_2 , а давление падает до P_2 . Далее жидкость со скоростью V_3 под давлением P_3 поступает в канал диаметром D_3 , камеру смешения диаметром D_5 , где приобретает скорость V_5 . Эта камера сообщается с атмосферой через инжекторное отверстие диаметром D_4 . Для оценки величины напоров в инжекторном распылителе составлена система уравнений Бернулли для рабочего потока в сопловом устройстве. Разработана и изготовлена установка, позволяющая производить испытания распылителей для определения качества их работы. На основании проведенных однофакторных экспериментальных исследований работы инжекторного распылителя определены три значимых фактора: диаметр воздушного отверстия инжектора, угол установки воздушного отверстия и давление рабочей жидкости. В качестве критерия оптимизации использовалась площадь покрытия обрабатываемой поверхности в процентах. Применялся план проведения экспериментов 3^3 . Лабораторные испытания рассматриваемого инжекторного распылителя выявили оптимальные параметры работы, при которых соблюдаются все необходимые агротехнические требования. Максимальное значение равномерности покрытия (68,4%) по сравнению со стандартным (51,8%) наблюдается при следующих значениях исследуемых факторов: рабочее давление $P_1 = 0,420-0,460$ МПа, диаметр воздушного отверстия $D_4 = 1,65-1,7$ мм, расход рабочей жидкости $Q_{ж} = 0,98-1,10$ л/мин, угол установки воздушного отверстия 90 град.

Abstract

The purpose of the research is to determine the design parameters and operating modes of the LEECHLER ID120-025 type injection nozzles. A feature of the injector sprayer is the availability of a chamber for mixing the working fluid with air and fluid connection to the atmosphere through the injector. The liquid under pressure P_1 and at a velocity V_1 in the proposed design enters the chamber having a diameter D_1 . While passing through a chamber having a smaller diameter D_2 , the fluid velocity increases to V_2 , and the pressure drops to P_2 . Then the liquid at a velocity V_3 under pressure P_3 enters the channel having a diameter D_3 , a mixing chamber having a diameter D_5 , where it reaches a velocity V_5 . This chamber communicates with the atmosphere through an injection hole having a diameter D_4 . To estimate the pressure in the injection nozzle, the Bernoulli system of equations for the working flow in the nozzle device is compiled. An installation has been developed and manufactured that allows testing sprayers to determine the quality of their work. Based on the conducted one-factor experimental studies of the injector sprayer operation, three significant factors were determined: the diameter of the injector air hole, the angle of the air hole arrangement and the pressure of the working fluid. As a criterion of optimization, the coverage area of the treated surface in percent was used. The experimental plan 3^3 in power 3 was applied. Laboratory tests of the injector sprayer under consideration revealed optimal operating parameters under which all necessary agro-engineering requirements are observed. The maximum value of the coverage uniformity (68.4%) compared with the standard one (51.8%) is observed with the following values of the factors studied: working pressure $P_1 = 0.420-0.460$ МПа, diameter of the air hole $D_4 = 1.65-1.7$ mm, working fluid flow $Q_{fl} = 0.98-1.10$ L / min, installation angle of the air hole is 90 degrees.

4. Смелик В.А., Теплинский О.И. Анализ технологического процесса мобильного протравливателя семенного картофеля как объекта контроля и управления / Технология и средства механизации сельского хозяйства // Сб. науч. тр. СПб., 2006. С.106-110.

5. Голоцуцких В.И. Новая методика обработки результатов исследований распылителей // Инновационно-технологические основы развития земледелия. Курск, 2011. С. 88-90.

6. ГОСТ ИСО 5682-1-2004 Методы испытания распылительных насадок.

7. ГОСТ Р 53053-2008 Машины для защиты растений. Опрыскиватели. Методы испытаний.

8. Хайлиз Г.А., Ковалев М.М. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных. М.: «Колос», 1994. С. 150.

9. Lechler GmbH Ulmer Str. 128, 72555 Metzingen, Deutschland. www.lechler-forsunki.ru www.lechler-agri.com.

10. Методология оперативной оценки состояния технологической системы при выполнении работ по химизации сельскохозяйственной производственной среды / В.А. Смелик, [и др.] // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 40. С. 274-280.

11. Патент № 2048098 С1. 20.11.1995. Устройство управления расходом рабочей жидкости полевыми опрыскивателями с коррекцией на концентрацию раствора / В.Г. Еникеев, [и др.] // Заявка № 5035124/15 от 31.03.1992.

12. Патент № 2149547 С1. 27.05.200. Пневматический опрыскиватель / В.А. Смелик [и др.] // Заявка № 98111696/13 от 18.06.1998.

Justification of Injection Nozzle Parameters

N.V. Aldoshin, M.A. Safonov

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Summary. The development prospects of the design of the LEECHLER ID120-025 type injection sprayer are discussed. To optimize the main process and design parameters, as well as operating modes of injection nozzles, a laboratory unit for testing this sprayer was developed and manufactured. Experimental studies to determine the area of coverage by the preparation of the treated surface have been performed.

Keywords: laboratory installation, injector sprayer, dispersion, coverage area.



УДК 631.313.02

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-5-20-22

Оптимизация конструктивных параметров ротационной бороны

А.В. Пономарев,

канд. техн. наук,
мл. науч. сотр.,
artemponomarev1989@mail.ru

О.Ю. Кремнева,

канд. биол. наук,
вед. науч. сотр.,
kremenoks@mail.ru

А.А. Пачкин,

канд. биол. наук,
ст. науч. сотр.,
capricornalad@gmail.com
(ФГБНУ ВНИИБЗР)

Аннотация. Представлены результаты исследования по оптимизации конструктивных параметров ротационной бороны, а также агрономические показатели технологического процесса поверхностной обработки почвы ротационной бороной.

Ключевые слова: поверхностная обработка почвы, математическая модель процесса обработки почвы, ротационная бороны, игольчатые рабочие органы, оптимизация конструктивных параметров.

Постановка проблемы

На урожайность сельскохозяйственных культур оказывает влияние множество факторов, среди которых важное положение занимают технологии обработки почвы.

Технологии обработки почвы призваны создать наилучшие условия для роста и развития растений, что наряду с другими факторами их жизнеобеспечения способствует увеличению эффективности производства [1-3].

При обработке почвы в садах существенное значение имеет адресно выраженная для каждой культуры дифференцированная структура почвы по слоям. Такой подход диктуется особенностями роста и развития каждой культуры. Обработка почвы в соответствии с данными особенно-

стями является новым направлением, еще не получившим широкого применения в практическом земледелии и требующим глубоких исследований и разработки новых конструкций рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Это влечет за собой разработку новых агротехнических требований не только на обработку почвы, но и в целом на все операции технологии возделывания каждой культуры в разрезе севооборотов. В связи с изложенным следует признать проблему дифференцированной обработки почвы одним из наиболее перспективных и актуальных направлений исследований в разработке новых почвообрабатывающих орудий более высокого уровня [1, 3-5]. Поэтому при обработке почвы в садах рационально использовать сочетание глубокого её рыхления в междурядьях и поверхностного – в приствольных зонах, что позволяет обеспечить сочетание интенсивного рыхления почвенного массива с умеренными энергозатратами. Эффективным приемом поверхностной обработки почвы, в том числе в приствольном пространстве, является её рыхление игольчатыми боронами-мотыгами [1, 6]. Оно позволяет сохранять на поверхности почвы растительные остатки, значительно сокращает вероятность возникновения всех видов эрозии, способствуя накоплению и сохранению почвенной влаги, насыщению поверхностного слоя почвы воздухом, и уничтожает нитевидные корни сорняков.

Цель исследований – определение оптимальных конструктивных параметров ротационной бороны.

Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования проводили на территории структурного подразделения «СКНИИМЭСХ»

«АНЦ «Донской» (г. Зерноград Ростовской области).

Для проведения эксперимента были выделены опытные делянки площадью 0,18 га с необработанным фоном. Длину участка для исследований ротационной бороны измеряли рулеткой (100 м), колышками обозначали начало и конец гона. Время прохождения агрегата по гону замеряли секундомером. Скорость перемещения МТА и расход топлива фиксировали с помощью терминала-регистратора SKRT31 LIGHT GPS TECHNOTON. Для оптимизации конструктивных параметров ротационной бороны были изготовлены сменные секции. Тяговое сопротивление орудия определяли с помощью динамометрической рамы с тензодатчиками.

Результаты исследований и обсуждение

Для решения поставленной оптимизационной задачи необходимо введение некоторых ограничений.

В результате теоретических исследований были определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на изменение тягового сопротивления ротационной бороны:

- диаметр игольчатого диска D , м;
- ширина расстановки игольчатых дисков L , м.

Поскольку движение МТА происходит с постоянной скоростью, ввиду выполнения агротехнических требований, предъявляемых к почвообработке в садах, поступательную и угловую скорости принимают постоянными.

В ходе исследований определялись оптимальные конструктивные параметры ротационной бороны с различными вариантами сменных секций (рис. 1), согласно плану эксперимента.

Полученные данные представлены в табл. 1.

Математическая обработка полученных экспериментальных данных позволила получить зависимость тягового сопротивления ротационной бороны от исследуемых факторов:

$$Y = 1572,5 + 0,1X_1 + 3,04X_2 + 0,68 X_1X_2 + 1,270X_1^2 + 1,007X_2^2,$$

где Y – тяговое сопротивление ротационной бороны, Н;

X_1 – расстояние между игольчатыми дисками, м;

X_2 – диаметр игольчатого диска, м.

В результате дифференцирования выражения (1) получается система линейных уравнений, в ходе решения которых определяются значения исследуемых параметров X_1 , X_2 . После подстановки полученных данных в выражение (1) находится значение параметра оптимизации в центре поверхности отклика. Поверхность отклика – эллиптический параболоид (рис. 2), дающий визуальное представление об изменении тягового сопротивления в зависимости от изменения исследуемых факторов на определенных интервалах варьирования.

Анализируя рис. 2, можно заключить, что оптимальное тяговое сопротивление находится в центре поверхности эллиптического параболоида и составляет $P=1572$ Н, при этом оптимальные параметры исследуемых факторов: диаметр игольчатого диска $D=290$ мм, ширина расстановки игольчатых дисков $L=101$ мм.

При полученных оптимальных значениях диаметра игольчатого диска и ширины расстановки игольчатых дисков наблюдается улучшение качества обработки почвы: количество почвенных агрегатов уменьшается по ширине захвата ротационной бороны по сравнению с контролем на 14,82%, за контроль принят участок почвы, обработанный культиватором КСГ-5. Также наблюдается полное подрезание корневой системы сорняков,

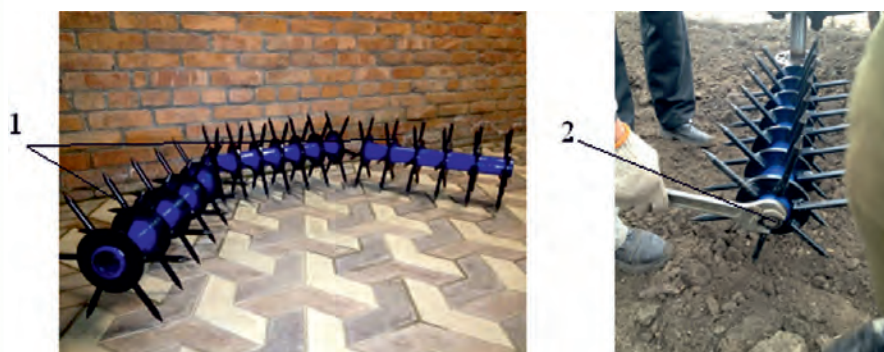


Рис. 1. Сменные секции для проведения исследований: 1 – сменные рабочие органы; 2 – ось

Таблица 1. Экспериментальные данные ротационной бороны

№	Расстояние между игольчатыми дисками в кодированном виде, X_1	Диаметр игольчатого диска в кодированном виде, X_2	Отклик, Н	Коэффициент вариации, V, %	Средне-квадратическое отклонение, S_{xp} , %
1	+	+	3935	2,16	8,7
2	+	-	2628	2,59	8,9
3	+	0	3280	2,22	9,1
4	-	+	1721	2,19	9,4
5	-	-	1465	3,06	7,6
6	-	0	1604	2,12	8,3
7	0	0	1672	2,13	9,4
8	0	+	2010	2,15	9,2
9	0	-	1340	2,12	8,6

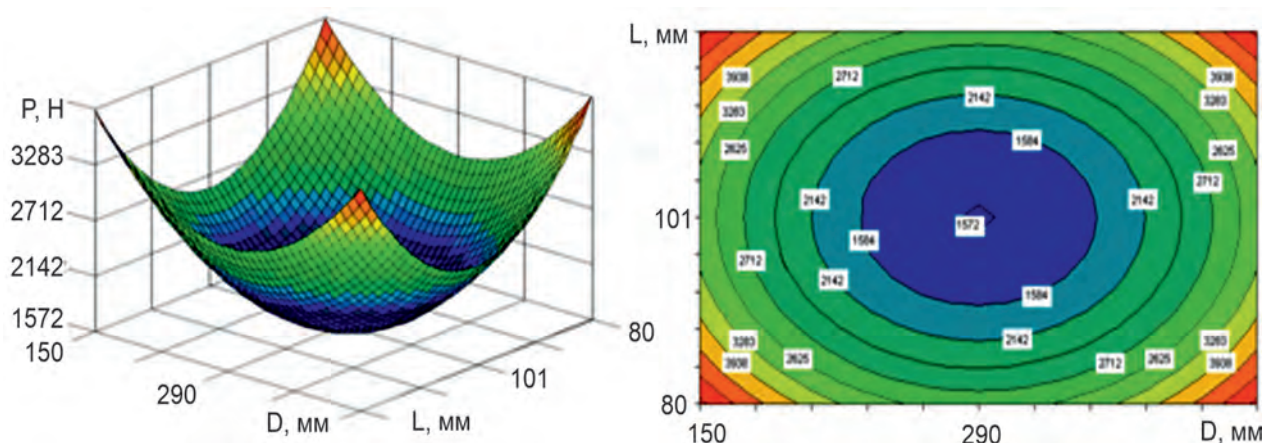


Рис. 2. Поверхность зависимости тягового сопротивления от расстановки игольчатых дисков и диаметра диска и ее двумерное сечение



Таблица 2. Математическая обработка данных агрегатного состава почвы

Параметр	Содержание почвенных агрегатов							
	>10мм				<0,25мм			
	1	2	3	контроль	1	2	3	контроль
Среднее значение	47,21	49,51	49,83	62,1	7,23	6,3	6,42	6,12
Коэффициент вариации, %	2,12	1,21	1,83	-	8,71	13,82	12,21	-
$G_{расчетн.}$	0,32	0,31	0,30	-	0,25	0,51	0,40	-
G_k	0,90							
Среднее квадратическое отклонение	15,12	15,31	14,72	-	68,10	87,62	78,61	-

что предотвращает воздушную и водную эрозию почвы. Все это говорит о положительном влиянии оптимизированных параметров рабочих органов ротационной бороны.

В ходе эксперимента определялись агрономические показатели технологического процесса поверхностной обработки почвы. Полученные значения проверялись по критерию Кохрена при выбранной доверительной вероятности $P = 0,95$ и числе степеней свободы $f = 4$ (табл. 2).

Анализ данных таблицы показал, что полученные значения параметра $G_{расчетн.} < G_k$, следовательно, различия между дисперсиями незначимы, и все измерения обеспечивают одинаковую воспроизводимость результатов. Таким образом, гипотеза об однородности дисперсий подтверждается.

Выводы

1. Получена аналитическая зависимость в виде уравнения регрессии, в результате анализа которой определены оптимальные параметры ротационной бороны:

- диаметр игольчатого диска $D = 290$ мм;
- ширина расстановки игольчатых дисков $L = 0,101$ мм.

2. Определено, что при взаимодействии рабочих органов ротационной бороны с почвой выполняются агротехнические требования, предъявляемые к поверхностной обработке:

- комки размером до 0,025 мм составляют 80-85%;
- полное подрезание и вычесывание сорных растений.

Список используемых источников

1. Систематизация устройств для обработки почвы в садах / Г.Д. Костадинов [и др.] // Растениеводство науки. 2016. Т. LIII. № 1-3. С. 88-97.
2. Влияние технологии обработки почвы на влагообеспеченность обрабатываемого слоя / С.И. Камбулов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 135. С. 50-57.
3. Совершенствование технологического процесса обработки почвы, снижающего водную и технологическую эрозию на склоновых землях / Н.М. Соколов [и др.] // Успехи современного естествознания. 2018. № 11-2. С. 299-304.
4. Tverdokhlebov S.A., Parkhomenko G.G. System of machines for soil

processing in spaces between rows of perennial plantations // Innovations. 2018. № 1. С. 38-39.

5. Tverdokhlebov S.A., Parkhomenko G.G., Dyukarev V.A. Innovation soil-protecting working organs of a universal chisel plow // Conserving soils and water II International scientific confederal: Proceeding. 2017. С. 60-62.

6. Пономарев А.В. Параметры ротационной бороны для поверхностной обработки почвы в приствольных зонах плодовых деревьев: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/ Пономарев А. В., Ростов н/Д, 2018. 20 с.

Optimization of Structural Parameters of Rotary Harrow

A.V. Ponomarev,
O.Yu. Kremneva, A.A. Pachkin

(All-Russian Research Institute for Plant Biological Protection)

Summary. The results of a study to optimize the design parameters of a rotary harrow, as well as agronomic indicators of the surface tillage process using a rotary harrow are provided.

Keywords: surface tillage, mathematical model of the tillage process, rotary harrow, needle working bodies, optimization of design parameters.



УДК 631.362.36

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-5-23-26

Моделирование процесса обмолота початков кукурузы

З.Л. Хажметова,аспирант,
shek-fmer@mail.ru**А.К. Апажев,**д-р техн. наук, проф.,
kbr.apagev@yandex.ru**Ю.А. Шекихачев,**д-р техн. наук, проф., декан,
shek-fmer@mail.ru
(ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский ГАУ»);**М.Х. Аушев,**канд. техн. наук, доц.,
aiinggu@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «Ингушский ГУ»)

Аннотация. Приведены результаты исследования процесса работы кукурузной молотилки. Установлено, что эффективность обмолота початков кукурузы также зависит от величины и направления центробежной силы. Сформулировано условие, способствующее замене трения качения початка трением его скольжения по поверхности диска молотилки.

Ключевые слова: кукуруза, початок, обмолот, молотилка, травмирование, производительность.

Постановка проблемы

Современный уровень механизации производства семян предопределяет основную причину снижения показателей их жизнеспособности – наличие механических повреждений в результате послеуборочной обработки сельскохозяйственных культур техническими устройствами для обмолота. Следует отметить, что в результате микроповреждений зерновок зачастую не наступает быстрая утрата их жизнеспособности.

Однако с течением времени даже такие повреждения становятся все более опасными. В результате нарушения целостности зерна (дробление, плющение, микроповреждение) происходит увеличение интенсивности его дыхания, так как из-за увеличения свободного доступа воздуха к клеткам на поврежденных частях зерна бурно развиваются микроорганизмы, в результате активизации жизнедеятельности которых усиливается и общий процесс дыхания зерновой массы.

Основная причина снижения посевных качеств семян кукурузы – механические повреждения, возникающие в процессе обработки початков и зерна культуры различными молотильными устройствами. В результате происходит значительное снижение полевой всхожести и урожая.

На степень снижения полевой всхожести семян, которая может достигать 45%, большое влияние также оказывают природно-климатические условия региона возделывания сельскохозяйственных культур. Вместе с тем основное влияние все же оказывают механические повреждения при обработке урожая.

Таким образом, проблема совершенствования процесса обработки урожая сельскохозяйственных культур с минимальным травмированием семян является актуальной.

Цель исследований – оптимизация параметров и режимов работы кукурузной молотилки.

Материалы и методы исследования

Процесс производства зерна, в частности кукурузы, предполагает несколько этапов: уборка, очистка початков от обертки, транспортировка, сушка, обмолот, переработка, хранение и реализация. Все эти этапы сопровождаются возникновением количественных (прямых) и качественных (косвенных) потерь [1]. Прямые потери – это утраченное зерно, которое невозможно собрать вторично. Например, комбайновая уборка початков сопровождается такими прямыми потерями, как обруш початков в процессе их отделения от стеблей посредством обрывочных вальцов, обруш в результате действия вальцов и прижимных устройств початкоочистителя, несрезанные стебли, потери початков в процессе их погрузки в транспортные средства и последующего транспортирования с поля.

Характеристики механических повреждений зерна и их количество при уборке и послеуборочной обработке определяются комплексом физико-механических свойств семян и початков, степенью и характером воздействия на них рабочих органов применяемых технических средств. Исходя из этого решить проблему снижения повреждения семян можно тщательным изучением механической прочности зерен, характера их деформаций и разрушения в результате действия определенных нагрузок [2-7], а также установлением оптимальных параметров обмолачивающих устройств в ходе исследования технологического процесса обмолота [8, 9].

При проведении расчетов допускали, что взаимное расположение початков кукурузы не оказывает влияния на технологический процесс и подача початка кукурузы на равномерно вращающийся металлический диск осуществляется с нулевой начальной скоростью.

Результаты исследований и обсуждение

Технологический процесс обмолота початков кукурузы включает в себя три фазы [10, 11]:

- загрузка початков в приемный бункер;
- обмолот;
- выгрузка стержней кукурузы, свободных от зерен.

Наибольший интерес представляет вторая фаза, так как именно здесь происходит основное травмирование семян (рис. 1).

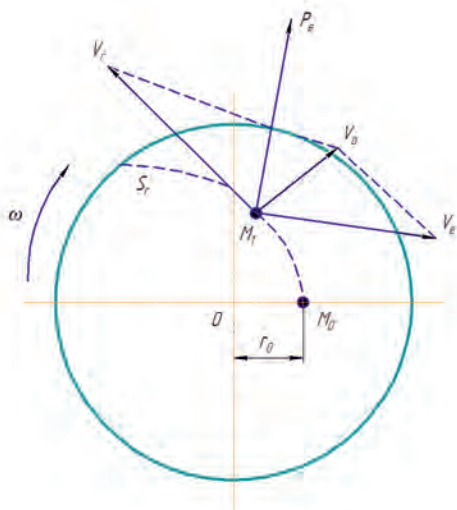


Рис. 1. Движение початка кукурузы по поверхности диска обмолачивающего устройства

Початки кукурузы, поступившие из приемного бункера в центральную часть металлического диска молотильного аппарата, под влиянием центробежной силы заполняют рабочую полость цилиндрического барабана.

На початок кукурузы действуют сила трения F и центробежная сила P_e переносного движения:

$$F = f_1 mg, \quad (1)$$

$$P_e = mr_0 \omega^2, \quad (2)$$

где f_1 – коэффициент трения зерен кукурузы о материал диска;

m – масса початка кукурузы, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

r_0 – расстояние от центра диска до точки подачи початка кукурузы, м.

Окружная скорость точки M_0 равна $V_e = r_0 \omega$. Следует отметить, что данную скорость початок кукурузы может приобрести мгновенно в случае, если сила трения удержит его в состоянии относительного покоя. В этом случае уравнение равновесия можно записать в следующем виде:

$$P_e - F = 0. \quad (3)$$

Отсюда, учитывая выражения (1) и (2), получим:

$$mr_0 \omega^2 - f_1 mg = 0, \quad (4)$$

или

$$f_1 = r_0 \omega^2 / g. \quad (5)$$

Тогда угловая скорость вращения диска будет равна

$$\omega = \sqrt{f_1 g / r_0}. \quad (6)$$

Учитывая, что

$$\omega = \pi n_{\min} / 30, \quad (7)$$

получим:

$$n_{\min} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{f_1 g}{r_0}}. \quad (8)$$

Если число оборотов диска будет меньше значения, установленного по выражению (8), початки кукурузы не будут иметь возможность перемещаться по поверхности диска, в результате чего обмолачивающее устройство будет неработоспособно. В случае превышения этого значения будет происходить перемещение початка кукурузы по центральной части диска с небольшой скоростью по кривой S до момента его встречи с зубьями обмолачивающего устройства. После этого возможны движение початка кукурузы вдоль зубьев и упругий удар. В случае одиночной подачи початков их движение зачастую сопровождается ударами.

При сплошном потоке початков происходит их соударение в основном не с зубьями, а друг с другом. Силы, действующие на початок кукурузы, который движется по вращающемуся в горизонтальной плоскости диску обмолачивающего устройства с восемью зубьями, представлены на рис. 2.

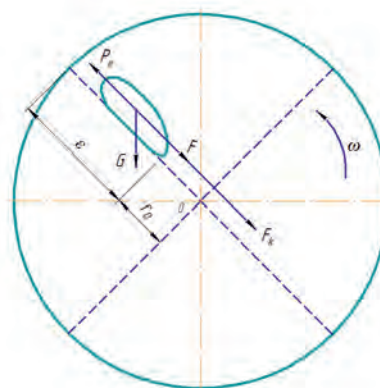


Рис. 2. Силы, действующие на початок кукурузы, который движется по вращающемуся диску обмолачивающего устройства

При движении вдоль зубьев обмолачивающего устройства на початок кукурузы оказывают действие следующие силы:

- тяжести:

$$G = mg; \quad (9)$$

- центробежная:

$$P_e = mr_0 \omega^2; \quad (10)$$

• трения:

$$F = f_1 mg; \quad (11)$$

• кориолисова:

$$F_k = 2f_1 m \omega V_r, \quad (12)$$

где V_r – скорость початка кукурузы, м/с.

Движение початка кукурузы в направлении зубьев будет описываться дифференциальным уравнением вида:

$$m\ddot{\varepsilon} = P_e - F - F_k. \quad (13)$$

Учитывая выражения (10)-(12), получим:

$$\ddot{\varepsilon} = r\omega^2 - f_1 g - 2f_1 \omega \dot{\varepsilon}. \quad (14)$$

Так как

$$r = \varepsilon + r_0, \quad (15)$$

где ε – путь, пройденный початком кукурузы вдоль зубьев, м;

r_0 – расстояние от центра диска до начала установки зубьев, получим:

$$\ddot{\varepsilon} + 2f_1 \omega \dot{\varepsilon} - \omega^2 \varepsilon = \omega^2 r_0 - f_1 g. \quad (16)$$

Выражение (16) является линейным неоднородным уравнением второго порядка, для левой части которого характеристическое уравнение имеет вид:

$$\lambda^2 + 2f_1 \omega \lambda - \omega^2 = 0. \quad (17)$$

Корни этого уравнения можно рассчитать по выражениям:

$$\lambda_1 = \omega \left(\sqrt{1 + f_1^2} - f_1 \right), \quad (18)$$

$$\lambda_2 = -\omega \left(\sqrt{1 + f_1^2} + f_1 \right). \quad (19)$$

Общим решением уравнения (16) будет:

$$\varepsilon = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}, \quad (20)$$

где C_1 и C_2 – произвольные постоянные коэффициенты.

Для нахождения частного решения заменим $\varepsilon = B$. В этом случае $\dot{\varepsilon} = 0$ и $\ddot{\varepsilon} = 0$, а правая часть

$$\omega^2 B = r_0 \omega^2 - f_1 g, \quad (21)$$

или

$$B = r_0 - \frac{f_1 g}{\omega^2}. \quad (22)$$

Учитывая зависимость (21), определим решение уравнения (15):

$$\varepsilon = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + r_0 - \frac{f_1 g}{\omega^2}. \quad (23)$$

При начальных условиях $t = 0$, $\varepsilon = \dot{\varepsilon} = 0$, которые соответствуют подаче початков кукурузы в обмолачивающее устройство, получим:

$$\varepsilon = \left(\frac{f_1 g}{\omega^2} - r_0 \right) \left[\left(\frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left(\lambda_2 e^{\lambda_1 t} - \lambda_1 e^{\lambda_2 t} \right) \right) - 1 \right]. \quad (24)$$

Значение скорости относительного движения початка кукурузы вдоль зубьев обмолачивающего устройства определится из выражения

$$\dot{\varepsilon} = V_r = \left(\frac{f_1 g}{\omega^2} - r_0 \right) \left[\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left(e^{\lambda_1 t} - e^{\lambda_2 t} \right) \right]. \quad (25)$$

Величина радиуса диска обмолачивающего устройства определится так:

$$R = \varepsilon + r_0. \quad (26)$$

При перемещении початков кукурузы по секторам к краям диска обмолачивающего устройства происходит их соприкосновение с зубьями, которые установлены на внутренней поверхности цилиндрического барабана. В результате этого они поднимаются вверх и, опрокидываясь, осуществляют заполнение пространства между защитным кожухом и обмолачивающим устройством. Таким образом, обруш початков осуществляется в результате их сложного движения. Следует подчеркнуть, что перемещение початков кукурузы происходит как по поверхности диска вдоль зубьев, так и относительно друг друга. Кроме того, в результате вращательного движения початков происходит их поворачивание относительно своей оси как вокруг некоторого полюса (т.е. зубьев), так и относительно друг друга благодаря силам трения и силам, действующим в их взаимном зацеплении. Все это способствует их эффективному обмолату.

Силы, действующие на зерна кукурузы в процессе обмолата, представлены на рис. 3.

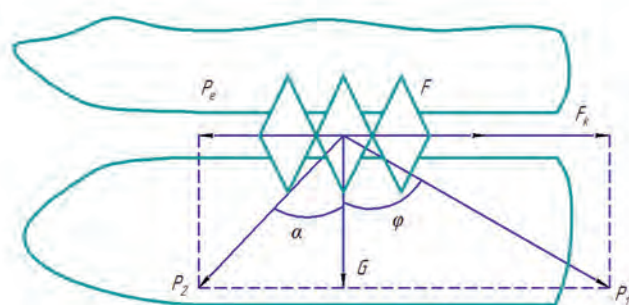


Рис. 3. Силы, действующие на зерна кукурузы в процессе обмолата

Из рис. 3 видно, что на грани каждого соседнего нагруженного зерна действуют силы P_1 и P_2 , которые направлены под углами α и ϕ к вертикали. При этом сила P_1 – равнодействующая силы трения F , которая возникает от давления массы G початков кукурузы, и силы трения, возникающей в результате действия кориолисовой силы F_k .

Сила P_2 – равнодействующая центробежной силы P_e и массы початков G .

$$\bar{P}_1 = \bar{F} + \bar{F}_k, \quad (27)$$

$$\bar{P}_2 = \bar{P}_e + \bar{G}. \quad (28)$$

Суммарные силы трения обеспечивают разрушение связи зерна со стержнем в продольном направлении. При этом условие разрушения зерновой ножки будет следующим:

$$\operatorname{tg} 2\alpha > \frac{2\operatorname{tg}\varphi}{1 - \operatorname{tg}^2 2\varphi} = \frac{2f}{1 - f^2}. \quad (29)$$

Следует отметить, что уменьшение количества рядов зерен на початке ведет к возрастанию величины 2α , а понижение влаги в зерне – к уменьшению величины f .

Выводы

1. Эффективность обмолота початков кукурузы зависит от величины и направления центробежной силы. С продвижением початка к краю диска обмолачивающего устройства влияние центробежной силы на процесс обмолота существенно растет и приводит к его интенсификации в случае, когда эта сила воздействует на початок выше его центра.

2. Установлено условие, способствующее замене трения качения початка трением его скольжения по поверхности диска молотилки.

Список

ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Морозов Н.М.** Направления развития инновационной техники для приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2012. № 1. С.80-88.
2. **Цримов А.З., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М.** Повреждаемость початков кукурузы рабочим органом малогабаритной молотилки // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 4. С. 5-6.
3. **Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Hazhmetov L.M., Fiapshev A.G., Shekikhacheva L.Z., Napov Y.S., Hazhmetova Z.L., Gabachiyev D.T.** Scientific justification of power efficiency of technological process of crushing of forages // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1399.
4. **Frolov V.Y., Sysoev D.P.** The evaluation of efficiency of using technologies for preparation and distribution of fodder at small farms // Research J. of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. № 7. P. 1264-1271.
5. **Frolov V.Y., Sysoev D.P., Tumanova M.I., Sarbatova N.J.** Experimental Aspects of Crushing of The Stalk Forage with a Disc Cone Shaped Working Organ with Combined Segments // Research J. of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. № 9. P. 958-967.
6. **Frolov V.Y., Klasner G.G., Sysoev D.P.** Substantiation of design and standard parameters of chopper of soaked grain of leguminous plants (as an example of the soya grain) // Periodyco Tche Quimica. 2019. № 31. P. 258-267.

7. **Резник Е.И.** Оценка различных технологий измельчения грубых кормов // Кормопроизводство. 1983. № 10. С. 19-20.

8. Исследование движения кукурузного початка в вальцовой молотилке / В.С. Курасов [и др.] // Труды Кубанского ГАУ. 2017. № 69. С. 315-318.

9. **Курасов В.С., Погосян В.М., Цыбулевский В.В.** Параметры кукурузной селекционной вальцовой молотилки // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. 2018. № 136. С. 1-14.

10. **Цримов А.З., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М.** Исследование влияния основных параметров и режимов работы кукурузной молотилки на эффективность обмолота початков // Международный технико-экономический журнал. 2007. № 2. С. 13-16.

11. **Грицай Д.И., Ангилеев Г.О.** Приготовление измельченной кукурузной смеси в крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйствах // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 7. С. 12-13.

Modeling a Corn Ear Threshing Process

Z.L. Khazhmetova, A.K. Apazhev, Yu.A. Shekikhachev

(Kabardino-Balkarian State Agrarian University);

M.Kh. Aushev

(Ingush State University)

Summary. The results of a study of the corn thresher operation are provided. It has been established that the efficiency of threshing corn ears also depends on the magnitude and direction of centrifugal force. A condition is formulated that facilitates replacing the corn ear rolling friction with the corn ear sliding friction on the surface of the thresher disk.

Keywords: corn, ear, threshing, thresher, injury, productivity.



Исследование процесса концентрирования молока ультрафильтрацией

В.Н. Водяков,

д-р техн. наук,
vrvod@mail.ru

О.А. Кувшинова,

канд. техн. наук,
olga-kuvshinova@rambler.ru

А.Д. Репин,

аспирант,
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»)

Аннотация. Представлены результаты исследования процесса ультрафильтрационного концентрирования молока и методика его проведения на мембранной установке LabUnit M20 компании Alfa Laval. Изучена динамика изменения коэффициента проницаемости мембраны, содержания сухих веществ, белков и жира в ретентате, факторов концентрирования по объему, белкам и жиру.

Ключевые слова: ультрафильтрация, концентрирование, молочное сырье, полимерные мембранные элементы, режимные параметры, баромембранные технологии.

Постановка проблемы

В пищевой промышленности, особенно в молочной отрасли, широко используются мембранные технологии. Применение ультрафильтрации для концентрирования молока позволяет повысить безопасность конечного продукта и продлить срок его годности, сохранить компоненты молока, разрушающиеся при высокотемпературной обработке [1].

Молоко содержит все необходимые для питания человека вещества, особую ценность представляют молочные белки, незаменимые аминокислоты и молочные жиры, богатые полиненасыщенными жирными кислотами. Химический состав молока определяет его пищевую и биологическую ценность, а также влияет на технологическую переработку, выход и качество готовой продукции [2].

Для решения проблемы полного и рационального использования ресурсов целесообразным является мембранная обработка молочного сырья. Применение мембранных технологий позволяет фракционировать и концентрировать составные части молочного сырья при максимальном сохранении их пищевой, биологической ценности и технологических свойств, получать новые виды продуктов с регулируемым химическим составом и свойствами [3–5].

Получаемый концентрат молочного белка, содержащий казеин и низкомолекулярные сывороточные фракции, в зависимости от количества в нем белка может быть направлен на нормализацию сырья по белку при произ-

водстве молочных продуктов либо для их обогащения. Кроме того, рационально использовать фильтрат для нормализации по белку молока и молочных продуктов в жидком или сухом виде [6].

Цель исследований – экспериментальное изучение процесса ультрафильтрационного концентрирования молока.

Материалы и методы исследований

Исследование проводилось на базе лаборатории «Энергоэффективные технологии переработки сырья и материалов» ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» (г. Саранск). Объект исследования – пастеризованное молоко по ГОСТ Р 52090-2003. Состав молока по сертификату: жир – $x_{жс} = 2,5\%$; $x_{\delta} = 2,9\%$; лактоза – $x_{л} = 4,8\%$; зола – $x_{з} = 1\%$; остаток – вода – $x_{\delta} = 89\%$. Таким образом, исходная концентрация сухих веществ $x_{св}$ составляла 11,2 %. Используемое оборудование – модернизированная лабораторная мембранная установка LabUnit M20 компании Alfa Laval (Швеция) [7].

Методика исследования процесса ультрафильтрации молока включала в себя следующую последовательность технологических операций:

1. Монтаж двух мембран FSM0.15PP M20 (селективность – 0,15 мкм, общая площадь фильтрации – 0,036 м²) в модуле лабораторной установки LabUnit M20.

2. Расконсервация мембран путем промывки 1%-ным щелочным раствором с рН-фактором 11,5 при температуре 65 °С в течение 20 мин и последующее ополаскивание дистиллированной водой до достижения значения рН7.

3. Определение эталонного значения производительности мембран в режиме фильтрации путем циркуляции в замкнутом контуре потока дистиллированной воды при объемной скорости 8 л/мин с отбором фильтрата в отдельную емкость при заданных значениях температуры (26 °С) и трансмембранной разности давлений (1 бар). Обеспечиваемая при этом скорость фильтрации является базовой характеристикой мембраны, величина которой позволяет принимать решения о необходимости ее замены, регенерации или дальнейшего использования.

4. Мембранная фильтрация молока, при которой молоко в количестве 7 л заливалось в резервуар установки, нагревалось до температуры 40 °С и прокачивалось в режиме циркуляции с отбором пермеата в отдельную емкость в течение 60 мин (рис. 1). Объемная скорость циркуляции молока, заданная частотным регулятором циркуляционного насоса, составляла 5 л/мин. Давление фильтрования – 1,6 бар.



а



б

в

Рис. 1. Внешний вид мембранной установки в процессе ультрафильтрации молока (а), емкости с пермеатом (б) плотностью 1,016 кг/л и содержанием сухих веществ 6,1 % и бака с ретентатом (в) плотностью 1,035 кг/л и содержанием сухих веществ 20 %

В процессе отбора непрерывно регистрировалась компьютером [8] массовая производительность установки по пермеату, которая снижалась из-за отложения осадка на поверхности мембран и частичной закупорки их пор. Общий объем отобранного пермеата составил 1 л.

5. Промывка циркуляционного контура и полостей мембранного модуля дистиллированной водой, нагретой до температуры 65 °С, с содержанием солей не более 50 мг/л до ее обесцвечивания.

6. Промывка щелочным раствором (1 % масс.) при температуре 65 °С в течение 20 мин, затем дистиллированной водой до достижения нейтрального рН-фактора.

Результаты исследований и обсуждение

На первом этапе проводилось концентрирование молока при температуре 25 °С ($V_0 = 7$ л; концентрация белка и жира $x_{\text{б}} + x_{\text{ж}} = 5,4$ %). Исходя из полной селективности мембраны по белку и жиру, концентрация лактозы и золы в пермеате $x_{\text{л+з}}$ принята равной 5,8 % = const.

Масса белка и жира в молоке при плотности $\rho_{\text{м}} = 1,028$ кг/л:

$$m_0^{\text{б+ж}} = m_{\text{к}}^{\text{б+ж}} = \frac{V_0 \rho_{\text{м}} (x_{\text{б}} + x_{\text{ж}})}{100} = \frac{7 \cdot 1,028 (2,5 + 2,9)}{100} = 0,389 \text{ кг.} \quad (1)$$

Масса сухих веществ:

$$m_0^{\text{св}} = \frac{V_0 \rho_{\text{м}} x_{\text{св}}}{100} = \frac{7 \cdot 1,028 \cdot 11,2}{100} = 0,806 \text{ кг.} \quad (2)$$

Исходная масса лактозы и золы $m_0^{\text{л+з}}$, которая распределяется в пермеате и ретентате в равных концентрациях, составляла 0,417 кг.

Суммарные концентрации белка и жира в отобранных на анализ пробах ретентата вычислены по формуле

$$x_{\text{б+ж}}^{(1)} = \frac{100[m_0^{\text{б+ж}} - (i-1)V_p \rho_p^{i-1} x_{\text{б+ж}}^{i-1} / 100]}{[V_0 \rho_{\text{м}} - m_{\text{п}}^i - (i-1)V_p \rho_p^{i-1}]}, \quad (3)$$

где i – количество отобранных проб;

$V_p = 0,05$ – объем пробы ретентата, отбираемой на анализ, л;

$\rho_p^{i-1}, x_{\text{б+ж}}^{i-1}$ – значения плотности ретентата (кг/л) и суммарной концентрации (%) белка и жира в ретентате на момент отбора $(i-1)$ -й пробы;

$m_{\text{п}}^i$ – масса пермеата, полученная на момент отбора i -й пробы, кг.

Концентрация сухих веществ в отобранных пробах ретентата вычислялась по следующей формуле:

$$x_{\text{св}}^{(1)} = \frac{100[m_0^{\text{св}} - (i-1)V_p \rho_p^{i-1} x_{\text{св}}^{i-1} / 100] - m_{\text{п}}^i x_{\text{л+з}} / 100}{[V_0 \rho_{\text{м}} - m_{\text{п}}^i - (i-1)V_p \rho_p^{i-1}]}, \quad (4)$$

где $m_0^{\text{св}} = 0,806$ – исходная масса сухих веществ в концентрированном молоке, кг;

i – количество отобранных на анализ проб;

$V_p = 0,05$ – объем пробы ретентата, отбираемой на анализ, л;

$\rho_p^{i-1}, x_{\text{св}}^{i-1}$ – значения плотности ретентата (кг/л) и суммарной концентрации (%) сухих веществ в ретентате на момент отбора $(i-1)$ -й пробы;

$x_{\text{л+з}} = 5,8$ – значение суммарной концентрации (%) лактозы и золы в пермеате на момент отбора i -й пробы, %;

$m_{\text{п}}^i$ – масса пермеата, полученная на момент отбора i -й пробы, кг.

На втором этапе было проведено дальнейшее концентрирование ретентата, полученного на первой стадии: $m_1 = 3,52$ кг; плотность $\rho_{\text{к}} = 1,033$ кг/л; рассчитанная по формуле (3) начальная концентрация белка и жира составляла $x_1^{\text{б+ж}} = x_{\text{б}} + x_{\text{ж}} = 7,34$ %, концентрация сухих веществ $x_1^{\text{св}} = 15,49$ %, начальная масса $m_1^{\text{св}} = 0,545$ кг.

Несмотря на циркуляцию ретентата по замкнутому контуру со значительной объемной скоростью 7,87–8,17 л/мин в течение всего процесса, имело место непрерывное изменение технологических параметров (давление фильтрации и коэффициент проницаемости мембран),

обусловленное явлением гелевой поляризации, выражающимся в непрерывном отложении белка на поверхности мембран и закупорке их пор. Гелевая поляризация в течение 7 ч привела к значительному (в 1,8 раза) снижению коэффициента проницаемости.

Согласно принятым рекомендациям при снижении коэффициента проницаемости в производственных условиях более чем на 20 % рекомендуется останавливать процесс ультраfiltrации для проведения химической регенерации мембран последовательной мойкой кислотными и щелочными растворами. В данном случае данный уровень снижения производительности процесса был достигнут в течение 25-30 мин эксплуатации установки.

На рис. 2-4 представлены графики, характеризующие изменение параметров процесса и физико-химических свойств ретентата в процессе ультраfiltrации.

На рис. 2 показана зависимость содержания сухих веществ и суммарного содержания белка и жира в концентрате молока. С высоким коэффициентом корреляции указанные зависимости описываются экспоненциальными функциями. Следует отметить наличие более высокого темпа нарастания концентрации сухих веществ по сравнению с нарастанием белка и жира.

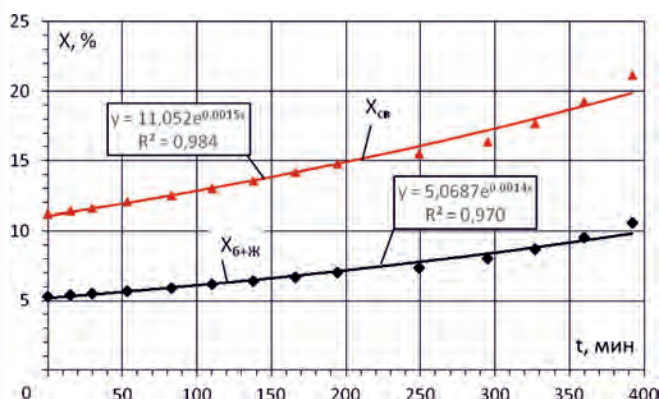


Рис. 2. Изменение содержания сухих веществ ($X_{св}$) и белков с жирами ($X_{б+ж}$) в ретентате в процессе ультраfiltrации

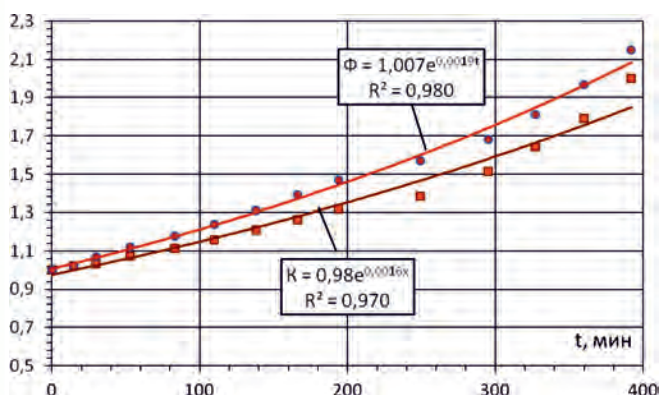


Рис. 3. Изменение факторов концентрирования по объему (Φ), белкам и жиру (K) в процессе ультраfiltrации

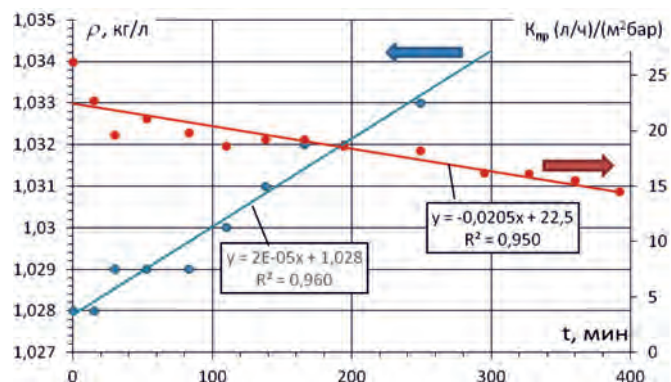


Рис. 4. Изменение коэффициента проницаемости ($K_{пр}$) и плотности ретентата (ρ) в процессе ультраfiltrации

На рис. 3 представлено изменение факторов концентрирования по объему (Φ), белкам и жиру (K) в процессе ультраfiltrации.

Значения факторов концентрирования вычислены по формулам:

$$\Phi = V_0/V; K = X_K^{б+ж} / X^{б+ж}, \quad (5)$$

где V_0 и V – начальное и текущее значения объема ретентата, л;

$X_K^{б+ж}$ и $X^{б+ж}$ – конечная и текущая концентрации белка в ретентате, %.

В данном случае имеет место более высокий темп нарастания во времени фактора концентрирования по объему Φ по сравнению с фактором концентрирования по белку и жиру.

На рис. 4 представлены графики изменения плотности ретентата и коэффициента проницаемости мембраны в процессе ультраfiltrационного концентрирования молока.

На рис. 5-6 представлены графики изменения вязкости ретентата в процессе ультраfiltrации и от содержания сухих веществ. Значения вязкости измерялись при трех температурах на шариковом микровязкозиметре Стокса в соответствии с методикой, представленной в работе [9].

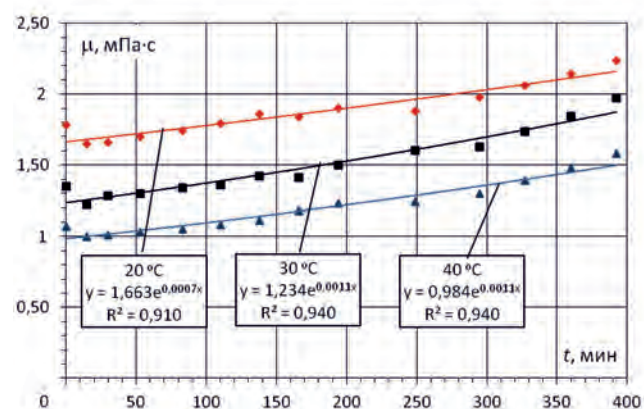


Рис. 5. Изменение вязкости ретентата в процессе ультраfiltrации при различных температурах

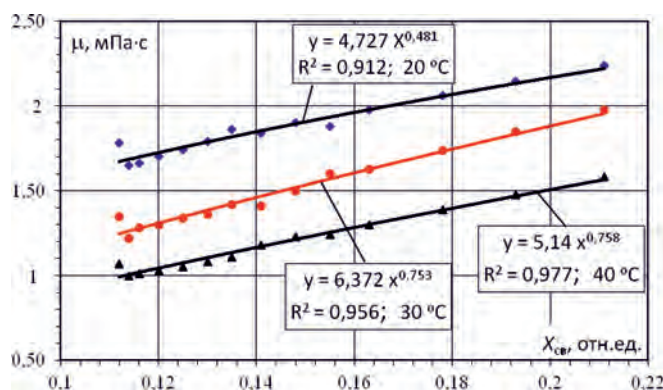


Рис. 6. Зависимость вязкости ретентата от содержания сухих веществ и температуры

Обобщенная зависимость вязкости молочных концентратов от содержания сухих веществ получена приведением результатов по уравнению Френкеля-Эйринга (6) к температуре 293 К:

$$\mu = A \exp \left[\frac{E}{RT} \right], \quad (5)$$

где E – энергия активации вязкого течения, Дж/моль; $R = 8,314$ – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); A – константа, Па·с.

Общая зависимость вязкости ретентата от температуры и содержания сухих веществ, исходя из полученных результатов, может быть представлена следующим соотношением:

$$\mu = \mu_0 k_T k_X = \mu_0 \exp \left[\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] \times (X_{св})^{0,624}, \quad (6)$$

где $k_T = \exp[E/R(T^{-1} - T_0^{-1})]$ и $k_X = (X_{св})^{0,624}$ – соответственно коэффициент приведения вязкости ретентата и пермеата к температуре процесса и концентрационный коэффициент;

$\mu_0 = 6,19$ – вязкость при относительной концентрации сухих веществ $X_{св} = 1$ и температуре приведения $T_0 = 293$ К, мПа·с;

$E = 16000$ – энергия активации вязкого течения ретентата, Дж/(моль·К).

Энергия активации вязкого течения пермеата, согласно уравнению (6) и рис. 6, составляет:

$$E_{\Pi} = 1919R = 1919 \cdot 8,314 \approx 16000 \text{ Дж/моль}.$$

Поскольку гель представляет собой концентрированную дисперсию жира и молока в пермеате, реологическое уравнение представлено в виде [10]:

$$\mu = \mu_0 k_T k_D,$$

где $\mu_0 = 1,33 \cdot 10^{-3}$ – вязкость пермеата при температуре приведения $T_0 = 293$ К, Па·с;

$k_T = \exp[E_{\Pi}(T^{-1} - T_0^{-1})/R]$ – коэффициент приведения вязкости пермеата к температуре процесса T ;

$k_D = \exp[2,5\varphi_T / (1 - \varphi_T / \varphi_{кр})]$ – коэффициент Муни, учитывающий влияние дисперсной фазы на вязкость ретентата и геля;

φ_T – объемная доля дисперсной фазы (белка и жира) в геле;

$\varphi_{кр} = 0,741$ – критическая объемная концентрация дисперсной фазы, соответствующая предельно возможной степени заполнения объема сферическими частицами, что достигается ими при образовании гексогональной структуры [6]; для частиц округлой формы $\varphi_T \approx 0,6$.

Для данного значения величина коэффициента Муни составляет:

$$k_D = \exp[2,5\varphi_T / (1 - \varphi_T / \varphi_{кр})] = \exp[2,5 \cdot 0,6 / (1 - 0,6 / 0,741)] \approx 2652.$$

Выводы

1. Установлено, что в процессе ультрафильтрационно-го концентрирования молока (7 ч) суммарное содержание белка и жира в молоке (ретентате) при средней объемной скорости пермеата 0,6 л/ч увеличилось с 5,4 до 10,6 %, содержание сухих веществ – с 11,2 до 21,13 %.

2. Изучена динамика изменения коэффициента проницаемости мембраны, содержания сухих веществ, белков и жира в ретентате, факторов концентрирования по объему, белкам и жиру.

3. Установлено, что в процессе эксперимента при температуре фильтрации 25 °C, объемной скорости циркуляции ретентата 472-490 л/ч из-за явления гелевой поляризации давление ультрафильтрации выросло с 404 до 466 кПа, т.е. на 15%; коэффициент проницаемости снизился с 26,2 до 14,5 (л/час)/(м²·МПа), т.е. на 81 %; факторы концентрирования по объему, белкам и жиру составили соответственно 2,15 и 2.

Список использованных источников

1. Лялин В.А., Симоненко С.В., Рушель В. Эффективное производство творога ультрафильтрацией творожного сгустка // Переработка молока. 2016. № 4. С. 26-27.
2. Козлова О.В. Состав молочно-белковых концентратов, полученных с помощью ультрафильтрации // International Scientific and Practical Conference «WORLD SCIENCE». 2016. Т. 1. № 8. С. 25-26.
3. Тимкин В.А., Лазарев В.А. Баромембранная технология переработки молока // Молочная промышленность. 2017. № 7. С. 21-23.
4. Тимкин В.А., Новопашин Л.А., Котлюба Ю.Б. Исследование процессов микро- и ультрафильтрации при производстве творога // Научно-технический вестник «Технические системы в АПК». 2018. № 2. С. 12-26.
5. Мембранные процессы в технологии молочных консервов / М.С. Золоторева [и др.] // Молочная промышленность. 2015. № 8. С. 49-51.
6. Реализация биомембранной технологии молочных продуктов нового поколения / В.И. Трухачев [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 2. С. 49-54.
7. Кувшинова О.А. Применение мембранной установки LabUnit M20 для очистки рассола // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. 2018. № 4. С. 7.

8. Кузнецов В.В., Кувшинова О.А., Водяков В.Н., Бояркина Т.П. Программа автоматизации системы измерения мембранной установки Alfa Laval LabUnit M20. Свидетельство РФ № 2018618564 от 16.07.2018.

9. Измерение вязкости ньютоновских сред на микро-вискозиметре фирмы ХААКЕ / В.Н. Водяков [и др.] // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию института механики и энергетики. 2012. С. 87-91.

10. Тимкин В.А., Лазарев В.А. Применение баромембранных процессов в молочной промышленности // Переработка молока. 2017. № 9. С. 62-65.

Study of the Milk Concentration Process Using Ultrafiltration V.N. Vodyakov, O.A. Kuvshinova, A.D. Repin

(Ogarev Mordovia State University)

Summary. The results of a study of the ultrafiltration milk concentration process and the technique for its implementation using the Alfa Laval LabUnit M20 membrane unit are presented. The dynamics of changes in the coefficient of permeability of the membrane, the content of solids, proteins and fat in retentate, as well as the concentration factors by volume, proteins and fat have been studied.

Keywords: ultrafiltration, concentration, milk raw materials, polymer membrane elements, operating parameters, baromembrane processes.

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

Би масса
ТОПЛИВО И ЭНЕРГИЯ
Конгресс & экспо

6-7 октября 2020

Отель «Холидей Инн Лесная», Москва
+7 (495) 585-5167

congress@biotoplivo.ru
www.biotoplivo.ru

Темы конгресса

- Состояние отрасли: развитие технологий и рынка биотоплив.
- Биозаводы: инжиниринг, производимые продукты, экономика.
- Производство пищевого и технического спирта: тонкости технологии, реконструкция заводов, новые виды сырья.
- Перепрофилирование спиртовых заводов на производство кормовых дрожжей и других биопродуктов.
- Топливный биоэтанол, бутанол и другие транспортные биотоплива.
- Биотоплива из соломы и опилок: технологии и коммерциализация.
- Пиролиз и газификация: бионефть и сингаз. Стандарты и рынок печного биотоплива.
- Биодизель, биокеросин и растительные масла как топливо.
- Твердые биотоплива: пеллеты, брикеты, щепа.
- Логистика лесной и сельскохозяйственной биомассы.
- Энергетика и водоподготовка при реализации проектов.
- Другие вопросы биотопливной отрасли.

Технический семинар «СпиртЭксперт»

«Технология производства спирта и обеспечение бесперебойной работы спиртового производства» пройдет 26 июня 2020 года.

Кто будет участвовать:

Производители и трейдеры зерна, сахарные компании, лесозаготовители и переработчики древесины, ЦБК, нефтеперерабатывающие компании, ЖКХ, сети АЗС, предприниматели, банки, венчурные компании, инвестиционные фонды, инжиниринговые компании, производители оборудования, представители региональной и федеральной власти, журналисты и все, кому интересны топлива из возобновляемого сырья.

**Российская
Биотопливная
Ассоциация™**



УДК 631.371:621.311.4:636

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-5-32-37

Показатели энергоэффективности сельхозпроизводства и перспективные направления их роста

Д.А. Тихомиров,

д-р техн. наук,
чл.-корр. РАН,
гл. науч. сотр.,
tthda@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлен анализ состояния энергетического обеспечения сельхозпроизводства и социальной сферы села, систем и средств электрификации. Обоснованы показатели энергоэффективности систем энергообеспечения в АПК – энергоемкость производимой продукции, доля энергозатрат в ее себестоимости, количественное влияние реализации новых прогрессивных технологий на снижение энергоемкости производства основных видов сельхозпродукции. Определены перспективные направления повышения энергетической эффективности систем энергообеспечения АПК с оценкой роста ее показателей.

Ключевые слова: энергообеспечение, электрификация, системы и средства энергоснабжения, энергоемкость, энергетическая эффективность, возобновляемые источники, отходы сельхозпроизводства.

Постановка проблемы

Основным показателем, определяющим энергоэффективность сельхозпроизводства, является величина удельных энергозатрат или энергоемкость производства сельхозпродукции. Анализ и проведенные расчеты свидетельствуют о том, что показатели эффективности использования топлива, а следовательно, сельхозпроизводства в стране в целом низкие: затраты энергии на производство продукции по сравнению с передовыми странами выше в 2-3 раза, потери энергии в сетях (электрических, тепловых) – в 1,5-2 раза [1], продолжительность отключения объектов от электроснабже-

ния – на порядок больше. Значительная часть (35-40%) действующих сельских линий электропередачи (ЛЭП) находится в удовлетворительном, неудовлетворительном и непригодном для эксплуатации состоянии [2].

Уровень газификации сельхозпроизводства и бытового сектора составляет около 70%, хотя объем производства газа в стране значительно превышает его потребление [3].

Нетрадиционные источники энергии – возобновляемые, биомасса, отходы сельхозпроизводства в энергобалансе села используются пока в небольших объемах – до 2%, что почти на порядок ниже аналогичных показателей передовых стран [4].

Невысокая энергоэффективность сельхозпроизводства в стране определяется, в первую очередь, низкой его продуктивностью [5], технологическим и техническим несовершенством многих процессов, низкой надежностью, невысокими техническим уровнем и КПД систем и средств энергообеспечения, неразвитостью систем и средств использования местных и возобновляемых энергоресурсов, децентрализации энергообеспечения АПК [6].

При больших запасах разного вида энергоресурсов их использование в энергетике АПК пока не стало эффективным, хотя для этого имеются значительные резервы и возможности.

В соответствии со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации [7] в ближайшей перспективе среди приоритетных направлений обозначены те, которые обеспечат переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышению эффективности добычи

и глубокой переработки углеводородного сырья, формированию новых источников, способов транспортировки и хранения энергии.

В Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [8] определены целевые показатели роста производства основных видов продукции, что потребует увеличения потребления энергоресурсов. Постоянный рост тарифов на ископаемые ресурсы предопределяет обеспечение роста их эффективного использования и экономии. Этому будут способствовать развитие и модернизация систем и технических средств энергообеспечения на основе рационального, надежного и качественного энергоснабжения, снижение энергоемкости производства продукции, ее себестоимости, повышение комфортности условий жизни и труда на селе.

Достижение целевых показателей связано с решением ряда научно-технических, производственных и организационных задач по модернизации систем и средств энергообеспечения, повышению эффективности использования энергоресурсов в сельхозпроизводстве, личных подсобных хозяйствах и быту.

Цель исследований – определение перспективных направлений повышения энергоэффективности систем энергообеспечения АПК с оценкой роста ее показателей.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является энергетическая база АПК, системы энергообеспечения и показатели их эффективности.

Программу исследований составляют: обзор и анализ показате-



лей энергоэффективности систем и средств энергообеспечения сельского хозяйства в ретроспективе и в настоящее время; оценка влияния реализации перспективных направлений и мероприятий совершенствования сельских энергетических систем и оборудования на эффективность энергообеспечения; перспективные направления модернизации систем и средств энергообеспечения АПК и прогнозные количественные показатели роста энергоэффективности.

В ходе исследований выполнялась оценка уровня эффективности систем и средств энергообеспечения, используемых в АПК, проводились обоснование перспективных направлений совершенствования и первоочередные мероприятия по их реализации, решалась задача по обоснованию прогнозных количественных показателей повышения энергоэффективности указанных систем и средств на период до 2030 г.

Исследования проводились с использованием методов сравнительного анализа показателей эффективности систем энергообеспечения АПК и причин их значительного отставания от уровня передовых стран, обработки и использования статистических данных объема сельхозпроизводства и использования энергоресурсов в разные периоды, включая трендовые построения показателей, экспертную прогнозную оценку их роста.

Информационной базой для сбора и анализа исходных данных стали количественные статистические показатели Росстата, Минсельхоза России, Минэнерго России, открытые данные предприятий АПК, научно-техническая информация, в том числе из зарубежных источников.

Результаты исследований и обсуждение

Анализируя составляющие затрат в себестоимости производства разных видов сельхозпродукции, следует отметить большую долю затрат на энергообеспечение технологий сельхозпроизводства – в среднем 25-30%. Это значительная величина, что является следствием высокой энер-

гоемкости производства продукции [9] и превосходящего роста стоимости энергоресурсов по отношению к стоимости продукции [10].

Все это предопределяет необходимость повышения энергоэффективности осуществления технологий, процессов и создания энергоэкономных технических средств в сельском хозяйстве.

В настоящее время получают развитие электро-, тепло- и нанотехнологии, обеспечивающие непосредственное воздействие электрической и тепловой энергии на технологический процесс [11, 12], что также предопределяет необходимость совершенствования систем и средств энергообеспечения.

Совершенствование технологий и технических средств в сельхозпроизводстве, влияющих на рост продуктивности и урожайности, даже при возможном некотором увеличении общих энергозатрат положительно влияют на сокращение их удельных показателей, т.е. снижают энергоемкость производства сельхозпродукции. В ряде предприятий животноводства и растениеводства рост урожайности и продуктивности в 1,5 раза сопровождается снижением удельных энергозатрат в среднем в 1,2-1,3 раза.

В табл. 1 приведены показатели влияния роста продуктивности сельхозпроизводства при реализации новых прогрессивных и инновационных технологий содержания животных и интенсивных технологий в растение-

водстве на себестоимость продукции и ее энергоемкость.

Анализируя показатели энергозатрат в сельхозпроизводстве в ретроспективе и по настоящее время, следует отметить, что до 1991 г. при относительно стабильных ценах на сельхозпродукцию и энергоресурсы доля прямых удельных энергозатрат менялась незначительно и составляла 8-15% в себестоимости сельхозпродукции. Доля полных энергозатрат, включающих в себя затраты на производство кормов, удобрений, материалов и др., достигала 20%. В 1990-х и начале 2000-х годов доля энергозатрат в себестоимости продукции АПК значительно возросла (до 25-30%), что связано с опережающими темпами роста тарифов на энергоносители по сравнению с темпами роста закупочных цен на сельхозпродукцию.

Учитывая, что доля энергозатрат в себестоимости сельхозпродукции довольно высока, в целях ее уменьшения необходимо снижать энергоемкость производства – главный показатель энергоэффективности. Для этого на стадии проектирования необходимо проводить обоснованный выбор системы энергообеспечения, а для действующих объектов – ее модернизацию на основе технико-экономических расчетов возможных вариантов [13].

Значительная часть территории России и сельских поселений не имеет централизованного электрообеспечения. При низкой плотности нагрузки в зонах точечной застройки малонаселенной сельской местно-

Таблица 1. Влияние роста продуктивности сельхозпроизводства на себестоимость продукции и ее энергоемкость при использовании современных технологий

Новые интенсивные инновационные технологии	Снижение себестоимости, %	Снижение удельных энергозатрат (энергоемкости), %
Комбинированные технологии микроклимата (общий и локальный) на базе инфракрасных обогревателей и утилизаторов теплоты	8-10	25
Повышение урожайности зерновых: с 20 до 35 ц/га с 20 до 50 ц/га	25 40-50	25 40
Рост надоев молока от коровы с 3500 до 5500 кг в год	40	30

сти, отдаленных, труднодоступных и малоосвоенных районах в связи с высокими капитальными затратами на тепловые и электрические сети, большими потерями энергии в протяженных сетях, дороговизной и сложностью завоза жидкого топлива важное значение приобретает реализация систем распределенной энергетики на базе децентрализованных и комбинированных источников энергоснабжения [14] с использованием местных и возобновляемых энергоресурсов.

Для ряда удаленных потребителей, вновь организуемых и сооружаемых, а также действующих объектов уже на стадии проектирования или реконструкции должен быть обоснован выбор наиболее эффективного варианта энергообеспечения для реальных условий, характеристики технических данных и показателей объекта – потребителя. Для такого рода потребителей разрабатываются и существуют разработанные варианты децентрализованных систем на базе возобновляемых и местных энергоресурсов, а также комбинированные с подключением централизованного энергоснабжения и средств распределенной генерации.

Структурный анализ состояния энергетической базы села, парка энергетического оборудования позволяет выделить перспективные направления и первоочередные энергосберегающие мероприятия, к которым следует отнести:

- совершенствование и модернизацию систем и средств электрообеспечения (включая магистральный принцип построения и использование резонансной системы передачи элек-

троэнергии) для повышения их надежности, устойчивости, экономичности, качества энергии, что обеспечивает снижение потерь энергии в сетях на 35-40% и ее экономию до 10%;

- повышение эффективности использования топлива (КПИ) и энергии в наиболее энергоемких тепловых процессах содержания животных и птицы на базе утилизации теплоты [15, 16], использования тепловых насосов, аккумуляции тепла [17], комбинированной выработки тепловой и электрической энергии [14], местного обогрева, что позволит снизить затраты энергии в данных технологических процессах на 30-40%;

- разработку и освоение систем и средств распределенной энергетики на базе использования местных и возобновляемых энергоресурсов, отходов сельхозпроизводства в децентрализованных системах энергообеспечения, обеспечивающих замещение традиционных ископаемых видов топлива;

- разработку и реализацию технологий переработки биомассы и сельскохозяйственных отходов в газообразное и жидкое топливо, а отходов животноводства (навоз, стоки) в качественные удобрения и биогаз;

- освоение новых электротехнологий в процессах микроклимата [18], приготовления кормов, облучения, обработки и сушки семян, хранения продукции, обеззараживания помещений, воды, кормов, что обеспечит снижение энергозатрат в соответствующих процессах на 25-30%;

- разработку и внедрение эффективных систем и средств освещения производственных помещений, облучения животных и растений на базе

новых энергоэкономных источников света, УФ и ИК-облучателей с использованием современных источников электромагнитных волн;

- переоборудование старых котельных в новые теплоэлектрические станции (мини-ТЭЦ) с выработкой тепловой и электрической энергии – экономия топлива до 30%, повышение КПД – до 80%.

Эффективность сельхозпроизводства определяется продуктивностью и себестоимостью продукции, а энергоэффективность – величиной энергозатрат в ее составе. Доля полных энергозатрат в смете Российских сельхозпредприятий на производство продукции составляет значимую часть (рис. 1). Учитывая темпы роста стоимости энергоносителей, повышение энергетической эффективности сельхозпроизводства приобретает особое значение.

Важным направлением развития энергетической базы АПК и энергосбережения в сельскохозяйственном производстве и сельских поселениях является развитие систем и средств распределенной энергетики, в первую очередь, на базе использования возобновляемых источников энергии – солнечной, ветровой, геотермальной, микро-ГЭС, а также местных энергоресурсов, отходов сельхозпроизводства, которые распространены практически во всех зонах производства сельхозпродукции с ежегодной повторяемостью. Структура используемых видов возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в системе распределенной энергетики АПК представлена на рис. 2.

Местные энергоресурсы, к которым относятся биомасса, солома, лузга, костра, древесные и растительные отходы, растительные масла, торф, навоз, стоки и др., совместно с ВИЭ при их переработке и преобразовании в качественные энергоносители и использовании для производства электрической и тепловой энергии являются значительным резервом экономии ископаемого топлива, а также базой для создания автономных и комбинированных систем энергообеспечения потребителей АПК.

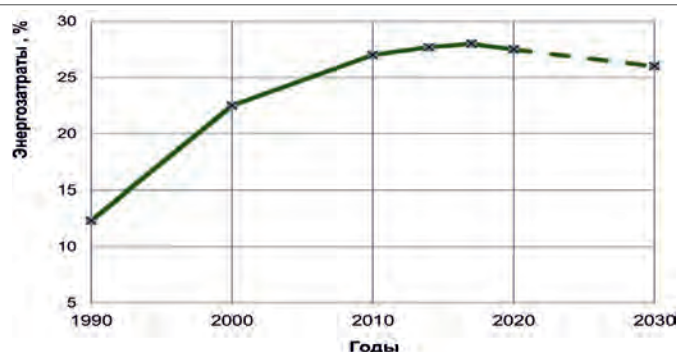


Рис. 1. Показатели полных энергозатрат в себестоимости сельхозпродукции, %

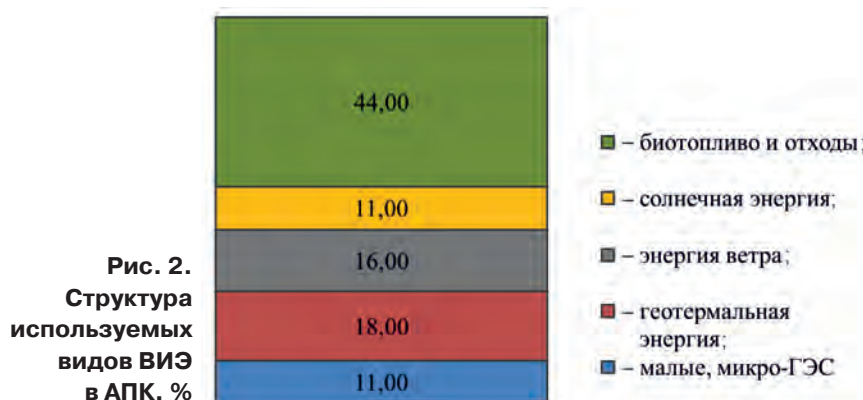


Таблица 2. Показатели ежегодных запасов биомассы, отходов и потенциально возможные их объемы для использования в энергетике АПК

Биомасса, отходы	Ежегодно образующиеся запасы, тыс. т	Потенциально возможные объемы использования отходов в теплоэнергетике, тыс. т	Потенциально возможное количество использования или получения топлива, тыс. т у. т.
Отходы растениеводства (солома, лузга, костра и др.)	116000	21000	4000
Древесные отходы	10000	5000	1500
Торф	4000	2000	1000
Навоз, помет, стоки	30000	12000	5500
Всего	160000	40000	12000

В результате проведенных исследований получена количественная оценка ежегодно возобновляемых отходов сельхозпроизводства и потенциально возможные объемы их использования в энергетике АПК (табл. 2).

Исходя из этого, реализация децентрализованных систем комплексного энергоснабжения, выбор той или иной системы и оборудования зависят от потребностей объекта в объемах и видах энергии, местных условий и наличия собственных энергоресурсов, возобновляемых источников, расстояния до системы централизованного энергоснабжения и определяются сравнительным технико-экономическим расчетом возможных вариантов.

Разработаны различные технологии и методы переработки биомассы, отходов сельхозпроизводства (включая навоз) и деревопереработки в более качественные и технологичные виды топлива – газообразное, жид-

кое, смесевое, твердое – для использования в установках по производству электрической и тепловой энергии.

Для настоящего времени характерен новый этап развития биогазовых технологий. Разрабатывается блочно-модульный принцип построения комплексов биогазового оборудования, включая использование аэробного и анаэробного процессов, утилизацию тепла сброженной массы с применением тепловых насосов и химико-физических способов интенсификации процесса выделения биогаза [19].

Суммарное количество навоза и помета для переработки в биогаз и удобрения к 2030 г. может достичь 12 млн т в сухой массе, что при применении анаэробных реакторов второго поколения и усовершенствованной технологии позволит получать до 4 млрд м³ биогаза в год.

При анализе различных способов удовлетворения потребностей объектов в электрической и тепловой

энергии решается вопрос о выборе наилучшего по эффективности и затратам варианта из возможных. Лучший экономически эффективный вариант должен быть обоснован с использованием методики, включающей в себя определение экономических и энергетических критериев. Основным критерием выбора варианта энергоснабжения является экономическая эффективность, определяемая стоимостными показателями, широко используемыми для оценки экономической эффективности инновационных проектов.

В отечественной и зарубежной практике используются следующие показатели экономической эффективности: себестоимость производимой энергии и ее сравнение с тарифами на централизованно поставляемую энергию, приведенные затраты на реализацию системы и единовременные капиталовложения, срок окупаемости инвестиций, прибыль (норма прибыли) и др.

При оценке систем энергоснабжения (особенно на стадии их разработки) экономических критериев недостаточно, поэтому наряду с ними следует использовать энергетические критерии – энергоёмкость производства, доля энергозатрат в себестоимости производства сельхозпродукции, уровень надежности энергоснабжения, величина возможного ущерба от перерывов, так как при изменении цен и тарифов экономические критерии могут меняться.

Выбор наиболее эффективной системы централизованного или автономного энергообеспечения проектируемых объектов или модернизация действующей системы конкретных эксплуатируемых объектов (потребителей энергии) позволит наиболее рационально использовать энергоресурсы (традиционные, нетрадиционные, местные, возобновляемые), снизить энергозатраты, а следовательно, энергоёмкость производимой продукции и ее себестоимость [20].

Сельские сети характеризуются большой протяженностью, низкой плотностью электрических нагрузок, значительными потерями электро-

энергии и высокими затратами на ремонт и эксплуатацию. Перспективным направлением развития электро-снабжения является реализация для ряда потребителей новых способов передачи электроэнергии, включая резонансную однопроводниковую систему, а также аккумуляцию энергии и снижение потерь.

Повышение надежности электро-снабжения сельских потребителей и качества электроэнергии должно быть обеспечено на основе реконструкции сетей централизованного электроснабжения, сокращения их радиуса, использования сетевого и автономного резервирования, мониторинга, внедрения новых нормативных показателей надежности при проектировании и эксплуатации, снижения потерь до установленных нормативов, что позволит снизить ущерб сельскохозяйственному производству от аварийных и плановых отключений.

Сельская энергетика имеет все предпосылки для широкого внедрения распределенной генерации и использования ВИЭ, интеллектуальных систем, цифровых технологий мониторинга и дистанционного управления. По всем видам оборудования по использованию ВИЭ в энергетике сельского хозяйства имеются научные, проектные, конструкторские и производственные разработки. Однако реализация их заметно отстает и доля ВИЭ в энергобалансе села пока мала – до 1,5 %. Ставится задача: довести к 2030 г. объем использования ВИЭ в энергобалансе села до 8-10 %.

Использование газа как наиболее дешевого (на данный период) и технологичного энергоносителя в стационарной и мобильной энергетике, а также для тепло- и энергообеспечения социально-бытового сектора имеет большую перспективу, так как значительное количество сельских регионов, населенных пунктов и домов (до 30%) не имеют централизованного газоснабжения. Поэтому ставится задача значительного (в 1,3-1,5 раз) расширения газоснабжения с широким его использованием, в первую очередь, в наиболее энерго-

емких тепловых процессах, в быту и мобильной технике.

Дальнейшее развитие получат децентрализованные системы, особенно для энергообеспечения тепловых процессов животноводства и сельской инфраструктуры [21]. Эти системы на биотопливе, газе эффективнее централизованного теплоснабжения от низкотемпературных котельных и теплогенераторов, которые сопровождаются большими потерями энергии в подводящих сетях и с уходящими газами.

Высокой энергоэффективностью в системах теплообеспечения обладают такие технологические процессы, как утилизация вентиляционных выбросов, локальный и комбинированный обогрев молодняка животных и рабочих участков, использование тепловых насосов, получение энергии фазового перехода вода-лед [22], реализация которых позволит экономить до 25% затрат энергии на отопление и микроклимат. В перспективе получит развитие направление комбинированного производства электрической и тепловой энергии, что может осуществляться посредством мини-ТЭЦ, переоборудования вырабатывающих только тепло старых котельных на когенерацию с выработкой электрической и тепловой энергии. Важным направлением является разработка целевого видения развития энергетической базы АПК России на период до 2035 г., включая технологические преобразования, реорганизацию управления путем развития и функционирова-

ния электро- и теплоснабжения как цифровой пространственной инфраструктуры.

Исходя из перспективных прогнозных показателей развития АПК и производства сельскохозяйственной продукции, представленных в Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [8], а также направлений совершенствования энергетической базы и энергосбережения, что отражено в Энергетической стратегии сельского хозяйства [13], обоснованы прогнозные показатели энерго- и электропотребления, электровооруженности труда по этапам на период до 2030 г. К 2030 г. прогнозируется увеличение потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) по отношению к 2018 г. на 12%, в том числе электроэнергии – на 15%. В структуре используемых энергоносителей значительно возрастут объемы нетрадиционных источников, включая местные энергоресурсы (биотопливо) – с 2 млн (2018 г.) до 10 млн т у.т. (2030 г.). В целом доля нетрадиционной энергетики (ВИЭ + местные энергоресурсы) в энергобалансе АПК к 2035 г. может составить 15%. Электровооруженность и энерговооруженность труда возрастут на 30-35%.

На рис. 3 представлены расчетные (прогнозные) показатели снижения общей энергоемкости производства сельхозпродукции на период до 2035 г. к уровню 2010 г., в том числе за счет развития и модернизации энергетической базы села.

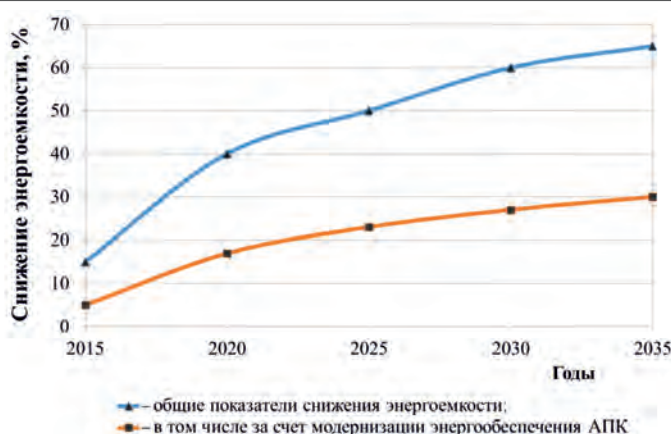


Рис. 3. Прогнозные показатели снижения энергоемкости производства сельхозпродукции к уровню 2010 г., %

Выводы

При реализации программных мероприятий в соответствии с перспективными направлениями развития систем энергообеспечения села и Энергетической стратегией сельского хозяйства России предусматривается достижение следующих целевых показателей:

1. Снижение к 2030 г. удельных энергозатрат (энергоёмкости) производства сельскохозяйственной продукции в целом на 40% по отношению к уровню 2018 г., в том числе, за счет модернизации систем и средств энергообеспечения – на 15-20%.

2. Значительное повышение надежности, безопасности, эффективности и качества электроэнергии – снижение плановых и аварийных перерывов в энергоснабжении в 2-2,5 раза, травматизма – в 2 раза, потерь энергии – на 30-40%, повышение электро- и энерговооруженности труда в сельском хозяйстве – на 30%, снижение затрат труда – в 2 раза, в том числе ручного – в 3 раза.

3. Широкое применение распределенных и автономных систем энергообеспечения на селе на базе использования местных энергоресурсов, отходов, возобновляемых источников в объеме до 11 млн т у. т. к 2030 г., что составляет 15% от энергопотребления АПК.

4. Производство на местах и появление на рынке пользующихся спросом у потребителей новых видов топлива (включая биотопливо), энергоэффективных технологий и комплектов оборудования.

Список

использованных источников

1. Тихомиров Д.А., Тихомиров А.В. Совершенствование и модернизация систем и средств энергообеспечения – важнейшее направление решения задач повышения энергоэффективности сельхозпроизводства // Техника и оборудование для села. 2017. № 11. С. 32-36.
2. Большев В.Е., Виноградов А.В. Обзор зарубежных источников по теме повышения эффективности систем электроснабжения // Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 2. С. 21-25.
3. Россия в цифрах. 2019: Крат. стат. сб. / Росстат. М.: Р76 2019. 549 с.
4. Стребков Д.С., Тихомиров Д.А., Тихомиров А.В. Показатели потребления топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве и энергоёмкости сельхозпроизводства, их прогноз на период до 2030 года // Вестник ВНИИМЖ. 2018. № 4. С. 4-12.
5. Агропромышленный комплекс России в 2018 году / Минсельхоз РФ. М.: 2019. 536 с.
6. Российский статистический ежегодник. 2019: Стат. сб. / Росстат. Р76 М. 2019 708 с.
7. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [http://online.mai.ru/Стратегия НТР РФ.pdf](http://online.mai.ru/Стратегия%20НТР%20РФ.pdf) / (дата обращения: 7.02.2020).
8. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru/> / (дата обращения: 7.02.2020).
9. Luis Lypez-Bellido, Jacques Wery, Rafael J. Lypez-Bellido. Indicators of energy efficiency of agricultural production and perspective directions of their growth // Energy crops: Prospects in the context of sustainable agriculture. Volume 60. October 2014. P. 1-12.
10. Тихомиров А.В., Маркелова Е.К., Тихомиров Д.А. Основные направления по совершенствованию систем и средств энергообеспечения сельхозобъектов // Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 3. С. 34-42.
11. Kuzmichyov A.V., Malyshev V.V., Tikhomirov D.A. Efficiency of the combined pasteurisation of milk using UV and IR irradiation // Light & Engineering. 2011. Т. 19. № 1. Р. 74-78.
12. Tikhomirov D.A., Kopylov S.I. An energy-efficient electric plant for hot steam and water supply of agricultural enterprises // Russian Electrical Engineering. 2018. Т. 89. № 7. С. 437-440.
13. Тихомиров А.В., Свентицкий И.И., Маркелова Е.К., Уханова В.Ю. Энергетическая стратегия сельского хозяйства России на период до 2030 года. М.: ФГБНУ ВИАЭСХ. 2015. 76 с.
14. Гусаров В.А., Годжаев З.А. Разработка газотурбинных установок малой мощности для использования на промышленных предприятиях // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2018. № 6. С. 27-33.
15. Tikhomirov D., Vasilyev A.N., Budnikov D., Vasilyev A.A. Energy-saving automated system for microclimate in agricultural premises with utilization of ventilation air // Wireless Networks. 2019. P. 1-8.
16. Tikhomirov D., Vasiliev A., Dudin S. Energy-saving electrical installations for heat supply of agricultural objects // Advanced Agro-Engineering Technologies for Rural Business Development Hershey, PA, USA, 2019. P. 96-122.
17. Дудин С.Н., Тихомиров Д.А. Устройство аккумуляторного типа для нагрева воздуха // Вестник ВИАЭСХ. 2012. № 3. С. 73-74.
18. Трунов С.С., Тихомиров Д.А. Термоэлектрическое осушение воздуха в сельскохозяйственных помещениях // Наука в центральной России. 2018. № 2. С. 51-59.
19. Ковалев А.А., Ковалев Д.А., Фролов В.В. Экономические предпосылки для использования возобновляемых и альтернативных источников энергии // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 3. С. 197-202.
20. Тихомиров Д.А., Тихомиров А.В. Распределенные системы энергоснабжения АПК // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 3. С. 3-11.
21. Расстригин В.Н., Тихомиров Д.А. Исследования электрической вентиляционно-отопительной установки для животноводческих ферм // Техника в сельском хозяйстве. 2010. № 2. С. 3-6.
22. Ershova I., Vasilyev A., Samarin G., Tikhomirov D., Normov D., Ruzhyev V., Ershov M. A development of the experimental heat exchanger for obtaining energy from phasetransition water-ice // International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. Volume 11. № 1. 2019. P. 1-12.

Indicators of Energy Efficiency of Agricultural Production and Perspective Areas of their Growth

D.A. Tikhomirov

(Federal Scientific Agroengineering Center VIM)

Summary. An analysis of the state of the energy supply of agricultural production facilities and the social sphere of the village, systems and means of electrification is provided. The indicators of energy efficiency of energy supply systems in the agricultural sector, such as energy intensity of manufactured products, the share of energy costs in their cost, the quantitative effect of the implementation of new advanced technologies on reducing the energy intensity of production of the main agricultural products are substantiated. Promising areas for increasing the energy efficiency of energy supply systems of the agricultural sector along with an assessment of the growth of the energy efficiency indicators are determined.

Keywords: energy supply, electrification, systems and means of energy supply, energy intensity, energy efficiency, renewable sources, agricultural waste.

УДК 621.791.92

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-5-38-41

Комбинированная технология восстановления работоспособности деталей типа «вал»

А.И. Фомин,

канд. техн. наук, доц.,
fominsurgod@yandex.ru

П.В. Сенин,

д-р техн. наук, проф.,
проректор по науч. работе,
senin53@mail.ru

В.В. Власкин,

канд. техн. наук, доц.,
vvlac@yandex.ru

М.А. Кургузкин,

студент,
mika.313@mail.ru
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»)

Аннотация. Представлен технологический подход к восстановлению износа деталей машин с наличием кольцевых рисок глубиной более 1 мм комбинацией полуавтоматической наплавки в среде защитных газов и последующей электроконтактной приваркой стальной ленты.

Ключевые слова: надежность, работоспособность, ресурс, восстановление, электроконтактная приварка, сварка, эксплуатация.

Постановка проблемы

В агропромышленных предприятиях Республики Мордовия эксплуатируется техника отечественного и зарубежного производства, причем доля последней постоянно увеличивается. Импортная техника обладает высокой степенью надежности, однако процесс изнашивания неизбежен, что приводит к последующим отказам [1].

Практика эксплуатации технически сложнооснащенных машин показывает, что при ремонте сельхозтехники преобладает в основном процесс замены изношенных деталей на новые. При этом гарантийный срок эксплуатации значительного количества автотракторной техники и сельскохозяйственных машин истекает, и дальнейшее поддержание работоспособности обеспечивает эксплуатирующая организация. При отсут-

ствии необходимой конструкторско-технологической документации, оборудования и актуальных технологий технического сервиса остро встает проблема его проведения. Вследствие высокой стоимости и длительных сроков поставки необходимых запасных частей актуальным является восстановление работоспособности изношенных деталей.

Цель исследований – разработка технологического подхода к восстановлению работоспособного состояния изношенных деталей типа «вал» широкой номенклатуры комбинированием полуавтоматической наплавки в среде защитных газов и последующей электроконтактной приваркой стальной ленты (ЭКПЛ).

Материалы и методы исследования

На основе опыта работы научно-производственного участка кафедры технического сервиса машин Института механики и энергетики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» выявлено, что примерно в 70-85% случаев износы деталей типа «вал», при которых агрегаты становятся неработоспособными, не превышают 0,3 мм. Эти результаты согласуются с данными, представленными в различных источниках [2-3]. Однако в ряде случаев на поверхностях деталей присутствуют износы в виде кольцевых рисок глубиной более 1 мм (рис. 1).

Разработанные технологии восстановления представленных видов деталей основаны на различных способах

сварки и наплавки. При выборе способа восстановления одним из значимых технологических параметров является величина наибольшего износа.

Одно из направлений восстановления поверхностей – электроконтактная приварка ленты [4-5]. Выбор данного способа восстановления обусловлен рядом преимуществ: привариваемая лента является относительно дешевым присадочным материалом с минимальным расходом при ее механической обработке; осуществление процесса приварки не требует какой-либо защитной среды.

На основе данных о величинах износов, не превышающих 0,3 мм, для приварки используется лента толщиной 0,35 мм. В этом случае толщина нанесенного слоя после окончательной механической обработки составляет 0,4-0,45 мм. При износах, превышающих эти значения, технология предусматривает восстановление поверхности в несколько слоев. Процесс заключается в приварке слоя ленты только на место наибольшего износа, а при достижении диаметра восстанавливаемой поверхности менее номинального размера на 0,4 мм слой ленты приваривается по всей поверхности. На основе опыта восстановления деталей способом ЭКПЛ количество слоев для обеспечения необходимых физико-механических свойств должно быть не более трех. Использование ленты большей толщины в целом не гарантирует восстановление в один слой, но при



Рис. 1. Внешний вид изношенных деталей

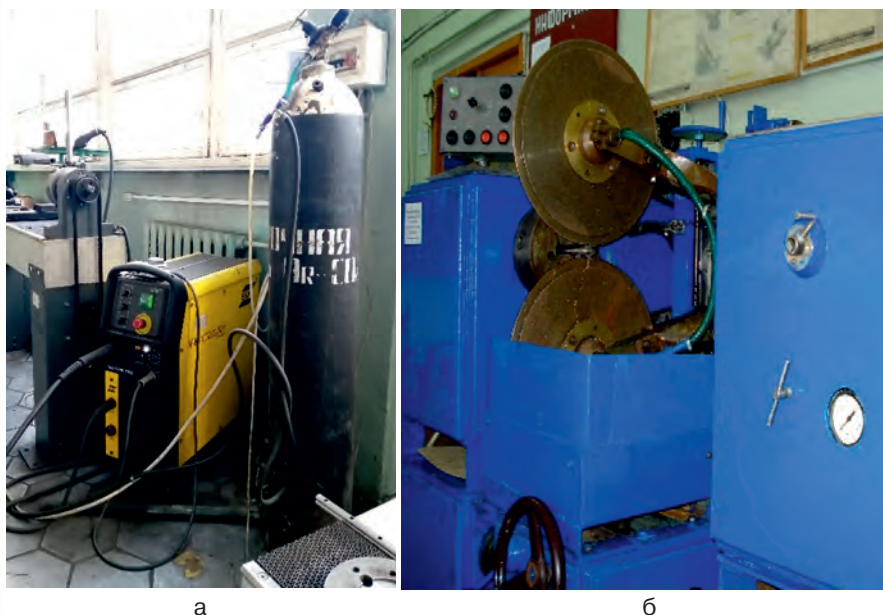


Рис. 2. Оборудование, применяемое для восстановления:
а – сварочный аппарат Mig C340 PRO;
б – модернизированная установка 011–1–02Н «Ремдеталь»

этом происходит более интенсивный износ и деформация сварочных роликов [6].

Для устранения негативного влияния многослойной приварки ленты предложено использование комбинированной технологии восстановления, заключающейся в полуавтоматической наплавке и последующей электроконтактной приварке стальной ленты.

С целью устранения дефектов в виде кольцевых рисок и локального износа глубиной более 0,5 мм использовали установку, состоящую из сварочного аппарата Mig C340 PRO и привода вращения детали (рис. 2а). Выбор данного сварочного комплекса основан на возможности автоматической подачи проволоки различного диаметра с использованием среды защитного газа и возможности регулирования частоты вращения восстанавливаемой детали. Дальнейшее восстановление проводилось на модернизированной установке для ЭКП 011–1–02Н «Ремдеталь» (рис. 2б) [5].

В качестве присадочного материала для ЭКП использовали стальные ленты 20Х13 и 50ХФА как обладающие наиболее универсальными характеристиками для восстановления поверхностей различного назначения [7].

Присадочная проволока, используемая для автоматической наплавки, выбиралась исходя из обеспечения требуемых значений твердости формируемого слоя металла и недопустимости появления трещин в зоне термического влияния. Предъявленным требованиям соответствует проволока марки ER70S-6ф (аналог проволоки марки Св08Г2С).

Предлагаемые технологические подходы отрабатывались на натуральных объектах (вал привода передних

колес тракторов New Holland, John Deere и др.). Процессу восстановления подвергалась поверхность детали под сальник и подшипник скольжения.

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе реализации технологии выполняется автоматическая наплавка поверхности в местах образования кольцевых рисок, при этом для удаления следов износа не требуется предварительной механической обработки. Поверхность, подвергаемая восстановлению, до и после наплавки представлена на рис. 3.

Регулируемыми параметрами наплавки являются диаметр наплавляемой поверхности и толщина получаемого слоя. При этом сила тока и напряжение автоматически поддерживались сварочной установкой.

Применяемая омедненная сварочная проволока ER70S-6 в комбинации с подачей в зону горения дуги газовой смеси на основе аргона и углекислоты ($Ar + 2CO_2$) обеспечивает уменьшение количества оксидных включений, стабильное горение дуги, минимальное разбрызгивание металла с получением равномерной толщины наплавленного валика.

С учетом глубины устраняемого дефекта использовалась проволока толщиной 0,8–1,2 мм.

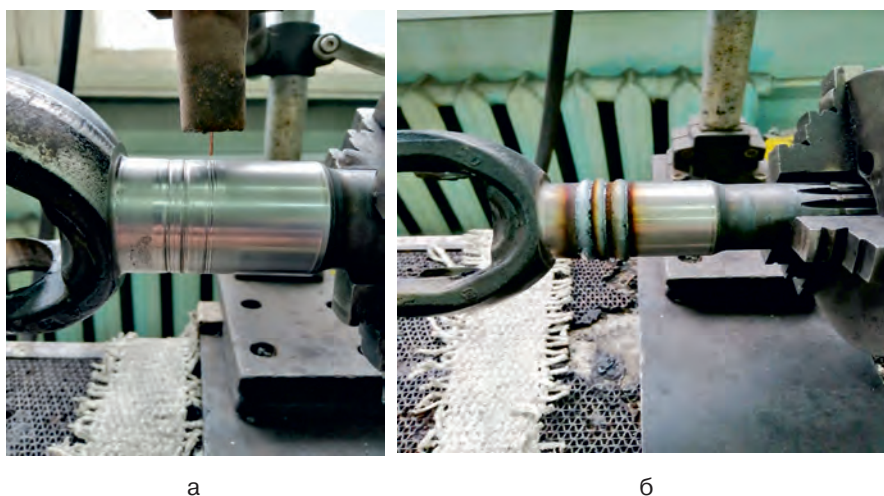


Рис. 3. Восстановление кольцевых износов вала привода с помощью установки Mig C340 PRO:

а – восстанавливаемая поверхность до наплавки;
б – восстанавливаемая поверхность после наплавки

Толщина наплавленного слоя составляла 1,5-3 мм, с твердостью 35-40 HRC.

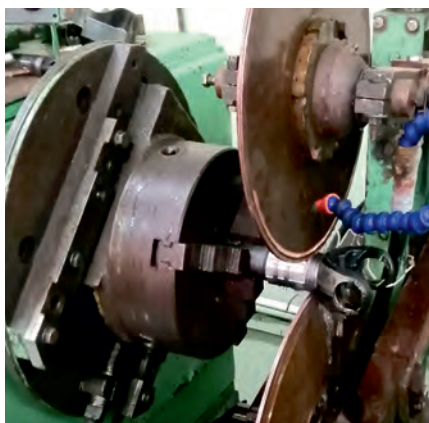
При несоблюдении технологических режимов наплавки и количества подаваемой газовой смеси в наплавленном слое могут образовываться макротрещины (рис. 4).

На втором этапе производится предварительная механическая обработка с целью придания поверхности требуемой геометрической формы и обеспечения необходимой толщины привариваемой впоследствии ленты.



Рис. 4. Возникающие макротрещины

Рис. 5. Восстановление рабочей поверхности вала привода способом ЭКПЛ:
а – процесс приварки;
б – нанесенное покрытие



а



б

Третьим этапом выполняется приварка ленты. Технологические режимы приварки выбирались на основе проведенных ранее исследований [8-10]: частота вращения детали – 7 мин⁻¹; подача сварочной тележки – 2,5 мм/об.; давление в силовых цилиндрах привода сварочных роликов – 1,8 кгс/см²; сила сварочного тока – 3,5 кА; длительность импульса – 0,04 с; длительность паузы – 0,08 с. Процесс прихватывания ленты и нанесенное покрытие представлены на рис. 5.

Окончательная обработка восстанавливаемых поверхностей проводилась на универсальном кругло-

шлифовальном станке JAG-CG2575-AL с применением смазочно-охлаждающей жидкости – водного раствора (5-10%) концентрата ECOCOL S-69 CF, электрокорундовыми шлифовальными кругами, обеспечивающими требуемую шероховатость обработанной поверхности (рис. 6).

Выводы

1. С использованием предлагаемой технологии, основанной на комбинировании способов наплавки в среде защитного газа и ЭКПЛ, с 2017 г. восстановлено 27 деталей. В данный момент техника с вос-

становленными по предлагаемой технологии деталями проходит эксплуатационные испытания в агропромышленных предприятиях Республики Мордовия. Отрицательных отзывов от эксплуатирующих организаций не поступало.

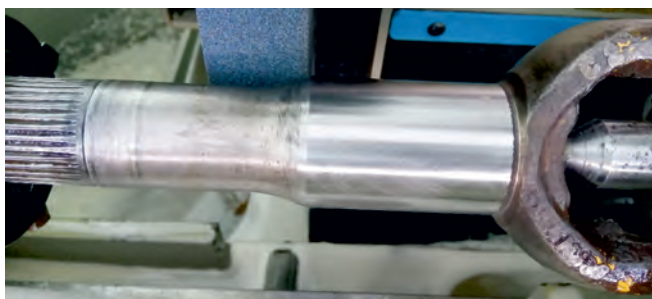
2. Данная технология позволяет снизить себестоимость ремонта за счет уменьшения времени восстановления и расхода присадочного материала. Ее применение позволяет сократить сроки и стоимость ремонта техники, что будет способствовать оптимизации проведения сельскохозяйственных мероприятий.

Список

используемых источников

1. Комаров В.А., Нуязин Е.А. Анализ технической оснащенности предприятий и готовности техники// Сельский механизатор. 2018. № 1. С. 12-13.
2. Голубев И.Г. Восстановление деталей как направление импортозамещения запасных частей сельскохозяйственной

Рис. 6. Обработка рабочей поверхности вала привода в номинальный размер



техники // Наука в Центральной России. 2015. № 5. С. 32-37.

3 **Черноиванов В.И., Голубев И.Г.** Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). М.: ФГНУ «Росин-формагротех», 2010. 376 с.

4. **Бурак П.И.** Восстановление деталей машин электроконтактной приваркой металлической ленты через промежуточный слой: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03/Бурак Павел Иванович. М., 2004. 137 с.

5. **Фомин А.И.** Совершенствование технологии восстановления чугунных коленчатых валов электроконтактной приваркой стальной ленты через промежуточный слой: дис. ... канд. техн. наук. Саранск, 2012. 202 с.

6. **Зозин А.Н., Возмилов И.В., Фомин А.И.** Основные факторы, влияющие на надежность установки для электроконтактной приварки // XLV Огаревские чтения: матер. науч. конф. В 3-х ч. / Отв. за выпуск П. В. Сенин. Саранск, 2017. С. 21-24.

7. **Бурак П.И.** Материалы, рекомендованные для электроконтактной приварки / П.И. Бурак, А.В. Серов. Тр. ГОСНИТИ. Т.105. 2010. С. 176-180.

8. **Фомин А.И., Комаров В.А., Нуянзин Е.А.** Формирование работоспособного поверхностного слоя для обеспечения надежности коленчатых валов автотракторной техники // Техника и оборудование для села. 2017. № 5. С. 26-30.

9. Электроконтактная приварка. Теория и практика: монография / Р.А. Латыпов [и др.] // М.: Университетская книга, 2016. 391 с.

10. Методика назначения оптимальных режимов электроконтактной приварки / А.В. Серов [и др.] // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2019. № 6. С. 35-39.

Mixed Technology for Restoring Shaft Part Operability

A.I. Fomin, P.V. Senin, V.V. Vlaskin, M.A. Kurguzkin

(Ogarev Mordovia State University)

Summary. A technological approach to the restoration of machine parts wear with the presence of circumferential marks having a depth of more than 1 mm using a combination of semi-automatic surfacing in a shielding gas medium and subsequent electrical contact welding of a steel strip is described.

Keywords: reliability, operability, resource, restoration, electrical contact welding on, welding, operation.



РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

**Ростсельмаш переводит
сельхозмашиностроение
на QR-кодирование**

Подробности –
по горячей линии
8 800 250 60 04
Звонок бесплатный
на территории России
www.rostselmash.com

УДК 620.193

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-5-42-44

Исследование способов улучшения моющих и противокоррозионных свойств растворов синтетических моющих средств

Н.В. Бышов,

д-р техн. наук, проф., ректор,
byshov@rgatu.ru

И.А. Успенский,

д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой,
ivan.uspensckij@yandex.ru

И.А. Юхин,

д-р техн. наук, доц.,
зав. кафедрой,
ivan.uspensckij@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «РГАТУ им. П.А. Костычева»);

И.В. Фадеев,

канд. техн. наук, доц.,
зав. кафедрой,
ivan-fadeev-2012@mail.ru

Г.А. Александрова,

канд. техн. наук, доц.,
pochgru@mail.ru
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ им. И.Я. Яковлева»)

Аннотация. В качестве добавки для улучшения моющих и противокоррозионных свойств растворов синтетических моющих средств (СМС) исследованы тетрабораты лития, натрия и калия. Показано, что введение в состав растворов СМС тетраборатов изучаемых щелочных металлов улучшает моющие и ингибиторные свойства растворов.

Ключевые слова: загрязнения поверхности деталей, мойка и очистка, синтетические моющие средства, моющие и ингибиторные свойства, тетрабораты лития, натрия и калия.

Постановка проблемы

В процессе изготовления изделий на их поверхности скапливаются различные загрязнения, поэтому перед нанесением защитных или декоративных покрытий поверхности изделий необходимо очистить от загрязнений. Операции очистки поверхностей характеризуются повышенными требованиями к качеству их проведения, так как адгезионные свойства, обе-

спечивающие качество покрытия, в первую очередь, зависят от чистоты подложки. Нарушение технологии и несоблюдение технологических параметров процесса подготовки поверхностей, включающей в себя мойку и очистку, часто способствует образованию дефектов в пленке покрытия, появлению подпленочной коррозии, что приводит к выбраковке изделий. Очистка является определяющим фактором и для обеспечения качества проведения дефектовочных работ, операций сборки при ремонте транспортной и сельскохозяйственной техники. Трудоемкость операций очистки и подготовки поверхностей изделий в машиностроении и ремонтном производстве составляет около 10 % от общей трудоемкости их изготовления или ремонта [1].

В технологическом процессе изготовления изделий с их поверхностей удаляются загрязнения (масла, эмульсии, остатки шлифовальных и полировальных паст, консервационные покрытия) [2].

Степень загрязнения поверхностей бывает слабой, средней и сильной.

При слабой степени загрязнения на поверхности изделий появляются легкие неравномерные загрязнения от масла и пыли, при средней – небольшие равномерные слои смазки и эмульсионных охлаждающих жидкостей (удельное содержание загрязнений составляет до 5 г/м²), при сильной – толстый слой консервационного покрытия или масла (удельное содержание загрязнений – более 5 г/м²) [2].

Очистка поверхности – это удаление с нее загрязнений до определенного уровня чистоты. Достигается механическим, физическим, химическим способами [3]. С целью ускорения процессов мойки растворы

нагревают, подают под давлением, активизируют, детали подвергают вибрации и др. Правильный выбор физико-химической активности очищающей среды, ее температуры и соответствующей активации процесса позволяет многократно ускорить и улучшить очистку [3].

Различают три уровня очистки, которые отличаются количеством остаточных загрязнений: макроочистка, микроочистка и активационная очистка [4]. Для каждого уровня очистки применяют свои методы контроля: весовой и метод протирания используют после макроочистки, люминесцентный и метод смачивания водой – после микро- и активационной очистки [5].

До недавнего времени на ремонтных предприятиях основными моющими средствами являлись бензин, дизтопливо, керосин, ацетон и др. Но они пожаро- и взрывоопасны, токсичны и вредны для здоровья человека. Для сокращения применения и полной замены легковоспламеняемых жидкостей, интенсификации процессов мойки и очистки поверхностей деталей в ремонтном производстве начали применять синтетические моющие средства (СМС) на водной основе [6]. Однако успешное применение СМС возможно при условии, что в их состав входят эффективные ингибиторы коррозии [7, 8].

В связи с этим исследования, направленные на улучшение моющих и противокоррозионных свойств растворов СМС, являются актуальными и востребованными в агропромышленной и автотранспортной отрасли.

Цель исследования – разработка новой эффективной добавки для повышения моющих и противокоррозионных свойств растворов СМС.

Материалы и методы исследования

С целью возможности применения боратов щелочных металлов в качестве компонента моющих средств было исследовано влияние тетраборатов лития ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$), натрия ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) и калия ($\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7$) на оценочные свойства синтетических моющих средств МЛ-51, МС-8 и Лабомид-203. В качестве оценочных свойств СМС рассматривали моющую и противокоррозионные свойства.

Моющую способность и смачиваемость растворов СМС определяли по методике, приведенной в работе [9].

Для определения степени удаления загрязнения, %, использовали формулу

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где P_0 – начальный вес образца (чистого), г;

P_1 – вес загрязненного образца, г;

P_2 – вес образца после мойки, г.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты изучения моющей способности 3%-ных растворов исследуемых СМС без добавки и с добавкой тетраборатов лития, натрия и калия представлены в табл. 1.

Согласно данным табл. 1, добавление тетраборатов лития, натрия и калия способствует повышению моющей способности растворов и смачиваемости.

Так, введение в 3%-ный раствор МС-8 5 г/л тетрабората натрия повышает моющую способность раствора до 95,6%, а смачиваемость – до 34 с. Без добавки тетрабората натрия эти показатели составили 83,6% и 27 с соответственно. Введение в состав растворов СМС тетраборатов щелочных металлов повышает буферные свойства растворов, которые, в свою очередь, улучшают моющие свойства и смачиваемость, причем тетрабораты лития и калия по своим показателям уступают тетраборату натрия.

Оптимальная концентрация тетраборатов (5 г/л) в 3%-ных растворах СМС определена измерением стационарных потенциалов стали Ст3

Таблица 1. Моющая способность и смачиваемость СМС с добавкой тетраборатов лития ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$), натрия ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) и калия ($\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7$)

Состав моющего средства	Моющая способность, %	Смачиваемость, с
3%-ный раствор МЛ-51	80,2	26
3%-ный раствор МЛ-51 + 5 г/л $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	83,8	26
3%-ный раствор МЛ-51 + 5 г/л $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	89,4	30
3%-ный раствор МЛ-51 + 5 г/л $\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7$	88,2	29
3%-ный раствор МС-8	83,6	27
3%-ный раствор МС-8 + 5 г/л $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	90,7	29
3%-ный раствор МС-8 + 5 г/л $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	95,6	34
3%-ный раствор МС-8 + 5 г/л $\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7$	93,9	30
3%-ный раствор Лабомид-203	81,4	27
3%-ный раствор Лабомид-203 + 5 г/л $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	84	28
3%-ный раствор Лабомид-203 + 5 г/л $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	92,3	31
3%-ный раствор Лабомид-203 + 5 г/л $\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7$	91,8	30

Таблица 2. Влияние потенциала стали Ст3 в 3%-ных растворах СМС без добавки и с добавкой тетраборатов лития, натрия и калия на плотность анодного тока

Состав растворов моющего средства	Плотность анодного тока (i_a), мкА/см ² , в пассивной области при различных значениях потенциала стали (Е, В по ХСЭ)			
	Е = 0,0В	Е = 0,2В	Е = 0,4В	Е = 0,6В
3%-ный раствор МЛ-51	4,2	4,3	4,4	4,5
3%-й раствор МЛ-51 + 5 г/л $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	3,5	3,6	3,7	3,8
3%-ный раствор МЛ-51 + 5 г/л $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	3,3	3,4	3,5	3,6
3%-ный раствор МЛ-51 + 5 г/л $\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7$	3,2	3,3	3,4	3,5
3%-ный раствор МС-8	3,9	4	4,1	4,2
3%-ный раствор МС-8 + 5 г/л $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	2,7	2,8	3	4,1
3%-ный раствор МС-8 + 5 г/л $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	2,6	2,6	2,7	2,8
3%-ный раствор МС-8 + 5 г/л $\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7$	2,6	2,7	2,8	2,9
3%-ный раствор Лабомид-203	4	4,2	4,3	4,4
3%-ный раствор Лабомид-203 + 5 г/л $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$	3,2	3,3	3,5	3,6
3%-ный раствор Лабомид-203 + 5 г/л $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	2,9	3	3,2	3,3
3%-ный раствор Лабомид-203 + 5 г/л $\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7$	2,8	2,9	3	3,1

с использованием потенциостата П-5848 [10]. Без внешней поляризации стационарный потенциал стали Ст3 с течением времени уменьшается и через 30 мин его значение составляет 0,18 В. Тетрабораты повышают потенциал стали в 3%-ных растворах изучаемых СМС, и при концентрации 5 г/л он максимален. Повышение концентрации тетраборатов свыше 5 г/л существенно не изменяет значения стационарного потенциала стали.

Влияние исследованных боратов на моющую способность и смачиваемость (см. табл. 1) уменьшается в

ряду: тетраборат натрия > тетраборат калия > тетраборат лития.

Информацию об ингибиторных свойствах исследуемых боратов в составе синтетических моющих жидкостей получили потенциодинамическим измерением плотности анодного тока при различных потенциалах с использованием потенциостата П-5848. Электродом сравнения был хлорсеребряный электрод (ХСЭ).

Результаты электрохимических измерений растворов СМС с добавкой тетраборатов лития, натрия и калия приведены в табл. 2.

Значение плотности анодного тока прямо пропорционально значению скорости растворения металла в растворе [11].

Из табл. 2 видно, что скорость растворения стали в растворах СМС с тетраборатными добавками ниже, чем в исходных растворах, следовательно, СМС, содержащие добавки тетраборатов лития, натрия и калия, имеют лучшие противокоррозионные свойства. Причем 3%-ный раствор МС-8 с добавкой 5 г/л тетрабората натрия эффективнее других изученных составов.

Изученные тетрабораты являются анодными ингибиторами. Исследования показали, что повышение концентрации тетраборатов расширяет область пассивации стали.

В работе [12] показано, что переход стали в пассивное состояние в растворах СМС, содержащих бораты щелочных металлов, объясняется образованием на поверхности стали защитных оксидных пленок и хемосорбцией борат-анионов в условиях протекания коррозионных процессов стали с кислородной деполяризацией. Ингибирующая способность боратов зависит от природы катионов и анионов.

Выводы

1. Тетрабораты лития, натрия и калия можно рекомендовать к использованию в качестве эффективных добавок в растворы СМС для мойки поверхностей деталей перед нанесением защитных или декоративных покрытий, а также перед выполнением дефектовочных работ в техноло-

гических процессах ремонта узлов и агрегатов машин.

2. Тетрабораты лития и калия по своим показателям уступают тетраборату натрия.

3. При достижении концентрации боратов 5 г/л сталь переходит в пассивное состояние. Дальнейшее увеличение концентрации добавок к существенному изменению ингибирующего эффекта не приводит.

Список

использованных источников

1. **Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В.** Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств // Автотранспортное предприятие. 2014. № 6. С. 54-56.
2. **Малышев А.В.** Контроль загрязнений в современных системах машин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2014. № 3. С. 49-52.
3. **Фадеев И.В., Ременцов А.Н., Садетдинов Ш.В.** Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей в присутствии некоторых боратов // Грузовик. 2017. № 1. С. 17-20.
4. **Тойгамбаев С.К.** Совершенствование процессов очистки деталей от загрязнений при ремонте машин // Актуальные проблемы современной науки. 2016. № 3 (88). С. 217-221.
5. Моющие средства, их использование в машиностроении и регенерация / А.Ф. Тельнов [и др.]. М.: «Машиностроение», 1993. 202 с.
6. Повышение противокоррозионных свойств растворов синтетических моющих средств для мойки деталей / Н.В. Бы-

шов [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. 2019. № 45. С. 20-24.

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

8. Разработка нового средства для защиты сельскохозяйственных машин при хранении / Н.В. Бышов, [и др.] // Техника и оборудование для села. 2019. № 6 (264). С. 38-42.

9. **Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В.** Влияние моноборатов лития, натрия, калия на моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств // Приволжский научный журнал. 2015. № 2. С. 86-90.

10. Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning offerrous and nonferrous metal sinacidic solutions / M. Goyal [et al.] // A review. J. Mol. Liq. 2018. P. 256, 565-573.

11. **Фадеев И.В., Садетдинов Ш.В.** Повышение коррозионной стойкости стали 10 // Вестник МАДИ. 2015. Вып. 2 (41). С. 107-114.

12. **Садетдинов Ш.В.** Трехкомпонентные боратсодержащие системы: дис. ... д-ра хим. наук: 02.00.01. Казань, 1999. 336 с.

Study of Ways to Improve the Detergency and Anticorrosive Properties of Solutions of Synthetic Detergents

N.V. Byshov, I.A. Uspensky, I.A. Yukhin

(P.A. Kostychev Ryazan State Agrotechnological University [RGATU]);

I.V. Fadeev, G.A. Alexandrova

(I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University)

Summary. Lithium, sodium and potassium tetraborates have been investigated as an additive to improve the washing and anticorrosive properties of synthetic detergent solutions. It was shown that the introduction of tetraborates of the alkali metals to be studied into the composition of synthetic detergent solutions improves the washing and inhibitory properties of the solutions.

Keywords: surface contamination of parts, washing and cleaning, synthetic detergents, washing and inhibitory properties, lithium, sodium and potassium tetraborates.



УДК 631.15:33.636.2.034

DOI: 10.33267/2072-9642-2020-5-45-48

Развитие системы информационно-аналитического обеспечения и управления затратами в молочном скотоводстве

А.И. Тихомиров,

канд. экон. наук,

ст. науч. сотр.,

tikhomirov991@gmail.com

(ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста)

Аннотация. Приведены результаты исследований внедрения информационно-аналитических систем в молочном скотоводстве, учитывающие отраслевые особенности применения и принципы создания новых программных продуктов.

Ключевые слова: информационно-аналитическое обеспечение, животноводство, цифровизация, эффективность, управление затратами.

Постановка проблемы

Формирование конкурентоспособного аграрного сектора экономики в условиях усиления влияния негативных макроэкономических процессов и санкционного давления требует выработки эффективных мер по повышению устойчивости и адаптации сельскохозяйственных товаропроизводителей, сервисных организаций и других субъектов отечественного агробизнеса к изменениям рыночной конъюнктуры.

В рамках данной задачи особая роль отводится совершенствованию механизмов принятия управленческих решений и государственного регулирования, снижению административных издержек и уровня фискальной нагрузки за счет развития информационно-аналитического обеспечения и организации мониторинга проходящих в отрасли процессов для получения достоверных данных, необходимых для выстраивания эффективной системы менеджмента, рационализации и администрирования бизнес-процессов [1].

Одним из важнейших направлений аграрного сектора экономики, активно внедряющим информационно-аналитические системы управления и цифровизации, играющим ключевую роль в формировании внутреннего агропродовольственного рынка и обеспечении занятости сельского населения, является молочное скотоводство.

Животноводческие предприятия, являясь наиболее технологически сложноорганизованными субъектами хозяйствования АПК России, отличаются высоким уровнем формирования добавленной стоимости в процессе производства и включают в себя большое количество взаимосвязанных производственных операций, поэтому



предъявляют наиболее высокие требования к уровню адаптивности и надежности предлагаемых информационно-аналитических систем и программных продуктов.

В этой связи определение теоретико-методологических основ и факторов, необходимых для развития информатизации и цифровизации производства продукции молочного скотоводства, становится актуальной научно-практической задачей, требующей решения.

Цель исследований – изучение особенностей развития систем информационно-аналитического обеспечения управления технологическими процессами и затратами в молочном скотоводстве.

Материалы и методы исследования

Информационной базой для исследования являлись официальные данные Минсельхоза России, Росстата, аналитические материалы отраслевых союзов и объединений.

В ходе выполнения работы использовались специальные методы исследования: экономико-статистический, расчетно-конструктивный, монографический.

На основе анализа и учета факторов, определяющих экономическую эффективность развития отрасли, проведено обоснование методики расчета и использования сводного индекса себестоимости производства молока.

В настоящее время в молочном скотоводстве получили широкое распространение различные информационно-аналитические программные продукты, способствующие организации и совершенствованию системы учета, контроля и управления технологическими процессами.



Среди многообразия предложений, представленных на рынке, особого внимания заслуживают разработки ведущих мировых производителей оборудования и автоматизированных технических систем, таких как Dairy Plan (GEA), DelPro и ALPRO (DeLaval) и др.

Данные автоматизированные системы обеспечивают учет, контроль, планирование и прогнозирование продуктивности животных, их здоровья и физиологического состояния, определение которого необходимо для организации менеджмента стада.

Консолидация данных, характеризующих продуктивность и физиологический статус животных, и последующая их интеграция в единую систему позволяют повысить эффективность принимаемых управленческих решений и использования ресурсов.

Результаты исследований и обсуждение

В последние годы особое значение приобрело создание электронных систем идентификации, позволяющих значительно повысить достоверность данных и оперативность получения информации о состоянии здоровья и продуктивности животных. В основе данной технологии лежит использование микрочипов RFID, осуществляющих сбор, накопление и передачу информации о животном в автоматизированную систему управления.

Данные технические решения позволяют создать устойчивые коммуникативные связи между всеми производственными участками и цехами фермы, координировать и управлять технологическими процессами и обеспечить организацию согласованной работы [2].

Другим приоритетным направлением внедрения информационных технологий в молочном скотоводстве являются автоматизация и организация менеджмента селекционно-племенной работы, которые осуществляются путем применения современных информационно-аналитических систем.

В настоящее время на внутреннем рынке представлен ряд отечественных программ племенного учета для молочного скотоводства: АРМ «Селэкс», «Матрица. Племучет КРС» и «Коралл-Ферма КРС» [3].

Наиболее широкое распространение получила программа «Селэкс», позволяющая осуществлять полную интеграцию данных между программами управления стадом и доения и тем самым консолидировать массив данных по всему поголовью животных.

Система дает возможность вести единый учет всех животных и интегрировать в сводную базу данных сведения от различных подразделений и служб животноводческих предприятий. Собранная информация позволяет проводить постоянный комплексный мониторинг и анализ для разных уровней менеджмента и организовать эффективную систему управления технологическими процессами (планы запуска, осеменения и др.).

Характерной особенностью данного программного продукта является возможность осуществления с помощью специального модуля обмена и интеграции информации с информационно-аналитическими системами и программами управления доения и содержания животных, которые используются вместе с современным технологическим оборудованием ведущих мировых производителей.

Для систематизации требований, предъявляемых к современным информационно-аналитическим системам управления технологическими процессами в молочном скотоводстве, были обобщены и систематизированы принципы создания и устойчивого функционирования программных продуктов для обеспечения цифровизации отрасли (см. таблицу).

Рассматривая современное состояние молочного рынка, следует отметить, что на протяжении последних лет в связи с изменением макроэкономической и геополитической ситуации, связанной с введением экономических санкций, девальвацией национальной валюты

Основные принципы создания современных информационно-аналитических систем управления технологическими процессами в молочном скотоводстве

Принцип	Значение	Реализация
Адаптивность	Адаптация к техническим требованиям и новым конфигурациям системы для обеспечения бесперебойной работы программы	Возможность установки и работы программного продукта с различными версиями и обновлениями оперативных систем и техническими требованиями
Системность	Функционирование программного продукта на основе принципов внутреннего единства и координации задач	Структурированная иерархическая структура организации системы, включающая в себя различные модули и базы данных
Вариативность	Обеспечение устойчивой и эффективной работы в режиме многозадачности и минимизации использования ресурсов	Возможность постановки и одновременного решения различных задач на основе выбора наиболее оптимального варианта и снижения ресурсоемкости
Безопасность информации	Организация защиты данных от несанкционированного доступа и распространения информации	Предотвращение несанкционированного получения и распространения информации третьими лицами, в том числе через сеть Интернет
Интеграция данных	Передача данных в другие программные продукты и устройства, в том числе через сеть Интернет	Передача данных в другие программные продукты и возможность осуществления их трансформации в иные форматы
Синхронизация	Возможность работы с другими программными продуктами	Организация передачи и трансформация данных с другими программами и форматами

и падением реально располагаемых доходов населения, в отрасли происходят разнонаправленные процессы, влияющие на конкурентоспособность и устойчивость сельхозтоваропроизводителей. Они обусловлены, с одной стороны, высокой волатильностью и диспаритетом цен на реализуемое сырье и используемые в производстве ресурсы, с другой, – формированием новой структуры рынка и созданием инновационных производственных цепочек и каналов сбыта готовой продукции (рис. 1).

В этой связи одним из перспективных направлений развития информатизации и цифровизации молочного скотоводства является внедрение программных продуктов, обеспечивающих централизованный учет и анализ производственных затрат для организации эффективной работы с контрагентами и прогнозирования ключевых параметров финансово-экономического развития предприятий.

На сегодняшний день в отрасли активно происходят процессы по выстраиванию паритетных отношений между производителями и переработчиками молока для формирования справедливой системы ценообразования.

Примером данной политики является создание совместно с аналитическим департаментом Национального союза производителей молока «Союзмолоко» сводного индекса себестоимости производства молока (Russian Milk Cost Index (RMCI) – Российский индекс себестоимости производства молока) и заключение на его основе долгосрочных контрактов по реализации сырого молока [4].

В основе построения индекса лежит определение структуры себестоимости производства молока и выделение отдельных элементов затрат. В результате формирования перечня агрегированных статей затрат происходит установление численного выражения ключевых факторов в форме весового коэффициента, влияющих на каждую из составляющих производственной себестоимости.

На основании выделенной группы в процессе консолидации факторов формируются базы данных значений в отчетном периоде с учетом определения коэффициента сезонности затрат, понесенных при производстве молока сельхозтоваропроизводителями в разные сезоны года.

На завершающем этапе производятся построение и адаптация общей экономико-математической модели индекса к установленной структуре себестоимости и расчет показателей для оценки его изменчивости и динамики.

В общем виде математическое выражение индекса имеет вид:

$$RMCI^{t_k-t_0} = \sum_{n=1}^n \left(\frac{\text{фактор}_n^{t_k} \cdot I_{\text{сез.с.пм}}^{t_k}}{\text{фактор}_n^{t_0} \cdot I_{\text{сез.с.пм}}^{t_0}} \cdot \text{коэффициент}_n \right),$$



Рис. 1. Волатильность цен реализации молока на внутреннем рынке и удельных производственных затрат

где t_0 – период времени, взятый за базис, по которому ведется расчет показателя;

t_k – отчетный период времени, для которого рассчитывается изменение, $k \in [0; k]$;

n – количество факторов, включенных в модель;

$RMCI^{t_k-t_0}$ – индекс себестоимости производства молока в период t_k относительно t_0 ;

$I_{\text{сез.с.пм}}^{t(k;0)}$ – индекс сезонности себестоимости производства молока в период t_k, t_0 ;

n – коэффициент, отражающий значение весового коэффициента при действии фактора n и долю фактора в структуре затрат производства молока.

Экономическая сущность индекса заключается в определении тенденций формирования себестоимости производства молока, складывающихся под влиянием девальвационных и инфляционных процессов, изменения удельного веса ключевых элементов затрат в общей структуре.

Предложенный механизм позволяет снизить влияние волатильности цен на внутреннем рынке на показатели доходности сельскохозяйственных товаропроизводителей, повысить предсказуемость и уровень достоверности ключевых индикаторов разрабатываемых прогнозов и программ развития как отдельных предприятий, так и отрасли в целом.

Важнейшей задачей данного механизма является повышение устойчивости и адаптивности производителей молока к неблагоприятным макроэкономическим факторам за счет применения экономико-математических методов прогнозирования затрат.

Благодаря использованию данного механизма и выстраиванию рациональной управленческой политики в отрасли сформировалась благоприятная рыночная среда, позволяющая обеспечить получение устойчивого дохода от производства и реализации молока, необходимого для осуществления технико-технологической модернизации

молочного скотоводства и создания новых объектов (рис. 2).

Особое значение данный подход приобретает в условиях дефицита финансовых ресурсов и ограниченности возможностей федерального бюджета по субсидированию части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей в рамках государственной поддержки отрасли и обоснования объема необходимых инвестиционных вложений для осуществления принципов расширенного воспроизводства в молочном скотоводстве и наращивании производства молока [5].

Выстраивание паритетных экономических отношений между участниками рынка и заключение долгосрочных контрактов позволило повысить прогнозируемость основных параметров развития отрасли и эффективность принимаемых управленческих решений.

По данным Росстата [6], за 2013-2019 гг. производство молока в сельскохозяйственных организациях страны возросло на 3 млн т, или на 21% (до 17 млн т).

Проводимая политика наряду с введением продуктового эмбарго и девальвацией национальной валюты привела к сокращению предложения и емкости внутреннего молочного рынка, что предопределило значительный рост цен как на готовую продукцию, так и на молоко-сырье.

Так, по оперативным данным, цена реализации молока сельскохозяйственными товаропроизводителями страны за этот период увеличилась на 56,7% (до 24,9 руб/кг). При этом прибыль за 2013-2018 гг. возросла более чем в 2 раза и составила 3,48 руб/кг, что в свою очередь обеспечило высокую рентабельность производства молока.

Выводы

1. Развитие информационных технологий в молочном скотоводстве является одним из приоритетных направлений технологической модернизации отрасли и ключевым фактором снижения ресурсоемкости производства молока.

2. Благоприятная рыночная конъюнктура на отечественном агропродовольственном рынке позволила значительно повысить уровень экономической эффективности молочного скотоводства и сформировать ресурсную базу для внедрения инновационных решений и технологий.

3. Внедрение и осуществление прогнозных оценок индекса себестоимости производства молока и управление затратами позволили повысить устойчивость и прогнозируемость развития отрасли, что в свою очередь дало возможность для разработки и реализации инвестиционных проектов по созданию новых производственных мощностей и наращиванию объемов производства молока.

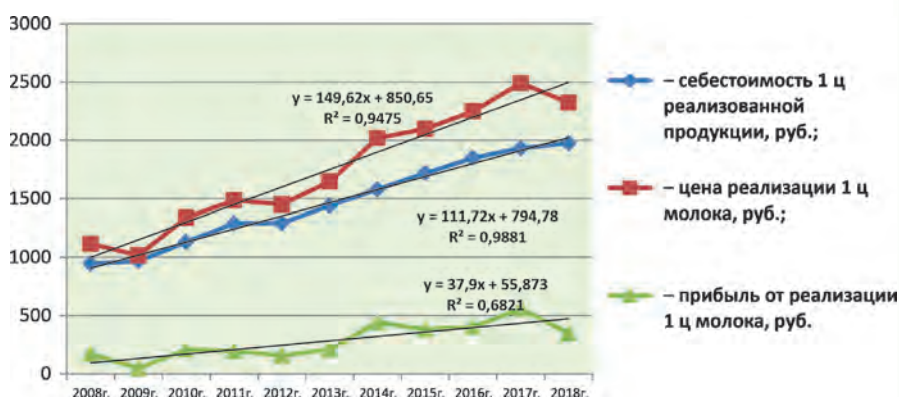


Рис. 2. Экономическая эффективность производства молока в сельскохозяйственных организациях

4. Представленный инструмент является фактором, активизирующим инвестиционный процесс и повышающим экономическую эффективность производства молока для потенциальных инвесторов.

Список использованных источников

- Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Маринченко Т.Е., Тихомиров А.И. Анализ состояния и перспективы улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 108 с.
- Мишуров Н.П. Информационный менеджмент в молочном скотоводстве // Вестник ВНИИМЖ. 2014. № 4. С. 41-48.
- Овсянкина Н.М., Прозоров А.А. Использование АСУ в производстве молока // Молочнохозяйственный вестник. 2011. № 1. С. 81-86.
- Индекс RMCi [Электронный ресурс]. URL: <https://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/indeks-sebestoimosti-rmci/> (дата обращения: 18.03.2020).
- Тихомиров А.И. Экономические условия для технологической модернизации и интенсификации молочного скотоводства // Техника и оборудование для села. 2019. № 5. С. 38-42.
- Официальная статистика Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/# (дата обращения: 17.03.2020).

Development of an Information Analytical System and Cost Management in Dairy Cattle

A.I. Tikhomirov

(L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry)

Summary. The results of studies on the implementation of information and analytical systems in dairy cattle breeding taking into account industry-specific features of application and the principles of creating new software products are provided.

Keywords: information and analytical support, animal husbandry, digitalization, efficiency, cost management.



АГРОРУСЬ

29-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА

2-5 СЕНТЯБРЯ 2020



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

0+

Организатор

EXPOFORUM

Генеральный
медиапартнер

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ТЕЛЕГРАФ

Партнер



ГАЗПРОМБАНК
Корпоративное (опережающее) кредитование

Спонсор



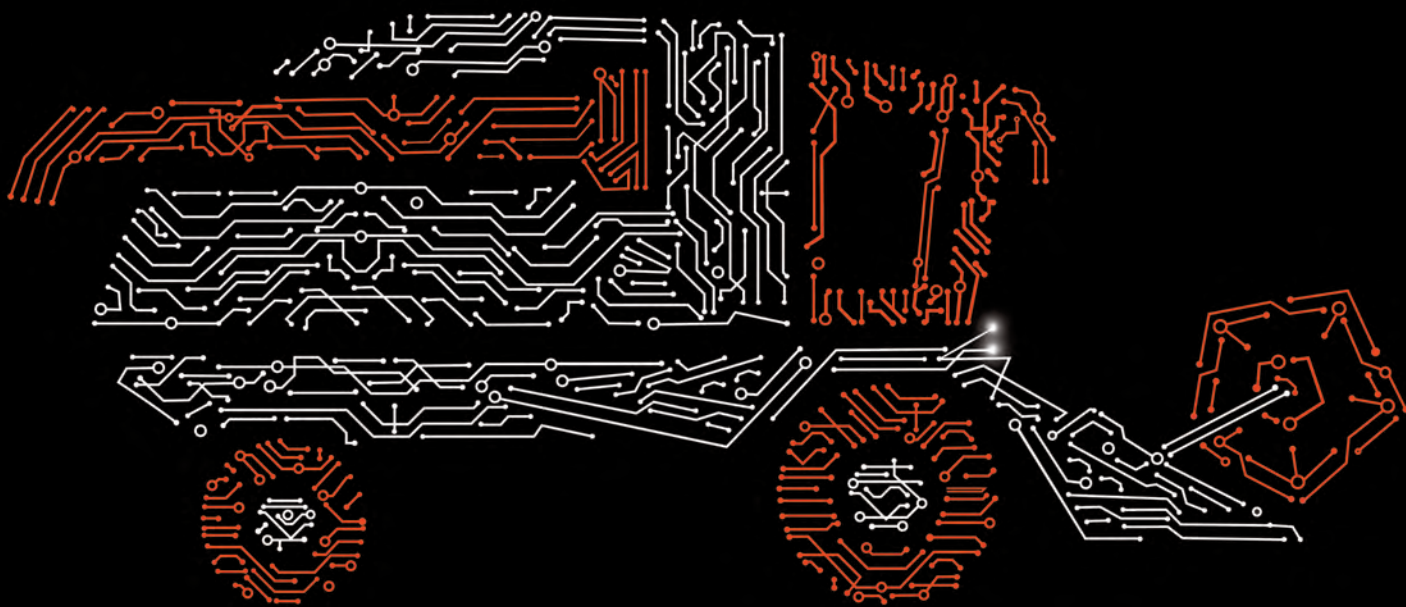
РоссельхозБанк

AGRORUS.EXPOFORUM.RU
ТЕЛ. +7 (812) 240 40 40
ДОб. 2221, 2235
AGRORUS@EXPOFORUM.RU

AGROSALON

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

6-9 OCTOBER
ОКТАБРЯ 2020



WWW.AGROSALON.RU