«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ» **«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»**

Научно-производственный периодический журнал **The research-and-production periodic magazine**

№ 1, 2013

Основан в 2012 г. **It is based in 2012.**

Выходит 6 раз в год **There are 6 times a year**

Учредитель и издатель журнала:
государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук
(ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

ЗАЗУЛЯ Александр Николаевич — главный редактор, д-р техн. наук, директор ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

НАГОРНОВ Станислав Александрович — зам. главного редактора, д-р техн. наук, профессор, зам. директора по научной работе ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

ГОЛУБЕВ Иван Григорьевич — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Московской области, зав. отделом ФГБНУ «Росинформагротех»

ГОРБАЧЕВ Иван Васильевич — член-корреспондент Россельхозакадемии, д-р техн. наук, профессор, академик-секретарь Отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии

ДИДМАНИДЗЕ Отари Назирович — член-корреспондент Россельхозакадемии, академик ГАСХН, д-р техн. наук, профессор**,** заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, зав. кафедрой ФГБОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина»

ЕРОХИН Михаил Никитьевич — академик Россельхозакадемии, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ, Президент ФГБОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина»

ЖАЛНИН Эдуард Викторович — д-р техн. наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники; зав. отделом ГНУ ВИМ Россельхозакадемии

ЗАВРАЖНОВ Анатолий Иванович — академик Россельхозакадемии, д-р техн. наук, профессор, Президент ФГБОУ ВПО МичГАУ

ИВАНОВ Юрий Анатольевич — член-корреспондент Россельхозакадемии, д-р с.-х. наук, профессор, директор ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии

ЛАРЮШИН Николай Петрович — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник сельского хозяйства, профессор кафедры ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

ЛЯЛЯКИН Валентин Павлович — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, **з**ам. директора по инновационной деятельности ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии

МИЩЕНКО Сергей Владимирович — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат премии Правительства РФ в области образования, член Национального комитета по теплофизическим свойствам веществ РАН, ректор ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

ПОПОВ Владимир Дмитриевич — академик Россельхозакадемии, д-р техн. наук, профессор, президент Региональной областной организации "Санкт-Петербургская ассоциация инженеров сельского хозяйства – СПА-ИСХ", член Правления Ассоциации содействия полевым экспериментам и исследованиям, директор ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии

СТРЕБКОВ Дмитрий Семенович — академик Россельхозакадемии, действительный член Международной академии безопасности и РАЕН; д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, член Научного Совета РАН по проблеме «Методы прямого преобразования видов энергии в электрическую»; председатель Российской секции Международного общества Солнечной энергии, заместитель председателя Российского комитета по использованию возобновляемых источников энергии, председатель рабочей группы Европейского бюро ЮНЕСКО по образованию в области солнечной энергии, директор ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии

ФЕДОРЕНКО Вячеслав Филиппович — член-корреспондент Россельхозакадемии**,** д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, директор ФГБНУ «Росинформагротех»

Редакция

Адрес редакции: **392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, 28, к. 21,** тел. 8(4752)440-241; e-mail: naukacr@yandex.ru

Технический редактор: Левина Эмма Владимировна**, тел. +7 (920) 246-20-64**

Компьютерное макетирование: Левин Максим Юрьевич**, тел. +7 (920) 240-71-96**

© «Наука в центральной России», 2013

««НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ» **«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»**

Научно-производственный периодический журнал **The research-and-production periodic magazine**

№ 1, 2013

Основан в 2012 г. **It is based in 2012.**

Выходит 6 раз в год **There are 6 times a year**

Учредитель и издатель журнала:

государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук

(ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии)

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

агропромышленные инновационные технологии (в животноводстве и растениеводстве)

КУРГУЗКИН Владимир Николаевич — д-р с.-х. наук, зав. лабораторией технологии производства молока и говядины ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

ШУЛАЕВ Геннадий Михайлович — канд. с.-х. наук, зав. лабораторией технологии производства свинины ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

моделирование и управление в технических системах

ДОРОВСКИХ Владимир Иванович – к-т техн. наук, зав. лабораторией управления качеством технологических процессов в животноводстве ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

современные энергосберегающие технологии, в том числе нанотехнологии

ПЕТРАШЕВ Александр Иванович — д-р техн. наук, главный научный сотрудник лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

фундаментальные и прикладные приоритетные исследования

ТИШАНИНОВ Николай Петрович — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

экология и рациональное природопользование

ПРОХОРЕНКОВ Вячеслав Дмитриевич — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

экономика сельскохозяйственного производства

САЗОНОВ Сергей Николаевич — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

эффективное использование нефтепродуктов

ОСТРИКОВ Валерий Васильевич — д-р техн. наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

эффективное использование альтернативных энергоносителей

ШУВАЛОВ Анатолий Михайлович — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией использования альтернативных источников энергии взамен жидкого топлива ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

эффективное использование отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники

ТЫРНОВ Юрий Алексеевич — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией использования машинно-тракторных агрегатов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

ЕРОХИН Геннадий Николаевич — к-т техн. наук, зав. лабораторией эксплуатационных требований к сельхозтехнике ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

© «Наука в центральной России», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Жалнин Э.В.

Оптимизация машиноиспользования мощный резерв повышения эффективности сельскохозяйственного производства 4

Зазуля А.Н., Немтинов К.В., Ерусланов А.К.

Конструкторская разработка посевного комплекса для мелких зерновых культур 16

Шишлов С.А.

Совершенствование конструкции высевающего аппарата и способа посева для сои 20

Тишанинов Н.П., Ветров В.А., Анашкин А.В.

Вариантный метод оценки эффективности использования технологий подработки зерна 24

Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н.

Новые делители потока сыпучих материалов 30

Ерохин Г.Н., Коновский В.В.

Оценка надежности зерноуборочных комбайнов в условиях тамбовской области 36

Ерохин Г.Н., Решетов А.С.

Потери эффективности уборки зерновых культур в сельхозпредприятии 40

Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д., Попова О.Н.

Обеспечение нефтепродуктами фермерских хозяйств 44

Шувалов А.М., Вотановская Н.А., Шулаев Г.М., Милушев Р.К., Чернов Д.С.

Влияние мощности ИК-облучения при микронизации полножирной сои СОЕР-5 на изменение тестовых показателей в ней 50

Петрашев А. И., Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Клепиков В.В.

Технология консервации аграрной техники водно-восковым составом «ГЕРОН» 53

Петрашев А.И., Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Клепиков В.В.

Технология консервации сельскохозяйственной техники отработанными маслами 57

Лукоянычева О.В., Пронин С.П.

Программно-аппаратный комплекс для исследований всхожести семян пшеницы 61

Пахомов А.Н., Банин Р.Ю., Елисеева И.Г., Черных Е.А.

Анализ свойств жидкой послеспиртовой барды 67

Водолагина Е.Ю., Решетник Е.И., Чернакова А.Н.

Современные тенденции использования растительного сырья в молочной отрасли 70

Хафизов К.А., Хафизов Р.Н.

Определение оптимальных параметров трактора для производства в республике татарстан . 73

Павлов С.С.

Исследование энергоразделения в однопоточной вихревой трубе 83

УДК 658

Жалнин Э.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЩНЫЙ РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. *В статье обоснован тезис – высокий уровень машиноиспользования в хозяйствах – залог повышенной эффективности сельскохозяйственного производства. Только в этом случае можно реализовать потенциальные возможности имеющегося и перспективного парка машин. Изложены десять направлений оптимизации машиноиспользования в сельском хозяйстве и даны примеры их реализации.*

Ключевые слова. *Сельскохозяйственное производство, машиноиспользование, оптимизация, техника, задачи НИИ, эффективность.*

Zhalnin EV

OPTIMIZATION MASHINOISPOLZOVANIYA POWERFUL RESERVE EFFICIENCIES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Abstract. *In the article the thesis - a high level techuse in farms - the key to increased efficiency of agricultural production. Only in this way can realize the potential and prospects of the existing fleet strength. Outlines ten areas of optimization techuse in agriculture and provides examples of their implementation.*

Keywords. *Agricultural production, techuse, optimization of, technology, tasks Institute, efficiency.*

Современные требования по повышению эффективности сельскохозяйственного производства России обусловлены в основном двумя документами государственного уровня – «Доктриной продовольственной безопасности России» [1] и Государственной программой развития сельского хозяйства на 2013-2020 гг. [2]. В этих документах определены индикаторы производства, приоритетные отрасли, задания и сроки их выполнения, объемы финансирования, различные меры государственной поддержки сельского хозяйства страны. Насколько эти программы результативны, покажет время.

Однако обеспечение устойчивого развития сельскохозяйственного производства в целом является проблемой широкомасштабной, комплексной, включающей чрезвычайно широкий спектр направлений хозяйственной деятельности производственного, экономического, организационного и социального характера. Многие из них даже не требуют особой государственной поддержки и зависят больше от внутреннего механизма функционирования системы товаропроизводящих хозяйств, форм и методов организации и управления у них производством продукции.

Эта сторона деятельности хозяйств, к сожалению, не рассматривается никакими директивными программами. Даже попытки Россельхозакадемии утвердить государственную программу по развитию инженерно- технической службы в сельском хозяйстве не увенчались успехом. Проект программы создан, представлен в разные инстанции, но так и не рассмотрен.

Считается, что хозяйства должны сами определиться, что и как делать, лишь бы им оказали помощь в приобретении нужной им техники и желательно новой. Так родился миф об исключительной приоритетности

технического обеспечения хозяйств. При этом разрываются его связь с конечными результатами использования техники и той, которая есть, и той новой, которую купили хозяйства за большие средства.

Но есть истина, она как аксиома – любая машина требует определенных условий для реализации своих потенциальных возможностей. Но, к сожалению, она не учитывается во многих случаях.

Очень часто приходится встречаться с административно-кабинетным взглядом на методы повышения эффективности сельскохозяйственного производства, основанном на приоритетности техники. Де мол, зачем нам 3^x-4^x или даже 5-ти корпусные плуги. Давайте перейдем на 8-10 корпусные. Сразу кратный рывок в производительности на вспашке! При этом не задумываются о том, что да, рывок будет, но в отдельном случае, на отдельном поле, в отдельном хозяйстве. Что будет потом делать этот мощный трактор, который агрегатируется с таким широкозахватным плугом, как его загрузить в хозяйстве целый год, чтобы он окупил свою стоимость? В этом случае об этом не вспоминают. Далее. Зачем нам сеялки с захватом 3-4 метра? Давайте сразу 12-16 метров. Снова рывок. Но в отдельном случае, хотя бы там, где можно развернуться таким агрегатом. Или еще очень частая посылка, – зачем комбайны малых классов от 3 до 6 кг/с. Давайте перейдем на мощные комбайны – класса 10-14кг/с. Тогда не понадобится иметь много комбайнов, механизаторов и т.п. Тоже красиво звучит. Но как загрузить такой комбайн на урожае в 1,5-2,5 т/га, то есть на типичном урожае для России? Снова пауза. Ответа у чиновников нет. Тем не менее, политика «больших единичных мощностей» активно проводится в жизнь.

Список подобных примеров формирования технической политики в АПК можно продолжить. Главный их недостаток – игнорирование общих законов машиноиспользования (ранее они назывались законами эксплуатации МТП), особенностей оптимального функционирования каждой машины, недооценка критерия «цена машины – фактическая ее эксплуатационная производительность».

Конечно, мощные тракторы, полевые агрегаты, комбайны нужны, но только там и в таком количестве, где они могут полностью реализовать свои потенциальные возможности [3].

Отсюда обосновывается наш основной тезис, что оптимизация машиноиспользования является действительно мощным резервом повышения эффективности производства.

Любая машина, любого класса и типоразмера, для которой созданы условия реализации ее потенциальных (теоретических) возможностей принесет прибыль хозяйству. В то же время любая, самая мощная и потенциально производительная техника принесет убытки хозяйству, если она не реализует в реальных условиях машиноиспользования свои потенциальные возможности.

И еще очень важные два обстоятельства, характерные для современного развития нашего агропромышленного комплекса.

Первое – по всем основным видам техники сейчас идет резкое сокращение парка машин. Если сравнивать с оснащенностью хозяйств России в 1990 году, то произошло 3-5 кратное уменьшение обеспеченности хозяйств техникой. Обновление парка составляет 2-4% вместо 10-12%. Списывается машин больше, чем покупается новых. Хозяйства в основном работают на старой технике, многократно отремонтированной. Парк тракторов и комбайнов на 60-70% превысил амортизационные сроки. Годовые загрузки техники в 2-3 раза превышают нормативные.

В этих условиях многократно вырастает роль оптимального машиноиспользования, имеющейся техники. И резервы для этого есть. Практика показывает, что в ряде передовых хозяйств (к примеру, членов клубов «Агро-300» и «Агро-100») та же самая техника, которая имеется во многих других хозяйствах, у них же она имеет более высокую выработку с минимальными эксплуатационными издержками [4]. Но для этого необходима предварительная, большая, кропотливая, многоплановая внутрихозяйственная работа.

Второе – резкое ослабление инженерно-технической, консультационной и учебно-подготовительной службы на селе. Часто в хозяйстве имеется один главный инженер, который полностью занят обеспечением технической готовности имеющейся техники. У него нет времени следить за новинками машиноиспользования. Таких хозяйств несколько тысяч. Им надо помогать.

Научное, технологическое, техническое и организационное обеспечение этой работы – широкое поле деятельности для научно-исследовательских институтов системы Россельхозакадемии и МСХ РФ, вузов страны, а также региональных управлений сельского хозяйства и организаций регионального сельхозмашиностроения.

Обобщенный анализ современных путей повышения эффективности машиноиспользования выявляется следующие десять направлений. Поясним кратко каждое из них, не вдаваясь особо в их субординацию. Они все равноправны и нужны.

В зависимости от материально-технической базы хозяйства, его кадрового обеспечения и финансовой состоятельности они могут реализовываться все вместе, выборочно или по мере возможностей.

Первое направление – внедрение регламентов на проведение сельскохозяйственных работ.

Мы часто пользуемся такими понятиями как высокая культура земледелия, передовые хозяйства, передовой опыт, высокорентабельное производство и т.п. У всех этих понятий могут быть разные оттенки, но все они одинаковы по содержанию: они основаны на высокопрофессиональном выполнении всех сельскохозяйственных операций в соответствии с определенными регламентами работ.

Для полевых сельскохозяйственных операций рекомендуется выполнять четыре регламента. К сожалению, формат, данный статьи не позволяет их изложить здесь полностью. В обобщенном виде они представлены в работе [5]. Здесь сделаем краткий обзор этих регламентов, особенно ориентируясь на те хозяйства, в которых отсутствуют специализированные высокопрофессиональные агроинженерные службы.

Первый регламент (РТ-1) – регламент требований к агромашинным технологиям производства с/х. продукции. Он содержит семь требований и регламентирует основные цели, задачи и общую направленность использования машин в агротехнологиях. Если все названные семь требований в хозяйствах выполняются, то можно утверждать, что в этом хозяйстве машиноиспользование организовано эффективно и хозяйство работает прибыльно. Если же, хотя бы один или два требования не выполняются, то хозяйство, вряд ли, будет работать рентабельно.

Обеспечение высокой производительности труда гарантирует выполнение с/х. работ в оптимальные сроки. Точное выполнение технологий и технологических режимов обеспечит ритмичность всех операций в рамках заданного севооборота. Достижение проектируемого уровня продуктивности приведет к экономии ресурсов и получению прибыли. Адаптивность к агроландшафту и потенциалу хозяйства гармонизирует расходы. Выполнение пятого тре-

бования гарантирует финансовую стабильность производства и создает условия для его расширения. Соблюдение требований по экологии и охране труда (тр.6) повысит уровень цивилизованности всей деятельности хозяйства. Выполнение седьмого требования позволит наиболее эффективно задействовать в сфере производства человеческий фактор, усилит мотивацию труда у всех работников хозяйства.

Второй регламент (РТ-2) – регламент технологический, который обуславливает оптимальный выбор агротехнологий производства всех с./х. операций и условия для их реализации. Он состоит их трех блоков, в каждом по шесть определенных действий. Первый блок – информационный, связанный с получением и анализом исходной информации по внешним условиям функционирования хозяйства. Все сведения о внешних условиях классифицируются на три группы: агроклиматические факторы (влажность воздуха, почвы, растений; среднесуточные, средне – сезонные и среднегодовые температуры и осадки, динамика ветров) агроландшафтные (рельеф, тип и структура почв, размеры полей, засоренность камнями, лесистость, ширина дорог, мостов и т.п.), экологические факторы (давление на почву, склонность к эрозии, вероятность стихийных бедствий).

На этом основании выбираются или уточняются севообороты, распределяются площади под выбранные культуры и т.д.

Второй блок – разработка конкретных технологических карт на выполнение каждой с./х. операции. После определения сроков операций по возделыванию каждой культуры составляется общий план-график всех с./х. работ, выбираются базовая и альтернативная технологии на случай каких-либо экстремальных условий. Затем под эти технологии комплектуются машинные агрегаты, выбираются способы движения агрегатов по маршрутам «поле-бригада», «поле-ток» и т.п., определяются места загрузки и выгрузки, делается расчет материальных и финансовых затрат.

Третий блок – организационный. Он определяет комплекс мероприятий, которые надо выполнить для эффективной реализации агротехнологий.

Третий регламент (РТ-3) – технический. После выбора агротехнологий производства с/х работ и комплектования машинных агрегатов для их реализации необходимо выполнить ряд мероприятий по обеспечению работоспособности всех машин комплекса. Этот регламент также состоит из трех блоков: проведение подготовительных операций, проведение технических операций в полевых условиях и организация стационарной службы ремонта, техобслуживания и сервиса.

Четвертый регламент (РК-4) – квалиметрический. Он обязывает контролировать качество выполнения сельскохозяйственных операций и качество сельскохозяйственного сырья и продукции. Первый блок квалиметрического регламента исходит из того, что для каждой операции имеется определенный перечень контролируемых факторов, величин и характеристик. Для каждого из них установлены нормативы, нарушение которых приведет к снижению эффективности той или иной операции. Конкретные значения нормативных показателей качества с/х работ может быть предметом отдельного сообщения.

Опыт показывает, что когда руководство хозяйства и его агрономическая и инженерно-техническая службы овладели названными регламентами, то хозяйство будет работать достаточно эффективно в любых условиях. При этом будет обеспечена ритмичность работы всех исполнителей

и снизится до минимума вероятность организационных и технических неувязок.

Второе направление – оперативное управление текущим производством с/х продукции на основе систематической количественной и качественной оценки его состояния.

О высокой эффективности оперативного управления производством на основе диспетчеризации и мобильной связи разработано много рекомендаций. Они во многих хозяйствах, особенно членах клубов «Агро-300» и «Агро-100», успешно применяются и показывают высокий результат. Снижаются простои техники, устраняются многие организационные неувязки и т.п. Эти принципы управления надо внедрять повсеместно.

Но есть еще одна возможность контролировать производственный цикл и управлять как в краткосрочном, так и в среднесрочном интервале времени. Она основана на использовании расчетных коэффициентов полезного действия парков машин для выполнения соответствующих операций, но больше всего, уборочных.

Вводятся два новых понятия – натуральный коэффициент полезного действия – η_1 и экономический – η_2 [6]

$$\eta_1 = \frac{W_ф}{W_п}$$

где $W_ф$ – фактический сбор с/х продукции или в общем виде потенциальный объем с/х работ, выполненных в фактический срок; $W_п$ – потенциальный сбор с/х продукции (или объем), который выполнен в оптимальный агросрок или по состоянию перед началом работ.

К примеру, в хозяйстве на каком-то поле созрел урожай зерновых и по данным агрослужбы хозяйства урожайность составила y_o. Зная площадь поля (полей), потенциальный сбор продукции составит $W_п=S_oy_o$. Началась уборка. К концу первого дня, второго и далее выясняется, что фактический сбор продукции – $W_ф$ меньше. Коэффициент η_1 стал намного меньше 1.

Выясняются причины. Они могут быть технического характера, организационного или агрономического (сорт выбран легко осыпаемый). Но чаще всего нарушались регулировки техники или недостаточная обеспеченность техникой. Оперативно принимаются меры. Главное, постоянно вмешиваться в ход процесса уборки, постоянно его корректируя, не дожидаясь конца уборки, а потом спрашивать почему так получилось, что потеряна треть урожая.

Экономический КПД:

$$\eta_2 = 1 - \frac{Ц_{себ}}{Ц_{зер}}$$

где $Ц_{себ.}$ – себестоимость производимой в хозяйстве конкретной продукции по статистическим данным бухгалтерской отчетности; $Ц_{зер}$ – рыночная стоимость этой продукции (зерно, корма и т.п.).

Этот показатель дает комплектную оценку эффективности всего производства в конкретном хозяйстве.

Реализация этого направления требует выполнения научных исследований по выбору оптимальных технических и технологических решений, так как от них зависит себестоимость производимой в хозяйстве продукции.

Третье направление – оптимизация севооборотов по культурам, сортам и объемам производства с ориентацией на внедрение инженерных севооборотов.

Это означает, что надо выращивать только те культуры и сорта, в такой последовательности периодов их вегетации, чтобы не создавать пиковых нагрузок на технику. Один из частных примеров желательного чередования убираемых культур: яровые и озимые сорта зерновых – кукуруза на силос – кукуруза на зерно – подсолнечник – свекла. В каждом регионе может быть свой

тип севооборота, но главное – не совмещать сроки проведения нескольких сельхоз работ. Тогда и сравнительно небольшим парком машин можно выполнять большой объем сельхозработ.

Важная составляющая инженерных севооборотов – это оптимизация размеров полей, выравненности их микрорельефа, конфигурации, состояния подъездных дорог, состояния агрофона и т.п. К примеру, отсутствие полеглости зерновых культур, неравномерности созревания и повышенной соломистой повышает производительность уборочных агрегатов.

Агрономическая и инженерная службы хозяйства должны систематически проводить большую целенаправленную работу, чтобы создать все условия для ритмичного функционирования всех сельскохозяйственных агрегатов. Им необходимы также соответствующие рекомендации научно-исследовательских организаций селекционного семеноводческого и инженерного профиля.

Четвертое направление – внедрение принципов точного земледелия (координатного растениеводства, координатной агротехники).

Имеющийся практический опыт применения точного земледелия на основе спутниковых навигационных систем GPS или ГЛОНАС показывает, что в этом случае более эффективно используются все полевые машины и экономятся значительные материально-технические ресурсы. Но важно эту проблему не сводить только к дифференцированному внесению удобрений и средств защиты растений, или более точному вождению агрегатов по полю, что очень часто делается. Важно понять, что точное земледелие это мировоззренческое восприятие производства с./х. продукции. Мировоззренческую суть точного земледелия хорошо выразил наш академик В.П. Мосолов – каждому участку – своя агротехника. Это нетрадиционный взгляд на традиционные технологические процессы. Обобщение ряда работ по этой проблеме приводит к пяти основополагающим принципам точного земледелия: комплексности, информативности, адаптивности, потенциальных возможностей и управления [7]. Надо дать возможность нашему сельхоз товаропроизводителю проникнуться этими принципами, понять их суть и применять тот комплекс мер, который необходимо выполнить у себя в хозяйстве в соответствии с каждым из этих принципов. Тот, кто применяет эти принципы точного земледелия, всегда работает с прибылью.

Пятое направление – оптимизация последовательных технологических операций в системе единого замкнутого производственного процесса.

Оптимизация производится по производительности машин на каждой операции, срокам их выполнения и непрерывности последовательных операций в рамках принятой технологии. Особенно это важно на операциях посева, внесения удобрений, защиты растений, уборки и т.п. Полевой агрегат (посевной, машина для внесения удобрений, опрыскиватель, комбайн и т.п.) не должны простаивать в ожидании смежного агрегата по технологии. Очень часто посевные агрегаты простаивают в ожидании заправщика сеялок и длительности самой заправки. У машин для внесения удобрений очень низкий коэффициент использования времени смены из-за малого бункера, частых перезагрузок, больших плеч транспортировки удобрений. Комбайн простаивает в ожидании автомобиля для выгрузки зерна и т.п.

Особенно важно требование организации уборки зерновых культур, как единого замкнутого производственного процесса по операциям: сбор зерна в бункер комбайна, транспортировка зерна на зерно ток (пункт послеуборочной обработки), прием зерна

на току, его обработка и закладка на хранение [8,9,10]. Редко, когда эти операции выполняются в едином ритме, с полным согласованием темпов про ведения всех операций. Чаще всего имеет место такая ситуация. Комбайн после заполнения бункера зерном стоит в ожидании транспорта для перегрузки в него зерна. Хорошо, если придет автомобиль с кузовом по объему, кратный объему бункера комбайна. Редкое явление. Чаще всего – полный разнобой. Комбайны типа «Дон» и «Акрос» с бункерами на 5-6 тонн зерна обслуживаются автомобилями на 3-4 т или тракторными тележками такой же тоннажности и т.п. Далее. Автомобиль привез зерно на зерно ток и простаивает в ожидании выгрузки. В худшем и частом случае – выгрузит зерно на открытую площадку вместо того, чтобы в приемное устройство зерноочистительно-сушильного агрегата. Темп уборки зерна с поля часто сдерживается низкой производительностью пункта послеуборочной обработки зерна. Между операциями приема зерна и его обработкой допускается большой перерыв, чего допускать нельзя и т.д.

Реализация этого направления повышения эффективности с./х. производства требует выполнения большого объема научно-исследовательских работ по оптимизации зональных уборочно-транспортно-зерно обрабатывающих комплексов машин по структуре, производительности, количеству машин и т.п.

Шестое направление – реализация оптимального типажа машин в каждом хозяйстве.

Наряду с общими типовыми признаками хозяйств в рамках отдельного региона или административного округа все же почти каждое производящее товары хозяйство имеет свои отличительные особенности по севообороту, масштабам производства продукции, размерам и конкуренции полей и другим агроландшафтным и почвенным характеристикам. Сюда следует добавить отличия по формам собственности и финансовой состоятельности. И в любом случае надо в каждом хозяйстве обеспечить высокорентабельное производство с/х продукции. Отсюда возникает проблема конкретности (адресности) рекомендаций по применению той или иной техники в каждом случае.

Современный российский рынок техники весьма разнообразен. Только на одном комбайновом рынке участвует сейчас почти 80 различных моделей комбайнов 30 ведущих фирм мира. Как разобраться в этом разнообразии техники и выбрать для конкретного хозяйства именно то, что ему принесет прибыль? Ведь зерноуборочный комбайн определенного класса эффективен на уборке поля только с определенным диапазоном урожайностей зерна и соломы. Дилеры, различные посредники, рекламные проспекты фирм, видеоролики и т.п. наперебой предлагают свою продукцию. Настойчивость современной зерноочистительно- сушильного рекламы может сбить с толку любого сельхозпроизводителя. Отсюда задача научно-исследовательских организаций – разработать научно обоснованные рекомендации по выбору техники применительно к различным условиям производства с/х продукции.

Подобных рекомендаций сейчас много. Их надо обобщить, классифицировать, создать комплексную систему адресного технического обеспечения хозяйств в зависимости от их месторасположения, масштабов производства, платежеспособности и т.п.

Только за счет оптимального набора сельхозмашин можно получать значительный экономический эффект.

Седьмое направление – выбор конструкции машин и их комплектации дополнительных оборудованием, максимально

адаптированных к местным условиям производства сельхозпродукции.

Это также очень насыщенное в информационном плане направление работ и исследований. При выборе той или иной техники после выбора ее типажа по производительности (классу) очень важно правильно выбрать адаптивную ее конструкцию даже в пределах одного класса. Здесь важно учесть тип почв, размеры полей, макро и микроландшафт, тип и сорт возделываемых культур, урожайность, состояние агрофона (пониклость, засоренность и т.п.), этим факторам должны соответствовать конструктивные особенности применяемой машины. Одних культиваторных лап имеются десятки вариантов. Из них надо выбрать самый адаптивный к местным условиям.

Приведем пример из зерноуборочной техники. На рынке техники можно найти комбайны с однобарабанными молотильными устройствами, однобарабанными с ускорителем, двух барабанные, аксиально-роторные однопоточные и аксиально-роторные двух поточные. Причем все эти комбайны могут быть одного класса. Как разобраться рядовому сельхоз товаропроизводителю в этом разнообразии и выбрать то, что больше подходит к его условиям производства зерна. К примеру, те хозяйства, которые на уборке высоких урожаев зерновых свыше 5 т/га и кукурузы на зерно 6-10 т/га стали применять аксиально-роторные комбайны сразу ощутили высокий экономический эффект по производительности и потерям зерна.

Научные организации, различного рода консультационные службы, семинары, сельхоз выставки должны помочь ему в этом. Такое разнообразие характерно сейчас и для многих сельхозмашин. От правильно выбранной конструкции машин во многом зависит конечный результат машиноиспользования.

Восьмое направление – повышение эксплуатационной производительности сельхозмашин и агрегатов.

Теоретическая номинальная (потенциальная), производительность полевых мобильных машин и агрегатов – $W_п$ (плугов, сеялок, культиваторов, опрыскивателей, комбайнов и т.п.), определяется классическим уравнением – произведением ширины захвата машины (агрегата) B_a и скорости его движения во время работы – V_p

$$W_п = B_a \cdot V_p \quad (1)$$

Это уравнение может трансформироваться в различные варианты и в зависимости от типа машин выражаться в га/час, га/смену, кг/с, т/ч.

Такая характеристика машины является своего рода паспортной. Она важна для определения ее класса и возможностей в сравнении с другими аналогичными машинами, агрегатами, с/х орудиями. Для конструктора этого изделия она нужна для расчета на ее базе различных параметров – потребной мощности, параметров рабочих органов и т.п. На рынке техники она в большой мере имеет рекламный характер. Но к непосредственному сельхозтоваропроизводителю она имеет косвенное отношение, так как для него важно не то, что может машина, а то, что она реально показывает в условиях рядовой эксплуатации. И тут возникают типичные проблемы машиноиспользования. Очень часто прогнозируемая (планируемая) производительность какого-либо мощного агрегата резко снижается под влиянием многих факторов его реального использования. В результате – на его приобретение затрачены большие средства, а он прибыль не дает и себя не оправдывает.

На примере зерноуборочного комбайна, как самой дорогой мобильной технологической машины, приведем последовательность преобразования потенциальной его производительности в намного мень-

шую, но реальную, эксплуатационную – $W_э$, которая и определяет структуру оптимального парка комбайнов и сопутствующих ему машин (табл.). Именно от этой реальной производительности зависит размер прибыли у сельхозтоваропроизводителя. Причем та группа факторов, которая снижает потенциальную производительность агрегата, полностью зависит от самого сельхозпроизводителя, от принятой у него системы машиноиспользования. Главные факторы, снижающие $W_т$ до $W_э$: коэффициент использования времени смены (продолжительности рабочего дня) – $К_{см}$, коэффициент использования эксплуатационного времени смены – $К_{экс}$, коэффициент использования пропускной способности машин из-за неравномерности загрузки – $К_и$ (меняется урожайность, рельеф поля и т.п.), коэффициент зональности – $К_{зон}$.

Значение $К_{см}$(0,5-0,9) зависит от простоев по технологическим причинам (загрузка, выгрузка, заправка и т.п.) и затрат времени на повороты, развороты, другие маневры агрегата. Отсюда важность планировки полей, выбора их конфигурации и способов движения агрегатов. $К_{см,}$ зависит также от простоев по организационным причинам (ожидание транспорта, перерыв на обед, согласование плана работ, способов движения и т.п. В целом этот показатель определяет общий уровень организации сельхоз работ в хозяйстве. Для научных исследований здесь также есть много задач по выбору оптимальных решений, чтобы максимально увеличить $К_{см}$.

Коэффициент $К_{эксп}$ (0,5-0,95) зависит от надежности машины (наработки на отказ) и характеризует уровень организации ремонтно-технической службы в хозяйстве. От нее требуется оперативность и качество устранения отказов, прогнозирование отказов, проведение профилактических работ. В общем виде

$$К_{экс}= К_{см} \cdot К_т , \qquad (2)$$

где $К_т$ – коэффициент технической готовности машины.

Коэффициент $К_{зон}$ (0,55-0,98) характеризует совокупность многих факторов, которые можно классифицировать на три группы: агроландшафтные, степень адаптивности техники к ним и профессионализм механизаторов.

Все названные коэффициенты меньше единицы и при их умножении на теоретическую производительность, они снижают ее на довольно значительную величину, иногда в 1,5-2 раза. То есть за счет оптимизации $К_{см}$, $К_т$, $К_{эксп}$, $К_{зон}$ можно увеличить кратно реальную производительность даже не очень мощного агрегата, лишь бы он работал ритмично, без простоев и был адаптирован к местным условиям работы.

В практике сравнительных испытаний различных комбайнов имел место такой случай. В конце 80-х годов прошлого века на ЦМИС проходили испытания несколько комбайнов. Среди них один был класса 3 кг/с и один 9 кг/с. Они отличались по массе в 3 раза и мощности двигателя почти в 3 раза. За три контрольные смены разница в производительности была не кратный, а всего лишь в 15-20%. «Малый» комбайн был более адаптирован к местным условиям и был более надежным в работе. В этом и состоит большой резерв оптимального машиноиспользования. В таких случаях проблема приобретения мощной техники особо остро не стоит. Ведь для нее намного сложнее создать все условия для эффективного использования. Девятое направление – оценка учет и контроль за использованием всех материально-технических ресурсов и, в первую очередь, нефтепродуктов. Это направление по содержанию разноплановое и включает в себя иерархию проблем – от оценки и сертификации до хранения и утилизации отходов производства.

Таблица

Производительность зерноуборочного

I. Теоретическая (чистая, номинальная)

$$W_T^1 = 0{,}3 \cdot B \cdot V \cdot У, м/ч$$

$$W_T^2 = 0{,}3 \cdot B \cdot V, г/ч$$

$$W_T^3 = \frac{3{,}6 \cdot q_T}{1 + a_{см}}, т/ч$$

$$W_T^4 = \frac{3 \cdot q_T}{У \cdot (1 + a_{см})}, г/ч$$

B – ширина захвата жатки, м

V – скорость движения, м/с

$У$ – урожайность зерна, т/га

q_T – теоретическая пропускная способность, кг/с

$?_{см}$ – отношение массы соломы к массе зерна, принятое за стандартное.

II. Сменная (суточная)

$$W_{см} = W_T^i \cdot k_{см}$$

$k_{см}$ – коэффициент использования времени смены, равный 0,60-0,90 и зависит от организации работы и технологических простоев.

III. Эксплуатационная

$$W_{экспл} = W_T^i \cdot k_{экспл}$$

$k_{экспл}$ – коэффициент использования эксплуатационного времени смены, равный 0,50-0,88 и зависит от $k_{см}$ и времени на устранение технических отказов комбайна.

IV. Фактическая зональная

$$W_{ф} = W_{экспл} \cdot k_{зон}$$

$$k_{зон} = \prod_1^n k_{усл}$$

$$\prod_1^n K_{усл} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot K_{10}$$

K_1 – полеглость; K_2 – засоренность; K_3 – культура, сорт; K_4 – размер и рельеф поля; K_5 – влажность зерна и соломы; K_6 – способ уборки; K_7 – технология уборки НЧУ; K_8 – соломистость; K_9 – урожайность и ее равномерность; K_{10} – стаж механизатора

$k_{зон}$ – коэффициент зональности– обобщенный коэффициент, учитывающий влияние на производительность комбайна условий его работы.

n – количество доминирующих факторов, характеризующих условия работы комбайна.

В проблеме эффективного использования нефтепродуктов, прежде всего, необходимо выделить три аспекта: оценка и сертификация топлива и масел, которые поступают в сельское хозяйство, контроль расходования нефтепродуктов в хозяйстве, хранение и утилизация использованных масел.

Официально в сельское хозяйство поступают нефтепродукты сертифицирован-

ные, т.е. соответствующие государственным стандартам. Но реальная жизнь оказывается сложнее. Рыночные отношения, коммерциализация производства, множество производителей и посредников и. т.п. породили систему, при которой качество нефтепродуктов часто не соответствует стандартам. В результате – повышенный износ двигателей и трансмиссий тракторов, комбайнов и другой сельхозтехники. Приходится создавать свою сельскохозяйственную службу сертификации нефтепродуктов, поступающих в сельхозпроизводство.

Хорошо налаженный, хозяйственный контроль использования топлива и масел, снижение потерь на всех операциях позволяет существенно снизить эксплуатационные издержки. Это очень важно сейчас, так как из диспаритета цен доля затрат на горюче-смазочные материалы в себестоимости продукции весьма высока.

Надо всемерно пропагандировать и использовать передовой опыт наших лучших хозяйств. К примеру, в колхозе «Россия» Ставропольского края каждая технологическая операция хронометражирована и нормирована. В итоге разработан хозяйственный норматив на расход топлива на все виды сельхозработ. Механизатор по электронной карте на хозяйственной заправке получает столько топлива, сколько нужно по нормативу на выполнение заданной операции. При такой постановке учета удается сэкономить ежегодно до 15-20% топлива, а это миллионы рублей. Эту систему учета расхода нефтепродуктов надо сделать типовой с соответствующим научным сопровождением.

Большую научно-исследовательскую работу следует провести по изысканию наилучших способов хранения нефтепродуктов в хозяйстве и утилизации их отходов, включая регенерацию и вторичное использование исходного сырья.

Десятое направление – кадровая политика, которая включает подбор кадров, их обучение, подготовку к работе, контроль знаний и создание социальных условий для их деятельности.

Это важнейшее направление производственной и хозяйственной деятельности любого сельхозпредприятия. Оно приведено здесь десятым не потому, что оно является «десятым делом». Фактически без него всего предыдущие направления не имеют смысла, так как все они зависят от кадровой политики. В то же время они определяют общую направленность в подготовке кадров по всем аспектам деятельности хозяйства, целенаправленному их обучению. Реализация предыдущих направлений машиноиспользования требует высокой квалификации инженерно-технической, экономической и управленческой службы хозяйства. И действительно тогда – «кадры решают все».

В целом по стране остро ощущается дефицит высококвалифицированных специалистов по всем отраслям, но в сельском хозяйстве особо. На селе резко понизился кадровый потенциал. Просто нет людей. Ежегодно из сельского хозяйства России уходит почти 130 тыс. жителей. За прошедшие годы исчезли более 10 тысяч деревень. Не хватает механизаторов, обслуживающего персонала и т.п. Обеспеченность кадрами с высшим образованием меньше 60%.

Государство в целом и каждое хозяйстве в отдельности должны проводить систематическую работу по привлечению к сельскохозяйственному труду специалистов различного профиля, создавать им условия для нормальной жизни и повышению их мастерства. Оценка квалификации механизатора является составляющей зонального коэффициента использования машин.

Отсюда следуют задачи НИИ соответствующего профиля – разрабатывать для хозяйств практические рекомендации, учебные пособия, плакаты и т.п. по всем направлениям их деятельности.

Считаю, что большую роль в практическом решении проблемы интенсификации с/х производства должен играть ВНИИТИН, как головной по сельхозмашиноиспользованию в стране. Он должен специализироваться именно в этом направлении. Эта ниша в земледельческой механике, а в целом агроинженерии имеет фундаментальный и прикладной характер.

Новый журнал, который стал издавать ВНИИТИН, должен в своих статьях обобщать все теоретические и прикладные разработки различных институтов и организаций по созданию новых технологий и техники, чтобы донести их до рядовых сельхозпроизводителей в доступном для них виде, как по форме, так и содержанию. Ведь, не даром, же утверждали древние мудрецы: сколько знаем – столько можем. Ну а сейчас чаще всего: столько можем – сколько знаем. Давайте всемерно пополнять копилку знаний по рассматриваемой проблеме.

Желаю успехов в решении проблемы оптимального машиноиспользования в сельскохозяйственном производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Президент. Доктрина продовольственной безопасности РФ [Текст]: указ от 30.01.2010 г. № 120.
2. Государственная программа развития сельского хозяйства на 2013-2020 гг. Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 г. – № 717.
3. Жалнин, Э.В. Типаж зерноуборочных комбайнов: какой есть и какой нужен [Текст] / Э.В. Жалнин // Ж. Сельский механизатор. – 2012 – №8.
4. Пьянов В.С. О работе комбайнов в условиях крупнотоварного производства зерна. Ж. // Тракторы и сельхозмашины. – 2010 – №3.
5. Жалнин, Э.В. Регламенты сельскохозяйственных работ [Текст] / Э.В. Жалнин // Ж. Сельский механизатор. – 2010 – № 3.
6. Жалнин, Э.В. Обобщенная оценка эффективности комбайнового парка [Текст] / Э.В. Жалнин, В.С. Пьянов // Ж. Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012 - № 4.
7. Жалнин, Э.В. Точное земледелие – концепция успеха [Текст] / Э.В. Жалнин // Ж. Сельский механизатор. – 2010 - № 11-12.
8. Антипин, В.Г. Количество зерновой смеси и потребная производительность основных рабочих машин агрегата для доработки зерна после комбайнов. - Сб. «Земледельческая механика» – М. Машиностроение, том. 4, 1965 г.
9. Павловский, Г.Т. Технологические основы проектирования поточного процесса уборки и послеуборочной обработки урожая зерновых культур / Г.Т. Павловский // Труды ВИМ, 1970 – С.195…211.
10. Стружкин, Н.И. Технологические и технические решения интенсификации уборки и послеуборочной обработки зерна как единого производственного процесса: дисс. на соискание уч. ст. д.т.н. Пенза. – 2006.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Жалнин Эдуард Викторович*, заведующий отделом механизации уборки зерновых культур ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, д-р техн. наук, профессор, тел. (499)171-43-97*

РЕЦЕНЗЕНТ

Ерохин Геннадий Николаевич*, зав. лабораторией эксплуатационных требований к сельхозтехнике ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, к.т.н.*

УДК 658.512:621.316.925.44

Зазуля А.Н., Немтинов К.В., Ерусланов А.К.

КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МЕЛКИХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. *Предложена методика автоматизированного проектирования посевного комплекса для зерновых культур с использованием теории построения экспертных систем, включающая последовательное решение задач: выбора оптимального варианта структурной схемы узлов и механизмов с позиций множества критериев; выбора типовых узлов и их предварительной компоновки; конструкторской разработки оригинальных узлов и механизмов. Данная методика позволяет в условиях большой размерности возможных вариантов выбрать оптимальный вариант совокупности узлов и механизмов комплекса для заданного ассортимента зерновых культур, климатических и почвенных условий и критериев, заданных потребителем, а также реализовать его конструкторское решение.*

Ключевые слова*: посевной комплекс для зерновых культур, информационные технологии, автоматизированное проектирование.*

A.N. Zazulya, K.V. Nemtinov, A.K.Eruslanov

DESIGN DEVELOPMENT OF SOWING COMPLEX FOR FINE GRAIN CROPS

Abstract. *The article describes a procedure of computer-aided design for grain crops sowing complexes based on expert systems theory and comprising the following consecutive stages: making a choice of an optimum structural diagram of units and mechanisms bases on a set of criteria; making a choice of typical units and their preliminary configuration; designing of original units and mechanisms. Given a high dimensionality of possible versions, this procedure allows to choose an optimum set of units and mechanisms of a sewing complex for a given assortment of grain crops, climatic and soil conditions and consumer preferences as well as to perform its design.*

Keywords*: grain crops sowing complex, information technologies, computer-aided design.*

В настоящее время в России вопросам развития сельского хозяйства уделяется большое внимание. Для повышения эффективности аграрно-продовольственной системы принят ряд серьезных мер, разработаны общие предложения по отдельным элементам государственного регулирования в аграрно-промышленном комплексе, которые должны заметно оздоровить обстановку в отрасли. Большую роль при этом играет разработка и внедрение в производство новых типов сельхозтехники, использование качественных удобрений, совершенствование условий хранения зерна и т.п. [1, 2]. В настоящее время решение этих и других задач практически невозможно выполнить без использования современных информационных технологий.

В связи с этим целью данной работы является разработка методики автоматизированного проектирования посевного комплекса для зерновых культур в зависимости

от конкретных исходных данных: типа почвы, вида посевного материала, технологии посева и критериев, заданных потребителем.

В целом задача автоматизированного проектирования посевного комплекса для множества конкретных исходных данных предусматривает: разработку структурной схемы узлов и механизмов, выбор типовых элементов, их компоновку, а также конструкторскую разработку оригинальных узлов и механизмов. При такой постановке ее решение невозможно получить в связи с высокой размерностью пространства переменных для посевного комплекса, сложностью построения математических моделей поддержки принятия решений, конструкторских особенностей отдельных элементов комплекса и т.д. Поэтому процедура синтеза посевного комплекса состоит из последовательного рассмотрения трех подзадач меньшей размерности, имеющих, кроме того, самостоятельное значение в процессе проектирования: формирование вариантов структурной схемы комплекса и выбора оптимального варианта с позиций множества критериев; формирование множества вариантов типовых элементов и оптимального выбора варианта, удовлетворяющего их потребительским эксплуатационным показателям; конструкторская разработка оригинальных узлов и механизмов.

Задача выбора структурной схемы узлов посевного комплекса из множества вариантов на основании математических критериев оптимальности решается, как правило, редко вследствие сложности накладываемых на комплекс условий, а также большого множества критериев оценки. Наиболее прогрессивным методом решения этой задачи является применение экспертных систем.

Используя опыт, накопленный при проектировании посевных комплексов в виде базы данных и задавая цель – например, высокое качество высева зерновых культур и обеспечение 100 %-ой их всхожести, при помощи механизма принятия решения можно найти совокупность узлов комплекса, обеспечивающих достижение этой цели. В базе собраны правила, эмпирические знания и общие данные, которыми обладают специалисты.

В настоящее время база содержит более 100 продукционных правил, с помощью которых может быть сформирована оптимальная структурная схема посевного комплекса для конкретных исходных данных (см. рисунок 1).

В качестве примера рассмотрим следующие продукционные правила определения типа дозирующего узла и транспортирующего устройства: если (рама = «цельная» и тип бункера = «общий»), то дозирующее устройство = «катушечное, количество =1»; если (рама = «цельная» и тип бункера = «раздельный для четырех высевающих аппаратов»), то дозирующее устройство = «катушечное, количество =4»; если (рама = «цельная» и тип бункера = «общий» и дозирующее устройство = «катушечное, количество =1»), то транспортирующее устройство «элеваторное ковшовое» и т.п.

Комбинируя несколько вариантов структурных схем конструкций узлов посевного комплекса, обладающих разной эффективностью, формируют целостную конструкцию посевного комплекса. Поскольку размерность множества комбинаций не превышает 10^3, учитывая быстродействие современных персональных компьютеров, решение сводится к последовательному перебору всех возможных комбинаций схем.

Вторым этапом методики автоматизированного проектирования посевного комплекса для зерновых культур является выбор типовых узлов и механизмов, выпускаемых промышленностью и их предварительное распределение в общей конструк-

ции посевного комплекса. Большинство элементов посевного комплекса имеет стандартизованный типоразмер (например, дисковые ножи, сошники, анкерные и чизельные сошники и т.д.). Зерновые бункера, прикатывающие устройства выпускаются заводами – изготовителями по индивидуальному заказу.

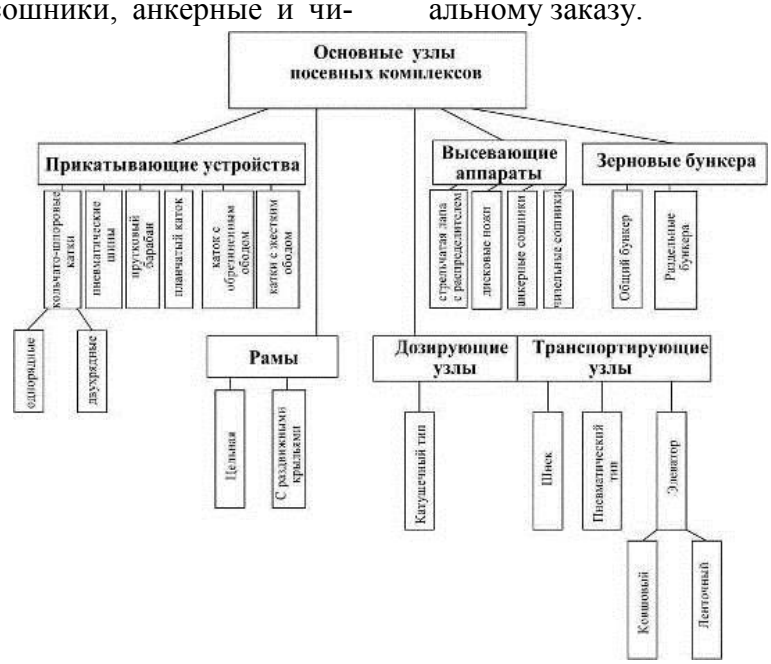


Рисунок 1. – Структурная схема основных узлов посевных комплексов

Вследствие значительного количества критериев оценки (более 10 – 15, например, ремонтопригодность, простота в обслуживании, высокий КПД и т.п.), которые могут быть использованы конструктором при выборе детали или узла, авторами предложена методика модель автоматизированного выбора детали или узла, характеризующихся наилучшими заданными потребительскими показателями для каждого конкретного случая.

Следующим этапом методики автоматизированного проектирования посевного комплекса для зерновых культур является конструкционная разработка оригинальных узлов и механизмов, окончательная компоновка всего посевного комплекса, а также создание конструкторской документации (чертежей, эскизов, расчетов и т.д.). Для ее реализации используются 2D-3D чертежные системы (AutoCAD, T-FLEX, КОМПАС и т.д.), а также системы высокого уровня САПР для единого цикла «проектирование-производство», например программный комплекс Pro/ENGINEER. При этом авторы использовали практический опыт, отраженный в работах [3 – 5].

Апробация методики автоматизированного проектирования посевного комплекса осуществлена в ООО «КБ ЕРУСЛАН» при проектировании комплекса для зерновых культур.

В результате решения первой задачи была выбрана структурная схема комплекса, включающая следующие основные узлы и механизмы: рама = цельная», тип бункера = общий бункер», прикатывающее устройство = «пневматические шины», высевающий аппарат = «дисковые ножи», дозирующий узел = «катушечный тип», транспортирующее устройство = «ковшовый элеватор».

Для компоновки посевного комплекса были выбраны следующие узлы, выпускаемые промышленностью: пневматические шины марки «диски от автомобиля УАЗ452, шины 235/65/R16» в количестве 15 шт.; дисковые ножи = «диск БДТ глад-

кий диаметром 560 мм» в количестве 42 шт.; дозирующий аппарат марки «СЗП».

Конструкторская разработка была проведена для следующих оригинальных узлов: рамы, зернового бункера, и ковшового элеватора. Результаты разработки всего посевного комплекса представлены на рисунке 2.

Среди достоинств разработанной конструкции посевного комплекса следует отметить:

- сокращение расхода энергоресурсов за счет совмещения операций подготовки почвы, обработки, высева и прикатки почвы в одном устройстве (расход дизельного топлива на весь цикл посевных работ составляет не более 4 л/га по сравнению с затратами на реализацию всех операций раздельно – 50-60 л/га;

– сокращение сроков посевных работ – нет разрыва между подготовкой и самим посевом;

-укладка семян на наиболее оптимальную глубину заделки семян, где формируется точка росы, сохранение исходных состояний капилляров, сохраняя природный подвод влаги из земли;

- применение современных высоконадежных подшипников и уменьшение вдвое их количества по сравнению с аналогами;

- возможность замены сальниковых уплотнений без разборки подшипника;

- использование в качестве тягового устройства − маломощного трактора типа «МТЗ-82»;

- возможность использования посевного комплекса в качестве культиватора и дискатора.

- использование большого количества типовых отечественных узлов и механизмов, выпускаемых промышленностью.

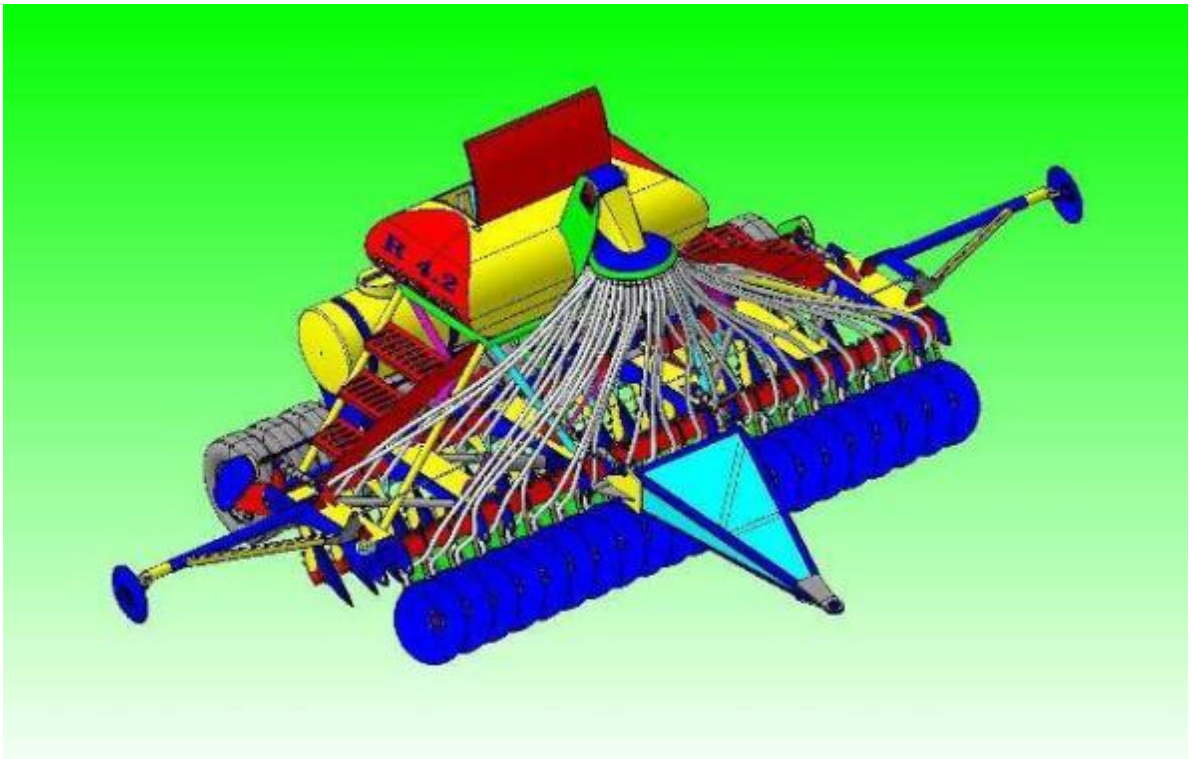


Рисунок 2. – 3D-вид модели посевного комплекса для зерновых культур

Предложенная в настоящей работе методика автоматизированного проектирования посевных комплексов для зерновых культур с использованием теории построения экспертных систем позволяет в условиях большой размерности возможных вари-

антов выбрать оптимальный вариант совокупности узлов и механизмов комплекса для заданного ассортимента зерновых культур, климатических и почвенных условий и критериев, заданных потребителем, а также реализовать его конструкторское решение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: КолосС. 2003, 624 с.

2. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. 815 с.

3. Немтинов, В.А. Технология создания пространственных моделей территориально распределенных объектов с использованием геоинформационных систем / В.А. Немтинов, А.М. Манаенков, К.В. Немтинов и др. // Информационные технологии. 2008. № 8. – С. 23-25.

4. Егоров, С.Я. Опыт разработки электронной графической справочной системы по технологическому оборудованию и ее использование в учебном процессе / С.Я. Егоров, В.А. Немтинов, В.Г. Мокрозуб и др. // Информационные технологии. 1999. № 8. – С. 35.

5. Егоров, С.Я. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. в ИТПП № 4, 2009 г.) / С.Я. Егоров, В.Г. Мокрозуб, Немтинов В.А. и др. // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2010. № 1. – С. 33-39.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Зазуля Александр Николаевич *– директор, д.т.н., ГНУ ВНИИТиН, пер. Ново-Рубежный, 28, г.Тамбов, Россия, 392022;*

Немтинов Кирилл Владимирович *– студент 2-го курса магистратуры ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», Советская, д.10б, Тамбов, Россия, 392000;*

Ерусланов Алексей Константинович *– главный конструктор ООО «КБ ЕРУСЛАН», г. Тамбов, Россия.*

РЕЦЕНЗЕНТ

Мокрозуб В.Г. *– профессор кафедры «Автоматизированное проектирование технологического оборудования», к.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»*

УДК 631. 331. 085

Шишлов С.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА И СПОСОБА ПОСЕВА ДЛЯ СОИ

Аннотация*: Высевающий аппарат и пунктирно-полосный способ посева сои, разработанные в Приморской ГСХА, позволяют повысить урожайность на 15…20%. Это достигается путем равномерного распределения семян при посеве. Равномерные освещенность растений и площадь питания позволяют оптимально развиваться каждому растению.*

Ключевые слова: *высевающий аппарат; посев; соя; высевающий диск; ячейки; семена; полоса; пунктирный; равномерный; строчка.*

Shishlov S.A.

IMPROVEMENT CONSTRUCTION OF SEWING APPARATUS AND A WAY OF SEEDING FOR SOYA

Annotation*: The sowing apparatus and strip dotted – lined way of soya seeding designed in Primorskaya SAA, are allowed to increace the productivity 15…20%. It is achieved by uniform distribushion of seeds in the stripe and lines by sowing. The proportional light of plants and feeding area are allowed optimal development for each plant.*

Keywords*: sowing apparatus; seeding; soya; sowing disk; cells; seeds, stripe; dotted-line; uniform; line.*

Возделывание сои – приоритетное направление дальнейшего развития сельского хозяйства Дальневосточного региона России. Одним из условий получения высоких урожаев этой культуры является качественный посев [1], который обеспечивается при использовании машин для точного высева семян. Применение подобных технологий в регионе сдерживается отсутствием специализированных сеялок для посева сои. Попытки в условиях хозяйств приспособить для этих целей сеялки из систем машин для других культур успеха не имеют из-за несоответствия технологического процесса их работы размерным, физико-механическим и технологическим характеристикам районированных семян сои.

Для решения этой задачи нами ведется разработка конструкций высевающих аппаратов, позволяющих производить пунктирный посев сои, как наиболее полно отвечающий требованиям равномерного распределения семян по площади поля и способствующий эффективному развитию растений.

Данная статья посвящена некоторым результатам, которые показал высевающий аппарат, осуществляющий посев сои пунктирно-полосным способом [3]. В предлагаемом аппарате вертикально расположенный высевающий диск выполнен с тремя рядами ячеек, причем ячейки среднего ряда расположены радиально, а боковые – под углом к вертикальной оси диска, что позволяет получить полосу посева заданной ширины. Специалистами-экспертами Федерального института промышленной собственности данное изобретение признано особо важным и перспективным.

Конструктивные параметры аппарата обосновывались теоретически, после чего был изготовлен опытный образец, на котором исследовались показатели качества работы в лабораторных и полевых условиях.

Из условия попадания в ячейку одного семени и в соответствии с проведенными исследованиями, размеры ячеек для районированных семян сои в зависимости от высеваемой фракции принимали из следующих условий:

диаметр ячейки

$$d_{\max} + \Delta \le D \le 1{,}58 d_{\min},$$

глубина ячейки

$$d_{\max} < H \le d_{\max} + \Delta,$$

где $d_{\max}; d_{\min}$ – максимальный и минимальный линейные размеры семян сои высеваемой фракции,

Δ – зазор между высевающим диском и роликом – отражателем.

Базовым при изготовлении высевающего устройства был принят серийный высевающий аппарат свекловичной сеялки ССТ-12.

Оценка качества работы высевающего аппарата предварительно проводилась в лабораторных условиях на разработанных и смонтированных установках с липкой лентой и на почвенном канале.

Учитывая результаты исследований по изменению количества высеваемых семян и дроблению, чтобы уложиться в установленный агротехническими требованиями показатель дробления, максимальную скорость вращения высевающего диска ограничили и приняли соответствующей скорости посевного агрегата 9 км/ч.

Некоторые результаты лабораторных и полевых исследований приведены на рисунках 1…..5.

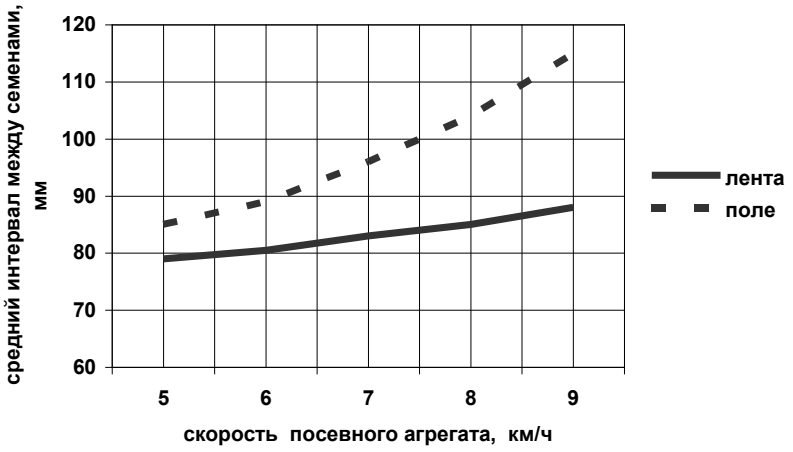


Рисунок 1. – Изменение среднего интервала между семенами центральной строчки в продольном направлении полосы в зависимости от скорости посевного агрегата: на ленте (y = 75,743-0,25x+0,179x2), в поле (y = 82,629-3,5x+0,786x2)

Оценку равномерности распределения семян в полосе производили средним интервалом между семенами [2]. При этом расчетный интервал между семенами в продольном направлении полосы принимался равным 80 мм, расстояние между осями пунктирных строчек в поперечном направлении полосы 80 мм.

Анализ полученных данных показывает увеличение расхождения среднего интервала с расчетным значением в сторону увеличения при повышении скорости движения посевного агрегата как при высеве на липкую ленту, так и в поле. Причем высев на липкую ленту дает меньший разброс значений среднего расстояния между семенами, чем высев непосредственно в почву.

Так, если при скорости 5 км/ч среднее расстояние между семенами на липкой ленте составляет 79 мм (в поле 85 мм), то с увеличением скорости посевного агрегата до 9 км/ч рассматриваемый показатель достигает 88 и 115 мм соответственно. Это объясняется неравномерностью вращения высевающего диска, возникающей вследствие возможного проскальзывания приводных колес сеялки, неровностью поверхности поля, т. е. факторами, отсутствующими при высеве на липкую ленту в лабораторных условиях.

Интенсивность изменения интервалов между семенами можно охарактеризовать средним квадратическим отклонением [2], составляющим для скоростей 5, 7, 9 км/ч при высеве на липкую ленту ±12, ±15, ±22 мм, при высеве в поле ±23, ±30, ±42 мм соответственно, т. е. для скоростей движения посевного агрегата ниже 9 км/ч расхождение расчетного и фактического интервалов между семенами центральной строчки полосы находится в допустимых пределах.

Для крайних строчек полосы минимальное рассеивание семян относительно оси пунктирной строчки в поперечном направле-

нии позволяет уменьшить ширину защитных зон при междурядных обработках.

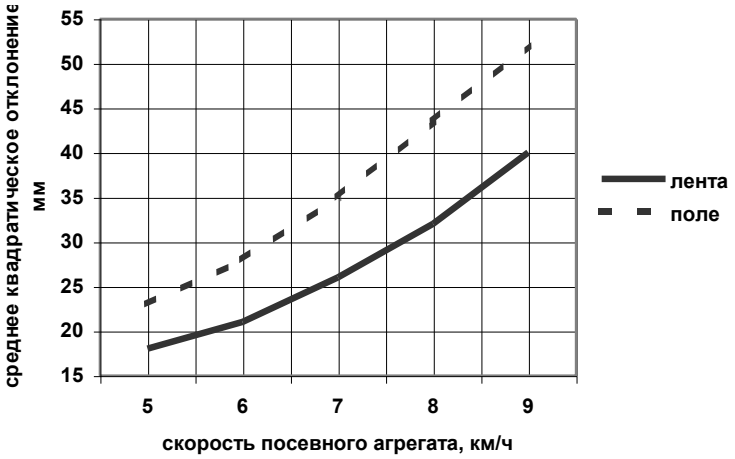


Рисунок 2. – Изменение среднего интервала между семенами левой строчки в продольном направлении полосы в зависимости от скорости посевного агрегата: на ленте (y = 94,1-5,55x+0,75x2), в поле (y = 101,371-9,1x+1,214x2)

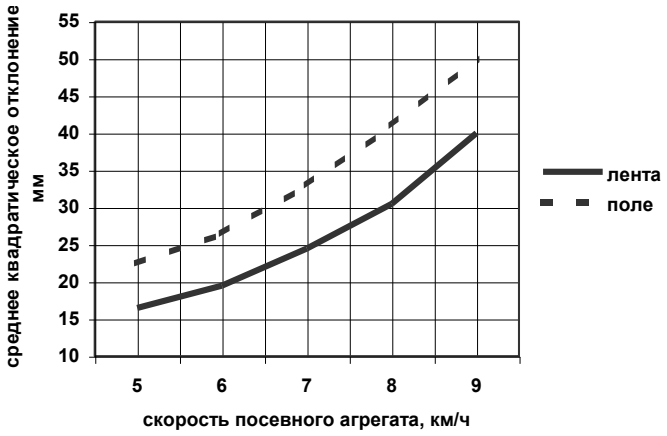


Рисунок 3. – Изменение среднего интервала между семенами правой строчки в продольном направлении полосы в зависимости от скорости посевного агрегата: на ленте (y = 94,7-5,85x+0,75x2), в поле (y = 84,1-3,15x+0,75x2)

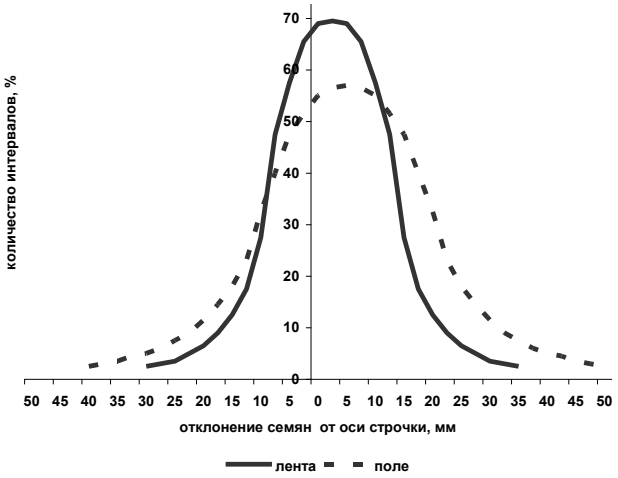


Рисунок 4. – Распределение интервалов между семенами и осью правой строчки в поперечном направлении полосы при скорости посевного агрегата 7км/ч (скорость вращения высевающего диска 0,3 м/с)

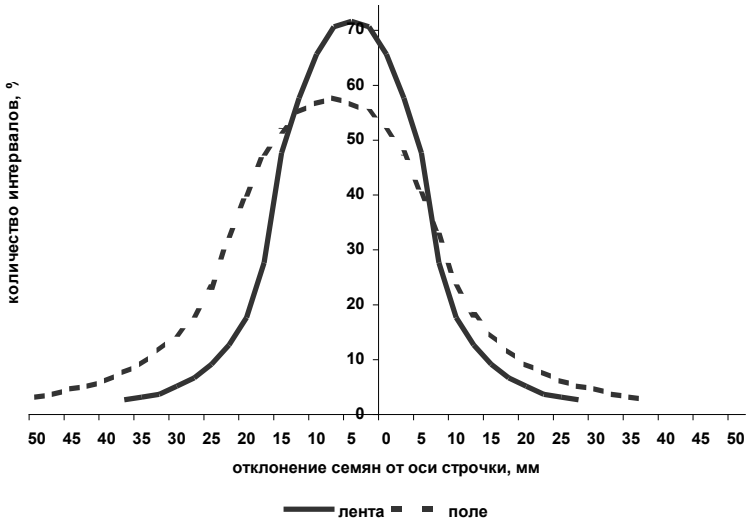


Рисунок 5. – Распределение интервалов между семенами и осью левой строчки в поперечном направлении полосы при скорости посевного агрегата 7км/ч (скорость вращения высевающего диска 0,3 м/с)

Результаты показывают, что разработанная конструкция высевающего аппарата для пунктирно-полосного способа посева по сравнению с полосным дает возможность повысить урожайность на 0,2…0,3 т/га, при этом дополнительный выход энергии составляет 3410 МДж/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гершевич, М.Г. Технологические основы и техническое обеспечение интенсификации возделывания сои на Дальнем Востоке. – Благовещенск, 1991. – 254 с.

2. Кардашевский, С.В. Теоретические основы оценки равномерности распределения семян при однозерновом посеве / С.В. Кардашевский, Е.Л. Ревякин. – М.: ЦНИИТЭИ, 1970. – 41 с.

3. Способ высева семян и устройство для его осуществления: пат. 20127032 Рос. Федерация. № 97100615/13; заявл. 16.01.1997; опубл. 10.03.1999.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Шишлов Сергей Александрович *заведующий кафедрой «Сопротивление материалов и детали машин», кандидат технических наук, доцент. Приморская государственная сельскохозяйственная академия, проспект Блюхера, 44, г. Уссурийск, 692510, Россия.*

РЕЦЕНЗЕНТ

Ищенко С.А. *президент, доктор технических наук, профессор, пищевое производственное объединение «Никольск».*

УДК 631.303

Тишанинов Н.П., Ветров В.А., Анашкин А.В.

ВАРИАНТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДРАБОТКИ ЗЕРНА

Представлены зависимости для определения показателей эффективности использования зерноочистительных агрегатов с учетом вариантности организации процесса подработки зерна.

Ключевые слова: *зерно; подработка; метод; эффективность; использование; зерноочистительный агрегат; качество.*

Tishaninov N. P., Wetrov V.A., Anashkin A.V.

ALTERNATIVE METHOD OF AN ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF USE OF TECHNOLOGIES GRAIN SIDE JOBS

Dependences for definition of indicators of efficiency of use of zernoochistitelny units taking into account alternativeness of the organization of process of a side job of grain are presented.

Keywords: *grain; side job; method; efficiency; use; zernoochistitelny unit; quality.*

В процессе подработки зернового вороха возможны различные варианты организации работ в зависимости от состояния зернового вороха, технической оснащенности хозяйств и состояния оборудования, а также услуг элеваторов (ХПП). Однако существующие методические основы для решения этих задач не обладают достаточной универсальностью [1].

Возможные варианты организации подработки зерна в системе «поле – потребитель» представлены на рисунке 1, а их краткая характеристика в таблице 1.

Весь убранный урожай может быть подработан и реализован по одному или нескольким вариантам. Выбор варианта организации работ или их комбинации осуществляется из условия:

$$П_Б < \sum_{\varphi=1}^{m} П_\varphi \to \max, \qquad (1)$$

где $П_\varphi$ – прибыль в φ – ом варианте (потоке) зерна, руб; m – число вариантов; $П_Б$ – прибыль в базовом варианте при реализации всего убранного зерна ($М_{зу}$) без подработки, руб.

Если условие (1) выполняется, то сравниваемая комбинация вариантов организации подработки зернового вороха экономически целесообразна.

При оценке альтернатив послеуборочной обработки зерна, выборе средств механизации или варианта модернизации ЗАВ необходимо учитывать суммарные потери зерна:

$$q = q_{тр} + q_{вх} + q_w + q_m, \qquad (2)$$

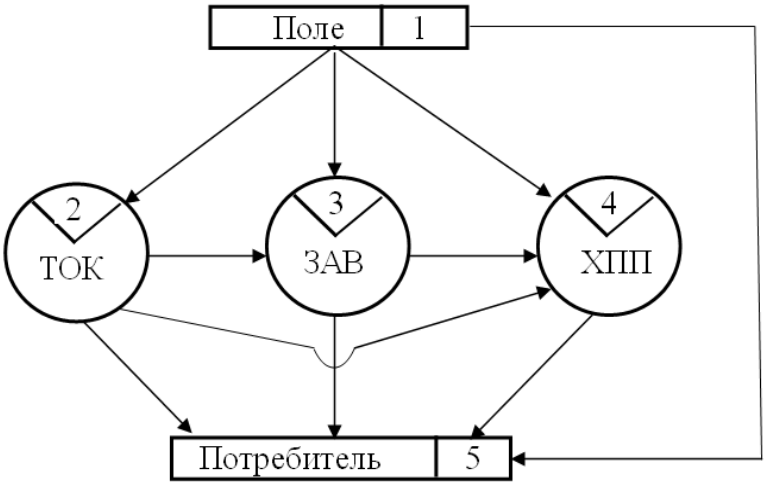
где $q_{тр}, q_{вх}, q_w, q_m$ – соответственно потери зерна при транспортировке с учетом перевалки, временном хранении в ожидании обработки, в результате усушки и очистки, в долях.

Транспортные потери с учетом погрузочно-разгрузочных работ определяются по формуле:

$$q_{тр} = 10^{-3}\left(\alpha_{тр}\overline{R}_c + \alpha_n n\right) M_{зтр} \Big/ \overline{Q}_{тр}^2, \qquad (3)$$

где $\alpha_{тр}$ – потери массы зерна при транспортировке на расстояние в один километр, кг/км; $\overline{R}_c$ – среднее расстояние перевозок, км; α_n – потери массы зерна при одной погрузке (разгрузке), кг; n – кратность перевалки; $M_{зтр}$ – объем перевозок, т; $\overline{Q}_{тр}$ – средняя грузоподъемность транспортных средств, т.

По данным экспертных оценок $\alpha_{тр}$=10кг/км, α_n=50 кг, минимальная кратность перевалки, как правило, равна 2.



1 - 1→5; 2 - 1→4 →5; 3 - 1→ 2→5; 4 - 1→3→5; 5 - 1→2→ 3 → 5

Рисунок 1- Варианты организации подработки зерна в системе «поле – потребитель»

Таблица 1. - Характеристика вариантов организации работ в процессе подработки зерна

№ п/п	Промежуточные звенья	Краткая характеристика
1	Без подработки (1→5)	Зерно с поля (базисных кондиций)
2	1→ 4 → 5	2.1 Зерно с поля (базисных кондиций), а услуги ХПП – только по его хранению. 2.2 Собственные (ЗАВ) выведены из строя или не подготовлены к работе (полные услуги ХПП).
3	1→ 2 → 5	Подрабатывается сравнительно чистое зерно (засоренность до 5%, влажность до 18%) путем перелопачивания или активного вентилирования.
4	1→ 3 → 5	Подрабатывается зерно с влажностью до 18% и засоренностью свыше 5%.
5	1→ 2 → 3→ 5	Подрабатывается зерно влажностью свыше 18% и засоренностью свыше 5%.
6	1→ 2 → 3→ 4 → 5	То же, что и в вариантах 3, 4 и 5, а услуги ХПП – только по хранению зерна.

Потери зерна при временном хранении с учетом изменения его качества определяются по формуле:

$$q_{вх} = (q_t + q_n)\cdot\left(1 + \sum_{\varphi=1}^{l} \omega_\varphi K_\varphi\right) \qquad (4)$$

при конечных показателях качества зерна $\varphi = \varphi_у(1+\gamma_\varphi)$,

где q_t, q_n – соответственно удельные потери в зависимости от продолжительности хранения и вида внешнего воздействия на зерно, в долях; ω_φ – весомость φ-го показателя качества (по влажности ω_φ =1, по всхожести ω_φ=1,35); $\varphi_у$ – величина φ-го показателя качества при уборке. %; K_φ, γ_φ – коэффициенты пропорциональности согласно таблицы 2.

Таблица 2. – Характеристики внешнего воздействия на зерно

Показатель	Вид внешнего воздействия		
	Перелопачивание	Активное вентилирование	Без внешнего воздействия
$q_п$	0,05	0,03	0,02
$K_φ$			
по влажности	-0,05	-0,092	0,079
по всхожести	0,007	-0,001	0,004
$γ_φ$			
по влажности	-0,15	-0,18	0,27
по всхожести	-0,018	0,012	-0,015

Значения показателей таблицы 2 установлены расчетно-эмпирическим путем на основе данных исследований [2, 3]. При этом учитывались качественные и количественные показатели процесса подработки зерна на току в конкретных условиях производства.

Потери зерна в ожидании обработки определяются по эмпирическому уравнению:

$$q_t = 1{,}4 \cdot 10^{-4} \gamma \Delta T \left(j + \ell^{0{,}014\tau} \right), \qquad (5)$$

при повышении температуры зерна в результате самосогревания

$$\Delta T = 2{,}24\overline{W} + 0{,}46\overline{C} - 40{,}3,$$

где t – промежуток времени хранения от 0 до 50 ч;

j =0, 1, 2 … – кратность хранения;

γ – коэффициент, учитывающий увеличение потерь зерна в результате поедания грызунами и птицами (согласно экспертных оценок равен 5);

$\overline{W}, \overline{C}$ – соответственно средневзвешенные значения влажности и засоренности зернового вороха органическими примесями, %.

Если продолжительность временного хранения зерна не превышает величины согласно таблицы 3, то потери зерна ($q_{вх}$) незначительны и ими можно пренебречь.

Таблица 3. – Продолжительность безопасного времени хранения зерна, сутки

Влажность зерна, %	Температура зерна, ^{0}С			
	25	18	15	10
25	1	5	6	10
24	1,5	6	8	12
22	3	10	13	22
20	6	15	20	40
18	11	24	35	72
17	13	30	45	91

При многократном превышении безопасного времени хранения начинается неконтролируемый процесс плесневения и порчи зерна в результате самосогревания, который может привести к потере всей неподработанной массы зерна.

Влажное и засоренное зерно должно подвергаться предварительной очистке и сушке с последующим доведением до требуемого качества в зависимости от безопасного времени хранения. Это позволит производителю зерна подрабатывать и реализовывать продукцию в удобное для него

время. Сухое и чистое зерно выгоднее реализовывать прямо от комбайнов.

Величину потерь в результате усушки определяют соотношением:

$$q_w = \Delta W / W_0, \quad (6)$$

а величину потерь в результате пропуска через оборудование ЗАВ:

$$q_m = \Delta M_з / M_{зо}, \quad (7)$$

где ΔW, $\Delta M_з$ – соответственно изменение влажности и массы зернового вороха в процессе подработки, % и т;

W_0, $M_{зо}$ – влажность и масса исходного зернового вороха, % и т.

Суммарные затраты на подработку зерна с учетом услуг элеваторов определяются по формуле:

$$З_\Sigma = З_{тр} + З_A + З_T + З_У, \quad (8)$$

где $З_{тр}$, $З_A$, $З_T$ – затраты соответственно на эксплуатацию транспортных средств, зерноочистительных агрегатов, оборудования токов, руб;

$З_У$ – затраты на услуги элеваторов, руб.

Затраты на привлечение транспортных средств при подработке зерна рассчитывают по формуле:

$$З_{тр} = M_{зтр}\left(2\eta R_c q_m Ц_m k_M / \overline{Q}_{тр} + k_д T_в\right), \quad (9)$$

где η – коэффициент криволинейности дорог;

$Ц_m$ – цена топлива, руб/л;

q_m – удельный расход топлива, л/км;

k_M – коэффициент, учитывающий стоимость израсходованных масел;

$T_в$ – оплата труда водителей за одну тонну перевезенного зерна, руб/т;

$k_д$ – коэффициент, учитывающий различные виды доплат.

Составляющие затраты на эксплуатацию ЗАВ следующие:

- затраты на амортизацию с учетом разницы в амортизационных сроках составных частей ЗАВ:

$$З_A = C_A\left(d_o / T_{Ao} + d_м / T_{Aм} + d_c / T_{Ac}\right)/100, \quad (10)$$

где C_A – балансовая стоимость ЗАВ, руб;

d_o, $d_м$, d_c – доли стоимости, приходящиеся соответственно на основное оборудование, металлоконструкции и строительную часть;

T_{Ao}, $T_{Aм}$, T_{Ac} – соответственно амортизационные сроки основного оборудования, металлоконструкций и строительной части, лет.

- затраты на техническое обслуживание и ремонт:

$$З_{тор} = 0{,}06 C_A d_o \quad (11)$$

- затраты на электроэнергию:

$$З_э = N T_э H_г, \quad (12)$$

где N – потребляемая мощность, кВт;

$T_э$ – тариф на электроэнергию, руб/кВт·ч;

$H_г$ – годовая наработка, ч.

- затраты на оплату труда обслуживающего персонала

$$З_{от} = n_{оп} T_o H_г \quad (13)$$

$n_{оп}$ – численность обслуживающего персонала,

T_o – часовая оплата труда, руб/ч.

- затраты на эксплуатацию площадок открытых токов и зернопогрузчиков ($З_T$) аналогичны по своей структуре затратам ($З_A$), а их составляющие определяют по формулам (10…13).

Если в процессе подработки зерна хозяйства прибегают к услугам элеваторов, то они несут дополнительные затраты:

$$З_д = M_{зэ}\left(P_{пт} + P_{от} + P_{хр} T_x + \sum_{\varphi=1}^{\ell} \Delta_\varphi P_\varphi\right), \quad (14)$$

где $M_{зэ}$ – масса зерна, подрабатываемого на элеваторах, т;

$P_{пт}$, $P_{от}$, $P_{хр}$ – соответственно расценки услуг элеваторов на приемку, отгрузку и хранение зерна, руб/т;

T_x – продолжительность хранения, мес.;

P_φ – расценки услуг элеваторов на изменение φ –го показателя качества зерна, руб/т/%.

Оценку эффективности использования зерноочистительных агрегатов по прямому

назначению целесообразно проводить путем соизмерения технологических эффектов и текущих эксплуатационных затрат в единицу времени основной работы.

При обработке нескольких культур условие эффективности использования зерноочистительных агрегатов можно описать следующей математической моделью:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} Э_{Ti} \times t_i \geq З_{чэ}; \\ \sum_{i=1}^{n} t_i = T, \end{cases} \quad (15)$$

где $Э_{Ti}$ – результирующий технологический эффект при подработке i- ой культуры за один час основной работы агрегата, руб/час; $З_{чэ}$ – постоянная в расчете на год часть годовых эксплуатационных затрат, руб/год; n – общее число обработанных культур; t_i – продолжительность использования агрегата на очистке i-ой культуры, в часах основной работы; T – продолжительность использования агрегата в оцениваемом сезоне, в часах основной работы.

Величина результирующего технологического эффекта будет:

$$Э_{Ti} = \sum_{j=1}^{к} Э_{T(+)j} - \sum_{j=1}^{l} Э_{T(-)\beta}, \quad (16)$$

где $Э_{m(+)j}$ – положительный технологический эффект j-го вида при подработке i-ой культуры, руб/ч; $Э_{m(-)\beta}$ – отрицательный технологический эффект β-го вида при подработки i-ой культуры, руб/ч; $к$, l – соответственно число положительных и отрицательных технологических эффектов.

Сумма положительных технологических эффектов:

$$\sum_{i=1}^{n} Э_{T(+)i} = W_A q_m Ц_З \sum_{i=1}^{n} \Delta_\xi \alpha_\xi + Э_{TB}, \quad (17)$$

Сумма отрицательных технологических эффектов:

$$\sum_{j=1}^{m} Э_{T(-)j} = W_A(1-q_m)(Ц_н - d_ф Ц_ф - d_0 Ц_0) K_{сд}, \quad (18)$$

где W_A производительность агрегата, т/ч; q_m – коэффициент снижения массы при очистке; Δ_ξ – разница ξ-ых показателей качества, %, г/л; α_ξ – коэффициент перевода ξ-ых показателей качества в надбавки; $Ц_З$, $Ц_н$, $Ц_ф$, $Ц_0$ – цены очищенного и неочищенного зерна, фуража и отходов, руб/т; $d_ф$, d_0 – доли по массе фуражного зерна и отходов; $Э_{TB}$ – технологический эффект от увеличения выхода товарного зерна, руб/ч; $K_{сд}$ – коэффициент снижения доли отходов и фуража.

Критерии оценки эффективности использования зерноочистительных агрегатов на очистке любой из i –ых культур:

- Условие окупаемости $Э_т - З_{тч} > 0$;
- Кратность окупаемости капитальных вложений $K_ф = (Э_т - З_{тч})/K_{вч}$;
- Часовая прибыль $П_ч = (Э_т - З_{чэ})$;
- Граница эффективности по наработке

$$H_г = K_{вг} / (Э_т - З_{тч}),$$

где $З_{тч}$, $З_{чэ}$ – текущие и интегральные эксплуатационные затраты, руб/ч; $K_{вч}$, $K_{вг}$ – часовые и годовые капитальные вложения, руб/ч (руб/год); $H_г$ – годовая наработка, час.

Величина интегральных эксплуатационных затрат ($З_{чэ}$):

$$З_{чэ} = З_{от} + З_э + З_{тор} + З_A, \quad (19)$$

Величина часовых эксплуатационных затрат ($З_{тч}$):

$$З_{тч} = З_{от} + З_э + З_{тор}, \quad (20)$$

где $З_{от}$ – затраты на оплату труда приходящиеся на 1 час работы; $З_э$ – затраты на электроэнергию, руб/ч; $З_{тор}$ – часовые затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования, руб/ч; $З_A$ – амортизационные отчисления, приходящиеся на 1 час эксплуатации агрегата по основному времени, руб/ч.

Предложенный метод адаптирован к многообразию вариантов технологий подработки зерна. Состав критериев метода

позволяет решать весь комплекс задач, стоящих перед производителем:

- выбор новой технологии осуществляется по интегральному критерию;
- сравнение часового результирующего технологического эффекта и текущих эксплуатационных затрат является основой оперативного управления производственными процессами подработки зерна;
- сопоставление технологических эффектов определяет направления модернизации существующих технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тишанинов, Н. П. Методика оценки эффективности использования линий по переработке гречихи в малых объемах / Н. П. Тишанинов, А. Г. Амельянц, С.Н. Ульянов. – М.: Россельхозакадемия. – 1998. – 53с.

2. Максимчук, В.К. Выбор оценочных показателей состояния зерновой массы, поступающей на обработку / В.К. Максимчук, В.Н. Тесленко // В сб.: Проектирование технологического процесса возделывания и уборки зерна. – Новосибирск: ВАСХНИЛ, Сиб. Отд-ние, 1980. – С. 94…97.

3. Трисвянский Л. А. Хранение зерна. – М.: Колос. 1966. – 434с.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Тишанинов Николай Петрович*, зав. отделом управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, доктор технических наук, профессор, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

Ветров Владимир Александрович*, старший научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, кандидат технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

Анашкин Александр Витальевич*, ведущий научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, кандидат технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

РЕЦЕНЗЕНТ

Курочкин Иван Михайлович*, профессор кафедры Автомобильная и Аграрная техника, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный технический университет.*

УДК 631.303

Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н.

НОВЫЕ ДЕЛИТЕЛИ ПОТОКА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Предложены две новые конструкции авторегулируемых делителей потока зерна, представлены зависимости показателей качества процесса разделения от конструктивных и режимных параметров указанных делителей.

Ключевые слова: *зерно; разделение; поток; качество; делитель; подача; расход; среднее отклонение.*

Tishaninov N. P., Anashkin A.V. Tishaninov K.N.

NEW DIVIDERS OF A STREAM OF BULKS

Two new designs of autoadjustable dividers of a stream of grain are offered, dependences of indicators of quality of process of division on design and regime data of the specified dividers are presented.

Keywords: *grain; division; stream; quality; divider; giving; expense; average deviation.*

В многоканальных технологиях подработки зерна перевалочные работы осуществляются в 1-2 канала, а основные технологические операции по очистке зерносмесей в 4-6 каналов. Для разделения потока зерносмесей и последующей их подаче на основные технологические машины используются простейшие делители флажкового и призменного типов. Они не обеспечивают качественного разделения потоков зерносмесей, направляемых перевалочными средствами, отклонения достигают 6-ти раз. В тоже время принцип работы основных зерноочистительных машин основан на регламентированной подаче рабочей среды. Поэтому, из-за отсутствия эффективных средств управления массовыми потоками зерносмесей существующие зерноочистительные технологии используются крайне неэффективно. Более 85% триерных блоков в зерноочистительных технологиях выведены из эксплуатации, решетные сепараторы используются с пониженной загрузкой на 20…25%, а качество решетной сепарации снижается в 2…3 раза по показателю остаточной засоренности. За последние десятилетия многие разработчики предпринимают активные усилия по созданию эффективных средств управления массовыми потоками [1…5].

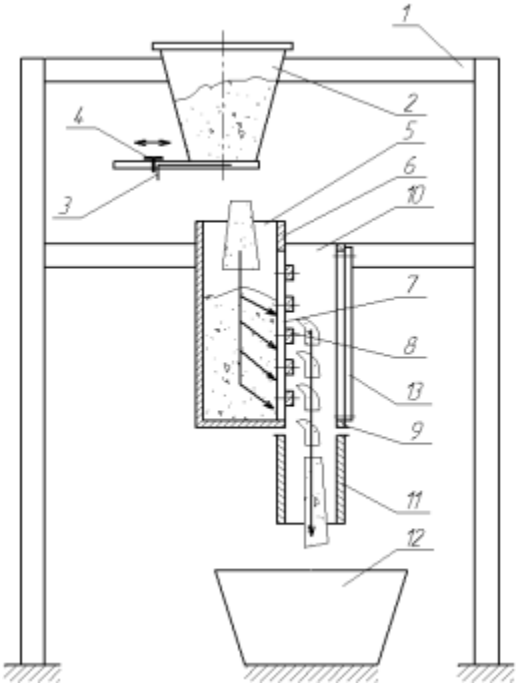
Предлагаемые разработчиками решения чрезвычайно сложны, они включаю датчики контроля давления, информационную систему, исполнительные механизмы. Они дороги, не обладают достаточной технической надежностью, не обеспечивают качества деления потока зерносмесей, поэтому не нашли применения в производстве.

Нами создано принципиально новое семейство делителей потока сыпучих материалов, которое основано на ограничении величины стабилизирующего слоя рабочей среды в регулирующей емкости, что позволяет предотвратить процесс сводообразования в ней. Эти устройства обеспечивают широкую зону авторегулирования и высокое качество разделения потока сыпучих материалов [6].

Однако дальнейший поиск решений позволил выявить возможность предотвращения сводообразования в регулирующей емкости путем выпуска рабочей среды через боковую стенку, которая может служить одной из опор вероятного свода. При этом создаются возможности упрощения конструкции авторегулируемых делителей потока сыпучих материалов и сокращения их габаритов, что чрезвычайно важно для модернизации существующих технологических линий подработки зерна. Для подтверждения выявленных резервов нами разработана экспериментальная установка, которая представлена на рисунке 1.

Экспериментальная установка включает раму 1, на которой установлен загрузочный бункер 2 с регулируемым шибером 3. В направляющих шибера 3 выполнены отверстия, в которые устанавливают фиксатор 4, что обеспечивает заданную подачу зерна в стабилизирующую емкость 5, закрепленную на раме 1 под загрузочным бункером 2. В боковой стенке 6 стабилизирующей емкости 5 выполнены отводящие

каналы 7. Каналы 7 разделены перемещаемыми разделительными планками 8, что позволяет изменять площадь каналов. К боковой стенке 6 крепится корпус 9 с вертикальной перегородкой 10, которая разделяет корпус на две равные части.



1 – рама; 2 – загрузочный бункер; 3 – регулируемый шибер; 4 – фиксатор; 5 – стабилизирующая емкость; 6 – боковая стенка; 7 – отводящие каналы; 8 – разделительные стенки; 9 – корпус; 10 – вертикальная перегородка; 11 – патрубки; 12 – сборные емкости; 13 – смотровое окно

Рисунок 1. – Экспериментальная установка для исследований делителя с вертикальной стабилизирующей емкостью и боковым размещением отводных каналов

В корпусе 9 выполнено смотровое окно, закрытое стеклом 13, что позволяет наблюдать за стабильностью истечения зерна через отводящие каналы 7, определять количество работающих отводящих каналов 7 и время стабилизации процесса. В нижней части корпуса 9 закреплены два патрубка 11, под которыми установлены сборные емкости 12.

Экспериментальная установка работает следующим образом. Зерно из загрузочного бункера 2 с заданной подачей, которая регулируется шибером 3, подается в стабилизирующую емкость 5. По мере увеличения уровня зерна в стабилизирующей емкости 5 увеличивается число отводящих каналов 7, через которые истекает зерно, увеличивая расходные характеристики патрубков 11. При уменьшении уровня зерна в стабилизирующей емкости 5 расходные характеристики отводных патрубков 11 уменьшаются. Таким образом, осуществляется процесс авторегулирования и поддержания уровня стабилизирующего слоя зерна в необходимом диапазоне высот. Отводящие каналы 7, расположенные на определенном расстоянии друг от друга по высоте, позволяют более качественно разделять поток зерна за счет исключения влияния сводообразования на процесс истечения зерна через отводные каналы 7. В процессе проведения опытов зерно собирается в левую и правую сборные емкости 12, взвешивается и рассчитывается отклонение навесок (Δ). Для экспериментальной проверки был создан

делитель наклонного исполнения с аналогичным принципом действия.

При исследовании процесса разделения потока зерна разработанными делителями в качестве рабочих сред использовались ячмень и пшеница, свойства которых представлены в таблице 1.

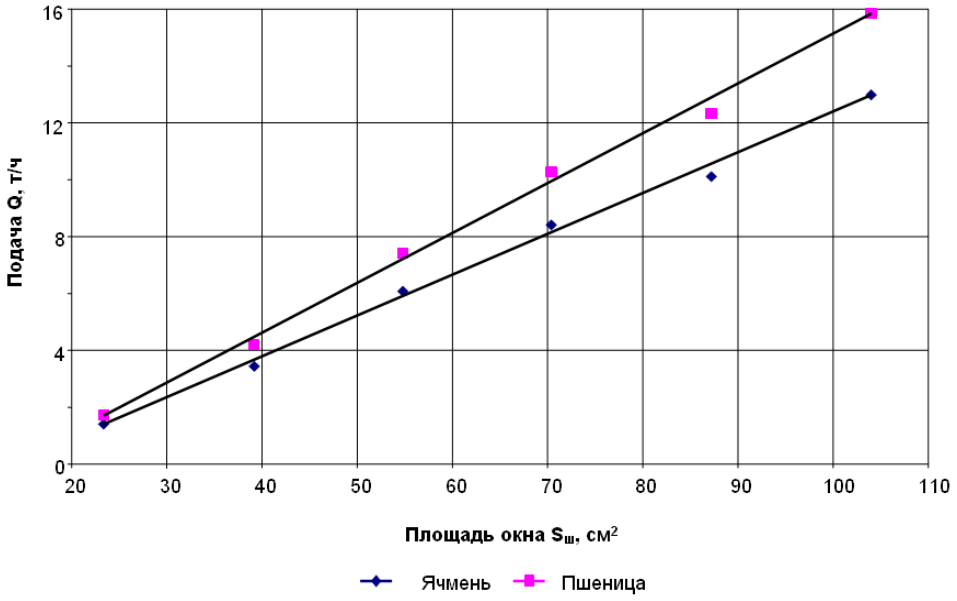


Рисунок 2 – Зависимость подачи материала Q из загрузочного бункера от площади выгрузного отверстия $S_ш$

Таблица 1. – Свойства рабочих сред

Показатели	Единица измерения	Величина показателей по средам	
		Ячмень	Пшеница
Натура	кг/м^3	593	724
Засоренность	%	2,1	5,24
Влажность	%	13,4	13,2
Угол естественного откоса	град.	21,5	25,6

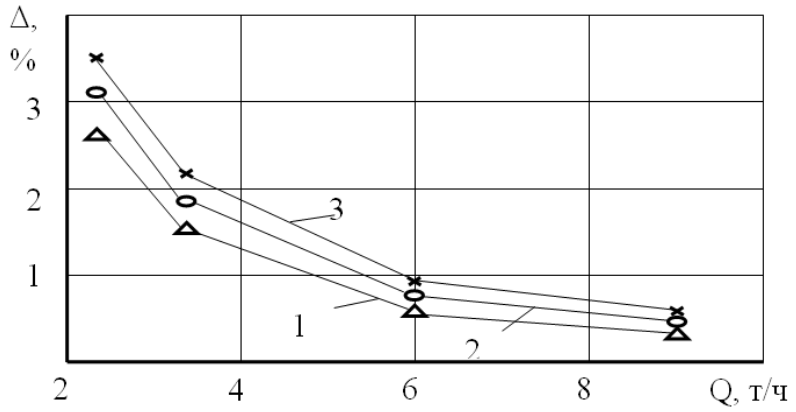
На первом этапе исследований была проведена тарировка регулируемого шибера 3 загрузочного бункера 2, результаты которой представлены на рисунке 2.

Исследования вертикального делителя проводили при изменении подачи (Q) зерна в стабилизирующую емкость и высоты отводящих каналов ($h_к$), измеряя расходы зерна через патрубки. Оценку качества процесса разделения потока производили по величине отклонения (Δ) массовых расходов отводимых потоков зерна от их средней величины. Результаты исследований по ячменю представлены на рисунке 3.

Из рисунка 3 видно, что в диапазоне Q = 2…9 т/ч отклонения массовых расходов разделенных потоков составляют 0,47…3,5%. Отклонения возрастают с уменьшением подачи. Это объясняется тем, что с уменьшением подачи (Q) доля истечения ячменя через заполненные сечения отводящих каналов уменьшается.

К примеру: при Q = 9 т/ч истечение ячменя происходит через 6 отводящих каналов и погрешность от асимметричного

пересыпания через планку в шестом канале относительно невелика; при Q = 6 т/ч только через три отводящих канала происходит заполненное истечение, а при Q = 3,4 т/ч – через два, что приводит к росту отклонений массовых расходов разделяемых потоков.



1 – $h_к$ = 33,8 мм; 2 – $h_к$ = 38,0 мм; 3 – $h_к$ = 42,5 мм

Рисунок 3 – Зависимость отклонений (Δ) массовых потоков зерна от подачи (Q)

Эксперименты подтвердили, что дальнейшее снижение подачи (Q) приводит к резкому снижению показателя качества процесса разделения потока ячменя – при снижении Q до 1,4 т/ч Δ возрастает до 7,2%, хотя величина Q < 5 т/ч выходит за пределы границ эффективной загрузки основного технологического оборудования существующих зерноочистительных агрегатов. Поэтому качество работы нового делителя потока сыпучих материалов следует считать высоким. Оно не ниже показателей работы делителей с подвижной регулирующей емкостью и пружинной грузовоспринимающей системой, которые в 1,5…1,7 раза имеют большие габариты и в 3 раза большую материалоемкость.

В исследованном диапазоне высот ($h_к$) отводящих каналов величина отклонений (Δ) массовых расходов изменяется несущественно. С уменьшением $h_к$ величина Δ снижается, но при значительной засоренности зерна (особенно крупными примесями) отклонения возрастают. Эксперименты, проведенные на пшенице, имеющей большую засоренность (5,24%) показали, что даже при Q = 9 т/ч величина Δ возрастает в 2,9 раза и составляет 1,37%, когда $h_к$ составляла 33,8 мм. Поэтому величина $h_к$ не должна быть меньше 38 мм.

Исследование наклонного делителя проводились на ячмене. Подача материала варьировалась в диапазоне 1,4…14,5 т/ч. Угол наклона делителя к горизонту составлял 30^0, 45^0. В результате исследований было установлено, что по мере увеличения подачи увеличивается количество задействованных выгрузных отверстий, что обеспечивает авторегулирование процесса. Результаты исследований качества процесса разделения представлены на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что при подаче зерна в пределах 1,4…5 т/ч значения среднего отклонения достаточно велики, а при дальнейшем росте подачи отклонения снижаются и процесс стабилизируется. При подаче Q>5т/ч, когда Δ<15%, делители наклонного исполнения могут быть использованы при модернизации зерноочистительных агрегатов, где жестко ограничена технологическая высота.

С целью определения влияния точности монтажа наклонного делителя на качество процесса разделения потока зерна нами была проведена дополнительная серия экспериментов. Делитель был повернут на 4^0 вокруг оси. При этом другие факторы

оставались неизменными. В результате установлено, что даже при незначительных отклонениях углового размещения делителя качество разделения потока значительно снижается (рисунок 5).

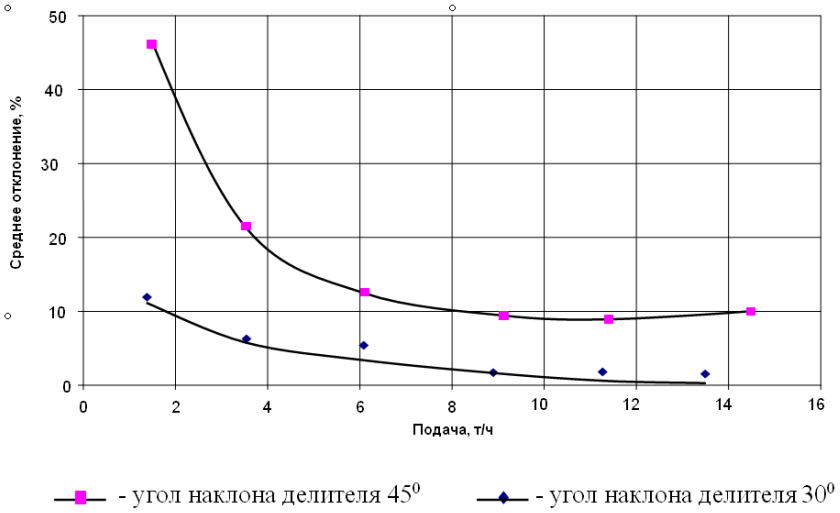


Рисунок 4 – Влияние подачи материала на качество разделения потока зерна

Из рисунка 5 видно, что при наклоне делителя в 4^0 отклонение массовых расходов зерна составляет 20% даже при большой подаче, а при подаче 1,28 т/ч составляет 62,3%, что неприемлемо. Качественный монтаж делителей наклонного исполнения – необходимое требование.

Исследования качества работы вертикального делителя с отводом разделяемых потоков через боковую стенку подтвердили их применимость в существующих зерноочистительных технологиях. Они более компактны, что позволяет производить модернизацию зерноочистительных агрегатов без изменений относительного положения основного технологического оборудования, без переделки каркаса и кровли.

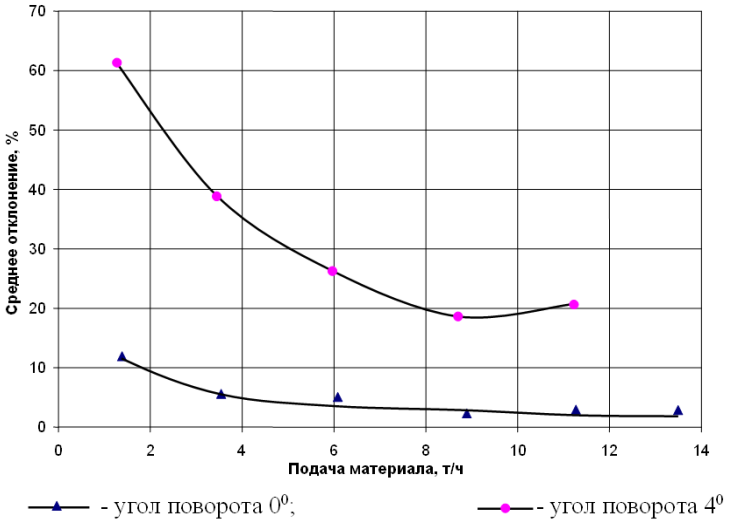


Рисунок 5 – Влияние угла поворота делителя на качество разделения потока зерна

На основе выполненных исследований разработан вертикальный делитель сыпучих материалов с пропускной способностью 50 т/ч по заданию ООО «АгроТехХолдинг» (г. Воронеж). Он внедрен в производство и включен в состав перспективных технологий подработки зерна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Забегалкин В.К. Универсальный распределитель зерна / В.К. Забегалкин // Техника в сельском хозяйстве. – 1982. – №10. – с.54..55.

2. А.с. 3569953. Устройство для разделения потока сыпучего материала: Пат. 3569953 СССР, МПК B65G53/56/ Гаврилова Е.И., Куприянова Л.Г., Родкин Б.Ш., Штительман Б.А. – №3569953/27 – 11; Заявл. 31.03.83; Опубл. 28.02.85; Бюл.№8.

3. А.с. 1297757. Устройство для разделения потока сыпучего материала на два потока в самотечной трубе: Пат. 1297757 СССР, МПК A01F12/46, B65G53/00 / Горохов В.Г., Фурин П.В., Бутто А.Л – Заявл. 21.05.85; Опубл. 23.03.87; Бюл.№11.

4. Патент 2067381 РФ, МПК A01F12/46, B65G53/00. Устройство для разделения потока зерна/ В.С. Ширабак и др. 5031651/51;Заявлено 10.03.1992; опубл. 10.10.1996.

5. Дондоков Ю.Ж. Проблемы создания универсальных зерноочистительных машин/ Ю.Ж. Дондоков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – №4. – с.30…31.

6. Завражнов, А.И. Модернизация технологии подработки зерна путем применения авторегулируемых делителей потока сыпучих материалов / А.И. Завражнов, К.Н.Тишанинов // Научно-теоретический журнал – «Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук», №3, 2008 г., с.56…59.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Тишанинов Николай Петрович*, зав. отделом управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, доктор технических наук, профессор, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

Анашкин Александр Витальевич*, ведущий научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, кандидат технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

Тишанинов Константин Николаевич*, старший научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, кандидат технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

РЕЦЕНЗЕНТ

Тырнов Юрий Алексеевич*, зав. лабораторией использования машинно-тракторных агрегатов, доктор технических наук, профессор, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

УДК 631.354

Ерохин Г.Н., Коновский В.В.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В УСЛОВИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация*: проведена оценка коэффициента готовности зерноуборочных комбайнов. Полученные результаты позволяют сделать правильный выбор при формировании комбайнового парка.*

Ключевые слова*: зерноуборочный комбайн; надежность; коэффициент готовности; наработка.*

Erokhin G., Konovski V.

ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF COMBINE HARVESTERSIN THE CONDITIONS OF THE TAMBOV REGION

Abstract*: The evaluation of availability of combine harvesters. The obtained results allow us to make the right choice when forming Combine park.*

Keywords*: Combine Harvester; reliability; availability; working hours.*

В настоящее время наблюдается насыщение комбайнового парка страны широким спектром высокопроизводительных машин как отечественного, так и зарубежного производства. Поэтому, при приобретении новой зерноуборочной техники, перед потребителем стоит непростая задача правильного выбора марочного состава комбайнового парка с учетом конкретных хозяйственных условий.

Основными показателями, которыми руководствуется потребитель при выборе комбайна, являются его цена, производительность и надежность. Данная статья посвящена сравнительной оценке надежности некоторых марок отечественных и зарубежных комбайнов.

Наблюдения проводились в условиях Тамбовской области за комбайнами «Acros 530» – 7 шт., «Полесье 1218» – 8 шт., «John Deer 9675 WTS» – 1 шт., «John Deer 9660 STS» – 2 шт., «Case 2388»» – 2 шт., «TUCANO 450» – 1 шт., «Mega 370» – 1 шт. Сезон эксплуатации наблюдаемых комбайнов находился в интервале 1…4.

Комбайны работали на уборке ячменя, озимой и яровой пшеницы при урожайности 22…36 ц/га. Полеглость и засоренность составляла от 2 до 5%. Отношение зерна к соломистой массе 1:1,2 – 1:1,5. Уборочные работы проводились прямым комбайнированием.

В данной работе надежность зерноуборочных комбайнов оценивалась коэффициентом готовности по общему и оперативному времени:

$$K_{гi}^{об} = \frac{\sum_{i=1}^{N} T_i}{\sum_{i=1}^{N} T_i + \sum_{i=1}^{N} t_{вi}^{об}};$$

$$K_{гi}^{оп} = \frac{\sum_{i=1}^{N} T_i}{\sum_{i=1}^{N} T_i + \sum_{i=1}^{N} t_{вi}^{оп}},$$

где $K_{гi}^{об}, K_{гi}^{оп}$ – коэффициент готовности по общему и оперативному времени восстановления работоспособного состояния комбайна i-ой марки;

T_i - наработка комбайнов i-ой марки в часах основного времени за период наблюдений, ч;

$t_{вi}^{об}, t_{вi}^{оп}$ - общее и оперативное время восстановления работоспособности комбайнов i-ой за период наблюдения, ч;

N – количество наблюдаемых комбайнов i-ой марки.

Общее время восстановления работоспособного состояния включает в себя оперативное плюс затраты времени на доставку запчастей, материалов и оборудования, а также ожидание специалистов сервисной службы. Таким образом, коэффициент готовности по оперативному времени характеризует собственную надежность комбайнов, а коэффициент готовности по общему времени – надежность системы: комбайн – служба технического сервиса и ремонта.

Для оценки надежности по вышеприведенным формулам информация собиралась периодическими наблюдениями и экс-

пертной оценкой механизаторов и специалистов хозяйств. Наработка в часах основного времени фиксировалась по показаниям бортовых компьютеров комбайнов. Результаты оценки надежности комбайнов представлены на рисунке в виде диаграммы.

Комбайны «Acros 530» имели коэффициент готовности по оперативному времени 0,92, по общему – 0,9. За время наблюдений у комбайнов «Acros 530» зафиксированы отказы первой группы сложности: излом граблин мотовила; кронштейнов натяжных роликов; обрыв барабанного ремня; деформация битера проставки.

Случались и отказы второй группы сложности. Это отказы гидрораспределителей включения молотилки и измельчителя; выход из строя электромотора регулировки зазора подбарабанья; редуктора главного контрпривода, излом подвески подбарабанья. Наблюдались отказы АСК, датчиков ДО-13 и сбой работы бортового компьютера комбайна. У комбайнов «Полесье 1218» за период наблюдений зафиксированы отказы: выход из строя рычага и шкива привода молотилки, вала очистки, рычага вентилятора, обрыв ремней барабана. Значительно снизили показатели надежности отказы третьей группы сложности: как излом коленчатого вала двигателя и шестерен бортового редуктора, насоса ГСТ. Следует отметить неудачную конструкцию крепления компрессора кондиционера, что приводит к излому его корпуса. Коэффициент готовности комбайнов «Полесье 1218» по оперативному времени не намного превысил 0,92, по общему – 0,9.

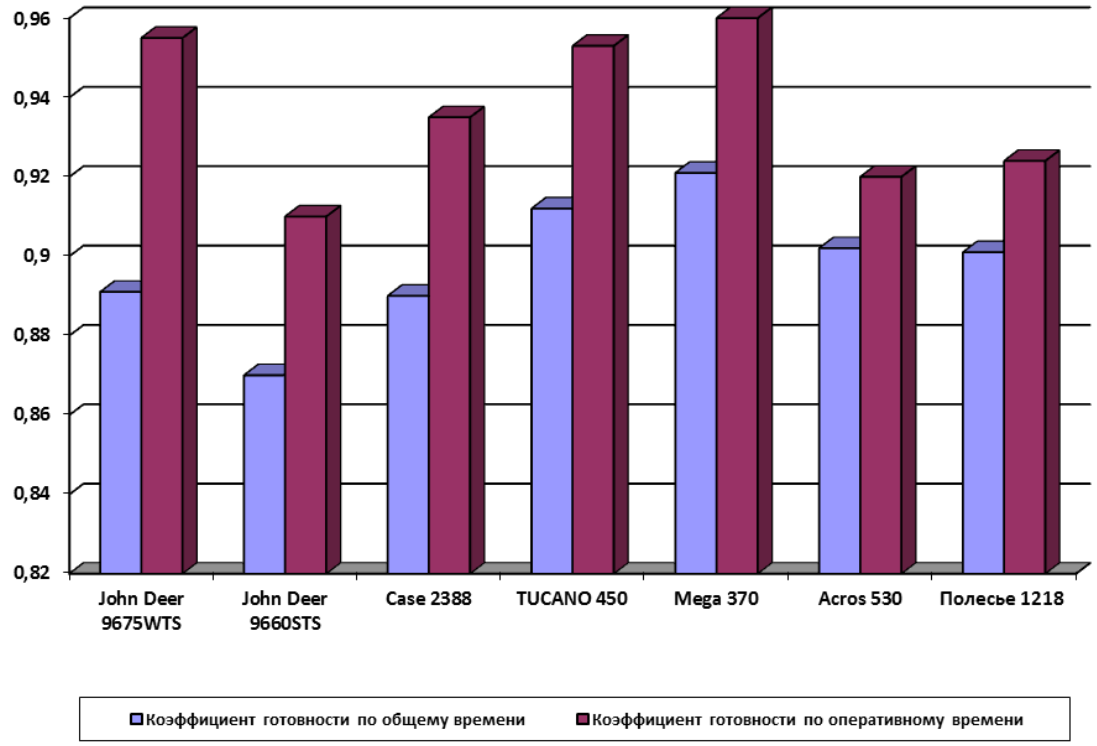


Рисунок 1. – Коэффициент готовности зерноуборочных комбайнов

В настоящее время увеличивается количество комбайнов производства дальнего зарубежья, принимающих участие в уборке зерновых культур. В основном они работают в составе уборочных комплексов. Но есть крепкие хозяйства, которые приобретают их в собственность.

Комбайн «John Deer 9675 WTS» первого сезона эксплуатации имел самую большую сезонную наработку и высокие показатели надежности. Коэффициент готовности по оперативному времени 0,955. Низкий коэффициент готовности по общему времени (0,891) объясняется большим простоем комбайна из-за доставки отказавшего транспортера наклонной камеры.

Комбайны «TUCANO 450» и «Mega 370» производства фирмы «Claas» первого года эксплуатации также имели высокие показатели надежности. Их коэффициент готовности по оперативному времени составил более 0,95, по общему времени − 0,91…0,92. Отказы были только первой группы сложности.

Роторные комбайны «Case 2388» 2-го и 3-го годов эксплуатации показали достаточно высокую надежность. Коэффициент готовности этих комбайнов по оперативному времени – 0,935, по общему – 0,89. За период наблюдений у комбайнов не было сложных отказов. Случившиеся отказы устранялись в основном силами комбайнеров и только два отказа – с помощью специалистов сервисной службы. Длительность доставки запасных частей и ожидание специалистов службы сервиса снизили значение коэффициента готовности по общему времени.

Два роторных комбайна «John Deer 9660 STS» были четвертого года эксплуатации, работали в составе уборочных комплексов и имели самую большую суммарную наработку за весь срок эксплуатации. Как показали ранее проведенные исследования, с увеличением суммарной наработки надежность комбайнов снижается [1,2]. Это подтвердили и проведенные исследования, коэффициент комбайнов по оперативному времени равнялся только 0,91, по общему – 0,87.

Простые механические отказы такие, как обрыв ремней, разрушение подшипников и т.п. устранялись самими комбайнерами. Более сложные отказы электрической, гидравлической и автоматической системы регулирования и контроля устранялись специалистами сервисной службы.

Высокая стоимость обслуживания и запасных частей у комбайнов «John Deer» привело к тому, что они работали с неисправной системой автоматического контроля. Так же у этих комбайнов не работала система копирования рельефа поля в автоматическом режиме, что значительно усложнило работу механизатора и приводило к забиванию жатки.

Самый высокий коэффициент готовности по оперативному времени был у комбайнов «John Deer 9675 WTS», «TUCANO 450» и «Mega 370» (более 0,95). Все перечисленные комбайны первого года эксплуатации. Комбайны «Case 2388» второго года эксплуатации имели коэффициент готовности 0,936.

У комбайнов «Acros 530», «Полесье 1218» и «John Deer 9660 STS» этот показатель примерно одинаков (0,91…0,92).

Производственников также интересует коэффициент готовности по общему времени, который характеризует не только надежность самой машины, но и простои комбайна по организационным причинам. Большое влияние на этот показатель оказывает работа сервисных служб.

Из диаграммы видно, что у зарубежных комбайнов наблюдается большая разница между коэффициентами готовности по общему и оперативному времени. Особенно наглядно это проявляется на примере комбайнов «John Deer 9675 WTS» и «Case 2388». Устранение несложных отказов, требующих замены узла, привело к значительному простою этих комбайнов и, как следствие, снижение коэффициента готовности по общему времени.

У комбайнов «Acros 530» и «Полесье 1218» эта разница значительно меньше. Это

объясняется более оперативной работой сервисных служб, а сами механизаторы быстрее устраняли возникшие отказы.

Проведенные исследования дают возможность потребителю оценить эксплуатационную надежность наблюдаемых марок зерноуборочных комбайнов по коэффициенту готовности. Большая разница коэффициента готовности по оперативному и общему времени показывает, что в процессе приобретения комбайнов необходимо ориентироваться не только на надежность самой машины, но и на наличие сервисных служб и качество их работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ерохин Г.Н., Коновский В.В. Изменение надежности зарубежных зерноуборочных комбайнов в процессе эксплуатации // Машинно-технологическая станция (МТС) − 2009. − №2. −С.14-15.

2. Ерохин, Г.Н. Использование зерноуборочных комбайнов за пределами регламентированного срока службы / Г.Н. Ерохин, В.В. Коновский, Н.П. Тишанинов // − М.: РАСХН, 2005. 63 с.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ерохин Геннадий Николаевич, *заведующий лабораторией, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, д.28, г. Тамбов, 392022, Российская Федерация*

Коновский Валерий Викторович, *старший научный сотрудник ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, д.28, г. Тамбов, 392022, Российская Федерация,*

РЕЦЕНЗЕНТ

Тырнов Ю.А., *заведующий лабораторией, доктор технических наук, профессор, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии*

УДК 631.354:631.12

Ерохин Г.Н., Решетов А.С.

ПОТЕРИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИИ

Приведено описание модели оценки эффективности уборки зерновых культур. Выполнен анализ достаточности парка зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии в зависимости от условий уборки.

Ключевые слова*: зерноуборочный комбайн; модель; потери эффективности; сельхозпредприятие.*

Erokhin G., Reshetov A.

EFFICIENCY LOSSES HARVESTING CEREAL CROPS IN AGRICULTURAL

The description of the performance evaluation models harvesting crops. The analysis of the adequacy of the park in agricultural harvesters depending on the harvest.

Keywords*: combine harvester; model; loss of efficiency; agricultural enterprise.*

Комбайновая уборка является трудоемкой и ресурсоемкой операцией, на долю которой приходится 35…45% от общих затрат при возделывании зерновых культур. Сельхозпредприятие при ее выполнении несет потери в виде эксплуатационных затрат, потерь зерна за комбайнами и потерь зерна осыпанием при превышении агросрока. Данные потери по своей сути представляют собой потери эффективности при выполнении комбайновой уборки зерновых культур. Величина этих потерь индивидуальна для каждого сельхозпредприятия и зависит от множества факторов.

Исследованиями доказано [1], что потери эффективности могут быть использованы в качестве критерия оценки, который однозначно и достоверно характеризует эффективность всего процесса уборки зерна в хозяйстве. Он позволяет принимать решение по целесообразности любого смоделированного варианта комбайнового обеспечения уборки зерновых культур в конкретном хозяйстве. Предпочтительным считается вариант с наименьшими потерями эффективности. Разность этого критерия по различным вариантам характеризует сравнительную эффективность вариантов.

ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии разработал модель [2], которая позволяет определять потери эффективности уборки зерновых культур в зависимости от условий уборки и используемых комбайнов. Отличительной особенностью модели является прогнозирование потребительских свойств зерноуборочного комбайна в зависимости от его наработки с начала эксплуатации. Это относится, прежде всего, к показателям эксплуатационной производительности, надежности работы и качества технологического процесса уборки зерновых.

Модель также позволяет оценивать и другие важные показатели процесса уборки зерновых культур. В их числе: суммарная эксплуатационная производительность комбайнового парка, га\ч; прогнозируемая продолжительность уборочных работ, дн.; общий расход солярки, л; затраты на ГСМ, руб; затраты на оплату труда, руб; затраты на амортизацию, руб; затраты на ТО и ремонт, руб; суммарные эксплуатационые затраты, руб; суммарные потери зерна за комбайнами, т; суммарные потери зерна из-за дробления, т; процент площадей, убираемых за пределами агросрока, %; потери зерна из-за превышения агросрока, т; потери технологического эффекта в натуральном выражении, т; потери технологического эффекта в денежном выражении, руб; удельные эксплуатационные затраты, руб/га.

Входными параметрами модели являются показатели условий аграрного товаропроизводителя, потребительских свойств зерноуборочных комбайнов и внешних условий.

К показателям потребительских свойств зерноуборочного комбайна относятся: мощность двигателя, л.с.; пропускная способность, кг/с; удельный расход топлива, л/ч; транспортная скорость комбайна, км/ч; объем бункера, $м^3$; скорость разгрузки бункера, л/с; удельные затраты времени на переоборудование, ч/ч; удельные затраты времени на технологические регулировки, ч/ч; удельные затраты времени на устранение технологических отказов, ч/ч; удельная продолжительность ЕТО, ч/ч; удельная продолжительность периодических ТО, ч/ч; стоимость комбайна, руб.; коэффициент готовности; удельные затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ч; ресурс комбайна, ч; потери зерна за комбайном, %; дробление и засоренность бункерного зерна, %.

Показатели, характеризующие условия потребителя, включают:

- марочный, количественный и возрастной состав имеющихся у потребителя зерноуборочных комбайнов;

- размеры площадей, прогнозируемая урожайность и соломистость культур;
- прогнозируемые уровни полеглости, влажности, засоренности убираемых культур, длина гона, площадь поля, расстояние между полями.

К показателям внешних условий относятся: стоимость топлива (солярки), средняя цена реализации зерна.

Предложенная модель позволяет оценить целесообразность возможных вариантов комбайнового обеспечения при различных условиях уборки зерновых культур в сельхозпредприятии. В частности, она применима для моделирования результатов работы имеющегося парка зерноуборочных комбайнов при различных погодных условиях и урожайности зерновых культур. Рассмотрим это на конкретном примере колхоза-племенного завода им. Ленина Тамбовского района Тамбовской области.

Площадь зерновых культур составляет 2950 га. Хозяйство располагает парком зерноуборочных комбайнов в следующем составе: «Дон-1500А» 18-го сезона использования – 3 шт., «Дон-1500Б» 15-го сезона использования – 1 шт., «Дон-1500Б» 8-го сезона использования – 2 шт., «Дон-1500Б» 5-го сезона использования – 2 шт., «Дон-1500Б» 2-го сезона использования – 1 шт., «ACROS 530» 2-го сезона использования – 1 шт., «ACROS 530» 1-го сезона использования – 1 шт.

На основе имеющегося парка зерноуборочных комбайнов и прогнозируемых условий уборки смоделированы показатели уборочных работ в хозяйстве при урожайности 30 ц/га и 50 ц/га (отношение зерна к соломистой массе 1:1,5). Количество дождливых дней в течение 10 дней уборки прогнозировали: для сухого сезона – 1, для слабо-влажного – 3, для влажного – 5.

Получены следующие результаты. Продолжительность уборочных работ в зависимости от урожайности и погодных условий показана на рис.1.

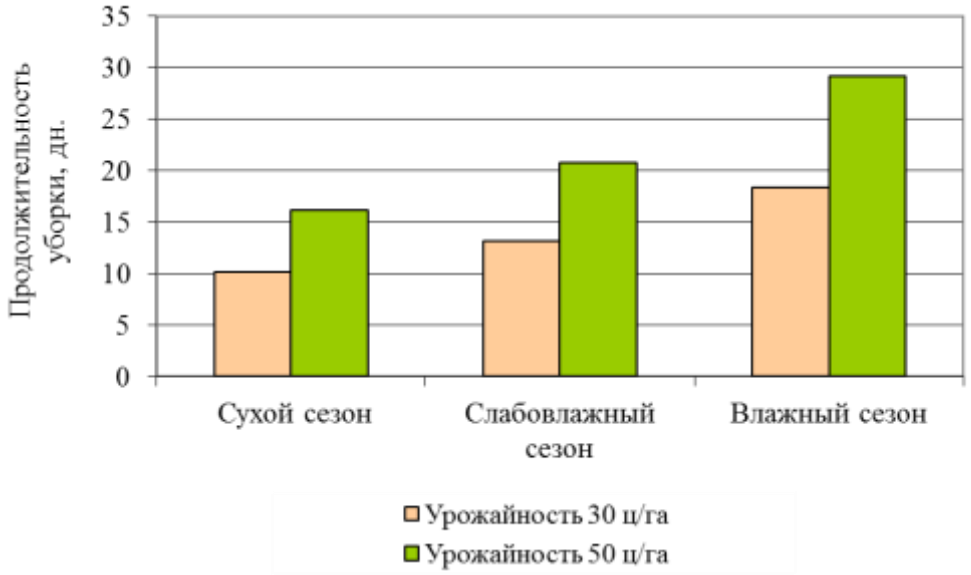


Рисунок1. – Продолжительность уборки зерновых культур в хозяйстве

При урожайности 30 ц/га продолжительность уборки в сухом и слабо-влажном сезоне практически укладывается в установленный агросрок. Лишь при влажных погодных условиях (половина дней дождливые) продолжительность составит 19 дней. При урожайности 50 ц/га продолжительность уборочных работ варьирует от 16 до 29 суток в зависимости от погодных условий.

Суммарные потери зерна (за комбайнами и осыпанием) по вариантам иллюстрируются диаграммой (рис.2).

Как показывает рис.2, значительный рост потерь характерен для биологической урожайности 50 ц/га. Так для влажного сезона уборки они составят 1619 т, что приведет к снижению урожайности на 5,6 ц/га. Затраты денежных средств на горюче-смазочные материалы прогнозируются при урожайности 30 ц/га в размере 619 тыс. руб., при урожайности 50 ц/га в размере 956 тыс. руб., затраты на ремонт и ТО в размере 510 тыс. руб.

Потери эффективности комбайновой уборки зерновых для различных погодных условий и урожайности показаны на диаграмме (рис.3). В вариантах с урожайностью 50 ц/га наблюдается резкий рост потерь в зависимости от погодных условий. В случае влажного сезона уборки предприятие может понести убытки по сравнению с сухим сезоном в размере 3,876 млн.руб.

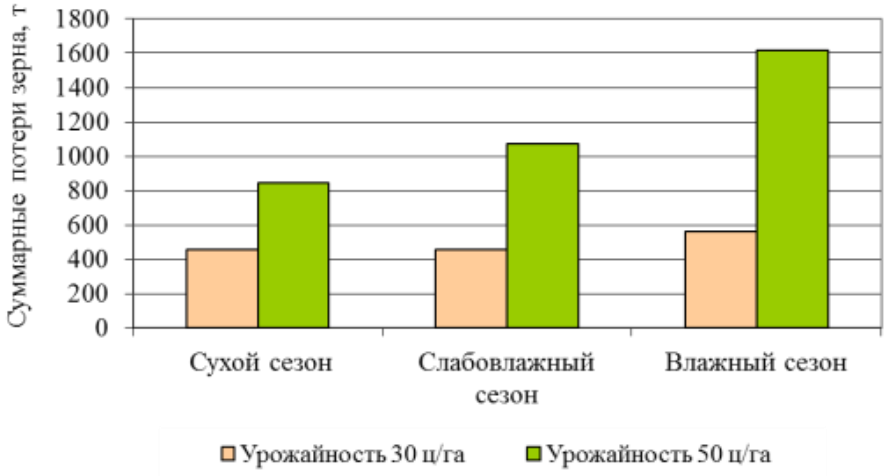


Рисунок 2. – Потери зерна при выполнении уборки зерновых культур

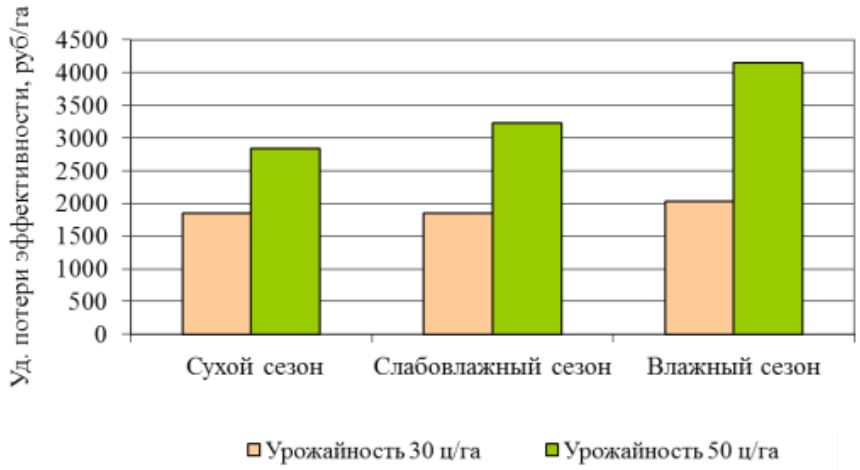


Рисунок 3. – Удельные потери эффективности уборки зерновых культур

Проведенный с помощью моделирования анализ показывает, что имеющийся парк зерноуборочных комбайнов в хозяйстве достаточен для выполнения уборочных работ при урожайности 30 ц/га и разнообразных погодных условиях. При биологической урожайности свыше 50 ц/га обеспеченность хозяйства зерноуборочными комбайнами – критическая. В случае слабовлажного и влажного сезона при та-

ких условиях целесообразно проанализировать возможность уборки части площадей сторонними комбайнами на договорной основе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ерохин Г.Н. Оценка эффективности комбайнового обеспечения уборки зерновых культур // Техника в сельском хозяйстве. — 2006. — №4. — С.27-29.

2. Ерохин Г.Н., Коновский В.В., Тишанинов Н.П. Использование зерноуборочных комбайнов за пределами регламентированного срока службы. — М.: РАСХН, 2005. 63 с.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ерохин Геннадий Николаевич*, заведующий лабораторией, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, д.28, г. Тамбов, 392022, Российская Федерация.*

Решетов Александр Серафимович, *заместитель директора, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, д.28, г. Тамбов, 392022, Российская Федерация.*

РЕЦЕНЗЕНТ

Петрашев А.И., *главный научный сотрудник, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

УДК 631.115.11

Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д., Попова О.Н.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Аннотация. *В статье приведен ретроспективный анализ организационно-экономических механизмов оказания государственной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям при приобретении нефтепродуктов.*

Ключевые слова*: крестьянские (фермерские) хозяйства; нефтепродукты; государственная поддержка.*

Sazonov S.N., Sazonova D.D., Popova O.N.

PROVISION OF OIL PRODUCTS OF FARMS

Abstract. *The article presents a retrospective analysis of organizational-economic mechanisms of state support of agricultural producers in the acquisition of oil products.*

Key words: *farms; petroleum products; support of the state.*

Как свидетельствуют данные многолетнего мониторинга деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области [1-3], затраты на приобретение нефтепродуктов во многом предопределяют производственные и экономические показатели их деятельности. Например, в среднем за последние 20 лет 24,6% от общих затрат фермеров пришлось именно на приобретение нефтепродуктов. Естественно, удельный вес затрат на приобретение топливо-смазочных материалов в себестоимости производства продукции был еще выше и составил в среднем 38,2%, а относительно выручки за произведенную сельскохозяйственную продукцию – в среднем 45,2%.

Однако, по данным анализа, проведенного с учетом особенностей использования техники в фермерских хозяйствах и сложившейся в обследованных хозяйствах структуры посевных площадей, фактическая обеспеченность нефтепродуктами составила в среднем примерно 75% от технологически необходимой [4-6]. В существенной мере именно недостаточная обеспеченность нефтепродуктами предопределила неполное и несвоевременное выполнение необходимого комплекса агротехнических мероприятий практически во всех обследованных фермерских хозяйствах, что, несомненно, привело к снижению урожайности и объемов производства продукции.

Следовательно, решение проблемы доступности для сельскохозяйственных товаропроизводителей топливо-смазочных материалов выходит за рамки частной, локальной технико-технологической проблемы и становится тем узловым моментом, который предопределяет не только экономические показатели их деятельности, но непосредственно влияет на продовольственную безопасность страны.

Отметим, что сама по себе проблема доступности нефтепродуктов для сельскохозяйственных товаропроизводителей никогда ни замалчивалась, практически ежегодно она была в центре внимания и общественности, и органов государственного управления. Иное дело, что в силу различных обстоятельств далеко не всегда применяемые организационно-экономические решения, направленные на оказание помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям по вопросам приобретения топливо-смазочных материалов, приносили должную отдачу.

Например, в 1992-1993 гг. фермеры не испытывали никаких затруднений с финансированием затрат на приобретение нефтепродуктов, прежде всего, из-за доступности льготных кредитов. Главной проблемой того периода было отсутствие топливо-смазочных материалов, особенно в напряженные периоды полевых работ.

С отменой в 1994 году льготного кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей ситуация кардинально изменилась. Основным источником средств для приобретения топливо-смазочных материалов в 1994-1995 гг. становятся собственные средства хозяйств. В результате, удельная обеспеченность дизельным топливом в обследованных фермерских хозяйствах сократилась в 3,58 раза. Учитывая, что за тот же период никаких кардинальных изменений ни в обеспеченности фермеров техникой, ни в увеличении объемов землепользования не произошло, только недостатком нефтепродуктов можно объяснить резкий рост удельного веса паров. Если в 1993 году в структуре площади пашни удельный вес паров составлял 1,1%, то за 1994-1995 гг. этот показатель резко возрос и достиг в 1995 году 48,4%. Фактически фермеры начали интенсивно сворачивать свою производственную деятельность. При этом удельный вес прибыльных фермерских хозяйств сократился с 96% (среднее за 1992-1993 гг.) до 20% в 1995 г. [7].

Сложилась критическая ситуация, требовавшая незамедлительных решений. Таким решением стало использование, начиная с 1996 года, так называемых товарных кредитов, когда под заявленные площади посевов, прежде всего пшеницы, фермерам выделялось дизельное топливо. В 1996 году товарные кредиты обеспечили приобретение 53,9% объемов нефтепродуктов, использованных в обследованных фермерских хозяйствах Тамбовской области. В качестве оплаты за эти товарные кредиты фермеры возвращали кредитору произведенную продукцию. Признать идеальной эту схему в условиях рыночных отношений, естественно, никак нельзя. С од-

ной стороны, – что и было самой сильной стороной товарного кредита, – он выдавался авансом: фермер мог получить его вне зависимости от того, есть у него на момент выделения топлива деньги или нет. С другой стороны, условия предоставления товарного кредита были таковы, что фактически фермеры получали только физическую возможность провести основные полевые работы и убрать урожай, который в значительной мере шел в счет уплаты за выделенные нефтепродукты. Иными словами была предпринята попытка опровергнуть сентенцию Сократа: «Мы живём не для того, чтобы есть, а едим для того, чтобы жить», потому что фермеры выращивали пшеницу для того, чтобы получить нефтепродукты, а получали нефтепродукты для того, чтобы выращивать пшеницу, которая практически полностью уходила в счет оплаты этих товарных кредитов. В результате, удельный вес прибыльных фермерских хозяйств сократился в 1996 году до 3,3% [8].

Далеко не случайно уже в следующем 1997 году фермеры в два раза (с 53,9% до 27,0%) снизили объемы приобретения топливо-смазочных материалов за счет товарных кредитов. Тем не менее, находясь в крайне стесненном финансовом положении, фермеры не могли полностью отказаться от товарных кредитов. За 1996-2005 гг., вплоть до начала реализации в 2006 году приоритетного национального проекта «Развитие АПК», товарные кредиты обеспечивали в среднем 27,8% объемов фактических закупок нефтепродуктов. Еще 11,2% объемов использованных нефтепродуктов были приобретены за счет коммерческих кредитов.

Практически все остальное горючее фермеры были вынуждены приобретать за счет собственных средств. В принципе, это замечательно, если не учитывать, что в указанный период в среднем удельный вес прибыльных фермерских хозяйств составил всего-навсего 14,3%. Это означает, что абсолютное большинство фермерских хозяйств было просто не в состоянии обеспечить себя необходимыми объемами нефтепродуктов.

Положительные сдвиги наметились только после начала реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» и принятой в продолжении этого проекта Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 гг.: появилась возможность брать льготные кредиты с полной компенсацией ставки рефинансирования Центрального банка РФ и получать пусть небольшие, но компенсации за приобретенные нефтепродукты. Подчеркнем, что абсолютное большинство полученных в обследованных фермерских хозяйствах льготных кредитов (86%) были использованы именно на приобретение топливо-смазочных материалов.

В результате, в течение 2006-2008 гг. объем нефтепродуктов, приобретенных фермерами за счет льготных кредитов, составил в среднем 30,9%, а компенсации за приобретенные топливо-смазочные материалы обеспечили оплату еще 9,6% объемов нефтепродуктов. Именно использование средств государственной поддержки позволило фермерам существенно сократить использование невыгодных для них каналов приобретения нефтепродуктов. Например, удельный вес товарных кредитов в обеспечении фермеров нефтепродуктами сократился в 2,4 раза, а использование коммерческих кредитов для этих целей сократилось в 9,3 раза. За тот же период удельный вес прибыльных фермерских хозяйств возрос в 2,8 раза.

В 2009 году механизм оказания помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям был в очередной раз изменен.

Были отменены компенсации за приобретенные нефтепродукты, но некоторую часть горючего сельскохозяйственные товаропроизводители могли приобрести со скидкой в 10% от текущей цены топлива. В принципе, это вполне приемлемое для сельскохозяйственных товаропроизводителей решение. Однако механизм его реализации был продуман плохо. В частности, был определен очень ограниченный перечень поставщиков льготных нефтепродуктов, которые незамедлительно воспользовались своим монопольным положением, подняв цены на свою продукцию. В результате цена приобретения и доставки льготного топлива довольно часто становилась равновеликой, а в некоторых случаях и выше той, что складывалась у топливных компаний, которые не участвовали в программе предоставления сельскохозяйственным товаропроизводителям топлива по сниженным ценам. Дело дошло до абсурда: часть лимитов на льготный бензин и дизельное топливо остались невостребованными сельскохозяйственными товаропроизводителями.

Благодаря активному вмешательству в этот процесс высшего руководства страны, реально программа по реализации сельскохозяйственным товаропроизводителям дизельного топлива и автомобильного бензина по сниженным ценам заработала начиная с 2010 года. Например, в обследованных фермерских хозяйствах в 2010 году удельный вес топлива, приобретенного по льготным ценам, составил 27,3%, а в 2011-2012 годах уже более 50%. При этом льготная цена, например дизельного топлива, составила относительно оптовых цен, существовавших в период его приобретения, в 2010 году 90,1%, а в 2011 году – уже 72,8% от средней оптовой цены в период приобретения.

В 2012 году система льготных цен на дизельное топливо и автомобильный бензин работала наиболее успешно. В течение февраля-июня 2012 года в каждом из регионов страны действовала скидка в размере 30% от оптовой цены, сложившейся в этом же регионе на 31 декабря 2011 года. С июля по декабрь размер скидки был снижен до 20%, причем от оптовой цены, сложившейся в каждом из регионов страны оптовой цены во втором квартале 2012 года. Фактически, как показали материалы выборочного обследования сельхозтоваропроизводителей Тамбовской области, скидка относительно текущих оптовых цен составила в первом полугодии 2012 года 27,7%, во втором полугодии – 25,6%. Естественно, относительно розничных цен скидка для сельхозпроизводителей была еще выше и составляла в первом полугодии 36,7%, во втором полугодии – 30,5%.

По официальным данным за первое полугодие 2012 года сельхозтоваропроизводители Российской Федерации получили 1, 339 млн. тонн льготного дизельного топлива и 47,07 тыс. тонн автобензина. При этом экономия денежных средств у них составила 12 млрд. руб. В целом за весь 2012 год, по данным министерства финансов, объем экономии средств сельскохозяйственных товаропроизводителей должен был составить 28 млрд. руб. Несложно определить, что в среднем за счет льготного дизельного топлива в 2012 году могло быть приобретено примерно по 50 литров топлива в расчете на 1 га посевных площадей. В среднем, в зависимости от структуры севооборота, особенностей организации производственного процесса, удельного веса неизбежных внепроизводственных затрат топливо-смазочных материалов, это покрывало от 50 до 70 процентов потребности сельскохозяйственных товаропроизводителей в дизельном топливе.

В целом сельскохозяйственные товаропроизводители давали положительную оценку этой программе, особенно в 2012

году, когда существенно и значимо для них возросли объемы поставок топлива по льготным ценам. Однако следует четко понимать, что хотя эта программа была, несомненно, более успешной, чем любая из прежних программ, направленных на поддержку сельскохозяйственных товаропроизводителей по вопросам обеспечения нефтепродуктами, но и она не была лишена недостатков. Прежде всего, она не предусматривала элементов авансирования в отличие, например, от товарного кредита. Какими бы драконовскими не были условия предоставления товарного топливного кредита, находясь в безвыходном положении, фермер все-таки имел хоть иллюзорную, но надежду, что невиданный урожай позволит ему обхитрить судьбу-злодейку. Приобрести нефтепродукты по льготным ценам можно было только в том случае, если у тебя есть возможность их оплатить. Очевидно, что при скидке в 10% брать топливо за счет кредитных средств было просто бессмысленно. Иными словами, финансово несостоятельные хозяйства автоматически отсекались от участия в этой программе. Естественно, когда льготная цена стала составлять 70-80% от оптовой цены, дело пошло значительно лучше. Однако, даже в 2012 году, в значительной мере из-за отсутствия финансовых средств, в Тамбовской области нефтепродукты по льготным ценам не смогли приобрести до 10% сельскохозяйственный организаций и до 58% фермерских хозяйств.

Программа льготных цен на топливо является одной из мер прямой поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, что противоречит правилам Всемирной торговой организации. Поэтому, начиная с 2013 года, вводятся так называемые несвязанные субсидии на поддержку доходов сельскохозяйственным товаропроизводителям в области растениеводства в расчете на 1 гектар посевной площади.

В принципе, сама по себе идея очень неплохая: сельскохозяйственный товаропроизводитель, вне зависимости от своего финансового состояния, получает средства государственной поддержки и сам определяет цели, на которые будет их использовать. В частности, в Правилах предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на оказание несвязанной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям в области растениеводства, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 года №1431, речь идет о возмещении «части затрат на проведение комплекса агротехнологических работ, повышение уровня экологической безопасности сельскохозяйственного производства, повышение уровня плодородия и качества почв».

При этом, как отметил министр сельского хозяйства, 60% процентов всего объема несвязанного субсидирования будут выделены на поддержку по минимальной ставке на гектар посевной площади. Это означает, что, в идеале, абсолютно все сельхозпроизводители смогут получить некую минимальную часть этой субсидии, фактически в авансовом порядке. Оставшиеся 40% – это стимулирующая часть, которая может быть получена с учетом интенсивности использования пашни. Теоретически, предлагаемая система близка к идеалу, она вбирает в себя многие положительные элементы, которые были свойственны прежним схемам оказания помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям. Однако все зависит, во-первых, от объема средств, которые могут быть использованы на реализацию несвязанной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей. Во-вторых, от того, каковы источники такого несвязанного субсидирования.

Речь идет не только о компенсации части затрат, связанных с приобретением нефтепродуктов. По сути эта же субсидия должна покрывать часть затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей и на приобретение удобрений, средств защиты растений и т.п. Иными словами, размер этой субсидии, в идеале, должен быть существенно больше, примерно в 2-3 раза, чем те средства, что были использованы в 2012 году на поддержку льготных цен на топливо для сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Как уже упоминалось, в 2012 году на поддержку льготных цен было потрачено 28 млрд. руб. При этом, что крайне важно, в компенсации этих затрат субъекты федерации участия не принимали. Официально считалось, что эти средства (28 млрд. руб) – недополученная прибыль нефтяных компаний.

В 2013 году федеральный бюджет на несвязанную погектарную поддержку выделяет только 15,2 млрд. руб. Предполагается, что к 2020 году эта сумма возрастет до 37 млрд. руб. Правда, правила предоставления несвязанных субсидий подразумевают, что средний уровень софинансирования этой субсидии субъектами Российской Федерации не может быть ниже 50 процентов. В результате, теоретически можно предположить, что в сумме сельхозпроизводители в 2013 году могут получить в денежном выражении несвязанных субсидий в размере не менее чем 30,4 млрд. руб. К сожалению, даже по самым оптимистичным прогнозам, по состоянию на начало 2013 года, реальный объем приобретения дизельного топлива за счет несвязанных субсидий в 2013 году в сравнении с объемами приобретения этого же топлива по льготным ценам в 2012 году, снизится в 1,27-1,38 раза. Фактически первые данные показывают, что ситуация, видимо, будет еще сложнее. Например, на начало 2013 года в Тамбовской области рассчитанная по новым правилам несвязанная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей составила 260 руб/га, тогда как фактическая величина государственной поддержки в 2012 году составляла 500 руб/га.

В целом, признавая разумность и необходимость перехода к несвязанной поддержке сельскохозяйственных товаропроизводителей, следует отметить, что организационный механизм ее реализации и финансовое обеспечение требуют серьезной корректировки. Для того, чтобы обеспечить объемы приобретения топлива сельскохозяйственными товаропроизводителями, хотя бы сопоставимые с теми, что сложились в 2012 году, необходимо увеличить не менее чем на 50% объем несвязанных субсидий, снизив средний уровень софинансирования со стороны субъектов Российской Федерации с 50 до 25 процентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сазонова, Д.Д. Предотвратить банкротство крестьянских хозяйств / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов // Земледелие.1995. №3. С.40-41

2. Sazonov S., Sazonova D. Development of Peasant Farms in Central Russia // Comparative Economic Studies. 2005. Т. 47. №1: 101-114.

3. Сазонова, Д.Д. Совершенствование механизма кредитования фермерских хозяйств / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов // Никоновские чтения – 2011. №16. С. 349-352.

4. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н., Попова О.Н. Первоочередные объекты производственной инфраструктуры в фермерских хозяйствах // Техника и оборудование для села. 2006. № 12. С. 14-16.

5. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. Техническое оснащение как фактор восстановления фермерских хозяйств. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. №5. С.

24-26.

6. Сазонов С.Н., Остриков В.В. Эффективность использования нефтепродуктов в фермерских хозяйствах // Сельский механизатор. 2012. №10. С.32-33.

7. Сазонова Д. Структура и динамика доходов и расходов в крестьянских (фермерских) хозяйствах [на примере Тамбовской обл.] // АПК: Экономика, управление. 2004. № 2. С. 53.

8. Сазонова Д.Д. Фермерские хозяйства Тамбовской области // Аграрная наука. 2004. №11. С.6-7

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Сазонов Сергей Николаевич*, заведующий лабораторией, доктор технических наук, профессор. ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. Адрес: Ново-Рубежный переулок, д. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

Сазонова Дамира Давидовна*, ведущий научный сотрудник, кандидат экономических наук, доцент. ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. Адрес: Ново-Рубежный переулок, д. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

Попова Ольга Николаевна*, старший научный сотрудник, кандидат технических наук, доцент. ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. Адрес: Ново-Рубежный переулок, д. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

РЕЦЕНЗЕНТ

Ерохин Г.Н., *заведующий лабораторией, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

УДК 633.34.16.

Шувалов А.М., Вотановская Н.А., Шулаев Г.М., Милушев Р.К., Чернов Д.С.

ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ИК-ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ МИКРОНИЗАЦИИ ПОЛНОЖИРНОЙ СОИ СОЕР-5 НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕСТОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В НЕЙ

В статье приведены исследования по ИК – облучению мощностью 2,0 кВт предварительно замоченных семян сои сорта Соер-5 в течении 100 сек до температуры 120ºС, которое снизило активность уреазы до 0,18 ΔрН , а индекс дисперсности протеина в воде до 25,37 % в исходном сырье. Это свидетельствует об оптимизации содержания антипитательных веществ и качества протеина в микронизированной сое.

Ключевые слова*: соя; параметры ИК – облучения; уреаза; протеин*

Shuvalov A.M., Votanovskaya N.A., Shulaev G.M., Milushev R.K., Chernov D.S.

EFFECT OF IR-IRRADIATION AT FULL – FAT SOYA MICRONIZATION SAUER-5 ON CHANGE OF TEST PARAMETERS IN IT

The paper presents the research on the IR – radiation power of 2.0 kW pre-soaked soybean seeds varieties Sauer-5 for 100 s to a temperature of 120 º C, which reduced the urease activity ΔrN to 0.18, and the index of dispersion of the protein in water up to 25.37% in the feedstock. This testifies to optimize the content of antinutrients and protein quality in micronized soybeans.

Keywords*: soybeans; parameters IR – radiation; urease; protein*

В Тамбовской области возрастает площадь посева районированных сортов сои. Увеличивается урожайность этой культуры. Тем самым возрастает возможность решить проблему кормового белка собственными силами.

Однако соевые бобы, хотя и обладают высокой питательной ценностью, не могут скармливаться в сыром виде моногастричным животным и птице в силу того, что в них содержатся биологически активные вещества антипитательной направленности.[1]

Главным образом, это ингибиторы протеаз (трипсина и химотрипсина) и гемагглютинины (лектины, сапонины), а также вещества, вызывающие аллергические, эндокринные и рахитические расстройства.[2]

Содержание этих антипитательных веществ может быть снижено до безопасного содержания путем гидротермической обработки соевых семян. Одним из способов гидротермической обработки является микронизация, предполагающая тепловую обработку предварительно увлажненного сырья. В основе этого процесса лежит принцип обработки семян сои ИК – излучением с длиной волны 1,8 – 3,4 мкм или 1500 – 3500 нм. Проникновение этих волн обеспечивает высокий уровень генерации тепла в середине поглощающего субстрата. Генерирующая тепло энергия способна повысить внутреннюю температуру в соевом зерне до 110 – 115 °С за 80 – 90 сек.[3] Но сообщения, встречающиеся в литературе о параметрах такой обработки, весьма противоречивы.

Поэтому в лабораторных условиях, используя экспериментальную установку, исследовали различные параметры гидротермической обработки семян сои сорта Соер-5. Установка представляет собой облучающую кассету из ИК – ламп (КГТ-220-1000). Удельная мощность ~ 24,8 Вт/г.

Для того, чтобы сравнить, как влияет установленная мощность на биохимические процессы, протекающие в семенах сои при микронизации, прогревали эти семена до 120ºС (эта температура часто рекомендуется в литературе для гидротермической обработки сои с целью инактивации в ней антипитательных веществ) при переменной мощности (таблица 1).

Таблица 1. - Параметры микронизации семян сои сорта Соер-5 на опытной установке в лабораторных условиях.

№ п/п	Параметры		
	мощность, кВт	продолжит. облучения, сек	температура, облучения, ºС
1	0,75	465	108
2	1,0	320	110
3	1,5	130	120
4	2,0	100	120

Как видно из таблицы 1 мощности 0,75 и 1,00 кВт оказалось вообще недостаточно, чтобы прогреть семена до 120ºС. Была достигнута максимальная температура 108ºС и 110ºС соответственно.

Чтобы оценить влияние разных параметров микронизации на глубину биохимических превращений в микронизированной при 120ºС сое, рассматривали в качестве тестовых показателей активность уреазы (АУ), косвенно указывающую на степень

дезактивации ингибиторов трипсина. Снижение антипитательных веществ в сое в результате гидротермической обработки считают оптимальным при уровне активности уреазы 0,3 – 0,2 ΔpH. Также в качестве тестового показателя для оценки степени денатурации протеина при гидротермической обработке семян сои использовали индекс дисперсности протеина (ИДП) в воде: в гидротермически обработанной сое оптимальным считается уровень ИДП в воде 20- 30 %. При показателе ниже 15 % говорят о перегреве (или пережаривании) материала.[4]

Тестовые показатели микронизированных образцов сои приведены в таблице 2. Сравнивали результаты анализов образцов микронизированной сои из 3 и 4 вариантов опыта, поскольку температура обработки в этих вариантах была одинаковой и достигла 120 ºС .

Таблица 2. - Тестовые показатели микронизированных образцов сои.

Вариант	Мощность, кВт	Температура, ºС	Индекс дисперсности протеина, %	Активность уреазы, ΔpH
3	1,5	120	36,25	1,12
4	2,0	120	25,37	0,18
Необработ. соя	-	-	74,62	1,8

Как видно из таблицы 2, уровень АУ в семенах сои из варианта 3 составлял 1,12 ΔpH , в то время как в варианте 4 – 0,18 ΔpH. Можно предположить , что в варианте 3 при мощности излучения 1,5 кВт в течении 130 сек энергии было недостаточно для дезактивации ингибиторов пищеварительных ферментов. А при ИК – облучении мощностью 2 кВт в продолжении 100 сек была достигнута оптимизация содержания анти питательных веществ в обработанной сое.

Показатели ИДП в воде в образцах гидротермически обработанной сои, так же подтвердили, что в 3-ем варианте (ИДП = 36,25 %) энергии ИК – облучения 1,5 кВт в течении 130 сек было недостаточно для денатурации протеина в такой мере, чтобы инактивировать антипитательные вещества в сое. При мощности облучателя 2 кВт и продолжительности облучения 100 сек в 4-ом варианте, были обеспечены условия (ИДП=25,37 %) для оптимизации состава протеина.

Таким образом, можно отметить, что при испытании в опыте ИК – облучения предварительно замоченных в течении 15 мин семян сои сорта Соер-5, мощностью 0,75; 1,0; 1,5 и 2,0 кВт , оптимальные тестовые показатели были только при мощности 2,0 кВт: АУ= 0,18 ΔpH и ИДП в воде =25,37 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Л. Величко, Г. Комрацкий «Животноводство России», №4, 2009, С.33

2. Е. Головко Физиолого-биохимическое обоснование коррекции рационов для свиней по количеству истинно доступных аминокислот кормов на уровне терминального илеума / Автореф. диссер., – Боровск. – 2011.

3. А.А. Столбовская Исследование и разработка автоматизированной системы управления процессом влаготепловой обработки сои с целью инактивации антипитательных веществ/ Автореф. диссер., 2005. – 192 с.

4. Лухт Х.В., Каль А. Антипитательные факторы (ANF) в соевых бобах / Германия,- ИА Soya News,- №3,- 2011.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Шувалов Анатолий Михайлович**, доктор технических наук, профессор, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022, Россия.*

***Вотановская Нина Александровна**, кандидат биологических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022, Россия.*

***Шулаев Геннадий Михайлович**, кандидат сельскохозяйственных наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022, Россия.*

***Милушев Ринат Келимулович**, кандидат биологических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022, Россия.*

***Чернов Денис Серафимович**, аспирант, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022, Россия.*

УДК 620.197.7

Петрашев А. И., Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Клепиков В.В.

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВАЦИИ АГРАРНОЙ ТЕХНИКИ ВОДНО-ВОСКОВЫМ СОСТАВОМ «ГЕРОН»

Изложены сведения о свойствах водно-воскового состава «Герон» при консервации им металлических и резинотехнических изделий аграрной техники. Показано новое оборудование для нанесения покрытия из «Герона» в условиях открытых площадок хранения машин.

***Ключевые слова**: водно-восковой состав, противокоррозионная защита, технология нанесения покрытия.*

Petrashev A.I., Knjazeva L.G., Prohorenkov V.D., Klepikov V.V.

TECHNOLOGY OF PRESERVATION OF AGRARIAN ENGINEERING BY WATER-WAXEN COMPOSITION " GERON "

Data on properties of the water-waxen composition «Geron» at the preservation by it metal and rubber-technical surfaces of agrarian engineering are stated. The new equipment for drawing of covering «Geron» in conditions of open platforms of storage of machines is shown.

***Key words**: water-waxen composition «Geron», anticorrosive protection, technology of drawing of covering.*

Водно-восковой состав «Герон» выпускается ООО «Алькор 91» . Он нетоксичен, пожаровзрывобезопасен, представляет собой дисперсию воска (церезина) в воде с добавлением поверхностно-активных веществ и ингибиторов коррозии металлов. Состав технологичен при нанесении, образует однородное прозрачное покрытие с высокой адгезией к защищаемой поверхности. Показатели свойств состава и покрытия «Герон» отражены на рисунке 1.

Состав «Герон» допускает кратковременное хранение в течение 1 мес. при отрицательной температуре до – 20 ^{o}C, покрытие из «Герона» выдерживает температуру от – 40 до + 60 ^{o}C. Состав можно

наносить на влажные поверхности аграрной техники и на поверхности со следами загрязнений, в том числе минеральными удобрениями. При незначительной загрязненности допускается обдувка защищаемой поверхности сжатым воздухом, очистка щеткой или протирка ветошью. Перед нанесением состав разбавляется водой – до 30 %, при этом защитные свойства покрытия не снижаются. Способ нанесения покрытия – окраска кистью или пневматическое распыление – практически не влияет на его защитные свойства [1].

Проведенные натурные испытания «Герона» на стенде показали высокие результаты по степени защиты от коррозии стальной поверхности в течение 2-х лет в условиях открытой атмосферы сельской местности. Кроме этого состав «Герон» обеспечивал в течение 3-х лет хорошую защиту резины и резинотехнических изделий от растрескивания, а также лакокрасочных покрытий от старения, сохраняя их блеск и цвет.

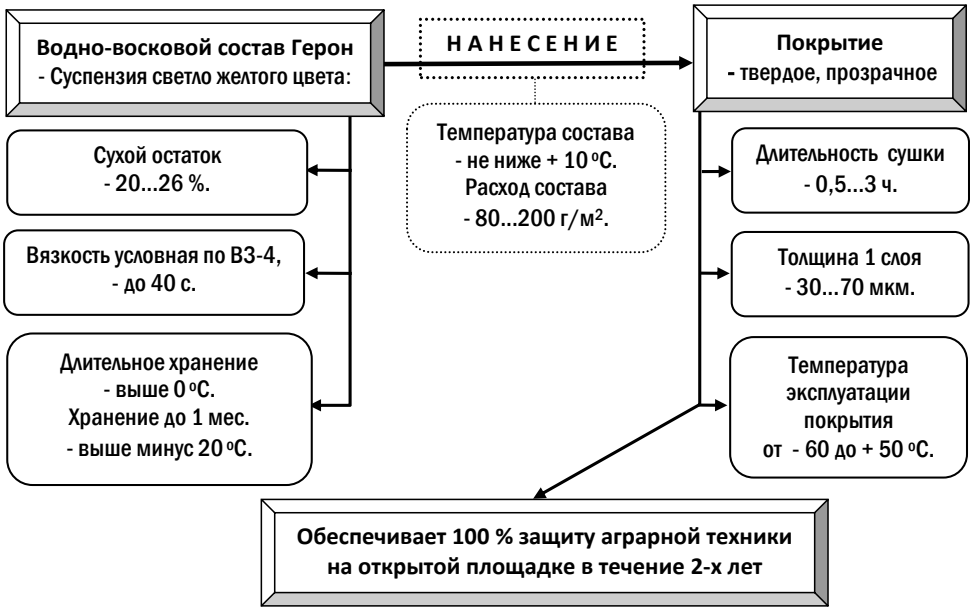


Рисунок 1. – Показатели свойств состава и покрытия «Герон»

Водно-восковым составом «Герон» защищают от коррозии и старения узлы, детали отечественных и импортных сельхозмашин, которые используются в сельхозпредприятиях или длительное время находятся на площадках торговых баз. К таким узлам и деталям относятся:

– рабочие органы (лемеха, диски, ножи и т.п.), приводные цепи, штоки гидроцилиндров и другие неокрашенные сборочные единицы;

– наружные окрашенные поверхности (облицовка, кабины, бункеры, ящики);

– электротехнические изделия из меди, латуни, алюминиевых сплавов (разъемы, клеммы, датчики);

– резинотехнические изделия (приводные ремни, пневмошины, уплотнители и т.п.).

Для нанесения консервационных составов, подобных «Герону», подходит аппарат ОЗ-18053 ГОСНИТИ с переносным бачком для состава. Его технические данные: вместимость бачка – 9,5 л; расход воздуха – 450 л/мин; длина рукавов подачи состава и воздуха к пистолету распылителю – 5 м; масса – 18 кг. После создания аппарата ОЗ-18053 ГОСНИТИ прошло более 20 лет, производство аппарата давно прекращено, элементная база и комплектующие изделия

морально устарели.

Современный рынок окрасочного оборудования занят импортными окрасочными установками по цене 28 тыс. руб. и выше (по данным компании «Магимэкс»). Предлагаются красконагнетательные бачки типа SSP5 (вместимостью – 9 л) по цене 8,7 тыс. руб. Их необходимо доукомплектовать краскопультом типа 9010 SP (расход воздуха 150 – 340 л/мин) стоимостью 4,2 тыс. руб. и шлангами – 2 тыс. руб.

Для того чтобы обеспечить сельские товаропроизводители более дешевым и доступным консервационным оборудованием, в ГНУ ВНИИТиН разработан переносной консервационный распылитель ПРК-1-2 (рисунок 2). В качестве напорного бака в нем применен резервуар из-под хладагента, заправляемого в кондиционеры сельхозмашин. Шланги, краскораспылитель СО-71В, пневморедуктор, краны и другие комплектующие изделия к распылителю ПРК-1-2 имеются в розничной продаже.

Рисунок 2. – Переносной консервационный распылитель ПРК-1-2

Консервационный распылитель ПРК-1-2 применяют для пневматического нанесения водно-восковых, битумных и побелочных составов, материалов на основе растительного сырья и водорастворимых ингибиторов коррозии. Работает от компрессорных установок, мобильного энергопривода МЭП-02 или пневмосистем колесных тракторов. Стоимость распылителя – 9,5 тыс. руб.

Техническая характеристика распылителя ПРК-1-2	
Работа распылителя	от компрессора, от пневмосети
Потребность в воздухе, $м^3/ч$	4–12
Давление воздуха, МПа	0,3–0,5
Вместимость бака, л	10
Производительность нанесения покрытия, $м^2/ч$	120
Габаритные размеры, мм	300 × 300 × 450

Масса со шлангами, кг	11,0

На площадках хранения техники сжатый воздух для работы переносного консервационного распылителя ПРК-1-2 получают от мобильного энергопривода МЭП-02 (рисунок 3).

Энергопривод навешивают на колесный трактор, ВОМ которого соединяют карданным валом с приводом компрессора, и доставляют к консервируемой технике [2]. На площадках хранения выполняют работы по обдувке и сушке поверхностей, нанесению состава «Герон» посредством консервационного распылителя ПРК-1-2, подкачке шин.

После хранения рабочие органы сельхозмашин, защищенные водно-восковым составом «Герон», вводятся в эксплуатацию без расконсервации. В случае необходимости защитное покрытие можно удалить протиркой ветошью, смоченной бытовым (техническим) растворителем.

Рисунок 3. – Мобильный энергопривод МЭП-02 с трактором МТЗ-80

Благодаря тому, что водно-восковой состав «Герон» эффективно защищает аграрную технику от атмосферной коррозии и старения, обеспечивается сохраняемость показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности машин в межсезонный период. Регулярное применение состава «Герон» для защиты дорогостоящей импортной техники позволяет поддерживать ее в хорошем техническом состоянии и сохранять товарным внешний вид в течение длительного времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прохоренков В.Д., Петрашев А.И., Князева Л.Г., Кузнецова Е.Г. Антикоррозионный водно-восковой состав «Герон» //Сельский механизатор. – 2009. – № 10. – С. 28–29.

2. Петрашев А.И. Оборудование для противокоррозионной защиты техники //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 5. – С. 31–33.

УДК 621.892:620.197.7

Петрашев А.И., Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Клепиков В.В.

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТРАБОТАННЫМИ МАСЛАМИ

Рассмотрены технологии получения и нанесения консервационной композиции на основе продуктов очистки отработанных моторных масел, эффективной при защите от атмосферной коррозии сельскохозяйственной техники.

***Ключевые слова**: защита от коррозии, отработанное моторное масло, продукты очистки, технология, получение, нанесение покрытия.*

Petrashev A.I., Knjazeva L.G., Prohorenkov V.D., Klepikov V.V.

TECHNOLOGY OF PRESERVATION OF AGRICULTURAL MACHINERY BY THE USED OILS

The technologies of reception and drawing of anticorrosive compositions on the basis of products of clearing of the used motor oils are considered. They are effective for protection of agricultural machinery against atmospheric corrosion.

***Key words**: protection against the corrosion, the used motor oil, products of clearing, technology, reception, drawing of the covering.*

В условиях сложившегося экономического положения в сельском хозяйстве проблему консервации техники на межсезонный период можно решить, организовав в хозяйствах сбор, очистку и утилизацию отработанных моторных масел (ММО). При очистке (осветлении) масел с помощью реагента – диамида угольной кислоты – из них выделяются продукты окисления отработанных масел (ПООМ), которые выпадают в осадок.

Исследования [1] показали, что фракционный состав ПООМ напрямую зависит от исходного ММО. Основную массу ПООМ составляют тяжелые углеводороды – 70…97,8 %, в том числе асфальтогеновые кислоты – 20…26 %, нейтральные масла – 30…38 %, нейтральные смолы – 7…15 %, асфальтены – 15…16 %. Защитную эффективность ПООМ определяют, прежде всего, нейтральные смолы и асфальтены. Их содержание в ММО способствует лучшей защите стали от коррозии, чем защита товарными или регенерированными маслами.

По данным годовых натурно-стендовых испытаний консервационных покрытий, проведенных в условиях открытой атмосферы, эффективность защиты стали ММО составляет 40 %, а композицией ПООМ с ММО в соотношении 2 : 1 – 94 %. Консервация стали 100 % ПООМ повышает уровень защиты до 99 %. Введение в защитную композицию дизельного топлива улучшает ее технологические параметры: снижает вязкость и расход материала, при этом защитная эффективность композиции уменьшается незначительно. Так для композиции, содержащей 70 % ПООМ, добавление 10 % дизельного топлива приводит к снижению эффективности защиты всего на 1,5 % в условиях открытой площадки. Под навесом данная композиция показывает 100 % защиту стали от коррозии [2].

Технология консервации сельскохозяйственной техники композициями на основе отработанных моторных масел и продуктов их окисления осуществляется в три этапа: осветление ММО с выделением ПООМ; получение консервационной композиции на его основе; нанесение консервацi-

онного покрытия на сельскохозяйственную технику при подготовке к длительному хранению.

Для проведения работ по осветлению ММО с получением ПООМ и приготовлению на его основе консервационной композиции разработана очистительно-приготовительная установка ОПУ-50М (рисунок 1). Установку ОПУ-50М целесообразно использовать в условиях ремонтной мастерской сельхозпредприятия. Вместимости бака – 50 л достаточно для приема отработанного масла с двигателя трактора типа К-744.

Нагрев компонентов в баке 3 установки осуществляется от ТЭН мощность 3,15 кВт через теплоноситель в масляной рубашке 2. Смешивают нагретое ММО с реагентом посредством ручной листовой мешалки 4. При отстаивании из смеси ММО с реагентом выделяется ПООМ, который оседает на дно бака ниже крана 5. Основные технологические режимы осветления ММО и получения ПООМ приведены в таблице 1.

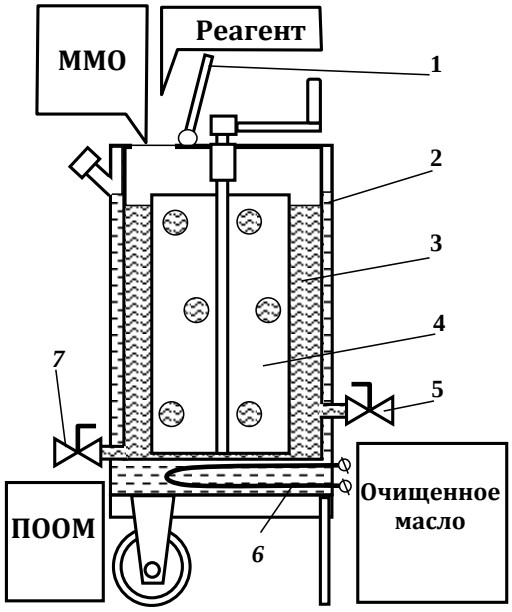


Рисунок 1. – Очистительно-приготовительная установка ОПУ-50М:

1 – загрузочный люк; 2 – масляная рубашка; 3 – бак; 4 – мешалка; 5 – кран для очищенного масла; 6 – ТЭН; 7 – кран для ПООМ

Таблица 1 – Технология получения ПООМ на установке ОПУ-50М

Наименование операций	Технические условия или требования
1.Залить в бак установки ММО	Объем заливки – 40 л, температура воздуха – не менее 20 ^{o}C
2. Подключить установку к электросети и разогреть ММО	Температура теплоносителя – 140…160 ^{o}C, ММО – 130…135 ^{o}C. При нагреве загрузочный люк должен быть открыт
3. Засыпать в нагретое ММО измельченный реагент и перемешать компоненты	Масса реагента – 0,5 кг, длительность перемешивания – 0,3 ч
4.Отключить нагрев и дать ММО отстояться	Длительность отстаивания ММО – не менее 48 ч при температуре 20 ^{o}C

5. Слить из бака осветленное моторное масло через верхний кран	Осветленное масло должно быть светло-коричневым, объем масла – 34 л
6. Включить нагрев, перемешать осадок и слить его через нижний кран бака	Нагрев теплоносителя – до 100 °С, объем осадка – 6 л

По этой технологии в течение весенне-осеннего сезона очищают масло, сливаемое с двигателей тракторов, автомобилей и комбайнов. Осветленное масло доливают в гидросистемы сельхозмашин, а осадок ПООМ накапливают в контейнерах в количестве достаточном для приготовления 200 л защитной композиции [3]. Защитную композицию готовят перед проведением консервационных работ путем нагрева и смешивания ПООМ с ММО в соотношении 2:1 тоже в установке ОПУ-50М. Принципиальная блок-схема технологии приготовления композиции дана на рисунке 2.

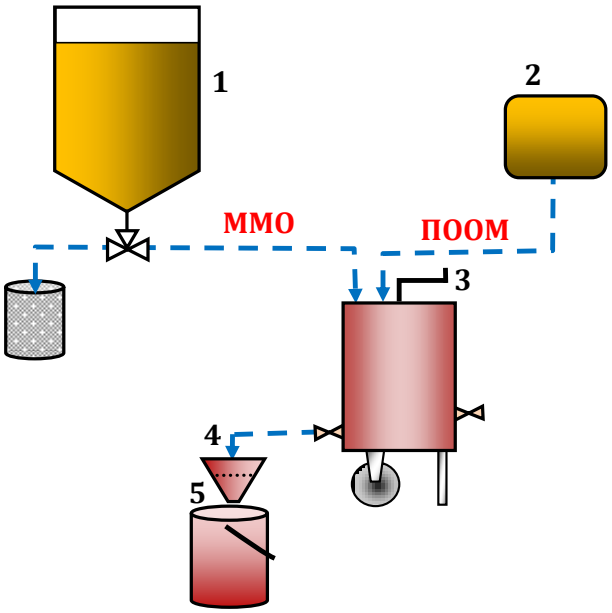


Рисунок 2. – Блок-схема технологии получения консервационной композиции:

1 – емкость для сбора ММО; *2* – контейнер с ПООМ; *3* – установка ОПУ-50М; *4* – воронка с фильтрующей сеткой; *5* – емкость для полученной композиции

В установке ОПУ-50М компоненты нагревают до 90...95 °С при перемешивании до получения однородной массы. Качество приготовленной композиции проверяют при ее сливе из бака установки 3 через воронку 4 с фильтрующей сеткой в емкость 5. Композиция считается готовой, если на сетке не выделяются нерастворенные фрагменты осадка ПООМ.

Нанесение полученной композиции на поверхности рабочих органов целесообразно осуществлять посредством мобильной установки УЛН-03, предназначенной для противокоррозионной обработки сельхозмашин на открытых площадках хранения. Установка УЛН-03 оснащена редуктором для привода компрессора и генератора на 28 В, имеет резервуар с локальным нагревателем композиции от ТЭН на 28 В и обогреваемый шланг со спиралью для подачи нагретой композиции в пистолет-распылитель [4].

Установку УЛН-03 навешивают на трактор посредством автосцепки, вал редуктора соединяют с ВОМ трактора карданным валом. Обогреваемый резервуар установки УЛН-03 заправляют композицией, приготовленной на установке ОПУ-

50М. На площадке хранения (рисунок 3) включают ВОМ и приводят в действие компрессор и генератор.

При нанесении композиции подают электропитание к ТЭН резервуара и к спирали обогреваемого шланга, а сжатый воздух – в резервуар для выдачи композиции в пистолет-распылитель. Время нагрева композиции до 50 ^{o}С в локальном объеме резервуара – 15 мин. Давление воздуха: в резервуаре – 0,05…0,15 МПа, на распыление – 0,3...0,4 МПа.

Рисунок 3. – Нанесение защитной композиции посредством мобильной установки УЛН-03

Техническая характеристика установки УЛН-03	
Тип установки	навесная на трактор
Привод компрессора и генератора	от ВОМ 540 об/мин
Производительность компрессора м^3/ч	до 30
Давление воздуха, МПа	0,3…0,5
Вместимость ресивера, л	50
Вместимость резервуаров, л	2 х 20
Напряжение генератора, В	28
Мощность генератора, кВт	0,75
Потребляемая мощность, кВт	0,69
- локального нагревателя резервуара	0,44
- нагревательной спирали шланга	0,25

Температура нагрева смазки, ^{o}C	до 60
Длительность нагрева, ч	от 0,25
Техническая производительность нанесения покрытия, м^2/ч	135
Габаритные размеры, мм	1120 х 1100 х 1150
Масса, кг	390

Практическая реализация разработанной технологии консервации сельскохозяйственной техники композицией на основе ПООМ и ММО подтвердила достаточность сырьевой базы в различных регионах страны. Данная технология позволяет полностью защитить от атмосферной коррозии стальные поверхности в течение одного года и решить комплекс экологических проблем, связанных с утилизаций отработанных нефтепродуктов. Стоимость консервации техники такой композицией в 3 раза ниже, чем бензино-битумным составом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прохоренков В.Д., Князева Л.Г., Петрашев А.И., Вигдорович В.И., Епифанцев С.С. Оценка физико-химических свойств остаточных продуктов очистки и регенерации отработанных моторных масел // Практика противокоррозионной защиты. – 2005. – № 4 (38). – С. 39–49.

2. Прохоренков В.Д., Петрашев А.И., Князева Л.Г. Защита от коррозии сельскохозяйственной техники отработанными маслами // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 5. – С. 18–21.

3. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Петрашев А.И., Остриков В.И., Прохоренков В.Д. Технологические аспекты получения и применения антикоррозионных покрытий на базе продуктов очистки отработавших моторных масел // Коррозия: материалы, защита. – 2010 – № 12. – С. 1–3.

4. Петрашев А.И., Князева Л.Г., Курочкин И.М., Петрашева М.А. Устройство для нагрева защитной смазки при нанесении // Патент России № 2460590. – 2012. – Бюл. № 25.

УДК 681.2.087:577.3

Лукоянычева О.В., Пронин С.П.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

В работе рассматриваются вопросы использования биоэлектрических потенциалов, возникающих в семенах пшеницы, для определения всхожести зёрен. Показано, что по возникающему вариабельному потенциалу можно определить процент всхожести зерна, то есть оценить качество зерна. Предложена концепция создания экспертной системы для определения всхожести зерна с использованием оценки биоэлектрических потенциалов.

Ключевые слова: *биоэлектрический потенциал; потенциал действия; вариабельный потенциал; зёрна пшеницы; экспертная система.*

O.V. Lukoyanycheva, S.P. Pronin

HARDWARE AND SOFTWARE SYSTEM FOR THE INVESTIGATION OF WHEAT SEEDS GERMINATION.

The problem of the use of bioelectric potentials for the germination of wheat seeds is considered. It is possible to determine the percentage of germinated seeds and hence to evaluate the quality of wheat seeds. The creative of expert system for the definition of seeds germination with the help of bioelectric potentials has been suggested.

Key words: *bioelectric potential; action potential; variable potential; wheat seeds; expert system.*

Распространение биоэлектрических сигналов по организму растений хорошо известно и неоднократно описано в электрофизиологической литературе. У растений выделяют несколько типов электрических сигналов – потенциал действия (ПД), вариабельный потенциал (ВП), переходные изменения потенциала, ритмики. Наиболее существенными являются ПД и ВП.

Под потенциалом действия понимают изменение мембранного потенциала специфической формы, возникающее при возбуждении клеток. Наиболее характерными свойствами ПД являются [1]:

− возникновение в соответствии с принципом «все-или-ничего» (то есть подпороговые раздражители не вызывают генерацию ПД, раздражители интенсивностью выше пороговой вызывают генерацию ПД постоянной амплитуды, которая не возрастает с увеличением силы раздражителя);

− распространение с постоянной скоростью и с сохранением постоянной амплитуды.

Амплитуда импульса ПД у возбудимых клеток растений – порядка 100 мВ. Длительность ПД у высших растений составляет от 0,5 секунды у растений с локомоторной активностью до нескольких десятков секунд у обычных растений. Длительность рефрактерного периода составляет единицы – десятки минут.

Вариабельный потенциал (ВП) является распространяющимся на значительные расстояния электрическим сигналом, который наряду с ПД может возникать у растений. ВП представляет собой, как и ПД, переходное изменение потенциала в сторону деполяризации. ВП в отличие от ПД, который имеет компактную форму импульса, имеет длительные нерегулярные фазы (рис.1). Форма реакции вариабельна и изменяется по мере распространения. Длительность ВП значительно превышает таковую у ПД и может составлять несколько десятков минут.

Параметры данного вида электрической реакции значительно зависят от интенсивности внешнего воздействия и площади нанесенных этим воздействием повреждений. Чем больше площадь повреждения, тем более выражен ВП.

Генерация ВП имеет место в условиях «жесткого» стресса, связанного с повреждением клеток, например, ожогом или механическим повреждением. При этом ВП обладает способностью к распространению от места возникновения на значительные расстояния по стеблю растения.

Медленные изменения мембранного потенциала при генерации ВП в ряде случаев могут сопровождаться импульсами по типу ПД. Единого мнения о том, следует ли эти импульсы рассматривать в качестве составной части ВП или отдельно от этой биоэлектрической реакции, пока не существует. Природа этих импульсов также во многом остается неясной [2].

Скорость распространения ВП у большинства видов растений составляет 0,1-10 мм/с, что заметно ниже скорости распространения ПД у того же объекта. Особенностью распространения ВП является зави-

симость скорости распространения реакции от расстояния до зоны повреждения.

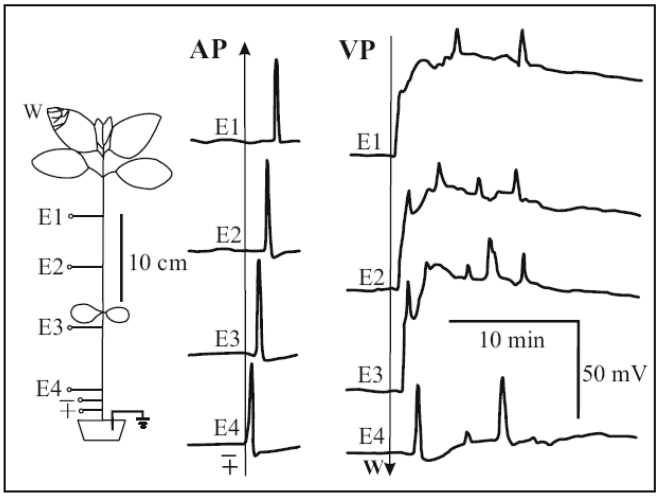
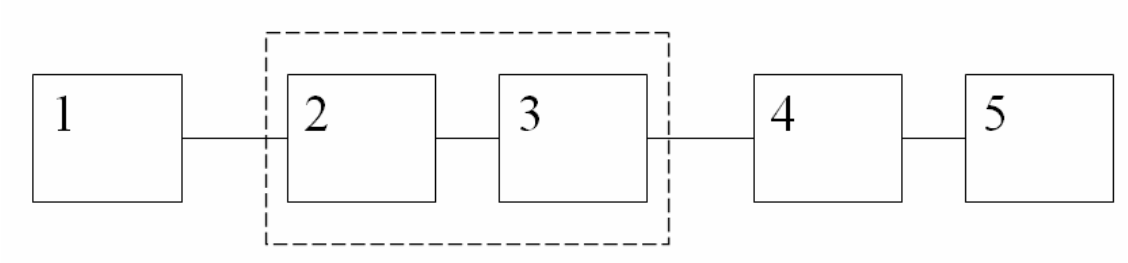


Рисунок 1. – AP (ПД) и VP (ВП), зарегистрированные в стебле подсолнечника [1].

Изучение электрических сигналов в семенах зерновых культур может быть использовано при определении всхожести зерна. Исследованию биоэлектрических потенциалов в зернах высших растений уделяется мало внимания, основные работы в этом направлении связаны с изучением побегов растений и влияния на них различных стимулирующих факторов. Однако экономический эффект от получения практических результатов по изучению всхожести семян может быть значительным.

Особенностью данного вопроса являются малые размеры исследуемого объекта, поэтому введение испытательных электродов может приводить к существенным механическим повреждениям клеток зерна. Такое воздействие, скорее всего, будет вызывать вариабельный потенциал, возможно сопровождаемый потенциалом действия. Малые размеры зерна значительно затрудняют определение разницы в скоростях распространения ПД и ВП. Для определения вида биоэлектрического сигнала следует использовать их принципиальные отличия в форме фазы реполяризации. Для выяснения этого вопроса были проведены соответствующие эксперименты [3].

Для исследования изменения биоэлектрического потенциала в зависимости от всхожести семян пшеницы использовали программно-аппаратный комплекс на основе платы сбора данных ЛА– 50USB (рис.2).



1 – держатель зерна с электродами; 2 – низкочастотный фильтр; 3 – операционный усилитель; 4 – плата сбора данных; 5 – персональный компьютер

Рисунок 2. – Структурная схема экспериментальной установки

Для подключения зерна к измерительной установке применяли специальные регистрирующие электроды. Первый электрод выполнен в виде зажима с углублениями на каждой из сторон для более плотного контакта с поверхностью зерна и закреплен на текстолитовой площадке. Этот электрод крепится к зерну снаружи. Помимо

своей основной функции он выполняет функцию фиксатора зерна. Второй электрод выполнен в форме тонкой иглы, длиной 4 мм. Длина зерновки очень мала и составляет 6 – 9 мм. Электрод помещался внутрь зерна, а именно, в область эндоспермы. Оба электрода выполнены из одинакового материала – стали.

Перед проведением экспериментов семена размещаются на специальной матрице, выполненной из пенополиуретана (поролона), в течение 12 часов. Расстояние между зернами должно составлять не менее 15 мм. Весь процесс замачивания должен проходить в темном месте, без доступа света, как того требует ГОСТ 12038–84.

Сбор данных осуществляется с помощью программы Saver, которая в течение заданного времени записывает сигнал с низкочастотных плат на диск.

Программа позволяет устанавливать значение частоты дискретизации. Так как длительность биоэлектрических потенциалов растений составляет от нескольких секунд до десятков секунд, то установленное значение частоты дискретизации позволяет обеспечить запись процесса изменения потенциала с высокой точностью, а также ограничивает размер файла с данными. После завершения работы происходит сохранение полученных данных в бинарные файлы с расширением .dat. Для преобразования файлов с расширением .dat, содержащих результаты измерений, в файлы формата csv используется специальная программа Converter. Converter предназначен для конвертирования бинарных .dat файлов, в которых записаны всевозможные сигналы, в .csv и .txt файлы. Настройка входного формата файла производится автоматически, на основании сопровождающего информационного файла, который генерируется программой Saver.

Полученные в результате опытов данные подвергаются низкочастотной фильтрации посредством алгоритма скользящего среднего. Затем результаты выборки усредняются. В полученных в результате первичной обработки данных вычисляются интервальные значения окончания и начала фазы деполяризации вариабельного потенциала градиентным методом. В дополнение к этим значениям фиксируется начальное и конечное значения потенциалов. Значения времени и амплитуды обработанного биоэлектрического сигнала являются основой для построения областей возможных значений отмеченных показателей. Затем оценивается мера подобия полученных показателей и эталонных значений из базы достоверных образцов с калиброванной по ГОСТу всхожестью. Определяется интегральная мера подобия и принимается решение о принадлежности полученных значений к определенному проценту всхожести.

Результаты проведённых измерений показывают (рис.3):

- механическое раздражение в виде испытательного электрода приводит к возникновению вариабельного потенциала;
- амплитуда сигнала зависит от размера и размещения электрода;
- в зависимости от всхожести зерна время появления переднего фронта вариабельного потенциала различно.

Результаты экспериментов подтверждают с высокой степенью достоверности правильность выдвинутой гипотезы о возникновении вариабельного потенциала при заданных условиях эксперимента.

Исследование зерен с разной всхожестью дает право считать, что время реакции на механическое воздействие зависит от всхожести зерна. Чем выше всхожесть зерна, тем быстрее вырабатывается биоэлектрический потенциал и абсолютное значение амплитуда сигнала больше. Это выражается в значительных отличиях количественных параметров электрических сигна-

лов для семян различной всхожести [4]. Однако природа биоэлектрического потенциала для разных показателей всхожести одинаковая. Это определяет однотипность фазы деполяризации вариабельного потенциала для зерен различной всхожести.

Таким образом, биоэлектрические сигналы семян пшеницы отличаются параметрами формируемых сигналов, анализ которых позволяет идентифицировать группы всхожести зерен. Программно-аппаратный комплекс, как отмечалось ранее, фиксирует семь основных количественных показателей, которые достаточно точно описывают биоэлектрическую реакцию зерен пшеницы (рис.3):

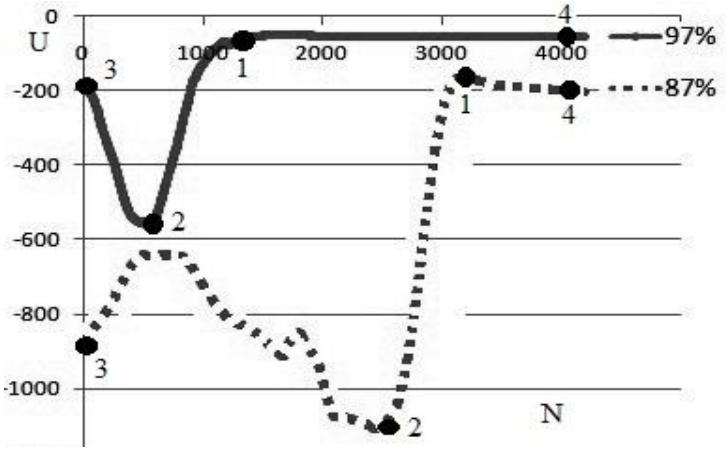


Рисунок 3. – Изменение электрического сигнала семян пшеницы с всхожестью 87 и 97 процентов.

1-амплитуда начальной точки (значение точки 3 по оси ординат);

2-амплитуда конечной точки (значение точки 4 по оси ординат);

3- амплитуда начала фазы деполяризации (значение точки 2 по оси ординат);

4 –амплитуда конца фазы деполяризации (значение точки 1 по оси ординат);

5- время до начала вариабельного потенциала (значение точки 2 по оси абсцисс);

6 – время окончания фазы деполяризации (значение точки 1 по оси абсцисс);

7- амплитуда вариабельного потенциала (разница значений между точками 1 и 2 по оси ординат).

Разработанный аппаратно-программный комплекс в настоящее время используется для накопления экспертной эталонной базы, настройки доверительных интервалов, для определения интегральной меры подобия и принятия достоверного решение о принадлежности полученных значений к определенному проценту всхожести.

Так, результаты анализа эталонных калиброванных по ГОСТу образцов зерен с объявленной всхожестью показывают, что вероятность идентификации начального участка биоэлектрического сигнала значительно зависит от величины выборки. Статистика рассеяния для эталонных выборок показала, что экспериментальное среднеквадратичное отклонение для начального участка значительно (рис. 4). Это объясняется быстрым возникновением локальных реакций зерна на размещение испытательного электрода, и по этой причине практически не фиксируется потенциал покоя. В связи с особенностями структуры объекта исследования – малые размеры и твердость оболочек – начальный участок в зависимости от количества обрабатываемых данных должен учитываться с разной вероятностью. Поэтому следует увеличить доверительные интервалы для начального участка, а вес соответствующих показателей в при-

нятие окончательного решения уменьшить в зависимости от величины выборки.

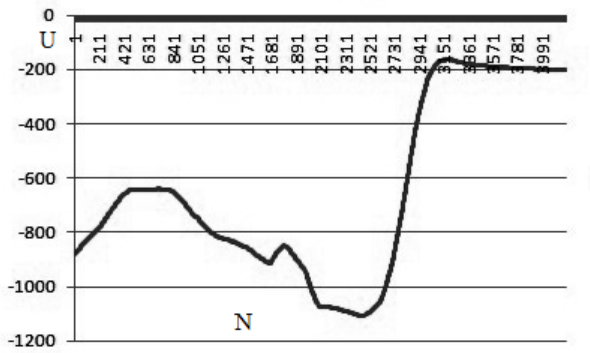


Рисунок 4а. – усредненное значение для эталонных семян пшеницы с всхожестью 87 процентов

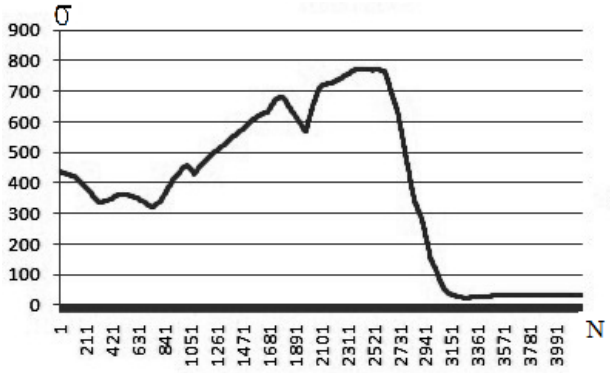


Рисунок 4б. – среднеквадратичное отклонение для эталонных семян пшеницы с всхожестью 87 процентов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воденеев В.А., Опритов В.А., Мысягин С.А., Пятыгин С.С. Дистанционные электрические сигналы у растений. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Хранение и обработка информации в биологических системах». – Н. Новгород: ННГУ, 2007. – 97 с.

2. Пятыгин С.С. Распространяющиеся электрические сигналы в растениях // Цитология, Том 50 – 2008 – С. 154 – 159.

3. Шереметьев М. В., Зырянов А. А., Мерченко Н. Н. и др. Экспериментальная установка для исследования потенциала действия зерен пшеницы //Ползуновский альманах.- Барнаул, 2011.-№ 1.- С. 177-178.

4. Лукоянычева О.В. Анализ измерений биоэлектрических потенциалов //Ползуновский альманах.- Барнаул, 2012.-№ 2. – С. 167-170.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Лукоянычева Ольга Викторовна*, аспирант кафедры «Информационные технологии».*

Пронин Сергей Петрович*, заведующий кафедрой «Информационные технологии», доктор технических наук, профессор. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, проспект Ленина, дом 46, Барнаул, Алтайский край, 656038, Российская Федерация.*

РЕЦЕНЗЕНТ

Егорова Е.В.*, доцент, кандидат технических наук, кафедра «Прикладная математика», Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, проспект Ленина, дом 46, Барнаул, Алтайский край, 656038, Российская Федерация.*

УДК 66.047

Пахомов А.Н., Банин Р.Ю., Елисеева И.Г., Черных Е.А.

АНАЛИЗ СВОЙСТВ ЖИДКОЙ ПОСЛЕСПИРТОВОЙ БАРДЫ

Аннотация: *Представлены данные по микроскопическому исследованию структуры жидкой послеспиртовой барды. Исследованы размеры и количественный состав дисперсной фазы. Сделаны выводы о возможности проявления явлений самоорганизации частиц в определенные структуры при сушке жидкой послеспиртовой барды.*

Ключевые слова: *капля, сушка, барда, фугат, сироп, кек, структурообразование.*

A. Pakhomov, Banin RY, IG Eliseev, EA Black

ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF LIQUID DISTILLERY BARDEN

Abstract*: The data on the microscopic study of the structure of liquid distillery stillage. Investigated the size and the number of members of the dispersed phase. The conclusions about the possibility of manifestation of self-organization of particles in a certain structure on drying liquid distillery stillage.*

Keywords*: drop, drying, bard, centrate, syrup, cake, structure.*

Анализ свойств жидких дисперсных материалов является определяющим при исследованиях кинетики сушки капель, прогнозирования и объяснения проявляющихся при этом структурных эффектов самоорганизации частиц на поверхности высыхающей капли.

В качестве исследуемого дисперсного материала при сушке капель которого выявляются эффекты самоорганизации структур на поверхности [1] была использована жидкая послеспиртовая барда.

Первоначально были проведены опыты по центрифугированию жидкой барды. Жидкую барду (влажность 90%) центрифугировали. Затем фугат сливали в отдельную пробирку для анализа (образец был назван – фугат – (содержание сухих нерастворимых веществ от 0,2 до 1 %). Оставшийся остаток собирали в отдельную бюксу (образец был назван – остаток (влажность от 60 до 70%). Для контроля соответствия полученных результатов с производственной практикой в отдельную бюксу был набран остаток с центрифуги – кек (влажность72%).

Таким образом исходная жидкая барда была условно разделена на три компонента – жидкий фильтрат (по микроскопическим наблюдениям – тонкая суспензия), тонкий и густой остаток (по микроскопическим наблюдениям – суспензия).

Фотография разделенной на центрифуге жидкой барды представлена на рис. 1. Как видно из опыта жидкая барда расслоилась на три характерных области: область жидкого фугата (коллоид), область мелкодисперсных частиц, область крупнодисперсных частиц.

При этом предварительная оценка объема крупно-дисперсной фракции составляет примерно 15 – 18 %, объем мелкодисперсной фракции примерно 30 – 35%, объем фугата примерно 47 – 55 %. Также нами были произведены микроскопические исследования исходной жидкой зерновой послеспиртовой барды, производимой на спиртовом заводе, а также получающегося из нее на производстве фильтрата, кека и сиропа.

Анализ наблюдаемых структур выявил следующие особенности.

Рисунок 1. – Фотография жидкой послеспиртовой барды разделенной на центрифуге

Наблюдаются крупные частицы размером до 0.03 – 0.05 мм. В основном мелкодисперсная фаза имеет ориентировочный размер 0.01 мм. Иногда встречаются некоторые упорядоченные (агрегатированные) частицы размером до 0.3 мм, состоящие из отдельных частиц размером от 0.03 до 0.05 мм. Иногда встречаются крупные включения – частицы неправильной угловатой формы размером от 0.5 до 1 мм. Также наблюдаются отдельные крупные тонкие пластинчатые включения – частицы почти прямоугольной формы размером от 0.3 до 0.5 мм и включения в виде длинных «нитей» толщиной около 0.02-0.03 мм. Микроскопические исследования жидкой барды показали, что этот дисперсный материал можно отнести к тонким суспензиям с включениями средне и крупно дисперсных частиц.

Если рассматривать в оптический микроскоп образец жидкой послеспиртовой барды, который простоял при комнатной температуре в открытой бюксе более суток, то можно обнаружить появление новых структур. Эти структуры можно классифицировать как продукты белкового распада, дрожжевые и плесневые грибы [2].

Продукты белкового распада имеют вид вытянутых цилиндров, длина которых может достигать до 1-2 мм, а толщина до 10-50 мкм.

Дрожжевые грибы представляют собой овальные или круглые образования, как правило сформированные в цепочку. Появление таких структур указывает на прокисание барды. Дрожжевые грибы активно размножаются и дополнительно идентифицировать их можно по наличию крупной клетки, облепленной мелкими клетками.

Плесневые грибы, как правило попадают в жидкую барду из воздуха. Они имеют вид многочисленно разветвленных нитей. Нити имеют колбовидную форму.

Необходимо подчеркнуть, что барда имеющая подобного рода структуры, не должна попадать на стадию сушки, т.к. высушенный продукт может стать причиной заболевания откармливаемого скота или испортиться при длительном хранении. Также можно сказать, что микробиологическое исследование жидкой послеспиртовой барды (как и вообще продуктов спиртового производства) на различных этапах своего существования, представляет отдельный интерес.

Определенный интерес представляет также микроскопическое исследование фильтрата и сиропа (жидкости), получаемых на производстве при переработке барды.

Как показали наши измерения, в процессе переработке на производстве не меняется кислотность барды, фильтрата и сиропа. Она составляет PH = 4 – 4.2 . Концентрация сухих веществ в исходной барде примерно 7 – 10 %. Концентрация сухих нерастворимых веществ в фильтрате 0.2 – 1 %. Концентрация сухих растворимых веществ в фильтрате от 2 до 4 %.

Концентрация сухих веществ в сиропе (жидкость выходящая с третьего корпуса выпарной установки) примерно 28- 30 %.

По результатам микроскопических исследований можно сделать вывод о том, что в фильтрате присутствует малое количество твердой мелкодисперсной фазы. Размер отдельных частиц мелкодисперсной фракции фильтрата можно оценить в районе 0.007 – 0.008 мм, а отдельные агломераты этих частиц в размере до 0.05 мм.

В сиропе также как и в фильтрате размер частиц твердой мелкодисперсной фазы практически такой же. Разница состоит только в концентрации твердой фазы. Размер отдельных частиц мелкодисперсной фракции сиропа можно оценить в районе 0.007 – 0.008 мм. А отдельные агломераты этих частиц в размере 0.05 мм.

Для точного определения размеров частиц и их количественного содержания в полученных образцах использовался лазерный анализатор частиц Micro Sizer 201. Результаты измерений представлены на рис. 2.

Как следует из приведенных результатов, можно сделать вывод о том что жидкая послеспиртовая барда является сложной дисперсной системой.

Жидкая фаза послеспиртовой жидкой барды представляет собой слабый раствор (2-5% сухих веществ).

Твердую фазу условно можно разделить на две части. Первая часть – это частицы крупных размеров. Их размер составляет от 10 до 250 мкм и общее содержание в твердой фазе до 80% по массе. Дисперсную систему состоящую из частиц этих размеров можно условно отнести к тонким суспензиям.

Вторая часть – это частицы мелких размеров. Их размер составляет от 1 до 10 мкм и общее содержание в твердой фазе до 20% по массе. Дисперсную систему состоящую из частиц этих размеров можно условно отнести к коллоидным растворам.

Таким образом можно сделать вывод о том, что в процессе термообработки или высушивания такой жидкой дисперсной системы как послеспиртовая барда возможно проявление явлений самоорганизации частиц в определенные структуры.

Лазерный анализатор частиц
ВА Инструментс

Micro Sizer 201

Санкт-Петербург
Россия

Барда 29-09-10

Таблица весовой доли частиц (P, %), соответствующих заданным значениям размеров частиц

Фугат 29-09-10	32.6	55.4	71.4	76.9	84.2	90.3	95.9	97.7	99.5	100
D, (мкм)	2	3	5	10	30	50	80	100	150	200

Сироп 02-04-10	46.3	69.5	80.5	85.6	92.8	93.8	96.3	99.2	99.8	100
D, (мкм)	5	10	20	30	63	71	100	200	300	500

Остаток 29-09-10	13.4	26.8	37.5	46.4	67.6	71.2	81.7	96	98.9	100
D, (мкм)	5	10	20	30	63	71	100	200	300	500

Кек 29-09-10	16.2	32.4	45.4	55.9	80.5	83.9	91.6	98.5	99.6	100
D, (мкм)	5	10	20	30	63	71	100	200	300	500

В таблицах приводятся значения весовых долей, содержащихся в интервалах размеров меньше указанного диаметра

Рисунок 2. – Сводная таблица соответствия весовой доли и размеров частиц для исследованных образцов фугата, сиропа, тонкого остатка и кека с выпарной установки спиртзавода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пахомова, Ю.В. Особенности механизма и кинетики сушки капель дисперсий (на примере сушки послеспиртовой барды) / Ю.В. Пахомова, В.И. Коновалов, А.Н. Пахомов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17, № 1. – С. 70 – 82.

2. Лабинская, А.С. Микробиология с техникой микробиологических исследований / А.С. Лабинская // М.:Медицина, 1978. 394 с.

УДК 663. 674:635. 655

Водолагина Е.Ю., Решетник Е.И., Чернакова А.Н.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ

В статье рассмотрены результаты исследования и разработка новой технологии производства мороженого с использованием соевого компонента.

***Ключевые слова**: мороженое; соя; аминокислоты; растительное сырье; белок; соевое молоко.*

Vodolagina E.J., Reshetnik E.I., Chernakova A.N.

MODERN TRENDS IN THE USE OF PLANT MATERIALS IN THE DAIRY INDUSTRY

In article rezults research and development of new technology of ice cream with soy component.

***Key words**: ice cream; soy; amino acids; plant material; protein; soy milk.*

Молоко является прекрасной базой для создания целого ряда инновационных продуктов, потребление которых способствует сохранению и укреплению здоровья населения. Разработка новой технологии молочного продукта на основе комбинации молочного и растительного сырья является актуальным направлением для получения продукта со сравнительно невысокой калорийностью и нормативным содержанием белка, за счет его процентного показателя в используемых ингредиентах [1, 2].

Перспективным сырьем для проектируемого вида мороженого является соя и продукты ее переработки, так как по аминокислотному составу соевые белки максимально приближены к белкам животного происхождения, имеют полный набор незаменимых аминокислот, относятся к числу хорошо усвояемых [3].

В связи с вышесказанным разработка технологии мороженого с использованием продуктов переработки сои является перспективным и актуальным направлением в создании продукта обладающего более широким спектром полезных свойств и наиболее полно удовлетворяющего потребность человеческого организма в ценных питательных веществах.

Целью настоящей работы является исследование и разработка новой технологии производства мороженого и использованием в рецептуре продукта комбинации молочного и соевого компонентов.

Для достижения поставленной цели были выдвинуты следующие задачи: выра-

ботать соевое молоко в лабораторных условиях; определить влияние соевого компонента на качество композиционной смеси; обосновать оптимальный режим созревания соевых молочных смесей.

На основании результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана технология сливочного ванильного мороженого с использованием комбинации молочного и соевого сырья и изучены качественные показатели нового вида продукта.

На начальном этапе работы в лабораторных условиях вырабатывали соевое молоко и определяли его физико-химические и органолептические показатели. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. - Физико-химическая и органолептическая характеристика соевого молока

Наименование показателя	Результаты исследования
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира, %	1,2 ± 0,01
Массовая доля сухих веществ, %	6 ± 0,02
Титруемая кислотность, ºТ	13 ± 0,4
Органолептические показатели	
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость без осадка.
Вкус и запах	Свойственные молочным продуктам с привкусом и запахом соевого компонента
Цвет	Белый с кремовым оттенком

В ходе проектирования нового вида мороженого обоснованы режимы созревания молочных смесей.

Для производства сливочного ванильного мороженого «Алиса» с использованием в составе рецептуры молочного компонента и соевого масла созревания молочной смеси целесообразно проводить в течении 11 – 12 часов при температуре 4 – 6ºС; для сливочного ванильного мороженого «Катюша» на молочно-соевой основе – в течении 8 часов при температуре 4 – 6ºС.

На органолептические и физико-химические характеристики продукта влияние оказывают многие факторы, в частности состав и свойства исходного сырья.

Органолептическая и физико-химическая характеристика образцов мороженого представлена в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. – Физико-химическая и органолептическая характеристика сливочного ванильного мороженого «Алиса»

Наименование показателя	Характеристика
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира, %	10 ± 0,01
Массовая доля сухих веществ, %	33 ± 0,02
Титруемая кислотность, ºТ	19 ± 0,4
СОМО, %	9,07 ± 0,01
Органолептические показатели	
Вкус	Чистый, сладкий свойственный молочной смеси,

	без посторонних привкусов.
Запах	Чистый, выраженный ванильный, без посторонних запахов.
Цвет	Белый, однородный по всей массе.
Консистенция	В меру густая, однородная смесь.

Таблица 3. – Физико-химическая и органолептическая характеристика сливочного ванильного мороженого «Катюша»

Наименование показателя	Характеристика
Физико-химические показатели	
Массовая доля жира, %	10 ± 0,01
Массовая доля сухих веществ, %	33 ± 0,02
Титруемая кислотность, ºТ	20 ± 0,4
СОМО, %	9,07 ± 0,01
Органолептические показатели	
Вкус	Чистый, сладкий свойственный молочной смеси
Запах	Чистый, ванильный, без посторонних запахов
Консистенция	В меру густая, однородная смесь, с мелкими крупинками жира.
Цвет	Кремовый, равномерный по всей массе.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволили сделать вывод, что включение в рецептуру мороженого соевого компонента является актуальным и целесообразным направлением в создании полноценных продуктов питания, имеющих сбалансированный состав и отвечающий требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, установленных Федеральным законом от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию».

Практическая реализация технологического решения позволит расширить ассортимент мороженого и удовлетворить потребителя доступным биологически полноценным продуктом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Остроумов, Л.А. Новые подходы к проектированию комбинированных молочных продуктов / Л.А. Остроумов, С.Г. Козлов // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сборник научных работ. – Кемерово.: Изд-во КЕМТИПП, – 2007. – С. 24 – 25.

2. Гаврилова, Н.Б. Научные и практические аспекты технологии производства молочно-растительных продуктов: монография / Н.Б. Гаврилова, О.В. Пасько, И.П. Каня, С.С. Иванов, М.А. Шадрин // Омск.: Изд-во ОмГАУ, 2006. – 336 с.

3. Щегорец, О.В. Соеводство: учебное пособие / О.В. Щегорец // Благовещенск.: ООО «Издательство компании «РИО», 2002. – 432 с.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Водолагина Екатерина Юрьевна*, ассистент кафедры «Технология продукции и организация общественного питания», Дальневосточный Государственный Аграрный Университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675000, Амурская область, Россия.*

***Решетник Екатерина Ивановна**, заведующий кафедрой «Технология переработки продукции животноводства», доктор технических наук, профессор, Дальневосточный Государственный Аграрный Университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675000*, Амурская область, Россия.

***Чернакова Анастасия Николаевна**, аспирант кафедры «Технология переработки продукции животноводства», Дальневосточный Государственный Аграрный Университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675000, Амурская область, Россия.*

РЕЦЕНЗЕНТ

***Осипенко Е.Ю.,** декан Технологического факультета, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Технология продукции и организация общественного питания», Дальневосточный Государственный Аграрный Университет.*

УДК 658

Хафизов К.А., Хафизов Р.Н.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАКТОРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

***Аннотация:** В работе определены масса и мощность трактора предназначенного для выполнения определенных видов технологических операций (посев и вспашка) на основе критерия оптимальности суммарные энергетические затраты. Путем многопараметрической оптимизации параметров трактора и агрегата в целом выявлено, что на посеве и на вспашке имеются оптимальные значения массы и мощности трактора, которые стабильны при значительном изменении факторов внешней среды. Выявлены масса и мощность трактора, обеспечивающего минимальные суммарные энергозатраты на комплексе операций (посев и вспашка), определены марки тракторов которые желательно было бы собирать в республике Татарстан.*

***Ключевые слова**: параметры трактора; масса; мощность; оптимизация; математическая модель агрегата; суммарные энергетические затраты.*

Hafizov K.A., Hafizov R. N.

DEFINITION OF OPTIMUM PARAMETERS OF THE TRACTOR FOR MANUFACTURE IN REPUBLIC TATARSTAN

***The summary:** In work the weight and capacity of a tractor intended for performance of certain kinds of technological operations (crops and ploughing) on the basis of criterion of an optimality total power expenses are defined. By multiple parametre optimisation of parametres of a tractor and the unit as a whole it is revealed, that on crops and on ploughing there are optimum values of weight and capacity of a tractor which are stable at considerable change of factors of an environment. The weight and capacity of the tractor providing the minimum total power inputs on a complex of operations are revealed (crops and ploughing), are defined marks of tractors which it is desirable was to collect in republic Tatarstan.*

***Keywords**: tractor parametres; weight; capacity; optimisation; mathematical model of the unit; total power expenses.*

В Республике Татарстан на базе CNH-KAMAZ Industrial собираются тракторы New Holland T9040 и T9060. Основные параметры этих тракторов приведены в таблице 1.

Возникает вопрос – Насколько эффективно использование этих тракторов на весеннее полевых работах с учетом перехода РТ на энергосберегающие технологии, т.е. отказ от вспашки и использование прямого посева?

Конечная цель любого гражданского производства – получение прибыли, а не только экономия энергии. Для получения большей прибыли надо не только снижать затраты, но и увеличивать выручку от реализации продукции.

Таблица 1. – Технические характеристики тракторов New Holland (Нью Холланд) – T9030, T9040, T9050, T9060:

Трактор	T9030	T9040	T9050	T9060
Двигатель	New Holland Cursor	New Holland Cursor	New Holland Cursor Turbo-compound	Cummins QSX15
Мощность двигателя [л.с./кВт]	385 (287)	435 (324)	485 (362)	535 (399)
Максимально допустимая масса трактора (кг)	20,684	23,405	24,494	24,494

Сельскому хозяйству, вернее ее товаропроизводителям не позволяется увеличивать выручку за счет повышения цены производимой продукции, значить нужно, повышать ее количество. Количество продукции можно, в частности, повышать за счет снижения ее потерь. Потери продукции происходят не только на стадии уборки и хранения продукции, но и на стадии проведения технологических операций, таких как подготовка почвы к посеву, посев, уход за растениями и др. Потери обусловлены двумя причинами:

1) негативным влиянием ходовой части техники на почву – растут плотность, твердость почвы, понижаются скважность и урожайность и т.д.;

2) сроками проведения работ. Сроки работ влияют на потери урожая не только на уборке, когда зерно начинает осыпаться, но и на технологических операциях.

Чем больше масса трактора и мощность его двигателя, тем больше производительность агрегата и меньше срок проведения операции, но при этом увеличивается уплотняющее воздействие трактора на почву. Для того чтобы ответить на вопрос – Что произойдет с потерями урожая при изменении параметров трактора? – необходимо проводить расчеты. Времена, когда все оценивали на зуб, на нюх и по велению сердца прошли, нужны научно обоснованные методы расчета.

Научный, совершенно новый, экспериментально проверенный метод выбора техники, оптимизации ее параметров и режимов работы, как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации разработан на кафедре «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Казанского ГАУ.

Суть метода лежит в критерии оптимизации параметров и режимов работы трактора, сельскохозяйственной машины и агрегата в целом.

$$Э = Э_{и.тр} + Э_{и.схм} + Э_{и.пр} + Э_{рто} + Э_{с.р.} + Э_{упр} + Э_{т\,см} + Э_{пот} \rightarrow min, \quad (1)$$

где Э – удельные суммарные энергетические затраты, МДж/га; $Э_и$ – энергия, затраченная на изготовление трактора, орудия, прицепа, приходящаяся на 1 га, МДж/га; $Э_{рто}$ – энергия, затраченная на капитальный, текущий ремонт и техническое обслуживание трактора, прицепа и орудия, МДж/га; $Э_{с.р.}$- энергия, затраченная на сборку и раз-

борку агрегата, МДж/га; $Э_{упр}$ – энергия, затраченная на управление трактором (переключение передач, повороты, остановку и трогание с места), МДж/га; $Э_{тсм}$ – энергия, затраченная на выполнение агрегатом работы посредством сжигания топлива, МДж/га; $Э_{пот}$ – энергия урожая, потерянного из-за не оптимально выбранных параметров и режимов работы трактора и агрегата, МДж/га.

Здесь впервые в России и впервые в мире, предложенный критерий оптимизации параметров агрегатов увязан с формируемым урожаем через потери урожая из-за неправильно выбранных параметров техники. Задача – снизить как прямые и косвенные энергетические затраты, так и потери энергии через зерно. Необходимо отметить, что энергия потерянного зерна в структуре суммарных энергетических затрат составляет от 65 до 95 % – это самый важный компонент в структуре энергетических затрат и не обращать внимание на него преступно.

На основе критерия оптимизации разработаны математические модели всех возможных агрегатов, как с отечественными, так и зарубежными тракторами [1].

Эти модели позволяют не только оптимизировать параметры и режимы работы агрегатов в ходе эксплуатации, но и проводить многопараметрические оптимизации параметров и режимов работы самих тракторов на стадии их проектирования.

У трактора два основных параметра – это масса трактора и мощность двигателя. При проектировании эти параметры выбирают на основе того к какому тяговому классу относится трактор.

В связи с тем, что на одной и той же технологической операции используются трактора различных тяговых классов, возникает вопрос – трактора с какими параметрами эффективнее на тех или иных отдельных операциях, а какие трактора эффективны на комплексе операций.

Из анализа суммарных энергетических затрат выявлено, что масса трактора неоднозначно влияет на величину составляющих суммарных энергетических затрат. При росте массы трактора одни составляющие суммарных энергетических затрат увеличиваются ($Э_{и.тр}$, $Э_{рто}$, $Э_{у}$), а другие снижаются ($Э_{упр.}$, $Э_{тсм}$, $Э_{А}$).

Оказалось, что мощность двигателя трактора также неоднозначно влияет на величину составляющих суммарных энергетических затрат. При росте мощности двигателя одни составляющие суммарных энергетических затрат могут как увеличиваться, так и уменьшаться ($Э_{и.тр}$, $Э_{рто}$, $Э_{тсм}$, $Э_{у}$), а другие снижаются ($Э_{упр.}$, $Э_{А}$). Возможно, что для определенных условий работы (вида технологической операции, размера поля, объема годовой работы и т.д.) имеются оптимальные значения массы и мощности двигателя трактора, которые обеспечат минимальные суммарные энергетические затраты. Для их выявления проведем вычислительные эксперименты с использованием разработанной энергетической математической модели машинно-тракторного агрегата на различных операциях.

Для выявления оптимальных значений массы и мощности двигателя была проведена многопараметрическая оптимизация параметров посевных агрегатов. При выявлении оптимальной массы и мощности трактора были организованы многоцикловые расчеты в СКМ Matlab с использованием энергетической математической модели агрегатов при одновременном изменении веса трактора, мощности его двигателя, ширины захвата агрегата, скорости агрегата. В ходе многопараметрических оптимизационных расчетов выявлялось влияние на массу и мощность трактора ряда факторов внешней среды – годового объема работы

агрегата, удельного сопротивления почвы рабочим органам сельскохозяйственных машин, давления в шинах колес трактора и числа колес на одном борту.

Некоторые результаты расчета параметров посевного агрегата приведены на рисунках 1, 2, 3, 4.

Из рисунка 1 видно, что имеется оптимальное соотношение мощности двигателя и веса трактора (расчеты проведены для наиболее распространенных условий работы посевного агрегата). Из предварительных исследований агрегатов с использованием системной энергетической математической модели машинно-тракторных агрегатов известно, что на величину суммарных энергетических затрат сильное влияние оказывают факторы – годовой объем работы, удельное сопротивление почвы, максимальная величина допустимой по агротехническим требованиям скорости, давление в шинах колес и их число на одном борту.

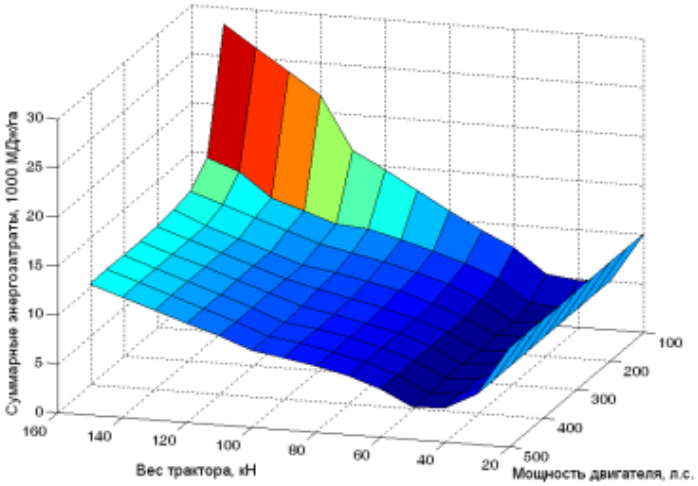


Рисунок 1. – Изменение суммарных энергетических затрат при изменении мощности двигателя и веса трактора

Выясним, как изменение этих факторов влияет на величину оптимальной массы и мощности двигателя трактора, насколько эти параметры являются стабильными. Из рисунка 2 видно, что на прямом посеве по мере увеличения годового объема работы агрегата оптимальные масса трактора и мощность его двигателя сохраняются постоянными, а удельные суммарные энергозатраты возрастают.

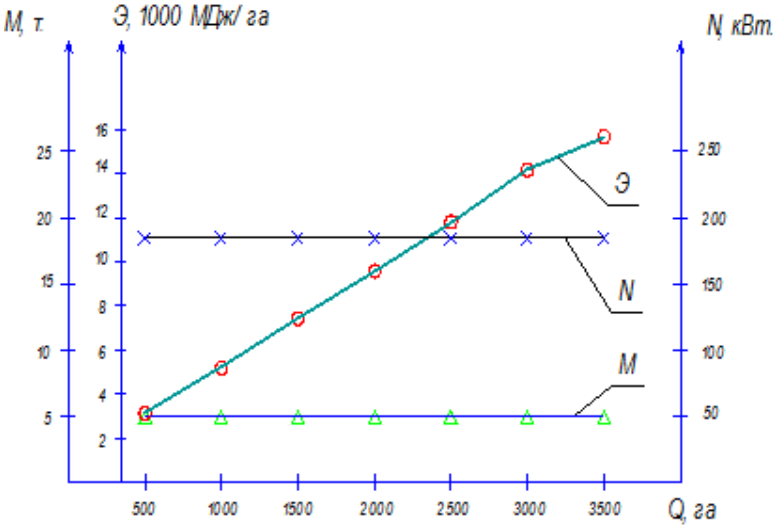


Рисунок 2. – Зависимость мощности двигателя (N), массы трактора (M) и суммарных энергетических затрат (Э) от годового объема работы на посеве (Q)

Оптимальное значение массы трактора с ростом удельного сопротивления почвы до величины 8 Кн/м остается постоянной (см. рисунок 3), затем возрастает до 6000-7000 кг, при этом увеличивается потребная мощность двигателя. Суммарные энергетические затраты с увеличением сопротивления почвы возрастают.

Сопротивление почвы рабочим органам современных посевных комплексов не превышает 8 Кн/м, поэтому максимальная масса трактора для посева должна быть 5000 кг при условии, что посевной комплекс работает на скорости 15 км/ч.

Данные, приведенные на рисунке 4, свидетельствуют о том, что масса трактора 5000 кг, является оптимальным на скоростях посева выше 14 км/ч.

В связи с тем, что рекомендуемая скорость современных посевных комплексов колеблется в пределах от 8 до 12 км/ч, то оптимальной массой трактора для посевных работ и работ по подготовке почвы к посеву дисковыми орудиями или культиваторами является 9000-12000 кг. Оптимальное значение мощности из расчетов колеблется в пределах 200-240 кВт.

На рисунке 5 показано изменение массы трактора, мощности двигателя и суммарных энергетических затрат при изменении давления в шинах трактора. Из рисунка видно, что на посеве, при увеличении давления в шинах, суммарные энергетические затраты увеличиваются, а оптимальная мощность двигателя и масса трактора уменьшаются.

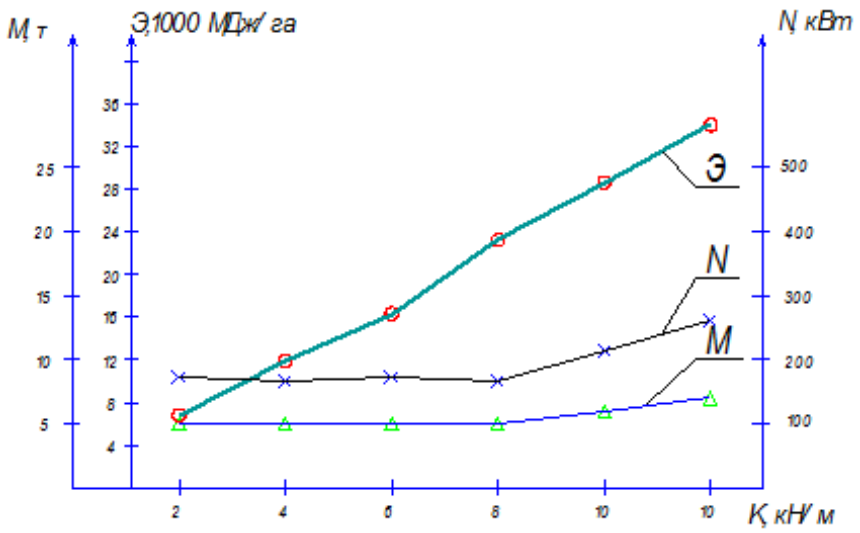


Рисунок 3. – Зависимость мощности двигателя, массы трактора и суммарных энергетических затрат от удельного сопротивления почвы на посеве

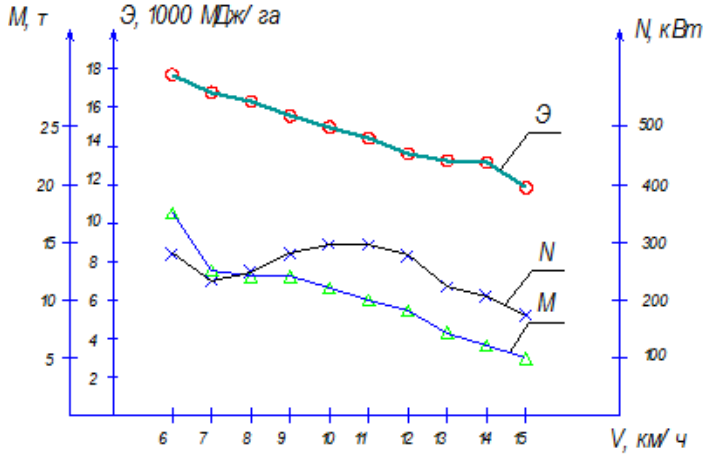


Рисунок 4. – Зависимость мощности двигателя, веса трактора и суммарных энергетических затрат от максимально допустимой скорости сеялки

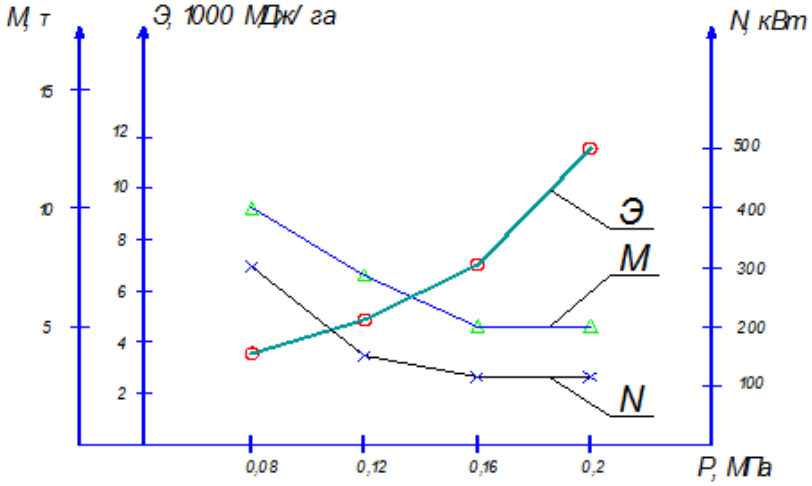


Рисунок 5. – Зависимость мощности двигателя, массы трактора и суммарных энергетических затрат от давления в шинах при посеве

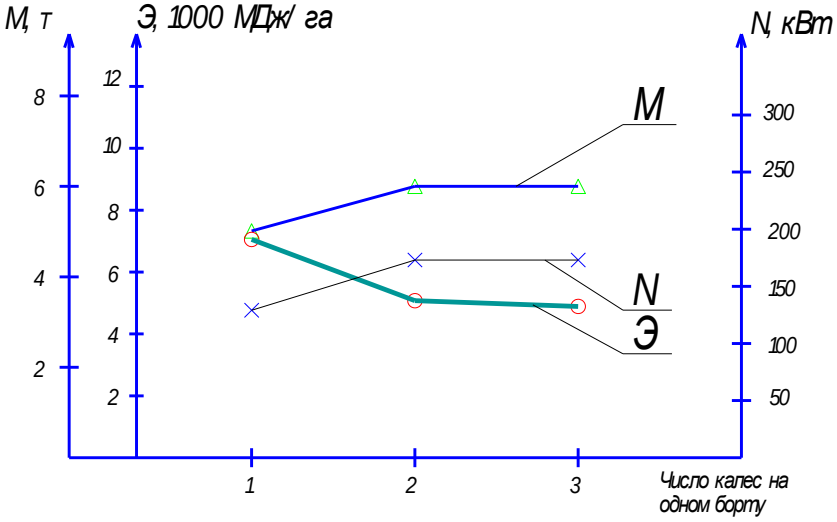


Рисунок 6. – Зависимость мощности двигателя, массы трактора и суммарных энергетических затрат от числа колес на одном борту при посеве

Изменение числа колес на одном борту трактора от 1 до 3 (см. рисунок 6) приводит

к незначительному изменению оптимизируемых параметров трактора и снижению суммарных энергетических затрат.

Суммарные энергетические затраты в наших расчетах снизились благодаря уменьшению давления в шинах пропорционально увеличению числа колес. Если давление в шинах оставить в пределах 0,16 Мпа (наиболее часто используется на практике), то эффекта от увеличения колес на борту трактора не будет.

Из проведенного анализа видно, что на посеве на оптимальные значения массы трактора и мощности его двигателя наибольшее влияние оказывает скорость агрегата. В связи с тем, что рекомендуемая скорость современных посевных комплексов колеблется в пределах от 8 до 12 км/ч, то оптимальной массой трактора для посевных работ и работ по подготовке почвы к посеву культиваторами является 9000-12000 кг. Оптимальное значение мощности из расчетов колеблется в пределах 200-240 кВт.

Оптимальными по этим параметрам посевными тракторами являются: John Deere 8000 серии; Atles – 946 (фирма Claas); Fend Vario 824 и другие.

Проведем такие же исследования для пахотных агрегатов. На рисунке 7

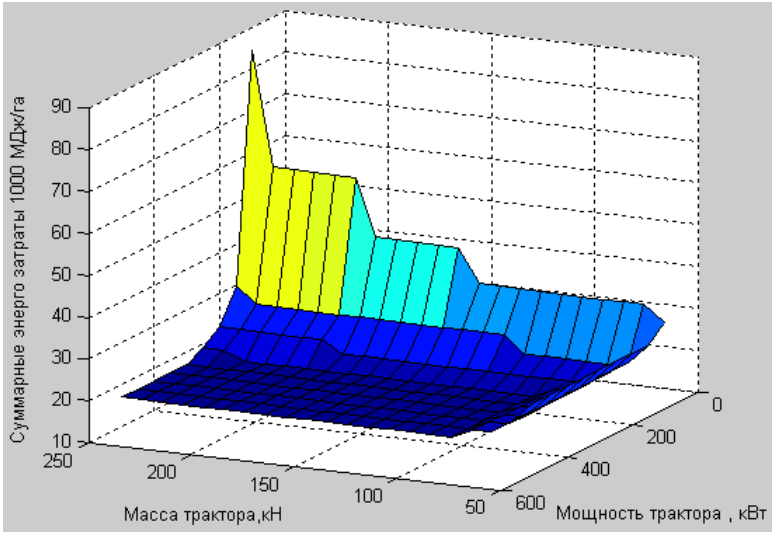


Рисунок 7. – Изменение суммарных энергетических затрат при изменении мощности двигателя и веса трактора

показан график зависимость суммарных энергетических затрат от массы пахотного трактора и мощности его двигателя. Из рисунка 7 видно, что для определенных условий работы пахотного агрегата имеется оптимальное соотношение мощности двигателя и веса трактора.

На рисунке 8 показана зависимость веса трактора, мощности его двигателя и суммарных энергетических затрат на вспашке от годового объема работы.

Из рисунка видно, что с увеличением годового объема работы вес и мощность трактора остаются постоянным, а суммарные энергетические затраты растут. Такие результаты получены при условии, что агрегат работает на максимальной скорости до 8 км/ч.

С ростом удельного сопротивления почвы (см. рисунок 9) вес трактора и мощность двигателя в пределах выбранных значений удельного сопротивления почвы сначала возрастают, а затем стабилизируются при весе 240 Кн и мощности двигателя 370 кВт. Суммарные энергетические затраты трактора при росте удельного сопротивления почвы вспашке повышаются.

На рисунке 10 приведены расчеты с ограничением максимальной скорости агрегата в пределах от 5 до 11 км/ч. Из гра-

фика видно, что мощность двигателя и вес трактора растут при увеличении максимально допустимой скорости сельскохозяйственной машины. При этом суммарные энергетические затраты снижаются.

Таким образом, из приведенных расчетов по определению оптимальных веса трактора и мощности его двигателя можно сделать вывод о том, что для наиболее распространенных условий вспашки (объем работы 1000-2000га, сопротивление почвы 60-80 Кн/м^2, допустимая максимальная скорость агрегата 7-12 км/ч) вес трактора равен 160-230 Кн, а мощность двигателя 330-370 кВт.

К таким тракторам можно отнести тракторы: John Deere 9000 серии; New Holland T9040 и T9060 (сборка на CNH-KAMAZ Industrial – Республика Татарстан); К-745 (Кировец) и др.

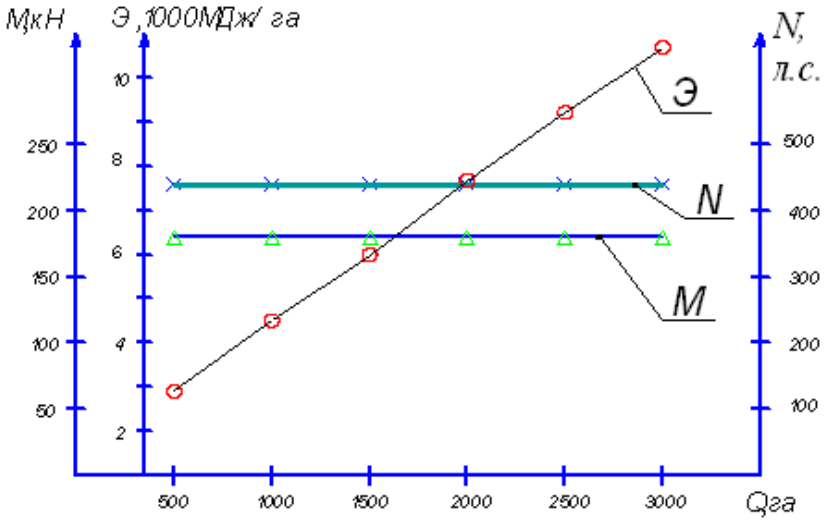


Рисунок 8. – Зависимость мощности двигателя, веса трактора и суммарных энергетических затрат от годового объема работы на вспашке

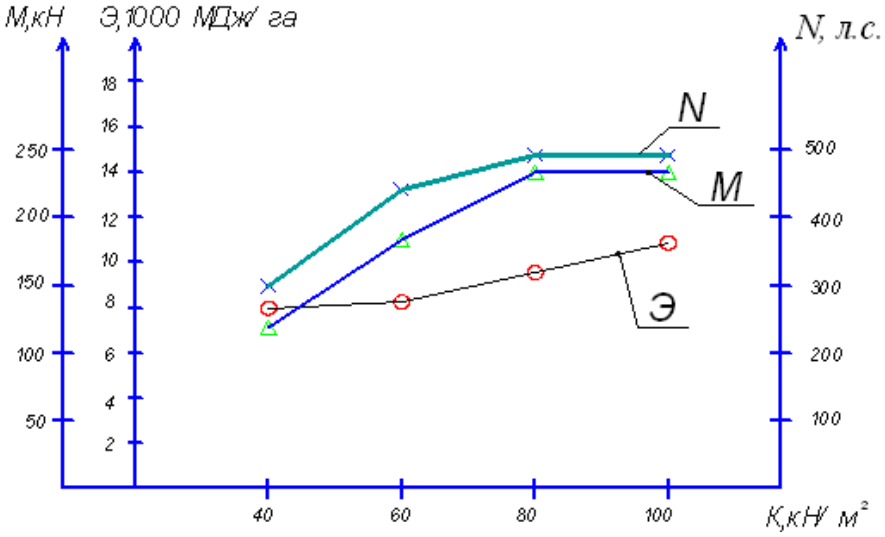


Рисунок 9. – Зависимость мощности двигателя, вес трактора и суммарных энергетических затрат от удельного сопротивления почвы на вспашке

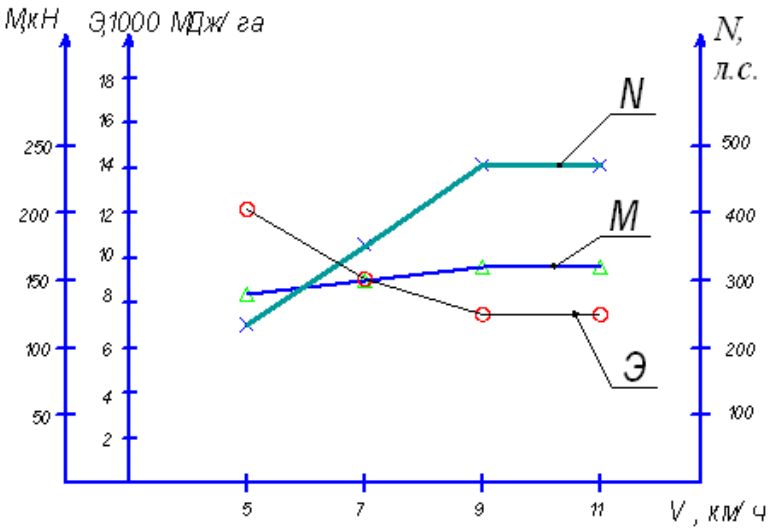


Рисунок 10. – Зависимость мощности двигателя, веса трактора и суммарных энергетических затрат от максимально допустимой скорости агрегата на вспашке

В связи с тем, что оптимальные масса и мощность двигателя посевных и пахотных тракторов не совпадают, была проведена оптимизация этих параметров при использовании одного и того же трактора и на посеве, и на вспашке для типичных условий работы посевных и пахотных агрегатов (объем работы 1500га, удельное сопротивление: на вспашке 60Кн/м^2; посеве 4Кн/м, работа организована в две смены по 10 часов, максимально допустимая скорость посевного и пахотного агрегата 10 км/ч). Причем с одними и теми же параметрами (N и M) трактор выполнял как посев, так и вспашку и велся поиск таких значений массы и мощности трактора, когда сумма энергозатрат на двух операциях была бы минимальна. График зависимости энергетических затрат от веса и мощности трактора, полученный в ходе расчетов приведен на рисунке 11.

Оптимальные значения параметров посевного и пахотного агрегата и трактора, полученные в ходе расчетов:

Оптимальная ширина захвата посевного агрегата B_{opt} = 14,0 м;

Оптимальная ширина захвата пахотного агрегата B_{pv} = 4,2 м;

Оптимальная рабочая скорость обоих агрегатов V_{opt} = 12 км/ч;

Оптимальный вес трактора M_{topt} = 140 Кн;

Потребная мощность двигателя N_{opt} = 320 кВт;

Буксование трактора на посеве Sigma = 10,07 %;

Буксование трактора на вспашке Sigmav = 13.75 %;

Оптимальная общая сумма энергозатрат на посеве и вспашке $Э_{min}$= 67394 МДж/га.

Таким образом, если проектируемый универсальный трактор будет использоваться как на посеве, так и на вспашке, то его оптимальная масса равна 14 т., а мощность двигателя 300 кВт. Энергонасыщенность трактора 22,9 кВт/т. Из тракторов выпускаемой фирмой Джон Дир наиболее подходящим трактором является трактор John Deere– 8530.

В результате вычислительных экспериментов по выявлению оптимальной мощности двигателя и массы трактора на различных технологических операциях выявлено:

– на посеве в связи с тем, что рекомендуемая скорость современных посевных комплексов колеблется в пределах от 8 до 12 км/ч, оптимальной массой трактора является 9000 кг, с возможностью догрузки до 12000 кг. Оптимальное значение мощно-

сти из расчетов колеблется в пределах 200-240 кВт;

– для выполнения пахотных работ оптимальная масса трактора равна 20000 кг. Оптимальная мощность его двигателя равна 370 кВт. Если в производственном процессе отсутствует вспашка, то использование таких тракторов приводит к большим энергетическим затратам через потери урожая от уплотнения почвы колесами тракторов;

– если проектируемый универсальный трактор будет использоваться как на посеве, так и на вспашке, то его оптимальная масса равна 14,0 т., а мощность двигателя 300 кВт. Энергонасыщенность трактора будет находиться в пределах 21,4 кВт/т.

– для республики Татарстан предпочтительнее было бы выпускать трактора типа John Deere– 8530 или New Holland – T8040, T8050**,** а трактора New Holland T9040 и T9060 являются сугубо пахотными тракторами.

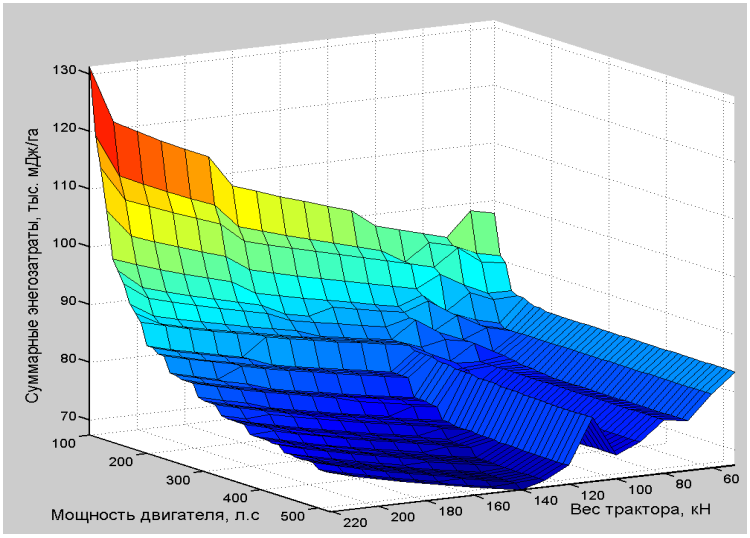


Рисунок 11. – Зависимость суммарных энергетических затрат от мощности двигателя и веса трактора используемого и на посеве и на вспашке

Модель трактора John Deere	8530
Номинальная мощность двигателя трактора, кВт(л.с.) ECE-R24	236(320)
Эксплуатационная масса трактора с балластом, кг	15030

Из отечественных тракторов подходят тракторы К-744Р3 с соответствующей мощностью двигателя.

Модель	Марка двигателя	кВт	Масса эксплуатационная, кг
К-744Р3-1	ТМЗ-8481.10-04	310	13500-15000
К-744Р3М-1	ОМ 457 LA/E2/2	315	13500-15000

Таблица 2. – Технические характеристики тракторов New Holland – T8040,T8050

Параметры трактора	T8040	T8050
Двигатель	New Holland	New Holland
Максимальная мощность – ISO 14396 – ECE R120 [кВт/л.с.]	251/342	263/358
Вес со стандартным оборудованием (кг)	9259	9259

Максимально допустимый вес (кг)	14000	14000

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хафизов, К.А. Пути снижения энергетических затрат на производственных процессах в сельском хозяйстве / К.А. Хафизов // Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2007. – 272 с.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Хафизов Камиль Абдулхакович*, д.т.н., профессор, зав. кафедрой тракторы, автомобили и энергетические установки, Казанский государственный аграрный университет.*

Хафизов Рамиль Наилевич*, ассистент кафедры тракторы, автомобили и энергетические установки, Казанский государственный аграрный университет.*

РЕЦЕНЗЕНТ

Абдрахманов Ринат Кадырович, *д.т.н., профессор, зав. кафедрой инженерного менеджмента, Казанский государственный аграрный университет.*

УДК 621.565.83

Павлов С.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОРАЗДЕЛЕНИЯ В ОДНОПОТОЧНОЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБЕ

Аннотация. *Приведены результаты экспериментальных исследований распределения температуры газа, движущегося в однопоточной вихревой трубе, и оценена сходимость полученных данных с результатами компьютерного моделирования.*

Ключевые слова*: вихревая труба, вихревой эффект, периферийный поток, приосевой поток, термодатчик.*

Pavlov S.S.

EXPERIMENTAL STUDY OF POWER DIVISION IN A SINGLE-VORTEX TUBE

Annotation. *Results of experimental studies of the distribution of the temperature of the gas, moving in a single-vortex tube, and assessed the convergence of the data with the results of computer simulation.*

Keywords: *vortex tube, vortex effect, peripheral flow, axial flow, temperature sensor.*

Впервые «странное поведение» турбулентных потоков или вихрей заметил 150 лет назад английский ученый G. Stokes. Позже, французский инженер G. Ranque, занимаясь вопросами совершенствования вентиляционного оборудования, в частности, циклонов, в одном из экспериментов обнаружил, что струя газа, выходящая из центра циклона, имеет более низкую температуру, чем газ, поступающий в циклон. В конце 1931 года G. Ranque, на основе сделанного наблюдения, изобрел устройство, которое получило название ”вихревая труба” (ВТ) [1]. Несмотря на ее конструктивную простоту, функционирование ВТ основывается на сложнейшим, многоплановым, исключительно точно сбалансированным термогазодинамическим процессе, но пока трудно объяснимым. В мировом сообществе специалистов, изучающих вихревой эффект и разрабатывающих ВТ, считается, что низкая экономичность ВТ – результат отсутствия теории, досто-

верно описывающей физические процессы, происходящие в ней.

Для устранения этого негативного момента нами проведены исследования определения структуры потоков в ВТ и распределение температуры в них. Исследовано температурное поле воздушного потока (рис. 1), движущегося в однопоточной ВТ [2], вихревая зона которой изготовленная из оргстекла (рис. 2).

Рисунок 1. – Однопоточная вихревая труба

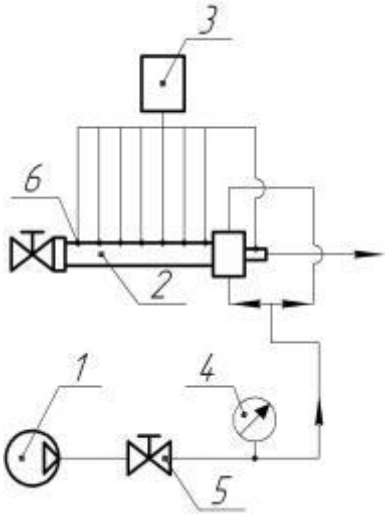
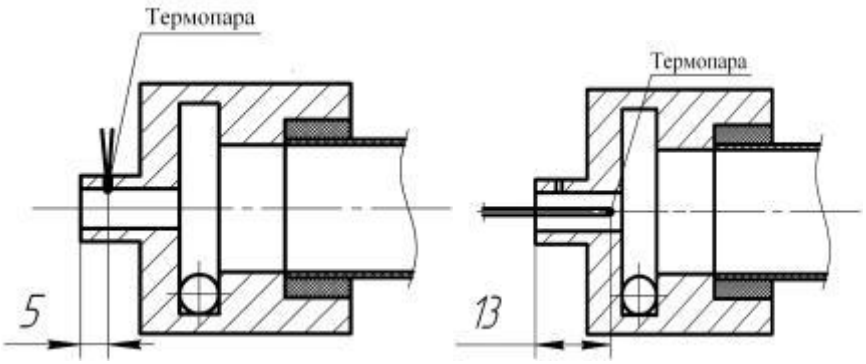


Рисунок 2. – Схема экспериментальной остановки: 1 – компрессор, 2 – вихревая труба, 3 – температурный регистратор, 4 – манометр,5 – регулятор давления, 6 – термодатчики.

Длина трубы 180 мм, внутренний диаметр 19,3 мм. Два тангенциальных ввода имеет круглое сечение диаметром 6 мм, диаметр отверстия диафрагмы равен 6,2 мм.

Исследовано температурное поле внутри области отверстия диафрагмы. Измерения температуры производилось термопарами ХК стандартной градуировки, выполненными из хромеля и копеля. Диаметр электродов – 0,5 мм, диаметр головки термопары -1 мм. Погрешность измерения температуры не превышала 2 ^{o}C. Термопара вводилась в вихревую трубу через отверстие диафрагмы (рис. 3б) и устанавливалась в периферийной части (рис. 3а). Сжатый воздух подавался в ВТ компрессором под давлением P = 0,9 МПа, температурой $T_{вход}$ = 20°C и расходом Q = 400 л/мин

Полученные данные представлены в таблице 1. С целью измерения температуры осевого потока ($T_{ос}$), дальнейший ввод термодатчика в вихревую трубу производился по оси вихревой трубы, в направлении от отверстия диафрагмы к закрытому концу вихревой трубы (рис. 4). Результаты эксперимента были занесены в таблицу 2.



а) б)

а) – расположение термопары в периферийной области отверстия диафрагмы ($T_{(а)}$) б) – расположение термопары в приосевой области отверстия диафрагмы ($T_{(б)}$)

Рисунок 3 – Расположение термопар.

Таблица 1. – Температуры во внутренней области отверстия диафрагмы

$T_{вход.}$ °C	$T_{(а)}$ °C	$T_{(б)}$ °C	P, МПа	Q, л/мин
20	5	18	0,9	400

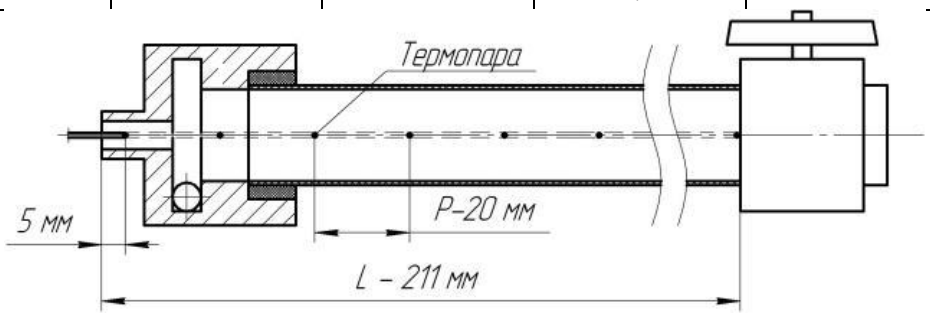


Рисунок 4. – Ввод термодатчика через отверстие диафрагмы.

Таблица 2. – Распределение температур по оси вихревой трубы

L , мм	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185
$T_{ос}$, °C	10	33	34	40	40	42	43	46	45	46

Установлено, что введение термопары во внутреннюю область вихревой трубы не влияет на параметры потока в ней, что подтверждается данными [3]. При этом потоки воздуха стремились закрутить вводимую через отверстие диафрагмы термопару и переместить ее в периферийную область ВТ.

Исследовано изменение температуры периферийного потокам ($T_{пер}$). Для этого в корпусе вихревой трубы проделаны отверстия диаметром – 1мм, глубиной 0,7 мм, при этом толщина стенки вихревой трубы составляла – 1 мм. В данных отверстиях были установлены термопары. Термопары были расположены по длине трубы, начиная с отступа от отверстия диафрагмы равного 30 мм, с шагом P – 10 мм (рис. 5).

В ходе эксперимента, в первоначальный момент времени τ = 1 с., термопары кратковременно фиксировали температуру в диапазоне 80–100 °C, в дальнейшем температура понижалась до значений представленных в таблице 2.

Полученные данные были сопоставлены с данными, полученными при помощи компьютерного моделирования. Теоретические исследования проводилось на ‘виртуальном стенде’ при помощи программного комплекса ВГД ‘FlowVision’, предназначенного для моделирования трехмерных течений жидкости и газа в технических и природных объектах, а также визуализации этих течений методами компьютерной графики.

Основные параметры вихревой трубы для виртуальной модели оставались неизменными и равнялись: длина трубы 180 мм, внутренний диаметр 19,3 мм. Два тангенциальных ввода имели круглое сечение диаметром 6 мм, диаметр отверстия диафрагмы равен 6,2 мм. Для создания варианта в программном комплексе, было выбрано:

Математическая модель – полностью сжимаемая жидкость; вещество – воздух;

на граничном условии «вход» были заданы следующие значения: температура – 20 □С; скорость –60 м/с; давление – 0,9 Мпа; 3 – Диафрагма (свободный выход)

Начальная сетка –8000 ячеек.

Полученное поле распределения температур представлено на рисунке 6.

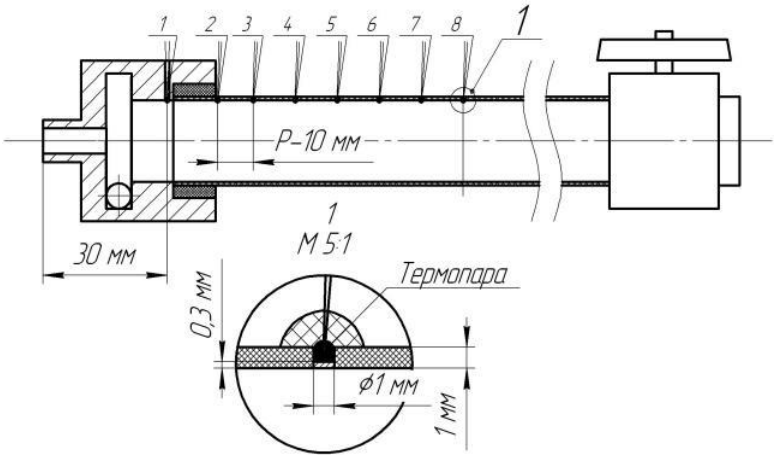


Рисунок 5. – Расположение ттермопар в корпусе вихревой трубы.

Таблица 3. – Показания термопар, расположенных в корпесе вихревой трубы

№ термопары	1	2	3	4	5	6	7	8
$T_{пер}$,°C	20	34	44	42	42	48	56	56

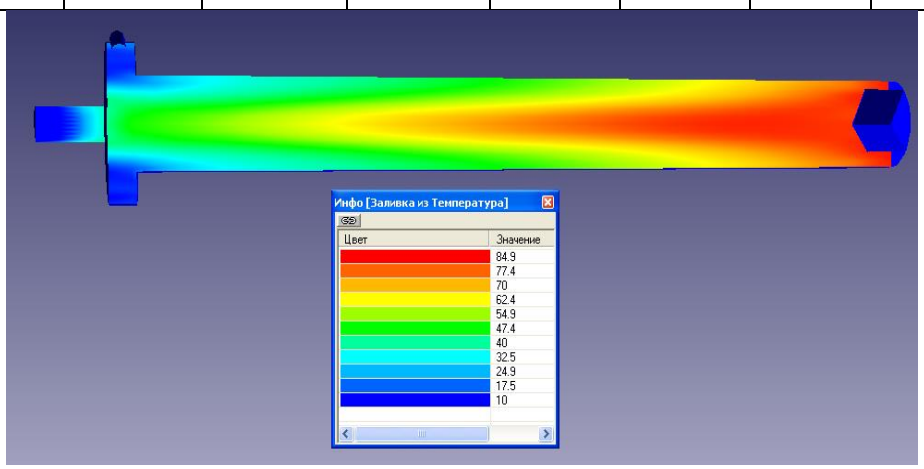


Рисунок 6. – Заливка из температур

Данные, представленные в таблице 1, были сопоставлены с данными, полученными при помощи компьютерного моделирования (табл. 3).

Таблица 3 – Сопоставление результатов экспериментов.

L,мм	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185
Натуральный эксперимент, °С	10	33	34	40	40	42	43	46	45	46
Виртуальный эксперимент, °С	3.8	49.4	56.2	63.1	69.3	74.5	78.4	81.2	81.9	80.6

Сходимость полученных значений представлена на рисунке 7.

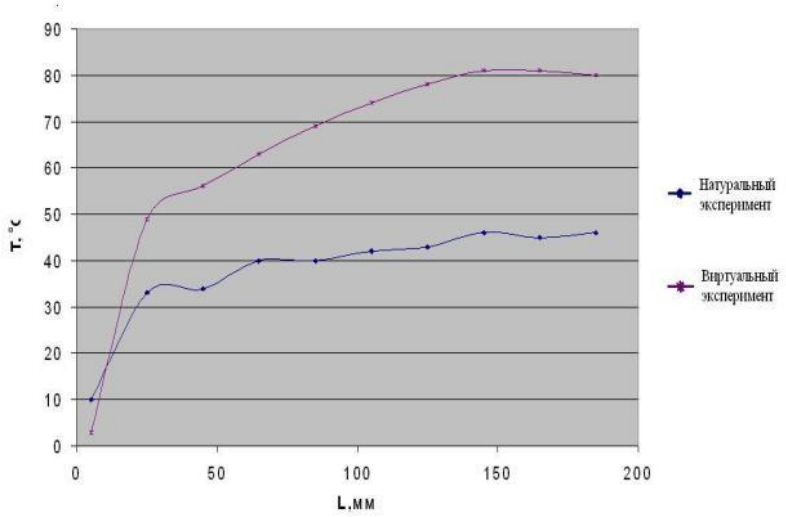


Рисунок 7. – Результат сходимости натурального и виртуального эксперимента, по данным полученным при измерении приосевого потока.

Данные, представленные в таблице 2, были сопоставлены с данными, полученными при помощи компьютерного моделирования, и занесены в таблицу 4. Данная сходимость представлена графически на рисунке 8. Анализ полученных данных показал, что имеющиеся расхождения возникают вследствие следующих факторов:

1 – В виртуальном эксперименте не учитывалась шероховатость стенки вихревой трубы.

2 – В виртуальном эксперименте не учитывается теплообмен горячего потока со стенкой вихревой трубы

3 – При проведении натурального эксперимента, в подаваемом сжатом потоке воздуха, присутствовало компрессорное масло, что негативно сказывается на энергетическом разделении.

При проведении компьютерного моделирования в момент времени $\tau = 1$ с, была зафиксирована температура периферийного потока 63 °С. Данный скачок зафиксирован непосредственно в начале движения периферийного потока. При этом распределение температуры периферийного потока по длине вихревой зоны представлено в виде графика на рисунке 9.

Таблица 4 – Сопоставление результатов экспериментов

№ термодатчика	1	2	3	4	5	6	7	8
Натуральный эксперимент, °С	20	34	44	42	42	48	56	56
Виртуальный эксперимент, °С	22.7	34.2	37.2	39.1	41.1	42.8	44.9	47.4

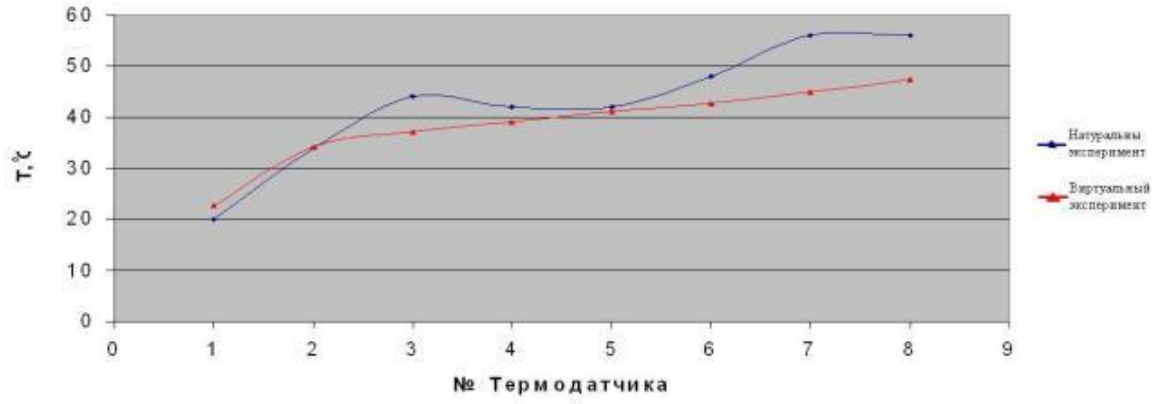


Рисунок 8. – Результат сходимости натурального и виртуального эксперимента по данным, полученным при измерении периферийного потока

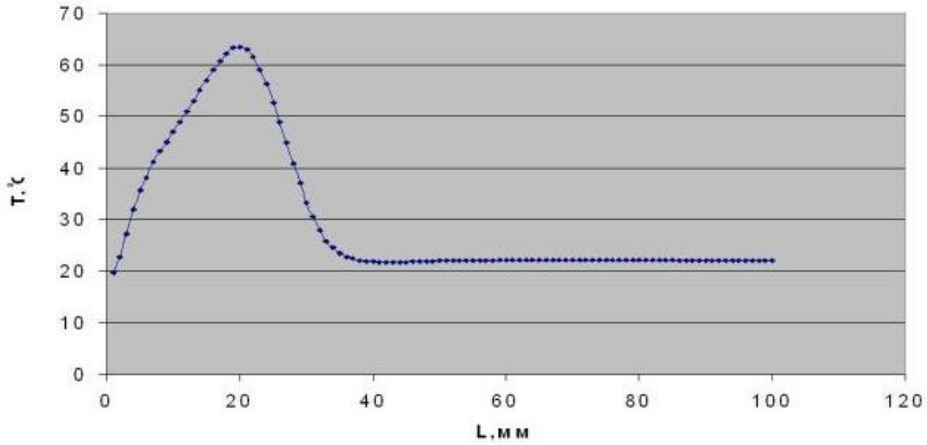


Рисунок 9 – Температурный скачок периферийного потока, зафиксированный в программном комплексе FlowVision.

Проведенные эксперименты показали, что выход холодного потока через отверстие диафрагмы осуществляется в пристенной области, в центр которой проникает атмосферный воздух. Было замечено, что эффект энергоразделения в вихревой трубе происходит не по длине вихревой зоны, а в области улитки. Полученные данные необходимы для проектирования вихревых устройств и понимания структуры потоков в них.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пиралишвили, Ш.А. Анализ влияния турбулентных характеристик течения в вихревых трубах на геометрию трубы и термодинамику процесса энергоразделения / Ш.А. Пиралишвили, Б.В. Барановский // Рыбинск,1991, Деп. ВНИИТИ 1991 № 1011-В91

2. Меркулов, А.П. Вихревой эффект и его применение в технике / А.П. Меркулов // М.: Издательство «Машиностроение», 1969. – 183 с.

3. Visheratin K.N., Kalashnik M.V. Cyclostrophic adjustment and cooling processes in Ranque-vortex tube // International Journal of Low Carbon Technologies. 2007. V. 2. No. 1. P. 10–19.

РЕЦЕНЗЕНТ

***Акулинин Евгений Игоревич**, к.т.н., доцент кафедры "Технологии продовольственных продуктов", начальник управления инновационной деятельности ФГБОУ ВПО "ТГТУ".*