

ISSN 2227-2038 (print)
ISSN 2227-2054 (online)

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Международная агроинженерия

научно-технический журнал



2013
выпуск 1



Тематическая направленность: техника и технологии сельскохозяйственного производства; процессы переработки сельскохозяйственной продукции; альтернативные источники энергии и топлива; использование информационных технологий в сельском хозяйстве; биоинженерия.

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Международная агроинженерия

научно-технический журнал

2013

Выпуск 1

Алматы, 2013

Редколлегия

Главный редактор:

Кешиуов Сейтказы Асылсеитович, д-р техн. наук, проф.,
акад. АСХН РК (КазНИИМЭСХ)

Заместители главного редактора:

Астафьев Владимир Леонидович, д-р техн. наук, проф.,
акад. АСХН РК (Костанайский филиал КазНИИМЭСХ);

Калиаскаров Марат Калиаскарович, д-р техн. наук,
член-корр. акад. АСХН РК (КазНИИМЭСХ)

Ответственный секретарь: **Алдабергенов Марат Карлович**,
к.т.н. (КазНИИМЭСХ)

Члены:

Доскалов Пламен - Профессор, PhD University of Ruse Department of futomatics & Mechatronics, (Bulgaria); **Havrland Bohumil** - prof. Ing Czech University of life sciences Prague (Czech Republic); **Раджеиш Кавассери** - ассоциированный профессор, доктор PhD Государственный университет Северной Дакоты, (США); **Andrzej Chochowski** - prof.dr hab.ing Варшавский университет естественных наук (SGGW); **Буторин В.А.**, д-р техн. наук, проф. Челябинский государственный аграрный университет (Россия); **Жалнин Э.В.**, д-р техн. наук, проф. Всероссийский ин-т механизации сельского хозяйства (Россия); **Некрасов А.И.**, д-р техн. наук, проф. Всероссийский ин-т электрификации сельского хозяйства (Россия); **Немцев А.Е.**, д-р техн. наук, проф. Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Россия); **Байметов Р.И.**, д-р техн. наук, проф. Узбекский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Узбекистан); **Раджабов А.Р.** д-р техн. наук, проф Ташкентский аграрный университет (Узбекистан); **Осмонов Ы. Дж.**, д-р техн. наук, проф. Кыргызский национальный аграрный ун-т им. К.И. Скрябина (Кыргызстан); **Абилжанулы Т.**, д-р техн. наук, проф. (КазНИИМЭСХ); **Адуов М.А.**, д-р техн. наук, проф. Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина; **Алдибеков И.Т.**, д-р техн. наук Казахский национальный аграрный ун-т; **Голиков В.А.**, д-р техн. наук, проф., акад. НАН РК (КазНИИМЭСХ); **Грибановский А.П.**, д-р техн.наук, проф., акад. НАН РК (КазНИИМЭСХ); **Дерепаскин А.И.**, д-р техн.наук (Костанайский филиал КазНИИМЭСХ); **Жортуылов О.Ж.**, д-р техн. наук, проф. (КазНИИМЭСХ); **Жунисбеков П.Ж.**, д-р техн. наук, проф. (Казахский национальный аграрный ун-т); **Омаров Р.А.**, д-р техн. наук (КазНИИМЭСХ); **Козак А.И.**, к.т.н. (Аккольский филиал КазНИИМЭСХ); **Нукешев С.О.**, д-р техн. наук, проф. (Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина);

СОДЕРЖАНИЕ

Козак А.И. К вопросу создания адаптивной системы технического сервиса	4
Калиаскаров М.К. Анализ обеспеченности АПК Казахстана сельскохозяйственной техникой и предложения к программе сельскохозяйственного машиностроения	10
Алдабергенов М.К., Коваль А.В. Проблемы производства и применения биоприсадок к дизельному топливу для снижения экологических напряженности современных мегаполисов.....	16
Астафьев В.Л., Пигарев Е.В. Прямой посев в условиях острозасушливого земледелия.....	27
Раджабов А.Р., Музафаров Ш.М. Исследование параметров электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость».....	34
Некрасов А.И., Борисов Ю.С. Методы контроля работоспособного состояния электродвигателей	41
Байметов Р.И., Кушанов Л.А. Комбинированный плуг с роторными отвалами	50
Астафьев В.Л., Семибаламут А.В., Бирюков Н.М., Шипотько В.Н., Кащенко А.В. Обоснование параметров и режимов работы барабана для отделения грубой примеси по результатам экспериментальных исследований.....	54
Шугубаев Ж.Б. Определение ресурсов лап почвообрабатывающих машин.....	59
Шугубаев Ж.Б., Сарымсаков Д.В., Даулетхан А. Контроль загрязненности топливных фильтров.....	64
Камбаров Б.А. Основные параметры рулевой трапеции хлопководческого трактора	67
Требования к научным статьям, размещаемым в журнале «Международная агроинженерия».....	74

УДК 631.173

Козак А.И., к.т.н, Аккольский филиал КазНИИМЭСХ, г. Акколь

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Рассмотрены основные подходы к построению и функционированию адаптивной системы технического обслуживания и ремонта машин, учитывающей изменение условий сельскохозяйственного производства и структуры машинно-тракторного парка в республике

Практика показывает, что эффективное использование машин возможно только при наличии хорошо организованного технического сервиса. Существовавшая ранее система технического обслуживания и ремонта машин базируется на устаревших положениях и нормативных материалах, которые не отвечают современным требованиям системы машин и новому поколению сельскохозяйственной техники, поступающей в последние годы на техническое переоснащение сельскохозяйственного производства, в соответствии с изменившимися экономическими отношениями. В связи с этим следует пересмотреть основные подходы к построению и функционированию системы технического обслуживания и ремонта машин с учетом новых требований, то есть адаптировать систему к новым условиям.

Необходим комплексный подход к организации технического обслуживания и ремонта машин, включающий в себя систему технологий, машин, оборудования и нормативов для технической эксплуатации машинно-тракторного парка. Данная система должна быть основана на анализе современного состояния парка машин и ремонтно-технической базы, нормативных документах с учетом оптимальных издержек использования оборудования, трудоемкости выполнения работ для типовых структур инженерно-технического сервиса, сложившихся на данный момент в сельскохозяйственном производстве Казахстана.

За последние годы в республике заметно оживился рынок новой сельскохозяйственной техники. Этому способствовало улучшение экономического положения сельских товаропроизводителей и реальная помощь государства. Однако, несмотря на это, обновление техники идет медленными темпами. Так, если в советское время техника обновлялась ежегодно на 10-12%, что позволяло поддерживать средний возраст парка машин в пределах 7-8 лет, то за последние годы техники уровень обновления по различным машинам не превышал 1-3 %. Вследствие этого мы имеем парк машин, средний возраст которых составляет 12-15 и более лет.

Техническая готовность машин, работающих за пределами нормативного срока службы, в периоды основных полевых работ составляет 50...70% при нормативе 85...92%, что свидетельствует о низком уровне их надежности и недостаточном сервисном обеспечении. Отсюда и дополнительные затраты времени и средств на выполнение этих работ. В этих условиях сфера ремонта и обслуживания техники является приоритетной и требует к себе внимания и поддержки, как со стороны владельцев техники, так и государства.

Ожидать существенного роста темпов обновления техники в ближайшей перспективе не приходится, следовательно, тенденция старения машинно-тракторного парка сохранится, и основной объем механизированных полевых работ в сельском хозяйстве будет выполняться машинами с высоким сроком эксплуатации. Задача системы технического обслуживания и ремонта машин заключается в том, чтобы обеспечить условия для эффективного использования техники, в том числе и отработавшей свой нормативный срок службы.

Анализируя структуру и состав поступающей техники можно сделать вывод о сложившейся тенденции бессистемного ее завоза без должной проверки на соответствие зональной системе технологий и машин, без оценки ее приспособленности к местным условиям, качеству применяемых нефтепродуктов, существующей ремонтно-обслуживающей базе.

Поддержание в работоспособном состоянии многономенклатурного парка машин требует больших затрат финансовых и трудовых ресурсов. Проблему осложняет многомарочность машин, завозимых в республику, отсутствие их качественного сервисного сопровождения, не выполнение поставщиками своих обязательств по гарантийному и послегарантийному обслуживанию, отсутствие необходимой материально-технической базы.

Существующая ремонтно-обслуживающая база, которая создавалась в 80-е годы прошлого столетия и представлена ремонтными мастерскими хозяйств и ремонтно-восстановительными предприятиями, пришла в упадок и непригодна для качественного обслуживания и ремонта современных машин и не обеспечивает требуемую готовность техники в период проведения полевых работ. Основной объем ремонтных работ (до 90%) хозяйства выполняют собственными силами без применения специализированного оборудования, оснастки, требуемых материалов, при дефиците качественных запасных частей.

Вследствие этого владельцы техники несут ощутимые материальные потери при использовании машин, что отражается на качестве и себестоимости продукции, и в целом на конкурентоспособности сельскохозяйственного производства.

Парк машин сельскохозяйственного назначения в республике неоднороден. Основную долю (до 80 %) составляют машины выпуска до

1994 года. Другую группу составляют машины нового поколения производства стран ближнего зарубежья, преимущественно России и Беларуси, третью группу формирует техника дальнего зарубежья. Адаптивность системы технического сервиса должна заключаться, прежде всего, в учете как технологических, так и организационных особенностей при обслуживании и ремонте каждой группы машин.

Если, к примеру, для управления надежностью машин первой группы могут использоваться средства диагностики простейшего типа, основанных на механических средствах измерения, то для третьей группы машин необходимы автоматизированные средства измерения с использованием информационно-вычислительных комплексов. Основное требование к средствам технического сервиса – они должны быть адаптированы к существующему парку машин, обеспечивать высокую надежность, топливную экономичность, производительность, техническую и экологическую безопасность использования машин.

Система должна охватывать комплекс работ по технической эксплуатации – техническое обслуживание, ремонт, техническую диагностику и хранение с учетом современных тенденций развития безразборных методов диагностирования и проведения работ по техническому состоянию, отвечать современным требованиям управления производственными процессами, в том числе компьютеризации технической эксплуатации.

Это означает внедрение в практику сельскохозяйственного производства новых современных методик и средств диагностирования технического состояния машин, учет информации по производственной ситуации, возможность оценки издержек от нерациональных решений, потерь от простоя и неэффективного использования машин, что достигается за счет использования информационных систем управления процессами технического сервиса. Информационные системы управления техническим обслуживанием и ремонтом на основе контроля параметров технического состояния позволяет реализовать метод обслуживания машин по состоянию с меньшими затратами труда и средств и простоями техники.

Основные характеристики традиционной (существующей) и предлагаемой (адаптивной) систем технического сервиса приведены в таблице 1.

С каждым годом в структуре машинно-тракторного парка увеличивается доля современной сложной техники, происходит ее старение и износ. По этой причине возникла проблема технического обслуживания и ремонта таких машин после гарантийного периода. Имеющаяся ремонтная база, оснащенная устаревшими средствами ремонта, на данный момент не приспособлена для качественного ремонта этих машин.

Таблица 1 – Характеристики систем технического сервиса

Традиционная	Адаптивная
<i>Принципы построения</i>	
<p>Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта машин с плановым централизованным распределением материальных и финансовых средств. (Директивно управляемая система технического сервиса)</p>	<p>Адаптивная система инженерно-технического сервиса базируется на применении ресурсосберегающих стратегий, технологий и оборудования для выполнения ремонтно-обслуживающих работ. В основе функционирования системы - управление техническим состоянием машин и выбор оптимальных стратегий выполнения ремонтно-обслуживающих работ с применением информационных технологий. (Рынок товаров и услуг, сочетание фирменного сервиса, регионального и бизнес-сервиса)</p>
<i>Виды и методы ремонтных работ</i>	
<p>Ориентация на сложные и затратные капитальные ремонты полнокомплектных машин, обезличенный ремонт машин, узлов и агрегатов. Отдельные технологии ремонта для каждой марки машины, ее узлов и агрегатов.</p>	<p>Ориентация на ремонт составных узлов и агрегатов машин, применение необезличенного метода ремонта машин путем замены узлов и агрегатов. Унифицированные технологии ремонта однотипных узлов и агрегатов машин разных марок. Многopредметные технологии ремонта различных узлов и агрегатов. Технологии безразборного восстановления и повышения ресурса изношенных деталей машин на основе применения наноматериалов.</p>
<i>Ремонтно-обслуживающая база</i>	
<p>Специализированные ремонтные предприятия (заводы) по капитальному ремонту полнокомплектных машин. Ремонтные мастерские районного уровня. Мастерские хозяйств.</p>	<p>Ремонтно-восстановительные предприятия, специализированные на ремонте узлов и агрегатов машин. Специализированные участки по ремонту однотипных узлов и агрегатов машин разных марок. Сервис-центры. Мастерские хозяйств.</p>
<i>Средства технического сервиса</i>	
<i>для ремонта машин</i>	
<p>Ремонтное оборудование узкоспециализированное, рассчитанное на большую производственную программу ремонта, обладающее большими габаритами, металлоемкостью и стоимостью.</p>	<p>Оборудование универсальное, высокопроизводительное, с широкими функциональными и эксплуатационными возможностями, малыми габаритами и массой, эргономичностью, соответствующее требованиям технической и экологической безопасности с применением гидравлики высоких давлений, пневматики, качественных материалов и электроники.</p>

Продолжение таблицы 1.

<i>для технического обслуживания, диагностирования, устранения неисправностей машин</i>	
Стационарные и передвижные средства, ориентированные на технику производства советского периода, укомплектованы устаревшими приборами, оснасткой и инструментом	<p>Базовые сервисные модули для восстановления работоспособности машин, как в полевых условиях, так и в условиях стационара. Исполнение модулей зависит от объема и содержания выполняемых сервисных работ и может быть переносным, стационарным и мобильным</p> <p>Мобильные и стационарные многоагрегатные сервисные комплексы, обладающие необходимыми функциями для обеспечения работоспособности машины и ее восстановления в условиях рядовой эксплуатации.</p> <p>Комплекты диагностических средств на основе современного приборного обеспечения, позволяющие производить оценку технического состояния и прогнозировать ресурс машин, агрегатов, узлов и смазочных масел.</p> <p>Ориентированы на технику ближнего и дальнего зарубежья.</p>

Поддержание в работоспособном состоянии современной сельскохозяйственной техники невозможно без наличия сервисных центров по гарантийному и послегарантийному обслуживанию машин. В то же время в республике сервисные центры фирм-изготовителей машин не получили должного развития.

Существующие сервисные центры созданы поставщиками машин, их функции ограничены в основном только продажей техники и запасных частей. Также в их функции входит обслуживание и устранение неисправностей машин в гарантийный (за счет собственных средств) и послегарантийный (за счет средств владельцев машин) периоды эксплуатации с использованием новых запасных частей; обучение потенциальных покупателей правилам использования и обслуживания машин. Вопросы ремонта и восстановления машин и их составных частей в сферу услуг сервисных центров не входят.

Анализ публикаций о фирменном техническом сервисе в передовых странах Западной Европы и Америки показывает, что альтернативы этой форме обслуживания нет. Основная движущая сила развития и совершенствования фирменного технического сервиса – конкуренция фирм-изготовителей за насыщенный (а иногда и перенасыщенный) рынок сбыта. Для реализации своей продукции они постоянно стремятся повысить качество изготовления машин, их эксплуатационную надежность, экономичность, универсальность и многие другие характеристики и потреби-

тельские качества, а также обеспечить потребителей высококачественным сервисом.

В дальнем зарубежье развитие сети дилерских центров сервисного обслуживания проводится на основе фирменных стандартов ведущих производителей сельскохозяйственной техники в соответствии с действующими в этих странах нормативно-правовыми документами, согласованными с ассоциациями сельхозпроизводителей. Прямое применение в республике действующих зарубежных норм не представляется возможным из-за различия правовой среды, особенностей производства и практики ведения сельского хозяйства.

Для решения проблемы своевременного и качественного технического сервиса в республике необходима законодательная нормативно-правовая база, обязывающая фирмы-изготовители поставляемых машин создавать сеть региональных (на уровне района, области) дилерских технических центров обслуживания (сервисных центров) и обеспечивать поставляемые машины качественным сервисом. Так же необходимо законодательное закрепление за поставщиками машин и оборудования обязательств по обеспечению поставляемых машин качественным сервисом не только в гарантийный, но и послегарантийный период.

Специализация применяемых технических средств для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, обеспечение сервисных подразделений оснасткой и приборами контроля и диагностирования по оценке технической состоянием машин и оборудования, достижение оптимальных параметров их функционирования, организация кооперированного и специализированного производства должны быть отражены в системе технического обслуживания поставляемой в республику сельскохозяйственной техники. Совместно с поставкой технологического оборудования должна предусматриваться и передача организационной и технологической документации, что облегчит и расширит возможности совершенствования системы ремонта и обслуживания сельскохозяйственной техники в республике.

*М. Калиаскаров, заместитель генерального директора
КазНИИМЭСХ, доктор технических наук*

АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ АПК КАЗАХСТАНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКОЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ К ПРОГРАММЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

В статье приведены результаты анализа технической обеспеченности сельскохозяйственного производства Казахстана и состояния отечественного сельскохозяйственного машиностроения.

Казахстан, являясь крупной зерносеющей страной и не имея собственного сельхозмашиностроения, остается полностью импортозависимой страной по продукции сельхозмашиностроения. В результате отрасли растениеводства приходится адаптироваться под импортную технику, что не всегда оправдывается. Для обеспечения собственной продовольственной безопасности, необходимо иметь собственное сельхозмашиностроение, которое производило бы технику, адаптированную к зональным природно-климатическим условиям.

На сегодняшний день единственный тракторный завод АО «Казахстантрактор» (бывший Павлодарский тракторный завод), в последние годы переживает далеко не самые лучшие времена в своей истории. Когда-то с его сборочной линии выходило свыше 50 тыс. гусеничных тракторов в год, но потом такое количество техники оказалось невостребованным. На данный момент завод практически простаивает и выпускает лишь ограниченное количество запчастей к тракторам.

В Казахстане практически не осуществляется производство колесных тракторов, которые пользуются в стране огромной популярностью, за исключением 20 единиц тракторов МТЗ, собранных в 2005 году в АО «Казахстантрактор» и 70 единиц тракторов МТЗ, собранных в 2009 году в ТОО «СемАЗ».

В 2003 году в АО «Уральскагрореммаш» была произведена сборка и успешная реализация на рынке Казахстана около 80 единиц тракторов ЮМЗ-6. К 2006 году планировалось увеличение объемов производства до 500 ед. с выпуском 40% комплектующих в Казахстане. При дальнейшей реализации программы, поставка комплектующих узлов и деталей на эти трактора стала осуществляться через частные торговые дома, целью которых была продажа, а не организация совместного производства, что привело к удорожанию продукции, и предприятие было вынуждено отказаться от дальнейшего сотрудничества.

По данным Агентства по статистике РК за последние 4 года, АО «Агромашхолдинг», на базе Костанайского дизельного завода осуществило сборку более 350 тракторов [1].

Импорт колесных и гусеничных тракторов республики представлен практически всеми ведущими странами-производителями мира, с преобладанием тракторов производства стран СНГ – России, Украины и Беларуси, что напрямую связано с их относительно доступной стоимостью, адаптированностью к почвенно-климатическим условиям Казахстана, наличием необходимой сервисной базы ремонта и технического обслуживания. Самую большую долю в общем объеме импорта составляет трактора класса мощности до 75 кВт (46 %).

За период 2000-2011гг. импортировано в страну 4979 тракторов из разных стран мира, при этом основную массу тракторов составили из Беларуси – 75 %, России – 10 % и Украины – 5 % [1].

Емкость рынка тракторов для сельского и лесного хозяйства Казахстана из года в год увеличивается. В ближайшие 2-3 года прогнозируется рост рынка тракторов до 5,4 тыс. единиц в год.

Состав тракторного парка АПК республики на начало 2012 года составляет 178,3 тыс. единиц. Из всего парка машин преобладают колесные трактора тягового класса свыше 0,9 до 1,4 составляющие 59 %.

В последние годы в Казахстане ежегодно засеваются порядка 15-16 млн. га посевной площади. В проведении уборочных работ участвуют более 44 тысяч зерноуборочных комбайнов. Из них около 80% составляют морально устаревшая и физически изношенная техника.

В западных странах хорошо развита механизация сельскохозяйственных работ и сельхозмашиностроение. Соответственно имеет высокий уровень обеспечения сельскохозяйственной техникой. Например, обеспеченность тракторами в расчете на 1000 га посевной площади составляет в Германии – 124, Голландии – 91, Великобритании – 86, Франции – 85, Бельгии – 82, США – 35 единиц. А в странах СНГ в Узбекистане – 26, Украине – 12, России – 4 единиц. Обеспеченность зерноуборочными комбайнами в расчете на 1000 га посевной площади составляет в Швеции – 32, Голландии – 22, Дании – 21, Бельгии – 20, Франции и США – 19, Узбекистане – 7, России – 5 единиц.

Вместе с тем, в Казахстане отмечается тенденция роста использования современных высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов производства стран дальнего зарубежья. Так, в уборочной компании 2012 года участвовало около 2,8 тыс. таких комбайнов, что составляло 5,5% общего количества зерноуборочных комбайнов.

Наряду с высокопроизводительной уборочной импортной техникой, львиная доля, более 85%, приходится на комбайны типа «Енисей» и «Нива», которые практически отработали свой амортизационный срок службы.

Не учитывая незначительное количество более производительных комбайнов, можно определить, что в среднем на каждую единицу уборочной техники приходится более 340 га посевной площади. Это в 1,4

раза больше, чем сезонного норматива, равного 250 га на один комбайн [2].

Если учесть, что для современных комбайнов сезонная норма составляет в среднем 300 га, то для осуществления уборки в оптимальные агротехнологические сроки, республике необходимо иметь 51,3 тыс. зерноуборочных комбайнов, т.е. недостает около 4,7 тыс. зерноуборочных комбайнов.

За последние 11 лет, страна потратила на приобретение только 6280 единиц зерноуборочных комбайнов более 75,9 млрд.тенге, из них производства Российской Федерации – 55,2%, стран дальнего зарубежья – 44,8%.

По данным Агентства статистики РК в республике за 2002-2008гг. произведена сборка 1052 зерноуборочных комбайна. За последние 3 года произведенные комбайны являются продукцией Костанайского АО «Агро-ромашхолдинг». В 2011 г. им было собрано 415 комбайнов «Енисей» и 52 единицы – комбайн «Есиль».

Рынок зерноуборочной техники Казахстана является одним из самых перспективных для зарубежных производителей-поставщиков. Потенциал роста спроса на зерноуборочные комбайны очень высок, что привлекает в страну большое количество крупнейших иностранных производителей.

На основании таможенной статистики, в структуре импорта зерноуборочных комбайнов произошел спад почти наполовину в 2011 году по отношению к 2005 году, который компенсировался резким ростом импорта продукции почти на 88%. В результате, это привело к фактическому равенству объемов поставок в 2005 и 2011 годах [3].

В настоящее время традиционной продукцией Российского сельхозмашиностроения в Казахстане является зерноуборочная техника, которая конкурирует с зарубежными комбайнами. Тем не менее, Россия по-прежнему является основным поставщиком зерноуборочных комбайнов в Казахстан, занимая 75% рынка республики.

Исходя из прогнозных данных по импорту, производству и экспорту, можно предположить, что прогнозные данные объема рынка зерноуборочных комбайнов будут представлять собой условную модель развития рынка, которая имеет высокую долю вероятности при сохранении внешних условий существования рынка комбайнов. Таким образом, в 2013 году размер рынка может достигнуть уровня 2010 года и в последующие годы увеличится до 2500 комбайнов в год.

По данным Министерства сельского хозяйства РК, на начало 2011 г. АПК республики располагает парком зерноуборочных комбайнов более 51,4 тыс. единиц, из них 91,6 % составляет комбайны из России («Енисей» – 50%, СК-5 – 33,1 % , Дон-1500 – 2,5 % , Вектор – 3,3%), остальные 7,6 % – комбайны из дальнего зарубежья [1].

В части прогноза изменения объемов импорта в 2013-2014 годах нужно предвидеть ожидаемый всплеск потребления комбайнов, в силу выработки ресурса техники, имеющейся в распоряжении у производителей зерна республики

За 2002-2012годах в Казахстане из уборочной техники производились только жатки.

Динамика снижения производства посевной техники (628 шт. – 2002г., 3 шт. – 2006г.) связана с приватизацией, впоследствии с реструктуризацией и переориентацией производства основного производителя сеялок, бывшего завода «Целинсельмаш» (в настоящее время «Астана-технопарк»).

За 2000-2012гг. импортировано 34 тыс. единиц посевной техники. Из них 11,9 тыс. единиц (42,5%) современные сеялки точного высева с центральным приводом. В структуре импорта посевной техники преобладает техника канадского 8487 единиц (77%), американского 1193 ед. (11%) и китайского производства 497 ед. (4,5%).

За 2002-2012 гг. произведено 995 единиц почвообрабатывающей техники отечественного производства. В связи с уменьшением отечественного производства почвообрабатывающей техники, в общем импорте преобладает техника данной группы украинских 17148 ед. (69%) и российских производителей 6838 ед. (28%).

В целом динамика рынка основной сельскохозяйственной техники показывает стабильное увеличение рынка из года в год. Так, за 2011г. объем продаж вырос до 87 750 млн. тенге, против 9180 млн. тенге в 2002г. Таким образом, объем продаж вырос в 9,5 раз, это свидетельствует о том, что рынок основной сельскохозяйственной техники насыщается высокопроизводительной и одновременно дорогой по стоимости зарубежной техникой. При этом дороговизна техники оправдывается её высокой производительностью.

За последние 7 лет в республике произведено более 5,6 тыс. единиц сельскохозяйственной техники на общую сумму 28 275 млн. тенге. При этом пик производства приходится на начало исследуемого периода в 2008 году - 1117 единиц техники на сумму 15 525 млн. тенге. В 2011г. импортировано сельскохозяйственной техники на сумму 71 700 млн. тенге, что больше почти на 3 750 млн. тенге, чем в 2007 г. При этом импорт из стран СНГ за 2011г. снизился на 3 315 млн. тенге, а импорт из других стран наоборот возрос на 6 750 млн. тенге [3].

Импорт основной сельскохозяйственной техники за рассматриваемый период составил 240 млрд. тенге. В том числе импорт из стран СНГ составил чуть более трети (36%), а остальные две трети от всего импорта основной сельскохозяйственной техники составляет импорт из стран дальнего зарубежья.

Каждой из предложенных стратегий будут соответствовать различные целевые сегменты потребительского рынка, поскольку выгоду от работы в том или ином сегменте рынка надо сопоставлять с финансовыми и производственными возможностями предприятия.

При выборе стратегии не следует ориентироваться на один сегмент потребительского рынка – это является рискованным в нашей экономической ситуации. Работа в нескольких сегментах потребительского рынка позволит более гибко реагировать на изменение экономической ситуации. При снижении спроса в одном сегменте потребительского рынка можно быстро переключиться на другой, более экономически стабильный, для поддержания финансово-экономической стабильности предприятия.

Основанием для разработки, второй по счету, программы сельскохозяйственного машиностроения является «Программа развития машиностроительного комплекса Республики Казахстан» Министерства индустрии и новых технологий РК на 2009-2011 годы. Прошедшие годы перехода к рынку были годами устойчивого снижения количественных и качественных параметров машинно-тракторного парка сельского хозяйства и, как следствие, технологического уровня аграрного производства [4].

В республике выпускается менее 1% требуемой номенклатуры сельскохозяйственной техники. Рынок сельскохозяйственной техники создается бессистемно за счет импорта. Из-за отсутствия государственного контроля, закупаемая техника не подвергается испытаниям, оценке соответствия зональным почвенно-климатическим условиям по регионам нашей страны. Функционирование многономенклатурного неадаптированного парка машин сопровождается большими расходами.

Такие же тенденции наблюдаются и в перерабатывающих отраслях АПК. Спад производства и неконкурентоспособность многих видов отечественного продовольствия обуславливают экспансию продуктов питания из зарубежных стран. Это обостряет проблему сбыта отечественной продукции.

Стратегические планы Правительства РК по развитию сельскохозяйственного машиностроения на предстоящие годы, безусловно, актуальны. Согласно Постановления Правительства Республики Казахстан № 926 еще в 2004 году разработана Программа развития машиностроительного комплекса Республики Казахстан, а в 2005-2007 годах – конкретные меры по развитию машиностроительной отрасли с учетом приоритетного развития отраслей, в том числе и сельскохозяйственного машиностроения. Однако существенного сдвига от этих программ не было.

Сегодня земледелец 40% рабочего времени, 17% стоимости основного капитала тратит на устранение неисправностей, техническое обслуживание и ремонт машин, что делает его труд непроизводительным и затратным.

Высокопроизводительное использование машин в сельском хозяйстве возможно только при своевременном и качественном обслуживании и ремонте, что обуславливает актуальность работ, направленных на формирование в республике эффективно действующей системы технического сервиса, адаптированного к новым экономическим условиям и изменившейся структуре машинно-тракторного парка.

Нынешние планы развития сельскохозяйственного машиностроения, безусловно, своевременно, так как прежние планы Министерства сельского хозяйства РК по оздоровлению инфраструктуры сельскохозяйственного машиностроения существенного результата не дали.

Министерство индустрии и новых технологий РК очевидно учтет негативные моменты прежних программ и примет необходимые меры.

Нынешняя ситуация в инфраструктуре сельскохозяйственного машиностроения требует кардинальных мер по оздоровлению технологического и технического состояния предприятий сельскохозяйственного машиностроения.

Литература

1 Абдулин Н.Ж. Машинно-тракторный парк сельского хозяйства Казахстана: состояние и перспективы развития / Проблемы агрорынка, № 2, 2011. – С. 106-109.

2 Система технологий и машин для возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Северного Казахстана. – Костанай: Костанай полиграф, 2008. - 176 с.

3 Сигарев М.И., Палагина И.А. Инновационное развитие сельскохозяйственного производства Казахстана: опыт и проблемы / Проблемы агрорынка, № 2, 2011. – С. 5-10.

4 «Программа развития машиностроительного комплекса Республики Казахстан» Министерства индустрии и новых технологий РК на 2009-2011 годы.

УДК: 73.01.94.31.09; 62.35.31; 31.17.39; 34.35.51

*Алдабергенов М.К. к.т.н., доцент экологии, КазНИИМЭСХ, г. Алматы,
Коваль А.В. ведущий инженер Ом ГАУ, г. Омск, Россия*

ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРИСАДОК К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕГАПОЛИСОВ

В статье проведен анализ состояния получения биодизеля и рассмотрены проблемы разработки технологии и технических средств получения биоприсадок из остатков растительных масел, нерафинированных масел, плавящихся животных жиров, обосновано соотношение биоприсадок и дизельного топлива для максимального снижения выбросов ДВС в атмосферу и улучшения экологической напряженности в современных мегаполисах

Практическую реализацию глобальной энергоэкологической стратегии предлагается начать с программы партнерства «Зеленый мост» на период до 2020 года, ранее поддержанной на региональных конференциях ЭСКАТО, ЕЭК ООН, ИСЕСКО, где представлены интересы около 100 стран и почти трех четвертей населения планеты. Важно, что подобные идеи уже получили высокую оценку со стороны экспертов.

В Казахстане, в отличие от Европы, 90% земельных ресурсов не загрязнены химикатами и пестицидами, поэтому есть возможность выращивать «чистые» продукты питания, которые будут иметь большую стоимость и спрос на международных рынках

А также наша страна имеет огромный потенциал возобновляемой энергетики, которая будет способствовать выработке дешевой энергии без загрязнения окружающей среды и разрушения природных ресурсов. Кроме того, в рамках концепции «Зеленый мост» можно учесть создание экологичной инфраструктуры при строительстве трансграничных коридоров.

Одним из наиболее перспективных альтернатив для дизельных двигателей является биотопливо на основе растительных масел. В последнее время наибольший интерес вызывает использование в качестве топлива для дизелей топливо, получаемое из растительного масла. В условиях резкого удорожания традиционных моторных топлив и заметного истощения нефтяных месторождений использование топлив растительного происхождения в дизелях становится экономически оправданным.

В США в 2006 году на 88 заводах было произведено более 2200 млн. литров биодизеля, а также активно функционирует система реутилизации отработанных растительных и животных масел с налоговыми льготами. Эффективно действуют федеральные законы о сельском хозяй-

стве, 2002, и др.). В отдельных штатах есть собственные программы по биодизелю.

В странах ЕС к настоящему времени производство биодизеля составляет более 10 млн. тонн, а также запланировано к 2015 году довести до 21,0 млн. тонн, хотя декларируемые Еврокомиссией объемы потребления указывают на уровень 19,0 млн. тонн.

Использование на транспорте биотоплива на основе рапсового масла обеспечивает решение проблемы замещения нефтяных топлив, значительно расширяет сырьевую базу для получения моторных топлив, облегчает решение вопросов снабжения топливом транспортных средств и стационарных установок. Возможность получения биотоплива с требуемыми физико-химическими свойствами позволяет целенаправленно совершенствовать рабочие процессы дизелей и, тем самым, улучшить показатели топливной экономичности с одновременным снижением токсичности ОГ.

Использование топлива на основе рапсового масла позволит не только заменить нефтяные моторные топлива альтернативными, но и улучшить показатели токсичности отработавших газов [1]. При работе дизельных двигателей на биотопливе снижается уровень эмиссии токсичных компонентов – прежде всего, несгоревших углеводородов (в 1,5-2 раза).

Вопросам использования топлива растительного происхождения в двигателях внутреннего сгорания посвящены многочисленные работы. Например, исследования [2, 3, 4] дают наиболее полное представление об основных физических (плотность, вязкость, поверхностное натяжение) [5] и химических свойствах (химический состав, метановое число, теплотворная способность) этих топлив во взаимосвязи с особенностями их непосредственного использования на двигателе.

Представлены результаты ряда исследований характеристик дизелей автотракторного назначения, работающих на растительных маслах и их смесях с дизельным топливом, на основании результатов исследований проведенных Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана, Московским государственным агроинженерным университетом им. В. П. Горячкина, Российским университетом дружбы народов (РУДН), ГТУ «МАДИ», ВИМ, НПП «Агродизель», НТУ «Харьковский политехнический институт», а также работ Маркова В. А., Зенина А. А., Девянина С. Н., Гусакова С.В., Патрахальцева Н.Н., Пономарева Е.Г., Савельева Г.С., Семенова В.Г. и ряда других ученых.

Анализ приведенных данных дает возможность судить об основных преимуществах и недостатках по отношению к физико-химическим свойствам дизельного топлива. Повышенное содержание кислорода способствует снижению токсичности в общем случае [6]. В то время как низшая теплота сгорания, а также большая вязкость и плотность ухуд-

шают процесс смесеобразования и воспламенения, что препятствует достижению уровня технико-экономических показателей дизелей.

В целом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности регулирования состава смесевых биотоплив в соответствии с режимом работы исследуемого дизеля. Для определения характеристик такого регулирования необходимо использовать методы многопараметрической оптимизации, предусматривающие комплексную минимизацию показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов [7].

Биодизель, как показали опыты, при попадании в воду не причиняет вреда растениям и животным. Кроме того, он подвергается практически полному биологическому распаду: в почве или в воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99% биодизеля, что позволяет говорить о минимизации загрязнения рек и озёр.

Сокращение выбросов CO_2 . При сгорании биодизеля выделяется ровно такое же количество углекислого газа, которое было потреблено из атмосферы растением, являющимся исходным сырьём для производства масла, за весь период его жизни. Биодизель в сравнении с обычным дизельным топливом почти не содержит серы.

Высокая температура воспламенения. Точка воспламенения для биодизеля превышает 120 градусов Цельсия, что позволяет назвать биогорючее относительно безопасным веществом. Двигатели работающие на смесевом дизельном топливе выбрасывают CO_2 на 10-30% меньше.

Применение процесса этерификации растительного масла метиловым спиртом дало возможность получить метиловые эфиры жирных кислот. Эти эфиры оказались на удивление похожими по своим физико-химическим показателям на минеральное дизельное топливо и вполне пригодны для применения в качестве горючего в двигателях внутреннего сгорания в чистом виде. Эфиры отлично смешиваются с минеральным дизельным топливом в любых пропорциях. Именно эфиры растительных масел можно назвать настоящим биодизелем.

Биодизель применяется на автотранспорте в виде различных смесей с дизельным топливом. Смесь дизельного топлива с биодизелем обозначается буквой В; цифра при букве означает процентное содержание биодизеля. В 2 – % биодизеля, 98% дизельного топлива. В100 – 100% биодизеля.

Полученные результаты при проведении экспериментальных и расчетных исследований показывают, что применение смеси биотоплива в дизельное топливо заметно влияет на теплотворную способность, увеличение смеси до 60% не влияет на мощностные показатели дизеля, позволяет снизить дымность отработавших газов исследуемого дизеля в 2,5-3 раза и не требует дополнительного регулирования [8]. Преимущества биодизеля в том, что в нем не содержится сернистых соединений, для очистки

от которых существует стадия гидрообессеривания нефтяных фракций, нет необходимости депарафинизации для получения зимних видов дизельного топлива.

Прототипом предлагаемой установки по производству биодизеля является установки «ПАРУС» - ТУ 3615-001-19924412-2006, которая позволяет получить продукт в условиях фермерского хозяйства и малого предпринимательства с производительностью от 1 до 10 тонн в сутки. Выход чистого продукта за вычетом глицерина, примесей и воды составляет около 91%.

По данным лаборатории ОмГАУ и Омской нефтяной инспекции полученный на этой установке биодизель соответствует практически всем требованиям европейского и американского стандарта [9].

Предлагаемый нами способ будет отличаться простотой в исполнении и возможностью в качестве сырья использовать остатки растительных масел, нерафинированные масла, а также остатки плавящихся животных жиров. В перспективе этот метод может составить конкуренцию дизельному топливу, полученному из нефти. В Казахстане остатки растительных масел после приготовления пищи просто сливаются в канализацию, ухудшая экологию. Статистического отчета об использованном растительном масле в Казахстане не ведется.

Значимость работы в национальном масштабе заключается в разработке и предложении рынку устройств для получения качественного биотоплива, повышающего эффективность функционирования ДВС транспортных средств. Послужит толчком к созданию новой отрасли в экономике РК, новых рабочих мест, развитию малого бизнеса.

Значимость предлагаемого способа в международном масштабе заключается в снижении выбросов пищевых отходов, вовлечении бизнеса РК к мировым энергосберегающим технологиям.

Суть получения биодизеля сводится к тому, что растительные масла и животные жиры подвергают переэтерификации с метанолом с образованием метиловых эфиров жирных кислот, которые является практически идеальным дизельным топливом.

В качестве сырья могут быть использованы нерафинированные растительные масла, животные жиры, остатки растительных и кулинарных жиров после приготовления пищи, остатки топленых животных жиров мясной промышленности.

Самым дешевым сырьем является остатки растительных масел после приготовления картофеля фри, пирожков и чебуреков. В процессе приготовления пищи масла частично разрушаются с образованием жирных кислот и глицеринов. В пищевой промышленности пригодность масла к повторному использованию оценивается по кислотному числу. При повышении кислотного числа выше 20, масло непригодно к исполь-

зованию для приготовления пищи. При этом происходит частичный термический гидролиз с образованием глицерина и жирной кислоты.

Рафинированное растительное масло подвергается труднее переэтерификации, чем нерафинированное. Для получения биодизеля из чистого масла лучше использовать его в нерафинированном виде, что значительно дешевле.

Предлагаемая уникальная технология позволяет производить биодизель (biodiesel) без длительной перенастройки с любого вида растительного масла, а также жиров животного происхождения. Качество продукции под названием biodiesel соответствует европейским нормам EN 14214. Все агрегаты комплекса по производству биодизеля изготовлены во взрывозащищенном исполнении из нержавеющей стали, а также с применением комплектующих таких мировых лидеров как “Danfoss”, “SIEMENS”, “Festo”, “Willo”, “Bartec”, “Cortem”, “Wika”, “Blackmer”, “ABB”, “Shneider Electric”, “Ent”, “GRUNDFOS”.

Известно, что молекулы жира состоят из так называемых триглицеридов: соединений трехвалентного спирта глицерина с тремя жирными кислотами. Для получения эфира к семи массовым единицам растительного масла добавляется одна массовая единица спирта (т.е. соблюдается соотношение 7:1). Необходимо заменить в глицериновых эфирах глицерин метанолом (этанолом). Замена (переэтерификация) осуществляется путем реакции между жиром и спиртом с образованием метилового эфира и выпадением более плотного и нерастворимого в метиловом эфире глицерина. Получить приемлемую скорость реакции и степень превращения можно путем повышения температуры, введения избытка спирта и применения катализаторов.

В качестве катализаторов используются щелочи NaOH, KOH, образующие со спиртами алкоголяты, которые существенно замедляет процесс переэтерификации, ограничивается взаимная растворимость спирта и жира, обуславливающая существенно гетерогенный (двухфазный) характер реакции. Данное затруднение впрочем, легко преодолевается интенсивным перемешиванием и диспергированием.

Количество катализатора и избыток спирта определяется по свойствам сырья и результатам проведения тестовых реакций. Полученная после разделения продуктов реакции глицеринсодержащая фаза и эфирная фаза нуждаются в очистке от непрореагировавшего спирта и катализатора. В результате химической реакции образуется, в первую очередь, желаемый метиловый эфир, а также - глицерин (95%), широко используемый в фармацевтической и лакокрасочной промышленности.

Полученный эфир отличается хорошей воспламеняемостью, обеспечиваемой высоким метановым числом. Если для минерального дизтоплива метановое число 42-45, то метановое число биодизеля (метиловый эфир) не менее 51. Это позволяет использовать его в дизельных дви-

гателях без прочих стимулирующих воспламенение веществ. Благодаря такому свойству метиловый эфир, получаемый из растительных масел и жиров, и был назван биодизелем.

Техническая и технологическая новизна предлагаемой технологии получения эфира основывается в установке для двухстадийной непрерывной переэтерификации, которая обеспечивает работу в мягких рабочих условиях с постоянным контролем качества и минимизацией удельного потребления сырьевых материалов и энергии.

На рисунке 1 приведена схема технологии разработанного оборудования, которую можно будет адаптировать и для других масел, а также для использования этанола вместо метанола для переэтерификации.

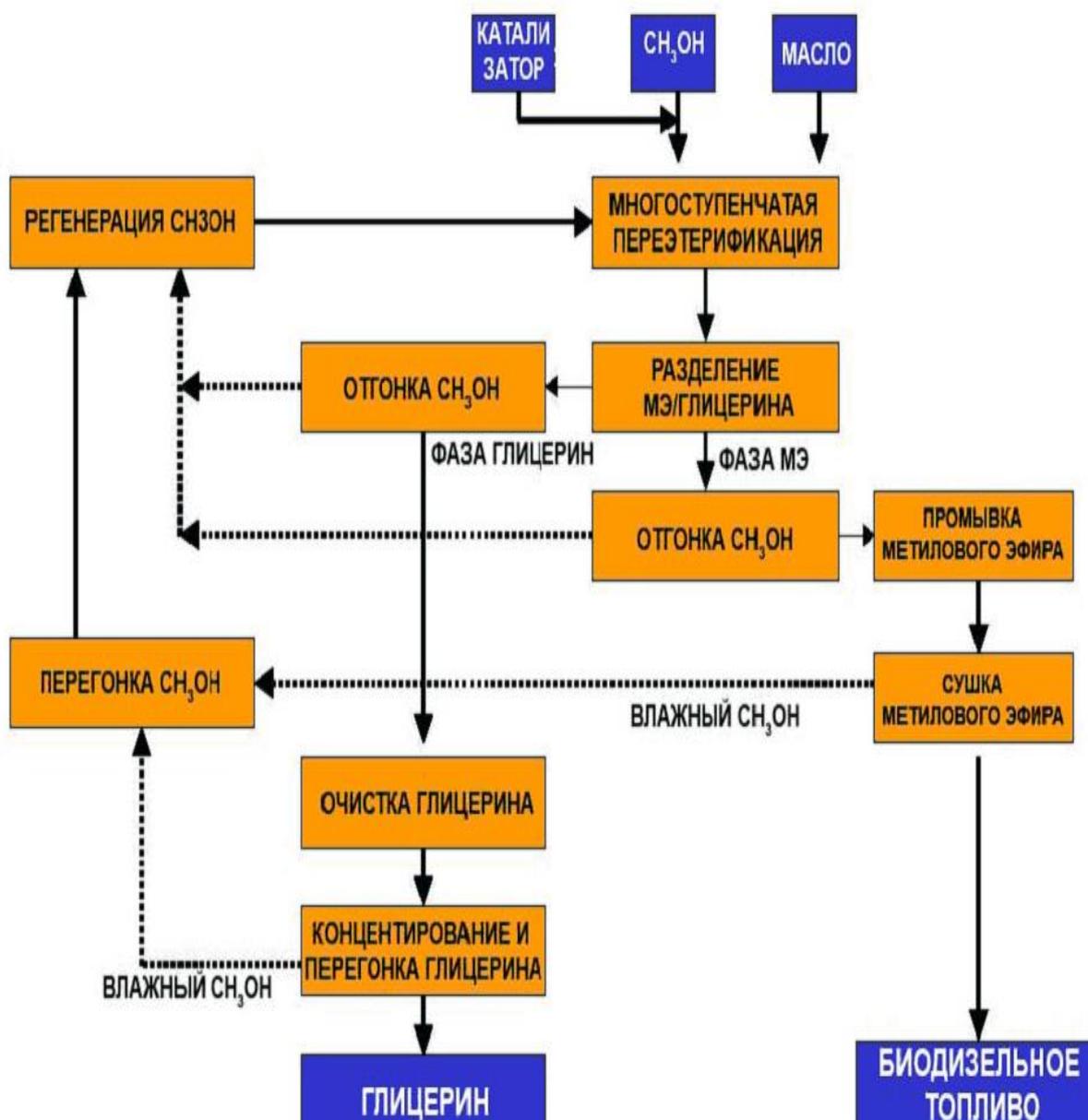


Рисунок 1 – Общая технологическая схема процесса производства биодизеля

Специальная конструкция установки позволяет снизить стоки из нее до незначительного уровня с последующим возможным удалением загрязняющих веществ и технологических отходов. Общая технологическая схема процесса, предлагаемая разработчиками для производства ЭЖК и глицерина из масличных семян и/или сырых или нейтральных и/или рафинированных растительных масел или жиров.

Принцип действия предлагаемого оборудования таков: секции производства ЭЖК, а именно этапы переэтерификации масел и очистки, характеризуются уникальными особенностями, проиллюстрированными на блок-схеме процесса и описанными ниже.

Реакция переэтерификации осуществляется в 2 стадии с избытком метанола по отношению к стехиометрическому количеству и использованием метилата щелочного металла в безводном метанольном растворе в качестве катализатора.

Метанол и катализатор дозируются и возвращаются во все стадии реакции в определенных соотношениях. На приведенной ниже схеме разработанное оборудование будет в состоянии адаптировать эту технологию и для других масел, а также для использования этанола вместо метанола для переэтерификации.

Принцип действия предлагаемого оборудования таков: секции производства ЭЖК (рисунок 2), а именно этапы переэтерификации масел и очистки, характеризуются уникальными особенностями, проиллюстрированными на блок-схеме процесса и описанными ниже.

Реакция переэтерификации осуществляется в 2 стадии с избытком метанола по отношению к стехиометрическому количеству и использованием метилата щелочного металла в безводном метанольном растворе в качестве катализатора.

Метанол и катализатор дозируются и возвращаются во все стадии реакции в определенных соотношениях.

Температура реакции 60-65°C при нормальном давлении в емкости реактора и при 0,5 бар изб. в кавитационной зоне активатора. Общее расчетное время пребывания в установке равно примерно 1 часу.

Выход при непрерывной переэтерификации равен 99,8%, он рассчитывается как соотношение количества нейтрального или рафинированного масла, подаваемого на переэтерификацию и полученного количества биодизеля. По окончании процесса переэтерификации обе фазы тщательно разделяются.

Очистка верхней метилэфирной фазы включает отделение непрореагировавшего метанола, промывку водными растворами и конечную сушку. Очистка нижней глицериновой фазы включает: нейтрализацию, отделение непрореагировавшего метанола, разбавление потоком промывной жидкости из процесса промывки метилового эфира, расщепление мыл и конечное концентрирование до 88-90%.

Глицерин высокого качества. Частично очищенный глицерин может поставляться непосредственно или отправляться на дополнительную дистилляционную очистку для получения фармацевтической степени чистоты, отвечающей самым строгим спецификациям фармакопей.

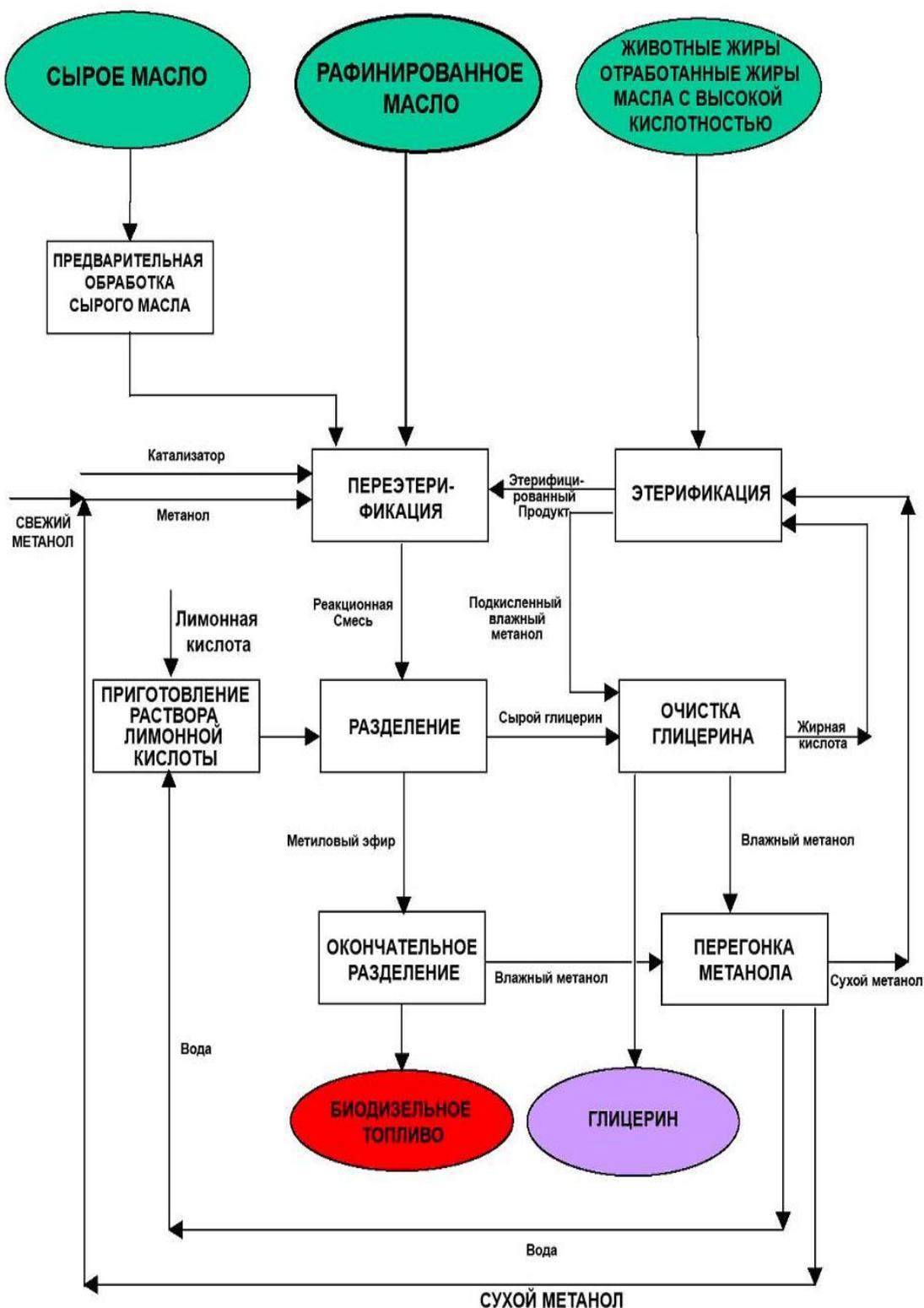


Рисунок 2 – Схема производства биодизеля

Эти операции выполняются с помощью последовательных процессов и оборудования, характеризуемого, в частности, стадией переэтерификации. При рассмотрении кинетических аспектов реакции переэтерификации непрерывный процесс имеет особые преимущества в сравнении с традиционным периодическим процессом, эти преимущества рассмотрены ниже.

Начальная стадия реакции включает сольватирование молекул масла избытком реагента (метанола); это стадия протекает медленно из-за небольшого сродства между обоими реагентами и ускоряется в присутствии метилового эфира, который является общим растворителем и действует как «агент переноса фазы».

В периодическом процессе, где в исходной реакционной смеси метиловый эфир не присутствует, реакция переэтерификации требует некоторого времени инициирования, прежде чем образуется заметное количество метилового эфира. В непрерывном процессе, наоборот, оба реагента подаются в реакционную смесь, содержащую постоянное количество метилового эфира, и общая скорость повышается из-за быстрого контакта между двумя реагентами.

Наблюдается почти десятикратное снижение вязкости при превращении масла в метиловый эфир, следовательно, вязкость реакционной смеси в непрерывном реакторе существенно ниже вязкости исходной реакционной смеси в периодическом реакторе, что обеспечивает повышенную общую интенсивность перемешивания при сопоставимых расходах энергии на смешение.

Выше приведенные факторы увеличивают общие преимущества непрерывного процесса (снижение габаритов оборудования при заданной производительности установки благодаря отсутствию времени простоя для загрузки/разгрузки, пониженный расход энергии и вспомогательных материалов, более простая автоматизация управления процессом, более высокая однородность продукта), что делает его почти необходимостью, если учитывать рентабельность установки промышленных габаритов.

Что касается обеспечения безопасности установки, то уменьшение реакционных объёмов влечёт за собой присутствие намного меньших количеств метанола, одновременно присутствующего в реакционных секциях, что существенно снижает опасность пожара.

Что же касается последующей установки очистки метилового эфира, технология предусматривает следующие этапы: испарение (перед секцией промывки метилового эфира) большей части (примерно 85%) непрореагировавшего метанола в сухом виде, пригодном для непосредственного возвращения в секцию переэтерификации; отмывку остаточного глицерина и мыл с помощью воды.

Главные особенности переэтерификации – простота управления процессом; автоматизация процесса, повышение безопасности, достижение более высокого и постоянного качества, более высоких выходов, снижение потребления расходных материалов.

Централизованное управление – это непрерывное отслеживание за сложным процессом. Централизованное управление является наиболее эффективным средством для постоянного наблюдения за производством. Состав установки: блок приготовления и дозирования метоксида (раствора NaOH в метаноле), блок дозирования масла, блок теплообменников и конденсаторов, блок трансэтерификации, гравитационный сепаратор, фильтры.

Блок приготовления и дозирования метоксида состоит из смесителя-дозатора, буферной емкости и объемного дозатора (мерника). Метанол подается насосом в емкость смесителя-дозатора в количестве, задаваемом датчиками. Туда же загружается катализатор. Доза катализатора отмеривается оператором. После отмеривания реагентов производится их перемешивание (растворение) мешалкой в течение заданного времени. Масло подогревается до необходимой температуры реакции и направляется в модуль трансэтерификации. На вход модуля подается метоксид и масло. Последовательно соединенные объемы обеспечивают невозможность проникновения непрореагировавших компонентов на выход модуля при непрерывном перемешивании и проточном характере работы модуля. Полученная в модуле эфирно-глицериновая смесь подается в гравитационный сепаратор.

Сепарация осуществляется путем осаждения более плотной глицериновой фазы под действием силы тяжести. Вертикальный отстойник - отстойник периодического действия. Глицериновая и эфирная фазы направляются в соответствующие емкости. Далее эфир подвергается фильтрованию и водной промывке в блоке фильтров.

Выше приведенные операции позволяют ускорить процесс переэтерификации нерафинированных растительных масел, животных жиров, остатков растительных и кулинарных жиров после приготовления пищи, остатков топленых животных жиров мясной промышленности. В конечном результате ускоряют процесс получения биодизеля и перерабатывают пищевые отходы в полезную продукцию.

Предварительные расчеты показывает, что объем остатков растительных масел после приготовления пищи в г. Алматы с населением более 2,5 млн.чел., составляет в летнее время до 3000 л/сутки, в зимнее время около 2000 л/сутки, при переработке которых получается 1600 л/сутки биоприсадки. При 20% смешивании с дизельным топливом получается более 8000 л/сутки улучшенного дизельного топлива. При среднем расходе 30 л/час и за 8 часовую смену можно будет заправлять более 30 городских

автобусов с дизельным двигателем, при эксплуатации которых на 30% снижаются выбросы вредных веществ в городскую атмосферу.

Для широкомасштабного внедрения предлагаемой технологии, в процессы исследования запланировано привлечение ведущих ученых специалистов из стран СНГ. Только такими совместными исследованиями мы надеемся решить экологические и энергетические проблемы современных мегаполисов с применением биоприсадки к дизельному топливу.

Литература

1. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
2. Использование биологических добавок в дизельное топливо / В.Ф. Федоренко [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2007. – 52 с.
3. Оптимизация состава смесового биотоплива для транспортного дизеля / Иващенко Н.А., Марков В.А., Ефанов А.А. и др. //Безопасность в техносфере. – 2007. – № 5. – С. 22-25.
4. Durbin, T., J. Collins, J. Norbeck, and M. Smith. "Evaluation of the Effects of Alternative Diesel Fuel Formulations on Exhaust Emission Rates and Reactivity," Center for Environmental Research and Technology, University of California. April 1999.
5. Hill, J.; Nelson, E.; Tilman, D.; Polasky, S.; Tiffany, D. "Environmental, economic and energetic costs and ben-efits of biodiesel and ethanol blends." Proc. Natl. Acad. Sciences, 103, 11206-11210, 2006.
6. McCormick, R.L.; Alleman, T.L.; Waynick, J.A.; Westbrook, S.R.; Porter, S. Stability of Biodiesel and Biodiesel Blends: Interim Report. NREL/TP-540-39721, April 2006.
7. McCormick, R.L.; Tennant, C.; Hayes, R.R.; Black, S.; Williams, A.; Ireland, J.; McDaniel, T.; Frailey, M.; Sharp, C.A. Regulated Emissions from Biodiesel Tested in Heavy-Duty Engines Meeting 2004 Emission Standards. 2005-01-2200. Society of Automotive Engineers. 2005.
8. Работа транспортного дизеля на смеси дизельного топлива и метилового эфира рапсового масла / Марков В. А, Зенин А. А. и Девянин С. Н. //Турбины и дизели. – 2009. – №3. – С. 14-19.
9. Коваль А.В. Инновационная разработка /ЭКО-бюллетень Инка. – №5 (136), сентябрь-октябрь 2009 г.

УДК 631.17:631.331

В.Л. Астафьев д-р техн. наук, профессор
Костанайский филиал КазНИИМЭСХ
Е.В. Пизгарев, директор КХ «Жанахай»

ПРЯМОЙ ПОСЕВ В УСЛОВИЯХ ОСТРОЗАСУШЛИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В статье приведены результаты прямого посева сельскохозяйственных культур австралийским посевным комплексом Rogro» в сравнении с посевом сеялками СЗС-2, I и Case ATX-700, оборудованными сошниками со стрелчатými лапами по минимальной технологии, в острозасушливых условиях Северного Казахстана

Основной лимитирующий фактор при производстве сельскохозяйственных культур в Северном Казахстане – влага. Дефицит влаги предопределяет среднюю урожайность зерновых культур за последние годы на уровне 12 ц/га. При этом в зависимости от условий года урожайность существенно варьирует: от 3-4 ц/га в засушливые годы до 17-20 ц/га в увлажненные. Большая зависимость от климатических условий года заставила сельхозтоваропроизводителей осваивать новые влагосберегающие технологии - нулевую и минимальную. Много внимания уделяется изучению опыта зернового производства Канады, имеющей сходные условия с Северным Казахстаном. Однако, как известно, в степных районах Канады осадков выпадает на 50-70 мм больше, чем в северных районах Казахстана.

Поэтому весьма интересным является изучение опыта возделывания сельскохозяйственных культур по нулевой технологии «пшеничного» пояса Австралии, лимитирующим фактором которого также является влага.

«Пшеничный пояс» расположен в сухой зоне Австралии, где выпадает от 250 до 500 мм осадков в год. Пшеничные штаты Австралии – Новый южный Уэльс, Квинсленд, Западная и Южная Австралия, Виктория. Около 50% осадков приходится на вегетационный период пшеницы, который продолжается с мая-июня по ноябрь-декабрь.

В более влажных районах «пшеничного пояса» с количеством осадков за вегетацию 180-250 мм основу составляет минимальная технология – около 75% площади посева. При этом нулевая технология в чистом виде занимает около 20%. Однако с уменьшением количества осадков к центру материка до 120...170 мм за вегетацию нулевая технология применяется на всей площади возделывания.

Ширина междурядий и норма высева также зависят от количества осадков за вегетацию. При количестве осадков за вегетацию 250 мм фермеры применяют междурядья для возделывания пшеницы 33 см, норма высева 40 кг/га. С уменьшением количества осадков до 150 мм ширина

междурядий возрастает до 40 см, норма высева снижается до 35 кг/га. При дальнейшем уменьшении осадков до 120 мм – ширина междурядий может возрастать до 50 см, норма высева снижаться до 25-30кг/га. Высокие урожаи при этих параметрах технологии фермеры получают за счет большого кущения пшеницы - до 16-18 продуктивных стеблей из одного семени. Важнейшим элементом нулевой технологии в Австралии является мульчирование поверхности почвы измельченной листостебельной массой сельскохозяйственных культур в период уборки. Это, по мнению фермеров, позволяет сохранить влагу в почве.

Нулевая технология в Австралии применяется с начала 90-х годов XX века. Те фермеры, которые достаточно долго ее применяют, вышли на новый уровень снижения уплотнения почвы за счет использования постоянной технологической колеи и применения широкозахватных агрегатов. При этом, по каждому полю проложен маршрут движения машинно-тракторных агрегатов с использованием джи-пи-эс в виде постоянной технологической колеи. Трактору запрещено передвигаться в пределах поля вне технологической колеи. Уменьшение площади уплотнения за счет маршрутизации движения улучшает проникновение влаги в почву при выпадении осадков, что повышает урожайность.

Урожайность пшеницы в «пшеничном поясе» Австралии зависит от типа почв и влагообеспеченности (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность работы фермерских хозяйств «пшеничного пояса» Австралии

Показатели	Тяжелые глинистые почвы и черноземы	Легкие, бедные элементами почвы	Тяжелые глинистые почвы и черноземы
Осадки за вегетацию, мм	200-300	175	120-150
1. Урожайность, т/га	3,5...6,0	1,5...2,0	2,0...2,5
2. Затраты на 1 га, \$	300...400	250...300	250...300
3. Средняя цена реализации зерна за 1 т	240\$	270\$	270\$
4. Прибыль на 1 т, \$	130...170	100...120	120...150

На тяжелых почвах при количестве осадков до 300 мм урожайность составляет 35-60 ц/га, затраты 300-400\$/т, прибыль при цене реализации 240\$ составляет 130-170 \$/т.

На тяжелых почвах и черноземах при количестве 120-150 мм урожайность составляет 20-25 ц/га, затраты 250-300\$/т, прибыль при средней цене реализации 270\$/т составляет 120-150 \$/т.

На легких почвах в штатах Южная Австралия и Новый Южный Уэльс урожайность чуть ниже – 15...20 ц/га, прибыль на 1 т составляет 100-120 \$. Столь высокий доход во всех регионах возделывания объясня-

ется в первую очередь применением нулевой технологии, которая по мнению фермеров и ученых Австралии позволяет сохранить больше влаги в почве, улучшить её структуру и содержание в ней питательных веществ, снизить уплотнение почвы и сэкономить денежные средства на возделывание сельскохозяйственных культур.

Методика исследований

Для оценки «австралийской» нулевой технологии в условиях Северного Казахстана в 2012 году нами были заложены сравнительные производственные опыты на посевах пшеницы, рапса, подсолнечника, льна и сои в крестьянском хозяйстве «Жанахай» Костанайской области. Прямой посев по нулевой технологии производился посевным комплексом «Rogro» производства Австралии захватом 12 м, поступившим на приемочные испытания в Костанайский филиал КазНИИМЭСХ. Особенностью посевного комплекса «Rogro» является возможность глубины хода сошников до 25 см, что обеспечивает посев семян во влажный слой почвы с заделкой их на 3-6 см. Это позволяет двигаться за влагой по мере иссушения почвы и обеспечивает 100%-ные всходы даже в острозасушливые годы.

В качестве базы для сравнения использовались посевные агрегаты из трех или пяти сеялок СЗС-2,1, а также посевной комплекс CaseATX-700, оборудованные сошниками со стрелчатыми лапами. Эти агрегаты производили посев сельскохозяйственных культур в технологии минимальной обработки почвы.

В сравнительных производственных опытах изменялась ширина междурядий, норма высева семян, глубина хода сошников и заделки семян. Площадь производственных посевов составляла 60...200 га. Оценка технологий производилась по урожайности, определяемой по валовому сбору сельскохозяйственных культур на 1 гектар.

После посева по нулевой обработке в период вегетации растений проводилась химобработка, по минимальной – прикатывание посевов и химобработка в период вегетации.

Результаты испытаний

Вегетационный период 2012 года выдался чрезвычайно засушливым. В конце мая влага ушла из верхнего слоя почвы на глубину ниже 10 см. А в первой декаде июня она находилась в слое 15-20 см. С момента посева (с 20 мая до 9 июня) и до 1 августа, то есть в период вегетации растений, на производственных опытах выпало 3...10 мм осадков, которые не оказали никакого решающего воздействия на развитие культурных растений. В августе выпало до 60 мм осадков, которые уже не могли помочь подгоревшим культурным растениям, однако вызвали обильный подгон сорных и не взошедших весной семян культурных растений, за-

сеянных по минимальной технологии агрегатами со стрельчатými лап. Агрегат с посевным комплексом «Rogro» обеспечил закладку семян во влажный слой почвы.

Результаты сравнительных производственных опытов на посеве пшеницы твердой представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры и результаты посева пшеницы твердой по сравниваемым технологиям в 2012 г.

	Показатели	Технологии	
		минимальная	нулевая
1	Состав агрегата	К-701+5СЗС-2,1	К-701 + Rogro
2	Рабочий орган	Стрельчатая лапа	Анкер
3	Ширина междурядья, см	22,8	40,0
4	Норма высева, кг/га	195	65
5	Глубина хода сошников, см	8,0	10,5
6	Глубина заделки семян, см	8,0	6,6
7	Урожайность, ц/га	2,7	7,0

Как видно из таблицы посев пшеницы твердой по нулевой технологии производился с междурядьем 40 см и нормой высева 65 кг/га.

В базовом варианте ширина междурядья составляла 25,4, норма высева семян 195 кг/га. Глубина хода сошников посевного комплекса «Rogro» составляла 10,5 см, агрегата с сеялками СЗС-2,1 - 8,0 см. Изменение параметров технологии посева сказалось на урожайности. По нулевой технологии она составила 7,0 ц/га, по минимальной – 2,7 ц/га.

Результаты сравнительных производственных опытов на посеве пшеницы мягкой представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры и результаты посева пшеницы мягкой по сравниваемым технологиям в 2012 г.

	Показатели	Технологии	
		минимальная	нулевая
1	Состав агрегата	К-701 + 5СЗС-2,1	К-701 + Rogro
2	Рабочий орган	Стрельчатая лапа	Анкер
3	Ширина междурядья, см	22,8	40,0
4	Норма высева, кг/га	150...100	60
5	Глубина хода сошников, см	8,4	14,9
6	Глубина заделки семян, см	8,4	6,3
7	Урожайность, ц/га	1,0...6,6	6,0

Следует отметить, что посев пшеницы мягкой агрегатом К-701 + «Rogro» производился на поле, предварительно засеянном подсолнечником в начале мая. Однако всходы подсолнечника были весьма изрежены из-за недостатка влаги, в связи с чем было принято решение произвести

пересев этого участка поля пшеницей мягкой. Естественно, что все мероприятия, связанные с посевом подсолнечника, привели к дополнительному иссушению почвы. Поэтому глубина хода сошников «Rogro» составляла 14,9 см для укладки семян пшеницы во влажный слой почвы.

Как видно из таблицы использование анкерных сошников, увеличение ширины междурядий с 22,8 до 40,0, снижение нормы высева до 60 кг/га и увеличение глубины хода сошников до 14,9 см при пересушенном верхнем слое почвы посевом подсолнечника позволило обеспечить формирование урожая пшеницы на уровне 6,0 ц/га в то время как по базовому варианту он составил 1,0...6,6 ц/га.

Результаты производственных опытов на посеве рапса представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры и результаты посева рапса по нулевой технологии в 2012 г.

	Показатели	Технологии				
		нулевая				
1	Состав агрегата	К-701 + Rogro				
2	Рабочий орган	Анкер				
3	Ширина междурядья, см	30	30	30	40	40
4	Норма высева, кг/га	6,2	5,6	4,2	3,0	2,8
5	Глубина хода сошников, см	8,2	9,5	12,0	15,0	18
6	Глубина заделки семян, см	3,4	4,4	3,5	4,0	4,0
7	Урожайность, ц/га	1,0	2,0	3,5	6,8	6,8

Следует отметить, что общая площадь посева рапса по нулевой технологии составила 600 га. Как видно из таблицы снижение нормы высева до 2,8-3,0 кг/га и посев семян во влажный слой почвы с разрезом щели на глубину 18 см и заделкой на 4 см позволило сформировать в условиях 2012 года максимальную урожайность рапса на уровне 6,8 ц/га. Для сравнения, в хозяйствах, где рапс высевался с использованием стерневых сеялок типа СТС в острозасушливом 2012 году получен урожай рапса 1,0÷2,0 ц/га.

Результаты сравнительных производственных опытов на посеве подсолнечника представлены в таблице 5.

Следует отметить, что посев подсолнечника производился 7-8 июня. Влага находилась в почве ниже 12-15 см. Посев агрегатом со стрелчатой лапой производился с междурядьем 25,4 см. Затем на этих посевах, по всходам, провели прореживание путем прополки поперек всходов этим же агрегатом со снятым каждым третьим рабочим органом.

Таблица 5 – Параметры и результаты посева подсолнечника по сравниваемым технологиям в 2012 г.

	Показатели	Технологии			
		минимальная	нулевая		
1	Состав агрегата	Case Steiger 5357 ПК Case АТХ-700	К-701 + Rogro		
2	Рабочий орган	Стрельчатая лапа	Анкер		
3	Ширина междурядья, см	25,4	60		
4	Норма высева, кг/га	8,0	9,0	3,0	3,0
5	Глубина хода сошников, см	9,4	12,0	18,0	20,0
6	Глубина заделки семян, см	9,4	4,0	5,0	6,0
7	Урожайность, ц/га	3,9	4,8	5,2	5,2

Как видно из таблицы использование анкерных сошников, снижение нормы высева до 3 кг/га и посев семян во влажный слой почвы с разрезом щели на глубину 18...25 см и заделкой на 5-6 см позволило сформировать максимальный урожай подсолнечника в условиях остро-засушливого 2012 года на уровне 5,2 ц/га.

Результаты сравнительных производственных испытаний на посеве сои представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры и результаты посева сои по сравниваемым технологиям в 2012 г.

	Показатели	Технологии	
		минимальная	нулевая
1	Состав агрегата	МТЗ-1221 + ЗСТС-2,1	К-701 + Rogro
2	Рабочий орган	Стрельчатая лапа	Анкер
3	Ширина междурядья, см	22,8	30,0
4	Норма высева, кг/га	110	70
5	Глубина хода сошников, см	9,4	15,8
6	Глубина заделки семян, см	9,4	4,0
7	Урожайность, ц/га	3,0	6,5

Как видно из таблицы использование анкерных сошников, увеличение ширины междурядий до 30 см, снижение нормы высева до 70 кг/га, посев семян во влажный слой почвы с разрезом щели на 15,8 см и заделкой на 4,0 см позволило сформировать максимальный урожай сои в условиях остро-засушливого 2012 года на уровне 6,5 ц/га.

Результаты сравнительных производственных испытаний на посеве льна представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Параметры и результаты посева льна по сравниваемым технологиям

	Показатели	Технологии	
		минимальная	нулевая
1	Состав агрегата	К-701 + 5СЗС-2,1	К-701 + Rogro
2	Рабочий орган	Стрельчатая лапа	Анкер
3	Ширина междурядья, см	22,8	40,0
4	Норма высева, кг/га	40	20
5	Глубина хода сошников, см	7,7	15,8
6	Глубина заделки семян, см	7,7	4,0
7	Урожайность, ц/га	2,0	8,0

Как видно из таблицы, использование анкерных сошников, снижение нормы высева до 20 кг/га, посев семян во влажный слой почвы с разрезом щели на 15,8 см и заделкой на 4,0 позволило сформировать максимальный урожай льна в условиях острозасушливого 2012 года на уровне 8,0 ц/га.

Выводы

1. Полученные результаты свидетельствуют о том, что элементы нулевой технологии, включающие прямой посев с использованием анкерных сошников, увеличение ширины междурядий, снижение норм высева против традиционно применяемых норм, а также увеличение глубины хода сошников путем узкого разреза щели с заделкой семян культурных растений на оптимальную глубину во влажный слой почвы, положительно сказываются на развитии растений и позволяют повысить урожайность пшеницы твердой, рапса, подсолнечника, льна и сои в острозасушливый год. На пшенице мягкой урожайность не снижается.

2. Закладку производственных опытов планируется продолжить в последующие годы.

УДК 631.53.02:537.212 – 77

Раджабов А.Р., д.т.н., профессор; Ташкентский государственный аграрный университет, Музафаров Ш.М., к.т.н. доцент; Ташкентский институт ирригации и мелиорации, г. Ташкент

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЫ «ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ С КОРОНИРУЮЩИМИ ИГЛАМИ – ЗАЗЕМЛЕННАЯ ПЛОСКОСТЬ»

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований параметров электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами - заземленная плоскость» электрических полей стримерной формы коронного разряда. Исследовалась зависимость тока разряда от длины коронирующей иглы и расстояния между коронирующими иглами. Полученные номограммы зависимостей могут использоваться для предварительного выбора параметров электродной системы

Неотъемлемым условием использования стримерной формы коронного разряда в процессах электрогазоочистки является создание сепарирующего электрического поля для разделения объемных зарядов и создание потока униполярных объемных зарядов. Для этого можно использовать систему электродов «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость».

Для расчета электродных систем электрических полей коронного разряда часто используют метод Дейча-Попкова, основанный на допущении о неизменности формы силовых линий электрического поля при коронном разряде и без него [1,2]. Однослойная структура уравнений силовых линий затрудняет интегрирование. В частности, распределение поля по всему разрядному промежутку получено только для системы электродов «провод – плоскость». Система электродов «иглы – плоскость» по своей структуре значительно сложнее. Поэтому аналитический подход к решению поставленной задачи не даст необходимых практических результатов. Исходя из этого, параметры электродной системы определялись по результатам экспериментальных исследований.

Параметры электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость», а именно длина коронирующих игл h , расстояние между концами игл до заземленной плоскости H , расстояние между коронирующими иглами ℓ , угол конусности игл α , оказывают существенное влияние на разрядные процессы (рисунок 1). Очевидно, что эти параметры необходимо выбирать по максимальному значению тока разряда, ввиду того, что плотность потока объемных зарядов пропорциональна величине тока разряда.

С целью сокращения исследуемых факторов, угол конусности игл был принят равным 8° , из условия легкости изготовления и простоты монтажа.

Экспериментальные исследования проводились для двух вариантов:

- исследование влияния длины коронирующих игл на ток стримерной формы коронного разряда;
- исследование влияния расстояния между коронирующими иглами на ток стримерной формы коронного разряда.

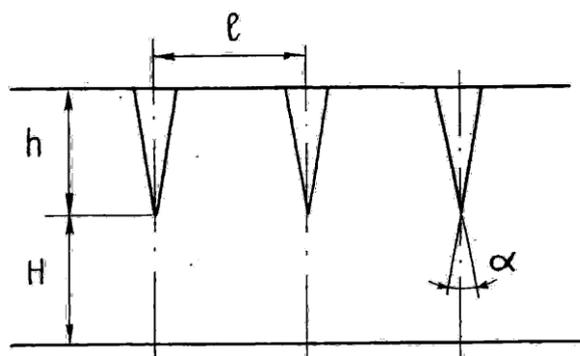


Рисунок 1 – Параметры электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость»

Ввиду большого объема исследуемых параметров экспериментальные исследования автоматизировались с записью результатов на самопишущий потенциометр типа КСП.

Исследование влияния длины коронирующих игл на ток стримерной формы коронного разряда проводилось на стенде, состоящем из реактивного синхронного двигателя с редуктором типа РД-54 1, который через электрический вал 2 приводит во вращение втулку 3 с внутренней резьбой (рисунок 2). При вращении втулки в одну или другую сторону происходит завинчивание или вывинчивание резьбового вала 4. К валу закреплен кронштейн 5 с потенциальной плоскостью 7. Заземленная плоскость 8 закреплена на штыре 9. Расстояние между заземленной плоскостью и кончиком иглы 6 регулировалось зажимом 10. Потенциометр КСП-4 подключался к клеммам PmV и тарировался с помощью переменного резистора R2.

Скорость перемещения потенциальной плоскости 0,219 мм/с. Диапазон изменения длины иглы 0...35 мм. В эксперименте на потенциальный электрод и коронирующую иглу подавалось отрицательное импульсное высокое напряжение. Эксперимент проводился для следующих фиксированных расстояний от конца иглы до заземленной плоскости: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 мм. Во всех случаях устанавливалась средняя напряженность электрического поля 7×10^5 В/м, что равнялось соответственно 7, 14, 21, 28, 35, 49, 56 кВ. Ввиду того, что электрические поля коронного разряда возникают в резко-неоднородных электрических по-

лях, то средняя напряженность электрического поля определялась как отношение действующего значения импульсного напряжения к расстоянию от конца иглы до заземленной плоскости ($E_{cp} = U_d/H$). Частота импульсов в эксперименте – 150 имп^{-1} .

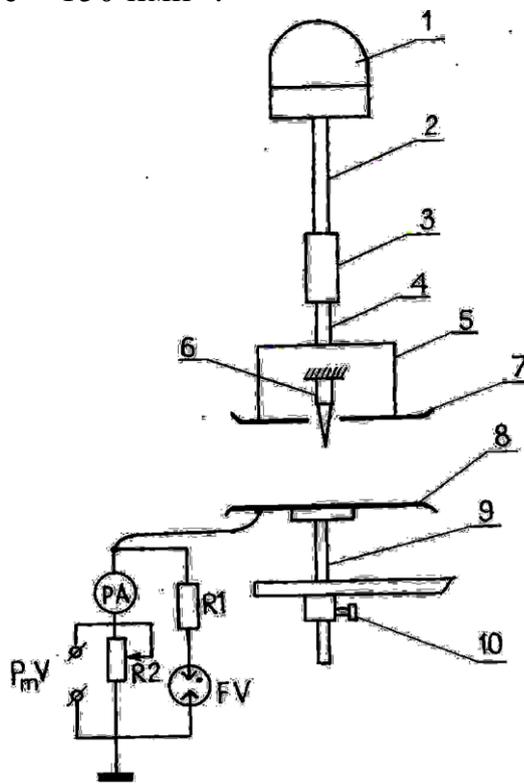


Рисунок 2 – Принципиальная схема стенда для исследования влияния длины коронирующей иглы на ток стримерной формы коронного разряда

Исследование влияния расстояния между коронирующими иглами на ток стримерной формы коронного разряда проводилось на стенде состоящий из потенциальной плоскости 1, реактивного синхронного электродвигателя с редуктором 2, резьбового вала 3, на котором от центра нарезана левая и правая резьбы (рисунок 3).

По валу передвигаются каретки 4 и 7 с закрепленными на них коронирующими иглами. Между концами игл и потенциальной плоскостью устанавливалось расстояние 30 мм для уменьшения экранирующего влияния потенциальной плоскости на величину тока разряда.

Центральная коронирующая игла изолирована от массы и является измерительной. К ней подключена измерительная схема состоящая из контрольного микроамперметра PA, схемы защиты от искровых разрядов - R1, FU, тарировочного резистора R2, Потенциометр типа КСП-4 подключался к клеммам PmV. Скорость перемещения коронирующих игл относительно центральной измерительной – 0,3 мм/с. Минимальное расстояние между измерительной и экранирующими иглам 10 мм, а максимальное – 100 мм. В эксперименте потенциальным электродом служила

плоскость, а коронирующие иглы и экранирующая плоскость заземлялись. На плоскость подавались импульсы напряжения положительной полярности частотой 100 имп^{-1} .

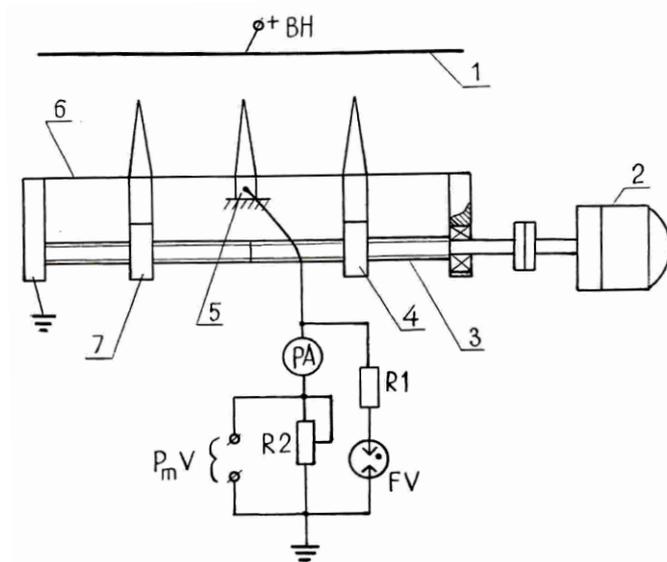


Рисунок 3 – Схема стенда для исследования влияния расстояния между коронирующими иглами на ток стримерной формы коронного разряда

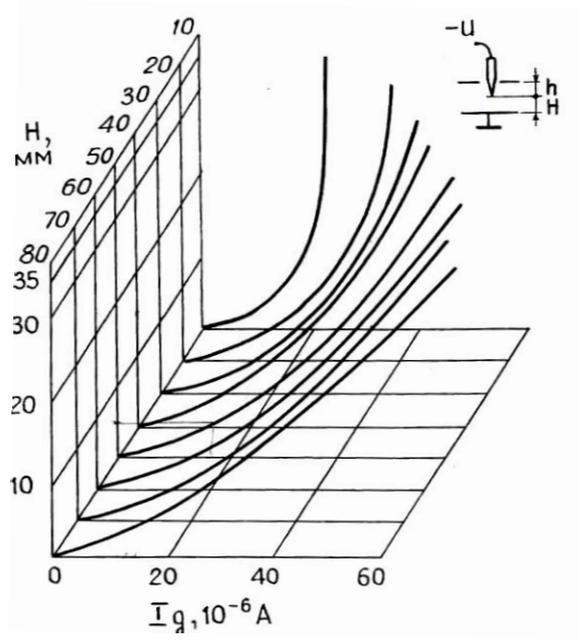


Рисунок 4 – Номограммы зависимости тока стримерной формы коронного разряда для системы электродов «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость» от расстояний между электродами H и длиной игл h

Эксперименты проводились для следующих расстояний между концами игл и плоскостью: 20, 30, 40, 50, 60 мм. Как и в предыдущих исследованиях между электродами устанавливалась средняя напряженность электрического поля равное 7×10^5 В/м

По полученным с самопишущего потенциометра диаграммам построены зависимости тока стримерной формы коронного разряда для системы электродов «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость» от расстояний между электродами H и длиной игл h (рисунок 4), и от расстояния между электродами H и расстояния между коронирующими иглами l (рисунок 5).

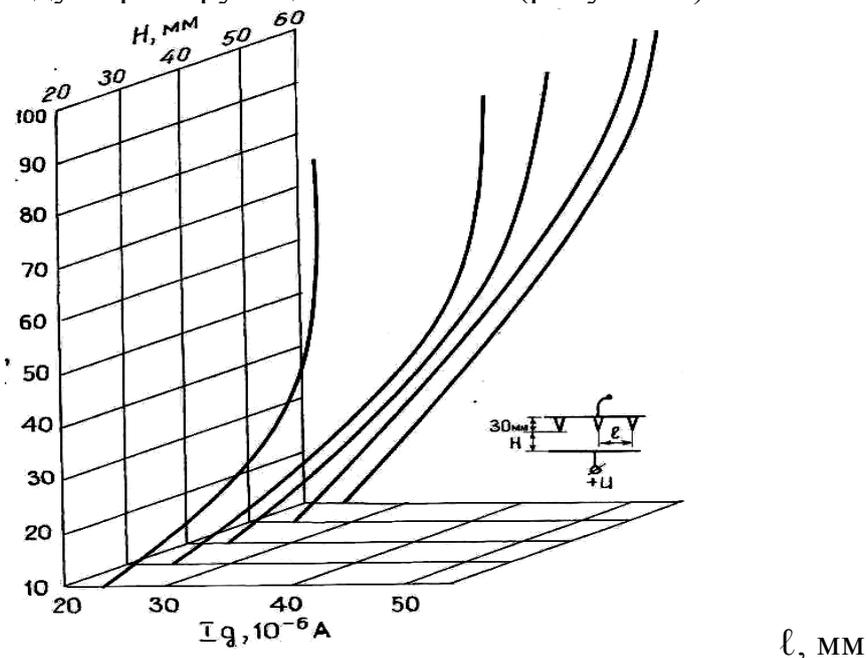


Рисунок 5 – Зависимости тока стримерной формы коронного разряда для системы электродов «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость» от расстояния между электродами H и между коронирующими иглами l

По представленным зависимостям видно существенное экранирующее воздействие на величину разрядного тока коронирующей иглы как потенциальной плоскости, так и соседних коронирующих игл.

Например, при $h=30$ мм ток разряда равен:

H , мм	10	20	30	40	50	60	70	60
I_d , 10^{-6} А	18	28	37	42	49	54	58	60

При $h=10$ мм

H , мм	10	20	30	40	50	60	70	60
I_d , 10^{-6} А	16	21	23	24	26	27	28	28

С увеличением расстояния между коронирующими иглами и заземленной плоскостью увеличивается ток стримерной формы коронного

разряда при одинаковых средних значениях напряженности электрического поля.

Как видно из таблиц, это свойство стримерной формы коронного разряда проявляется больше с увеличением длины коронирующих игл h и увеличением межэлектродного расстояния H . Максимальный ток разряда отмечается при $H/h > (1,6...1,7)$, т.е. ток разряда будет увеличиваться до величины $h > (1,6...1,7)H$. Эти соотношения, при выборе параметров электродных систем электрофильтров, требуют уточнения, ввиду того, что он должен обеспечивать максимальную степень очистки потока газа от аэрозольных частиц при минимальной длине зоне осаждения.

При выборе числа коронирующих игл необходимо исходить из величины максимальной плотности разрядного тока, т.е.

$$j = i_{1,\max} n / S,$$

где $i_{1,\max}$ – максимальный ток одной иглы; n – число игл; $S = a \cdot b$ – площадь системы электродов фильтра; a и b – соответственно длина и ширина электродной системы.

Количество коронирующих игл:

$$n = (S/l^2) + [(a+b)/l] + 1,$$

где l – расстояние между осями игл, при котором ток разряда перестает увеличиваться.

Эти соотношения могут использоваться для предварительного определения параметров электродных систем электрофильтров. Как показали дальнейшие исследования процессов осаждения аэрозольных частиц в электрических полях стримерной формы коронного разряда, в параметрах электродной системы следует различать «расстояние между коронирующими иглами в рядах, расположенных перпендикулярно потоку очищаемого газа», и «расстояние между рядами игл».

Выводы

1 Неотъемлемым условием использования стримерной формы коронного разряда в технологических процессах является создание сепарирующего электрического поля. Такое поле можно создать при использовании электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – потенциальная плоскость».

2 Ввиду того, что аналитический анализ подобных электродных систем возможен при определенных допущениях, то необходимые для практического применения результаты получить нельзя. Поэтому параметры электродной системы определялись по результатам экспериментальных исследований.

3 Экспериментально определенное влияние длины коронирующей иглы и расстояния между коронирующими иглами на ток стримерной формы коронного разряда можно использовать для предварительного выбора параметров электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – потенциальная плоскость».

4 Окончательный выбор параметров электродной системы может быть определен по результатам исследований процесса улавливания аэрозольных частиц из потока очищаемого газа.

Литература

1. Шустер К.Ш., Медведовский В.М. Исследование электрических характеристик системы «игольчатый коронирующий электрод – плоскость». //Сб.: Сильные электрические поля в технологических процессах /Электронно-ионная технология. – Вып.3. – М.: Энергия, 1979. – С. 68-71.

2. Дымовые электрофильтры /Под общей редакцией В.И. Левитова. – М.: Энергия, 1980. – 448 с.

УДК 631.171:311

Некрасов А.И., доктор техн. наук, **Борисов Ю.С.**, кандидат техн. наук;
ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии, г. Москва

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

В статье представлены обобщенные результаты многолетних исследований эксплуатационной надежности электродвигателей в сельскохозяйственном производстве и изменения во времени электрического сопротивления изоляции и зазоров в соединениях подшипниковых узлов при разных условиях эксплуатации. Предложены инженерные способы оценки, контроля и прогнозирования технического состояния электродвигателей, их полных и остаточных ресурсов, обоснованы рентабельные варианты капитального ремонта.

Эффективное использование электрифицированной техники в сельском хозяйстве возможно только при правильном монтаже, надлежащем обслуживании и своевременных ремонтах асинхронных электродвигателей (ЭД). Очень важен систематический контроль технического состояния ЭД, поскольку именно их отказы вызывают в большинстве случаев простой технологических линий и экономические ущербы.

ВИЭСХ совместно со своими соисполнителями в течение многих лет исследовал эксплуатационную надежность ЭД как на предприятиях, так и на специальных стендах в условиях лаборатории. В частности, при организации электротехнической промышленностью массового производства ЭД серии 4А была получена от 11 заводов-изготовителей и прошла пятилетние эксплуатационные испытания на 125 сельскохозяйственных объектах в 53 хозяйствах девяти зон СССР партия из 705 ЭД (528 общепромышленного и 177 сельскохозяйственного исполнения) мощностью 0,75...45 кВт синхронной частотой вращения 1000...3000 мин⁻¹.

Ввиду специфики сельскохозяйственного производства, характеризующейся тяжелыми условиями для работающих ЭД, за пять лет наблюдений вышло из строя 49% от общего их числа. Наибольшая доля (15%) пришлась на первый год (приработка), в последующие годы эта доля снижалась. Основные виды неисправностей: обугливание и оплавление изоляции статорной обмотки (66%), выгорание обмотки (8%), пробой изоляции в лобовых частях (11%), отгорание выводных концов (4%), повреждение подшипников (9%). Таким образом, 85% отказов приходится на обмотку, 9% - на подшипниковый узел (ПУ). – они и являются основными ресурсообразующими элементами ЭД.

На долю неисправностей других деталей (вентилятора, ротора, коробки выводов, станины, лап, крышек) пришлось всего 2% всех отказов.

Главными причинами выхода из строя ЭД выступили перегрузка (40%) при низком качестве защиты от аварийных режимов, обрыв фазы (19%), загрязнение, в том числе заваливание кормом, перерабатываемым или сыпучим материалом (13%), воздействие воды или(и) дезинфицирующих растворов (12%), дефекты монтажа (7%), нарушение смазки подшипников и повышенная вибрация (9%).

Техническое состояние ЭД наиболее достоверно можно определить, опираясь на физические характеристики их обмоток и ПУ. В стране приняты правила, которыми предписано систематически следить за величинами электрического сопротивления изоляции Z и зазоров δ в соприкосновениях ПУ, при этом их сравнивают с нормируемыми максимально допустимыми значениями.

Это позволяет получить необходимый статистический материал из накопленных сервисными службами страны протоколов и актов по характеру и степени изменения во времени t качества изоляции обмоток, элементов ПУ с учетом реальных условий эксплуатации, а также достаточно точно определить их ожидаемые полные R и остаточные $R(\tau)$ ресурсы, где τ - начало отсчета остаточного ресурса).

В результате десятилетнего накопления и последующей статистической обработки информации по Z была установлена возможность применения параболической математической модели: коэффициенты параболы g и f определяются конкретными сочетаниями преобладающих в различных производственных помещениях эксплуатационных факторов, основными из которых являются температура и относительная влажность воздушной среды в месте расположения ЭД, количество пусков в час и загрузка, содержание в воздухе агрессивных паров и газов, в первую очередь аммиака и серы [1]:

$$Z(t) = Z_0 - gt^2 - ft, \text{МОм.} \quad (1)$$

По каждому из указанных эксплуатационных факторов осуществлена раздельная группировка по наиболее характерным величинам: для относительной влажности и режимам работы оказалось по 5 групп, по температуре окружающей среды – 3, по содержанию агрессивных газов – 2. Выявлено 26 и 68 значений коэффициентов g и f : $g=0,13\dots0,54$, $f=4,34\dots17,79$. Для всех реально возможных сочетаний эксплуатационных факторов набирается по 150 парабол с фиксированной величиной начального (замеренного перед вводом в эксплуатацию смонтированного нового или капитально отремонтированного ЭД) сопротивления изоляции Z_0 - свободного члена уравнения (1). Точка пересечения той или иной параболы с горизонтальной осью (абсцисс) отсекает на ней отрезок, равный полному календарному ресурсу изоляции R_n в месяцах. Аналитически он представляет собой положительный корень решения уравнения

(1). Остаточный ресурс $R(\tau)$ любого технического изделия по завершении какого-то промежутка времени τ эксплуатации определяется разностью

$$R(\tau) = R - \tau, \text{ мес.} \quad (2)$$

Поскольку Z_0 может принимать любое значение в очень широких пределах, численность парабол чрезвычайно велика, что существенно затрудняет их применение. С целью упорядочения зависимостей и получения возможности их практического использования выполнена группировка всех 150 кривых при фиксированном Z_0 таким образом, чтобы погрешность получаемых из каждой эквивалентной (обобщающей) кривой текущих значений $Z(t)$ отличалось от аналогичных значений объединяемых зависимостей не более, чем на 5%. В итоге набралось 33 эквивалентных кривых, каждая из которых объединяет по 2...10 парабол и соответствует тому или иному ряду конкретных сочетаний эксплуатационных факторов.

Построены также графики зависимостей полного ресурса изоляции $R_{и}$ обмоток ЭД от величины Z_0 , содержащие по 33 таких кривых для разных условий эксплуатации. Графики применимы для $Z_0 = 100 \dots 30000$ МОм, т.е. охватывают практически весь диапазон возможных значений $Z(t)$, для которых срок службы ЭД составляет не менее 15...25 лет. Указанные графики объединены в номограммы.

Они содержат серии из 33 кривых, построенных в прямоугольной системе координат с равномерными шкалами. На положительной оси абсцисс отложены значения Z_0 (МОм), на отрицательной – t и τ (лет), на положительной оси ординат – значения $R_{и}$ и $R(\tau)_{и}$, на отрицательной – $Z(t)$ (МОм). Квадрант I служит для оценки $R_{и}$ (срока службы изоляции ЭД), II – для определения $R(\tau)_{и}$, III – для нахождения текущих значений $Z(t)$. Номограммы позволяют оперативно оценить $R_{и}$, $R(\tau)$ и $Z(t)$ при фактическом Z_0 для ЭД любой технологической линии всех сельскохозяйственных предприятий.

На надежность обмотки ЭД значительно влияет степень ее нагрева. Существующие защиты зачастую не обеспечивают отключение ЭД при его перегреве. Исследованиями с участием персонала испытательных центров ряда заводов-изготовителей установлена количественная взаимосвязь между температурами нагрева лобовых частей обмоток $T_{л}$, которые, как известно, нагреваются в наибольшей степени, и стали сердечника статора в гнезде рым-болта $T_{г}$; при этом $K = T_{л} / T_{г}$.

Значения K приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Группировка типов обследованных электродвигателей по значениям коэффициента К

Значения К	К= 1,7				К =1,4			
Частота вращения, мин ⁻¹	3000	1500	1000	750	3000	1500	1000	750
Мощность, кВт	1,1; 2,2 5,5;11 ^x ; 15;22 ^x 30 ^x ;	1,5;2,2;; 4; 7,5 ^x ; 11 ^x ;15; 22 ^x ;30 ^x	5,5;7,5 ¹ ;18,5	5,5 ¹ ;15	200 ¹	0,75; 160; 250; 315	0,55;1,1 ;1,5;2,2 ;5,5;7,5 ;15;18,5 ;160	0,25;0, 55;0,7 5;1,1; 1,5;4; 5,5;15
Примечание: знак «x» относится к ЭД серий АИР и 4А, знак «1»)» – к серии 4А, отсутствие знака – к АИР.								

Разработано, изготовлено и испытано базовое устройство контроля нагрева обмоток, представляющее собой портативный прибор, основание которого вворачивается в гнездо рым-болта. Он может работать на световой или(и) звуковой сигнал, а также отключать ЭД при его чрезмерном нагреве [2].

Вторым по значимости элементом ЭД является подшипниковый узел, на состояние которого решающее влияние оказывают скорости износа подшипника и его посадочного гнезда. Исследованиями установлено, что полный ресурс подшипников или их посадочных мест равен натуральному логарифму отношения конечной, соответствующей предельному зазору, и начальной скоростей изнашивания рабочих поверхностей, умноженному на разность между величинами нормируемых предельного и номинального зазоров; полученное произведение делится на разность упомянутых скоростей.

На основании анализа результатов хозяйственных и стендовых испытаний более сотни ЭД рассчитаны таблицы полных ресурсов, максимально допустимых зазоров и ожидаемой длительности безаварийной работы до их достижения подшипниками разных типов и их посадочными гнездами [3]. Учтены особенности ЭД разной высоты вращения, влияния муфт и клиноременной передачи.

В процессе эксплуатации целесообразно ориентироваться не на предельные зазоры, а на максимально допустимые $\delta_{дс}$ тем, чтобы иметь определенный запас времени для подготовки к ожидаемому выходу из строя ПУ. Отказы ПУ ЭД подчиняются математическому закону распределения Вейбулла-Гнеденко.

Для условий животноводства, кормопроизводства и переработки сельскохозяйственной продукции выявлены испытаниями на производственных объектах, ремонтных предприятиях и в лаборатории на специальном стенде численные значения этого распределения и скоростей изнашивания трущихся поверхностей. Вероятность безотказной работы

ПУ $P(t)$ определяется по закону Вейбула-Гнеденко со следующими характеристиками: параметр сдвига (равен максимальной длительности безаварийной работы ПУ) $C=19,2$ тыс. час, параметр формы кривой $b=1,9$, параметр масштаба $a=13,8$ тыс. час.

Длительность времени T_k , соответствующая заданной вероятности безотказной работы ПУ, рассчитывается по формуле

$$T_k = \text{antilg}\{b^{-1} \lg [-\ln P(t)] + \lg a\} + C. \quad (3)$$

Ожидаемое значение радиального зазора подшипников $\delta(t_n)$ в конце какого-то промежутка времени t_n с начала эксплуатации приблизительно может быть оценено по формуле

$$\delta(t_n) = \delta_n + \beta t_n, \quad \text{мм}, \quad (4)$$

где коэффициент $\beta=1,3 \times 10^{-6}$ мм/час для подшипников ЭД серий 4А и АИР при клиноременной передаче, $\beta=1,1 \times 10^{-6}$ мм/час – при соединении муфтой; t_n подставляется в часах.

Соответствующий δ_d ресурс подшипников R_d может быть определен по формуле

$$R_d = \alpha(\delta_d - \delta_n), \quad (5)$$

где δ_d и δ_n – максимально допустимый и номинальный радиальный зазоры в подшипниках, мм (таблица 2), а коэффициент α (час/мм) равен для подшипников 746379 (клиноременная передача) и 833333 (муфта).

Остаточный ресурс рассчитывается по формуле (2).

Таблица 2 – Значения радиальных зазоров в подшипниках электродвигателей, мм

Высота оси вращения, мм	Номинальный δ_n		Максимальный δ_d	
	4А	АИР	4А	АИР
56	0,005	0,005	0,03	0,03
63	0,012	0,012	0,04/0,03	0,04/0,03
71	0,008	0,015	0,07/0,03	0,08/0,06
80	0,008	0,013	0,07/0,03	0,09/0,06
90	0,008	0,028	0,07/0,03	0,1/0,08
100	0,012	0,028	0,07/0,04	0,09/0,07
112	0,012	0,023	0,09/0,04	0,1/0,08
132	0,014	0,026	0,09/0,07	0,09/0,07
160	0,023	0,036	0,1/0,08	0,13/0,11
180	0,021	0,036	0,1/0,08	0,13/0,11
200	0,028	0,028	0,1/0,08	0,1/0,08
225	0,016	0,016	0,12/0,1	0,12/0,1
250	0,017	0,017	0,12/0,1	0,12/0,1
280	0,017	0,017	0,12/0,1	0,12/0,1

Примечание: числитель для частоты вращения 3000 мин^{-1} , знаменатель – 1000 и 1500 мин^{-1} .

Вышедшие из строя ЭД часто направляются в капитальный ремонт (КР). Его целесообразность обусловлена, во-первых, реальными сроками службы новых T_0 и отремонтированных T_k ЭД, во-вторых, характером и степенью повреждения, необходимостью замены тех или иных узлов и деталей, в-третьих, стоимостями с учетом НДС C_0 конкретных новых ЭД и их капитального ремонта C_k . Также нужно учитывать транспортные расходы C_T и затраты на запасные части C_3 . Указанный ремонт может оказаться рентабельным при условии

$$C_k + C_{T1} + C_3 < C_0 + C_{T2} \text{ руб.} \quad (6)$$

где C_{T2} и C_{T1} – транспортные расходы соответственно при покупке нового ЭД и капитальном ремонте.

На отечественных ремонтных предприятиях (ремонтных заводах, ремонтных цехах заводов-изготовителей ЭД, кооперативных и частных ремонтных мастерских, участках баз и станций по ремонту сельскохозяйственной техники) принят определенный, так называемый базовый, набор операций стоимостью $C_{кб}$. Он обусловлен необходимостью устранения наиболее распространенных неисправностей ЭД и включает разборку, очистку и промывку узлов и деталей, дефектовку, извлечение сгоревшей статорной обмотки, намотку и монтаж новой обмотки, пропитку лаком, сушку и послеремонтные испытания.

Прейскуранты ремонтников, как правило, ориентированы на этот перечень. Если в результате диагностики и дефектовки выявляется потребность в той или иной дополнительной операции, то ремонтники повышают $C_{кб}$, вводя частный коэффициент удорожания $K_{чy}$ по каждой из них, представляющий собой соотношение стоимостей реального $C_{кр}$ и базового $C_{кб}$ вариантов, т.е. $K_{чy} = C_{кр} / C_{кб}$. В качестве дополнительных приняты обозначенные нами индексами следующие наиболее распространенные работы со средними по стране значениями $K_{чy}$: «Р» – покраска, «Т» – встройка в лобовую часть статорной обмотки термодатчиков, «J» – установка на вал шкива и др. ($K_{чy1,2,3} = 1,05$); «В» – динамическая балансировка ротора ($K_{чy4} = 1,17$); «S» – замена подшипников, «U» – снятие с вала шкива, полумуфты, шестерни или звездочки ($K_{чy5,6} = 1,1$); «D» – восстановление посадочных мест под подшипники или «F» – снятие и последующая установка шкива, полумуфты и др. ($K_{чy7,8} = 1,2$); «R» – ремонт подшипниковых узлов с распрессовкой статора ($K_{чy9} = 1,3$); «G» – ремонт железа статора ($K_{чy10} = 1,94$); «L» – модернизация ЭД (изменение мощности, частоты вращения и др.) ($K_{чy11} = 1,34$).

В случае проведения той или иной дополнительной операции без базового ремонта ее стоимость составляет долю от $C_{кб}$, а коэффициент – дробную часть от $K_{чy}$. Например, замена подшипников обходится в $0,1 C_{кб}$ руб. На ряде предприятий некоторые из дополнительных операций (покраска, замена подшипников и др.) входят в базовый набор работ с соот-

ветствующим увеличением $C_{кб}$. Если из направляемых в КР ЭД заказчик заранее самостоятельно извлек сгоревшую обмотку, то $K_{чы12}=1,2$. Вводятся также $K_{чы}$, учитывающие исполнение по способу монтажа, срочность ремонта, КР многоскоростных, 5А, РА, с повышенным скольжением или пусковым моментом, с фазным ротором, фланцевых, импортных, однофазных, устаревших серий и типов, двумя рабочими концами вала и некоторые другие особенности ЭД [4].

Дело в том, что базовые прейскуранты на ремонт составлены для трехфазных короткозамкнутых односкоростных ЭД общепромышленного назначения с одним выступающим цилиндрическим рабочим концом вала, монтажного исполнения IM1081 (на лапах). Когда требуется несколько дополнительных операций, то эквивалентный $K_{уэ}$ по правилам ремонтников принимается равным произведению частных $K_{чы}$. Это позволяет им получать за свою работу завышенную сумму. Фактический $K_{уэф}$ должен определяться по формуле

$$K_{уэф}=1+\sum(K_{чы}-1). \quad (7)$$

Лишь при наличии только одной любой дополнительной операции $C_{кр}$ по методике ремонтных организаций совпадает с фактической стоимостью ремонта $C_{кф}$. Во всех других вариантах всегда $K_{уэ}>K_{уэф}$ и $C_{кр}>C_{кф}$.

Авторами также проанализированы розничные цены C_0 ЭД двадцати главных поставщиков (заводов-изготовителей России, Украины, Беларуси и отечественных фирм-посредников). Их базовые ценники составлены для наиболее распространенных в России ЭД общепромышленного исполнения. Цены на другие ЭД с различными особенностями корректируются введением своих коэффициентов удорожания. Сопоставление C_0 с $C_{кб}$, полученным по семнадцати главным ремонтным предприятиям России (выборка из 342 значений), привело к следующему результату по $\alpha=C_{кб}/C_0$: средневзвешенное $\alpha_{ср}=0,71$; среднеквадратичное отклонение $\sigma=0,2$; 95%-ный доверительный интервал для средней 0,69...0,73.

Таким образом, максимальное $K_{уэ}$ не должно превышать $1/\alpha=1/0,69=1,45$. В противном случае КР может оказаться выгодным заказчику только значительно меньших транспортных расходах и отсутствии $C_з$. Значения $K_{уэ}$, $K_{уэф}$, их соотношения, и, соответственно $C_{кр}$, $C_{кф}$ и $C_{кр}/C_{кф}$ тесно увязаны с совокупностью дополнительных к базовому перечню операций (таблица 3).

В каждой группе объединены комбинации, в которых погрешности $K_{уэ}$ и $K_{уэф}$ того или иного сочетания отличается от их значений по всей группе не более, чем на 5%. Эти комбинации без учета $C_т$ и $C_з$ соответствуют $1/\alpha$ не более 1,45. Данное соотношение должно выдерживаться и для расчетов по формуле (6). В противном случае КР однозначно экономически не выгоден.

Таблица 3 – Группировка рентабельных вариантов капитального ремонта электродвигателей

№№ группы	Сочетания дополнительных операций
I	P,T,S,U,J,PT,PI,TJ
II	B,D,F,PB,PD,PS,PU,PF,BT,TS,TU,TF,SU,SJ,PTS,PTU,PTJ,PSJ,BJ,TS
III	R,L,PR,BS,BU,TR,BTS,BTU,PBTJ,PDTJ,PTSU,SF,JR,PBS,PBU,PBJ,PDT,BTS,PTSJ,PDJ,TSU,FU,BSJ,PBT,PTF,PSU
IV	PL,BD,BF,TL,SL,UR,UL,IL,BDT,BDJ,BJF,PBTS,PBTU,PBD,PBF,PDS,PDU,TSF,TJR,PBSJ,PTR,PTL,PSF,PJR,PJL,TJR,PDTS,PDTU,BTF,PDSJ,PSJF,BTS,PTSF
V	BR,BL,FR,PDF,PSL,PUR,PUL,BDS,BDU,BTF,BUF,TSL,TUL,SLJ,PBDT,PBDF,PBDJ,PBSU,PBJF,PDTF,PDSU,PTUR,PTJL,BDTJ,BTSU,BTJF,BSF,TUR,PTJR,PBTSU,PBTSJ,PDTSJ,PDTSU

Важную роль в определении целесообразности КР играют сроки службы ЭД до первого отказа T_0 и капитально отремонтированного T_p . Согласно нормативным документам, $T_0=8$ лет, $T_p=7$ лет, $T_p/T_0=0,88$ [5]. Как показывает многолетний опыт эксплуатации ЭД и сельском хозяйстве, фактические $T_{0ф}$ и $T_{рф}$ с вероятностью 95% не превышают соответственно 4 и 2,1 лет, т.е. в реальности при КР ресурс восстанавливается не более 52% от первоначального.

В этих условиях возникает необходимость в повторных КР, что нецелесообразно: $C_{кф} > C_0$, лучше приобрести новый ЭД. Тем более, что при КР никогда не достигаются первоначальные параметры. Гарантийные сроки службы новых ЭД – 2 года, капитально отремонтированных на разных ремонтных предприятиях – 0,5 и 1 год, что в 2...4 раза меньше. В каждом конкретном случае отказа ЭД товаропроизводителям необходимо все проанализировать и выбрать наилучшее решение.

Выводы

На основании анализа эксплуатационной надежности электродвигателей и результатов исследований и испытаний электродвигателей в сельском хозяйстве различных зон страны, установлено соотношение видов неисправностей и их причин с учетом особенностей их использования на различных объектах.

Получены зависимости изменения во времени сопротивления изоляции обмоток и радиальных зазоров подшипников электродвигателей при различных сочетаниях характерных эксплуатационных факторов сельскохозяйственного производства. Предложена номограмма для оперативной оценки и прогнозирования полного и остаточного ресурсов, а также текущих значений сопротивления изоляции. Выявлено соотношение температур нагрева лобовых частей статорной обмотки и стали сер-

дечника статора в гнезде рым-болта, позволяющее использовать специальные температурные устройства защиты.

Проведен сравнительный анализ стоимости поставляемых в России новых электродвигателей разных серий и типов с ценами на их капитальный ремонт, систематизированы технологические операции ремонта, установлены критерии и определены рентабельные варианты такого ремонта. Внедрение выполненных разработок позволит повысить надежность сельскохозяйственных электроприводов, увеличить срок службы и использование ресурса электродвигателей.

Литература

1. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А. Методические рекомендации по прогнозированию и контролю технического состояния электродвигателей в сельскохозяйственном производстве. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2011.
2. Патент № 90942 РФ. Устройство эксплуатационного контроля нагрева и защиты электродвигателей /Некрасов А.И., Борисов Ю.С., Некрасов А.А., Сырых Н.Н. – Оpubл. в БИ №2, 2010.
3. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А. Анализ ресурсов подшипниковых узлов электродвигателей, применяемых в сельскохозяйственном производстве//Вестник ГНУ ВИЭСХ. Энергетика и электротехнологии в сельском хозяйстве. – Вып.1(4). – М., 2009.
4. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А., Ефимов А.В. Варианты капитального ремонта электродвигателей //Вестник ГНУ ВИЭСХ. – Вып. 1(10). – М., 2013.
5. ГОСТ 19523-81У. Машины электрические вращающиеся от 50 до 335 габаритов. Технические условия. Изд-во стандартов. – М., 1983.

УДК 631.312.3

*Байметов Р.И. д.т.н., профессор, Кушанов Л.А.; Узбекский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства,
г.Ташкент, Республика Узбекистан*

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПЛУГ С РОТОРНЫМИ ОТВАЛАМИ

В статье приведено устройство, принцип работы и результаты испытаний комбинированного плуга с роторными отвалами, предназначенного для обработки почвы к посеву под повторные культуры после зерновых

Почвенно-климатические условия Республики Узбекистан с искусственным орошением позволяют выращивать и получать высокие повторные урожаи на полях, освободившихся от зерновых и большинства овощных и кормовых культур.

Возделывание повторных культур обеспечивает потребности Республики в продовольственных продукциях, кормах и тем самым продуктивное использование посевных площадей.

В комплексе агротехнических мероприятий, направленных на получение высоких урожаев повторных культур первостепенное значение имеет своевременное и качественное проведение подготовки почвы к севу, особенно в жаркий летний период.

В настоящее время подготовка почвы для сева повторных культур на освободившихся землях после уборки зерновых проводится почвообрабатывающими машинами, предназначенными для возделывания хлопчатника. Однако, физико-механические свойства почвы в летний период и в период сева хлопчатника резко отличаются. Поэтому при подготовке почвы под повторные культуры поля подвергаются многократным проходам почвообрабатывающих машин и орудий хлопкового комплекса, что приводит к повышению материальных и трудовых затрат, самое главное, к затяжке сроков сева и в конечном итоге к снижению урожайности возделываемой культуры.

Следовательно, работа, направленная на улучшение технологического процесса подготовки почвы под повторные посевы сельскохозяйственных культур, при минимальных затратах путем выбора типа и обоснования параметров технического средства с учетом особенностей почвенно-климатических условий региона представляется весьма актуальной и имеет важное народно-хозяйственное значение.

После освобождения полей от зерна производится вспашка плугами общего назначения на глубину 25-27 см с последующим заравниванием свальных гребней и развальных борозд.

Из-за недостатка влаги в почве после вспашки поверхностный слой пашни часто имеет грубую разделку с наличием крупных комков и глыб.

Поэтому на таких полях прибегают к многократным обработкам почвы чизелями-культиваторами, дисковыми боронами, а в большинстве случаев самодельными тяжелыми выравнивателями, изготовленными из деревянных брусьев, бетонных изделий и т.д.

Многократная обработка почвы неблагоприятно отражается на ее физических свойствах и затягивает сроки сева сельскохозяйственных культур, тем самым приводит к заметному повышению расхода материально-денежных средств.

Исследование многих ученых свидетельствует о том, что процесс дифференциации по биологической активности и эффективному плодородию идет преимущественно в направлении накопления плодородия в верхней и снижения в нижней части пахотного слоя. Поэтому тщательное перемешивание почвы ведет к значительному повышению биологической активности и эффективного плодородия во всем пахотном слое, что увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур.

Между тем пахота отвально-лемешными плугами даже при дополнительной обработке культиваторами, боронами и другими орудиями не обеспечивает перемешивание почвенных слоев. С целью устранения перечисленных выше недостатков отвально-лемешных плугов, ведутся работы в нескольких направлениях, одним из которых является совмещение пахоты с дополнительной обработкой почвы путем комбинирования плужных корпусов с различного рода рабочими органами в основном вращательного движения. Среди них наиболее перспективными являются рабочие органы с гидроприводом, позволяющие более эффективно использовать мощность трактора в полезную работу и, следовательно, иметь более высокий коэффициент полезного действия агрегата.

Для улучшения качества основной обработки почвы и снижения тягового сопротивления в ряде зарубежных стран применяют комбинированные плуги, совмещающие плужный корпус с вращающимся ротором. Для проверки пригодности такого плуга в почвенно-климатических условиях поливного земледелия в Узбекском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства (УзМЭИ) разработан навесной трех корпусный плуг с роторными отвалами. (рисунок 1).

Плуг состоит из рамы навесной системы, гидравлической и цепной передач, гидромотора, опорного колеса и роторных отвалов.

Корпус состоит из штампованной стойки, к которой крепится башмак с лемехом, отвалом и полевой доской. Ротор установлен вместо отрезанной части отвала. На каркасе ротора расположены ножи по винтовой линии, вал ротора вращается на двух роликовых подшипниках, которые расположены в верхней и нижней части вала на закрытых стаканах, при этом верхний крепится болтами за раму, а нижний с помощью тяг за корпус плуга. На верхнем конце вала находится звездочка цепной передачи.



Рисунок 1 – Общий вид плуга с роторными отвалами

Особенностью плуга является рабочий орган, состоящий из корпуса с укороченным лемехом, отвалом и вращающегося ротора.

Техническая характеристика плуга с роторными отвалами

Ширина захвата, м.....	1,05
Глубина обработки, м.....	0,30
Ширина захвата корпуса, м.....	0,35
Частота вращения ротора, об/мин.....	300
Рабочая скорость, км/ч.....	6 - 7
Агрегатируется с трактором класса.....	3

Роторы приводятся во вращение от гидросистемы трактора через гидромотора, звездочки и цепной передачи. Для ограждения цепной передачи служит рама плуга, так как для безопасности и эргономики все приводы (цепи, звездочки) расположены внутри рамы плуга. Глубина пахоты регулируется бесступенчато при помощи вращения винта на опорном колесе. [1].

Технологический процесс работы в отличие от работы отвально-лемешных плугов осуществляется следующим образом: полевым обрезом и лемехом укороченного корпуса пласт почвы подрезается сбоку и снизу и подается на вращающийся ротор. Ударами ножей (лопатки) ротора пласт почвы дополнительно разрушается и оборачивается и отваливается в борозду предыдущего прохода.

Испытания плуга были проведены в хлопководческой зоне Джизакской области в летний период при подготовке почвы под повторные культуры после уборки зерновых. Оценка качества работы экспериментального плуга с роторными отвалами производилась в сравнении навесным плугом ПН-3-35 по стандартной методике [2].

Данные по степени крошения почвы показывают, что после прохода плуга с роторными отвалами выход агротехнически ценных фракций размерами менее 50мм составляет 89%, когда по сравниваемому производственному плугу выход этой фракции 61%. Причем, выход фракции почвы размерами более 100мм по производственному плугу составил 18%, а по плугу с роторными отвалами отсутствовал.

Хорошее крошение почвы и перемешивание с ней органических и минеральных удобрений по всему пахотному слою, снижение числа прохода агрегатов и ряд других положительных элементов, обработка комбинированным плугом улучшает условия развития сельскохозяйственных культур.

Плуг с роторными отвалами обеспечивает за один проход ровную, слитную, подготовленную под посев пашню, заменяя обработку почвы лемешно-отвальным плугом с последующим чизелеванием и боронованием.

Применение плуга с роторными отвалами повышает использование полезной мощности трактора, что особенно важно для энергонасыщенных тракторов, за счет передачи части мощности через гидропривод.

Технико-экономический расчет показывает, что приведенные затраты на подготовку почвы под посев комбинированным плугом гораздо меньше, чем при вспашке лемешно-отвальным плугом с последующим чизелеванием и боронованием.

Вместе с тем необходимо отметить большую металлоемкость плуга и сложный привод роторов.

Таким образом, испытания плуга с роторными отвалами показали, что по основным агротехническим показателям, как степень крошения почвы, глыбистость и выравненность поверхности пашни он превосходит отвально-лемешные плуги.

Литература

1. Патент РУз № FAP 00752. Плуг с активным отвалом. Байметов Р.И., Кушанов Л.А. и др. //Б.И. – 2012.
2. ГОСТ Tst 63.02: 2004. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методика испытаний.

УДК 631.3

*Астафьев В.Л., докт. техн. наук, профессор, Семибаламут А.В., к.т.н.,
Бирюков Н.М., в.н.с, Шипотько В.Н., м.н.с., Кащенко А.В., м.н.с.
Костанайский филиал КазНИИМЭСХ*

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ БАРАБАНА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ГРУБОЙ ПРИМЕСИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по обоснованию параметров и режимов работы барабана для отделения грубой примеси. Выявлены зависимости влияния угла наклона барабана и частоты вращения на удельную просеваемость и качество очистки зернового вороха

В настоящее время конструкции сепараторов для очистки зернового вороха постоянно совершенствуются. Увеличение производительности в разрабатываемых и модернизируемых зерноочистительных машинах часто достигается не за счёт интенсификации процесса сепарации зернового вороха, а за счёт увеличения площади рабочей поверхности решет. Следовательно, повышение эффективности процесса предварительной очистки зернового вороха целесообразно искать в изучении процесса сепарации новыми рабочими органами в виде рифлёной сетки, обеспечивающими повышение пропускной способности зерноочистительных машин.

В ТОО «КазНИИМЭСХ» для уточнения результатов теоретических исследований проведены лабораторно-полевые эксперименты по определению параметров и режимов работы и удельной просеивающей способности барабана для отделения грубой примеси. Для интенсификации процесса сепарации зернового вороха барабан изготовлен в виде шестигранной призмы с диаметром описанной окружности 770 мм. Известно, что в шестигранном барабане происходит более энергичное просеивание, что объясняется ударом частиц при падении с одной грани на другую [1]. В результате экспериментов были получены зависимости влияния частоты вращения барабана на угол подъёма зернового вороха и просеиваемость зерна через ячейки рифлёной сетки при заданном угле наклона барабана, рисунок 1.

Из рисунка 1 видно, что наибольший угол подъёма зернового вороха, при котором осуществляется технологический процесс сепарации с максимальной просеиваемостью 11,8...12,3 кг/с·м (соответствует производительности 70...73 т/ч), составил 152° и обеспечивается при частоте вращения барабана 48...52 мин⁻¹.

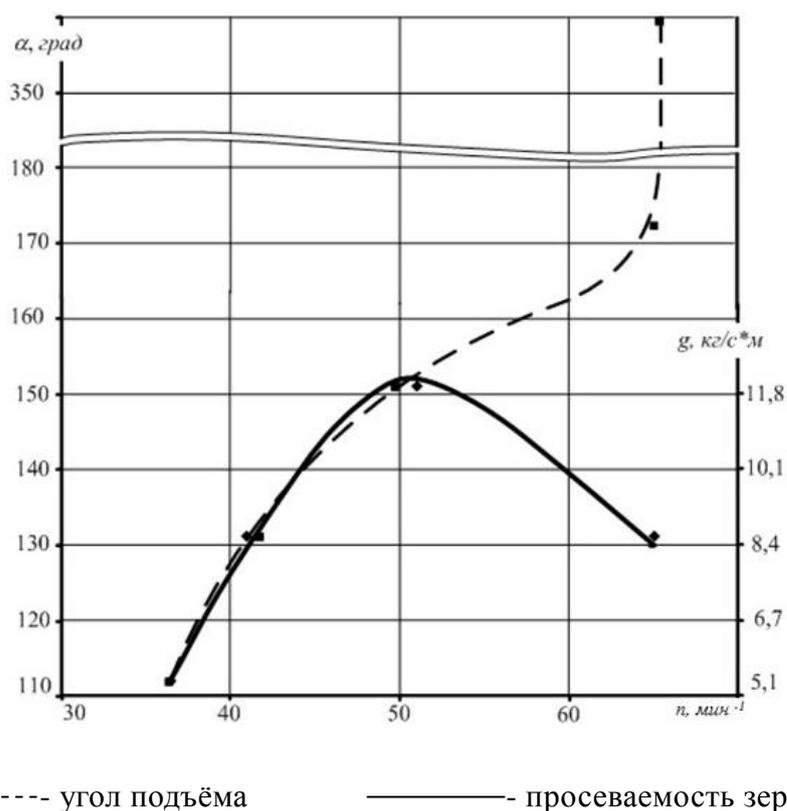


Рисунок 1 – Зависимость угла подъёма зернового вороха $\square\square\square$ и просеваемости зерна g от частоты вращения барабана n , при влажности зерна 12,2%, размере ячейки рифленой сетки $10\times 10\text{мм}$, и угле наклона барабана 1°

При увеличении частоты вращения барабана более 52 мин^{-1} , угол подъёма зернового вороха увеличивается до $180\dots 360^\circ$, при этом зерновой ворох под действием центробежной силы прижимается к его внутренней стенке и переходит в фазу относительного покоя, зерновой ворох вращается совместно с барабаном с одинаковой угловой скоростью. В этом случае технологический процесс работы барабана нарушается, т.е. прекращается процесс сепарации зернового вороха внутри барабана. Следовательно, для обеспечения технологического процесса очистки зерна от крупной примеси частота вращения барабана не должна превышать 52 мин^{-1} .

Проведены исследования по определению влияния угла наклона барабана на просеваемость зерна влажностью 20,2%, через рифленую сетку с размерами ячейки $8\times 8\text{ мм}$ и $10\times 10\text{ мм}$ при заданной частоте вращения барабана $41,5$; $46,2$ и 51 мин^{-1} , рисунок 2.

При анализе полученных зависимостей видно, что с увеличением угла наклона барабана от 3° до 8° просеваемость во всех вариантах увеличивается в $1,2\dots 1,3$ раза и достигает максимальной величины при уг-

лах наклона $5...7^{\circ}$, (рисунок 2). С увеличением частоты вращения барабана от 41 до 51 мин^{-1} , просеиваемость увеличивается в среднем в 1,6...1,9 раза, а при увеличении размера ячейки рифленой сетки просеиваемость во всех вариантах увеличивается в среднем в 1,5 раза.

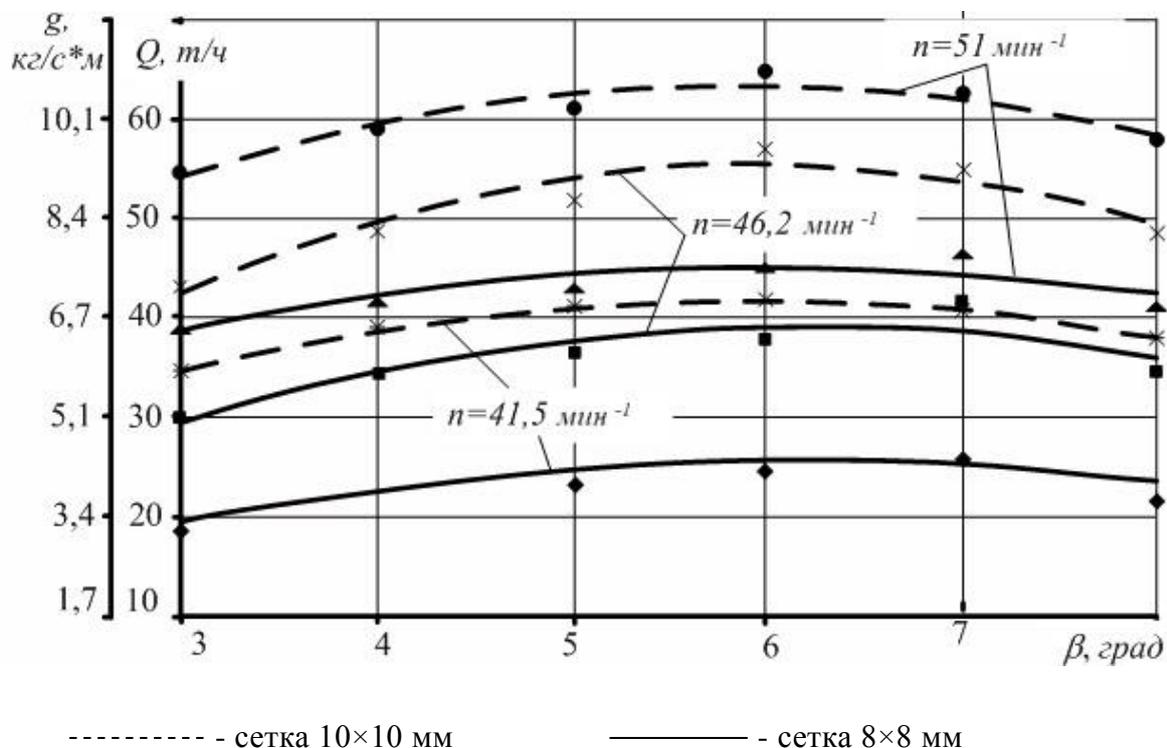


Рисунок 2 – Зависимость просеиваемости g от угла наклона барабана \square

Таким образом, при влажности зернового вороха 20,2%, для рифлёной сетки с размерами ячейки $8 \times 8 \text{ мм}$ и $10 \times 10 \text{ мм}$, наибольшая просеиваемость зерна 6,3...7,4 $\text{кг/с}\cdot\text{м}$ и соответственно 9,4...10,6 $\text{кг/с}\cdot\text{м}$, достигается при углах наклона барабана $5...7^{\circ}$.

Лабораторно-полевыми исследованиями определено влияние оборотов барабана n на просеиваемость зерна, при влажности зерна 20,2%, для сетки с размерами ячейки 8×8 и $10 \times 10 \text{ мм}$.

Анализ зависимостей представленных на рисунке 3, показывает, что для сетки с размерами ячейки $8 \times 8 \text{ мм}$ и $10 \times 10 \text{ мм}$, наибольшая просеиваемость зерна 6,9...7,6 $\text{кг/с}\cdot\text{м}$ и соответственно 9,9...10,7 $\text{кг/с}\cdot\text{м}$, достигается при частоте вращения барабана $48...52 \text{ мин}^{-1}$. Также с увеличением угла наклона барабана от 5 до 7° , просеиваемость зерна в обоих случаях увеличивается в 1,1 раза.

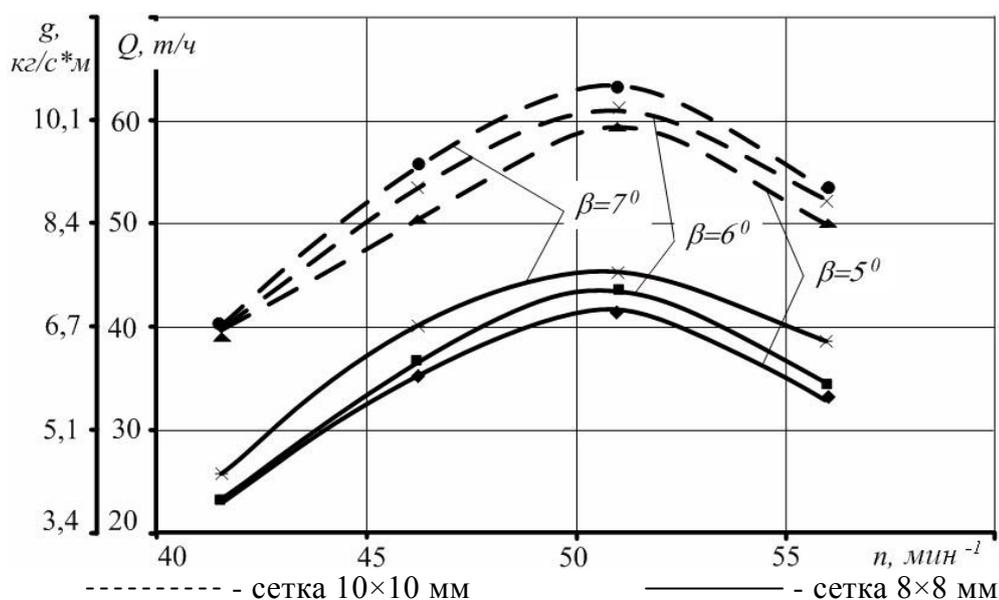


Рисунок 3 – Зависимость просеиваемости g от частоты вращения барабана n

Одним из главных показателей в оценке работы зерноочистительных машин является полнота выделения примесей рабочими органами. В ходе экспериментальных исследований были определены зависимости влияния параметров и режимов работы барабана для отделения грубой примеси на полноту выделения примесей E_{np} , рисунок 4.

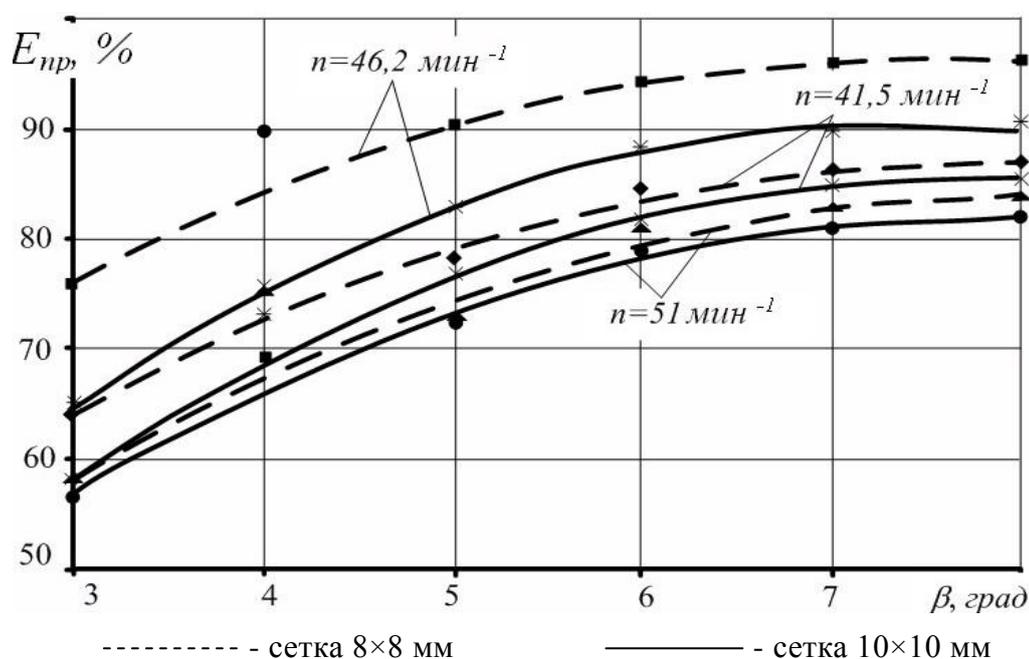


Рисунок 4 – Зависимость полноты выделения примесей E_{np} от угла наклона β и оборотов барабана n

Результаты проведенной агротехнической оценки показывают, что при действующем нормативе полноты выделения примесей (не менее 50%) [2], все варианты исследуемых параметров и режимов работы барабана для отделения крупной примеси соответствуют критерию качества выполнения технологического процесса. С увеличением угла наклона барабана от 3 до 7° полнота выделения примесей увеличивается в среднем в 1,3...1,5 раза и стабилизируется на величине 87...96%. С увеличением оборотов барабана от 41 до 46 мин⁻¹ полнота выделения примесей увеличивается в среднем в 1,1 раза и достигает 96% для сетки с размерами ячейки 8×8 мм, а для сетки с размерами ячейки 10×10 мм - 90%. При дальнейшем увеличении оборотов полнота выделения примесей – стабилизируется.

Таким образом, для обеспечения производительности не менее 50 т/ч, что соответствует просеваемости 8,4 кг/с·м, приняты следующие рациональные параметры и режимы работы барабана для отделения грубой примеси: сетка с размером ячейки 10×10 мм, угол наклона барабана 6-7°, частота вращения - 46...52 мин⁻¹.

Литература

1. Соколов А.Я., Журавлёв В.Ф., Душин В.Н. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. – М.: Колос, 1984. – 445 с.
2. СТ РК 3.50-2010 Руководство по подтверждению соответствия машины зерноочистительной /Астана, комитет по техническому регулированию и метрологии, 2010. – 14 с.

УДК 631.316.022

*Шугубаев Ж.Б., научный сотрудник,
Аккольский филиал КазНИИМЭСХ, г. Акколь*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ЛАП ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В статье приведена схема расчета интенсивности отказов и среднего взвешенного ресурса лап почвообрабатывающих машин

В процессе работы основные элементы стрельчатых рабочих органов (крылья, носок) интенсивно изнашиваются от воздействия с абразивной средой (почвой). И для рабочих органов почвообрабатывающих машин процесс износа в основном определяет их ресурс. Но при определении ресурса нельзя не учитывать и внезапные отказы, которые, как правило, связаны с заменой отказавшей лапы, то есть отказ в данном случае означает полный ресурс, который для отказавшей детали равен наработке от момента установки ее на агрегат, до отказа.

Сравнительно просто эта задача решается в том случае, если первоначально установленные на испытание все детали работают до полного исчерпания ресурсов, как по постепенному износу, так и по признакам отказов. Более сложно решать задачу в такой ситуации, при которой по каким либо причинам только часть деталей достигает предельного состояния, а остальные на момент прекращения наблюдений обладают остаточными ресурсами. В данном случае при определении ресурсов используют различные методы прогнозирования, основанные на экстраполяции и использовании известных законов распределения надежности. При этом получают в той или иной мере приближенные оценки характеристик надежности.

Анализируя показатели надежности (безотказности и долговечности) работы сложных машин на длительных временных интервалах, некоторые авторы отмечают, что одним законом распределения можно характеризовать их надежность лишь на отдельных участках. [1] Например, на участке приработки время возникновения отказа может подчиняться распределению Вейбулла или гамма-распределению, на участке нормальной работы – экспоненциальному, а на участке интенсивного старения – нормальному. Но применять суперпозицию распределений в этой задаче, по нашему мнению, нет необходимости. Это вытекает из того, что в реальных условиях ресурс этих деталей в абсолютном большинстве случаев будет определяться абразивным износом, а внезапные отказы подчиняются экспоненциальному распределению [2]. Ресурсы деталей, интенсивно изнашивающихся в абразивной среде, распределены по нормальному закону с небольшим коэффициентом вариации. Это позво-

ляет принять схему, по которой эту часть деталей заменяют одновременно по достижении среднего ресурса, который в этом случае является центром рассеивания, то есть медианой.

В теории надежности вероятностные показатели машин определяют при условии, что количество объектов наблюдения $n \rightarrow \infty$. Это требование является неопределенным и для практического использования применяют понятие «доверительная вероятность» и «относительная точность». Такой подход позволяет обходиться вполне реальным количеством объектов исследования.

Применительно к нашей задаче объективно можно применить известное понятие «малая выборка» и использующие при этом известные приемы оценок надежности.

Проанализируем решаемую задачу, используя схему, представленную на рисунке, принимая во внимание тот факт, что вероятность отказа связанная с наработкой, можно говорить, что вероятность отказа до наработки W равна:

$$P(W) = \frac{n_0}{N} \quad (1)$$

где n_0 – число отказов наблюдаемых объектов в диапазоне наработки $(0 - W)$;

N – число объектов, взятых под наблюдение (исправных в момент $W=0$).

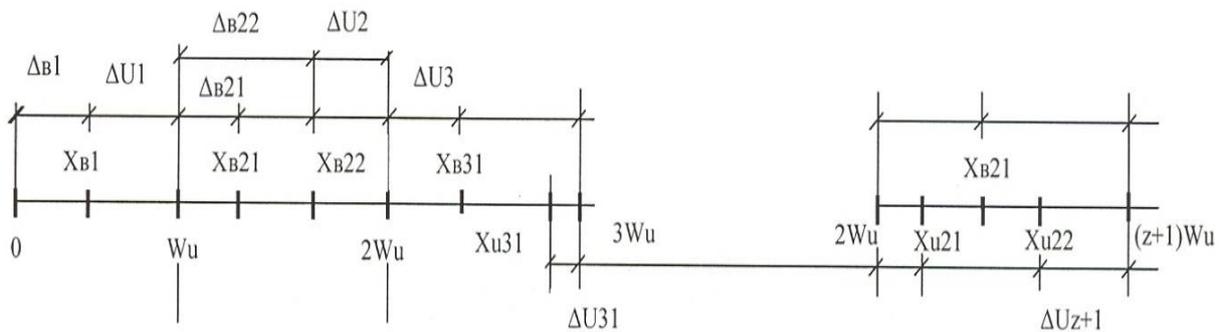


Рисунок – Схема, иллюстрирующая возникновения внезапных отказов в процессе наблюдения

На рисунке 1, $0 \dots (Z+1)W_u$ – наработка объектов за период наблюдения; W_u – наработка в интервале, причем $(0 \div W_u) = (W_u \div 2W_u) = (2W_u \div 3W_u) = \dots = (ZW_u \div (Z+1)W_u) = \dots$. Отвлекаясь от строгого понятия «вероятность» напишем выражения для их определения, используя обозначения рисунка 1 и отмеченное на нем число отказов. При этом, не забывая, что мы определили «относительные частности», а не «вероятности». Здесь $X_{в1}, X_{в2}, \dots$, обозначены моменты внезапных отказов, которые имеют экс-

по экспоненциальным распределениям, а X_u с соответствующими интервалами индексами – износные отказы, распределенные по нормальному закону.

Итак,

$$F(W_u - \Delta U_1) = \frac{1}{N}; F(W_u - \Delta U_2) = \frac{x_{e1} + x_{e21} + x_{e22}}{N} = \frac{3}{N}; \quad (2)$$

$$F(2W_u - \Delta U_3) = \frac{x_{e1} + x_{e21} + x_{e22} + x_{e31}}{N} = \frac{4}{N}; \quad (3)$$

$$F(3W_u + \Delta U_{31}) = \frac{\sum F(2W_u + \Delta U_3) + x_{U31}}{N} = \frac{5}{N}. \quad (4)$$

В последнем выражении $\sum F(\cdot)$ обозначен числитель предыдущего.

За весь период наблюдений, равный наработке $(Z+1)W_u$ суммарная вероятность отказа составит:

$$F[(Z+1) - \Delta U_{Z+1}] = \frac{\sum x_{ij}}{N} = \frac{8}{N}. \quad (5)$$

Необходимо еще раз обратить внимание, что если вероятности определяются по фактическим данным, то в этом случае закон распределения вероятностей можно не учитывать.

При наблюдениях, в которых все первоначально установленные детали достигли предельного состояния, то есть исчерпали ресурс по износу или отказам, используется прогнозирование поведения совокупности за пределами наблюдаемой наработки.

В данном случае основанием для экстраполяции являются данные по интенсивности изнашивания – распределение и его характеристики – средние значения и доверительные их интервалы. По внезапным отказам в качестве отправной величины приняты оценка среднего значения по данным, полученным на активном участке наблюдений [3]. Положительным моментом при этом является тот факт, что экспоненциальные распределения зависят от одного параметра – интенсивности отказов λ , а он зависит от наработки и равен:

$$\lambda = \frac{1}{W_g}, \quad (6)$$

где W_g – среднее значение наработки отказавших деталей, приходящееся на одну деталь.

Это означает, что если внезапные отказы произошли при наработках агрегата $W_1, W_2, \dots, W_i, \dots, W_g$, то средняя наработка на один отказ равна:

$$\bar{W}_g = \frac{(W_1 + W_2 + \dots + W_g) \frac{n}{N}}{g} = \frac{\frac{n}{N} \sum_1^g W_i}{g}, \quad (7)$$

где N – количество рабочих органов на агрегате, за которым вели наблюдения, ед.;

g – количество внезапных отказов этих деталей за период наблюдений.

Средний взвешенный ресурс лапы за наработку до отказа всех первоначально установленных на агрегат лап (W_Σ) будет равен:

$$\bar{T}_g = \frac{n_o \cdot \bar{W}_g + n_u \cdot \bar{W}_u}{N}, \quad (8)$$

где n_o – число внезапно отказавших лап за наработку W_Σ ;

n_u – число предельно изношенных лап за наработку W_Σ , $n_o + n_u = N$;

\bar{W}_u – средний взвешенный ресурс лапы по износу, га.

Этот ресурс \bar{T}_g и следует принимать при сравнительном технико-экономическом анализе использования восстановленных и изношенных лап.

$$\bar{W}_u = \frac{h_u - h_{II}}{Vn}, \quad (9)$$

где Vn – средняя интенсивность изнашивания при n -ом замере.

Приведенная схема расчета интенсивности отказов и среднего взвешенного ресурса позволяет определить ресурсы при условии, что первоначально взятое под наблюдение число деталей подлежит анализу на долговечность и безотказность до исчерпания ресурса.

Литература

1 Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В., Курс теории вероятностей и математической статистики. – М.: Изд. Наука, 1969.–511 с.

2 Гмурман В.Е. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику. – М.: Высшая школа, 1963.–237 с.

3 Разработать технологии и средства восстановления изношенных деталей сельскохозяйственных машин и рекомендации по организации участков восстановления. Отчет о НИР (заключительный) / Филиал РГП «НПЦ МСХ» НИТИЭРсхт. Руководитель Козак А.И. - № ГР 0107РК002113 - Акколь, 2008. – 139 с.

УДК 631.3

*Шугубаев Ж.Б., научный сотрудник, Сарымсаков Д.В., инженер,
Аккольский филиал КазНИИМЭСХ, г. Акколь;
Даулетхан А., магистрант; АО «КазАТУ им. С.Сейфуллина», г. Астана*

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТОПЛИВНЫХ ФИЛЬТРОВ

В статье рассматривается влияние загрязненности топливных фильтров на работу топливной аппаратуры дизеля, результаты использования сигнализатора для контроля степени загрязненности и фильтрующих элементов

В процессе эксплуатации техническое состояние тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин изменяется – снижаются показатели работоспособности, экономичности, ухудшаются параметры технического состояния, экологической и технической безопасности. В этой связи при эксплуатации машин необходим как периодический контроль параметров технического состояния, так и соответствующие ремонтно-обслуживающие воздействия.

Практика показывает, что эффективное использование техники возможно только при наличии хорошо организованного технического сервиса. Своевременный и качественный сервис тракторов и сложных сельскохозяйственных машин (диагностирование, техническое обслуживание, профилактический ремонт) позволяет поддерживать готовность техники на уровне 0,80...0,82.

Качественный сервис машин возможен на основе применения современных технологий и средств, в связи с чем возникает потребность в их разработке и совершенствовании. Вновь создаваемые и усовершенствованные средства технического сервиса должны обладать широкими функциональными и эксплуатационными возможностями, малыми габаритами и массой, высокой точностью, эргономичностью, соответствовать требованиям экологической безопасности.

Диагностирование машин, проводимое с использованием современных приборов и приспособлений, обеспечивает определение технического состояния агрегатов, механизмов и систем машины без их разборки, позволяет прогнозировать сроки службы узлов до ремонта, фактически управлять их техническим состоянием путём назначения соответствующих предупредительных работ, выполняемых при техническом обслуживании. Выполнение необходимых операций по ремонту и регулированию снижает расход запасных частей и топливо-смазочных материалов. Так, своевременное обнаружение и устранение неисправностей в системах питания двигателя улучшает на 5...10% технико-экономические показатели, увеличивает мощность двигателя, в 2...3 раза улучшает экологические показатели, повышает безопасность эксплуатации машины [1].

Информацию о техническом состоянии двигателя можно получить по параметрам его рабочих процессов. Рабочие процессы, протекающие в двигателе (топливоподачи, сгорания и газообмена), взаимосвязаны между собой и обусловлены техническим состоянием регулировок и сопряжений его узлов. Поэтому исследование изменения параметров рабочих процессов по мере изнашивания двигателя позволяет вырабатывать признаки для диагностики.

По данным [2] на топливную аппаратуру падает значительная доля отказов двигателя (у ЯМЗ-238НБ около 25%, у Д-50 около 50%, а у СМД-14 до 30%) – до 1/3 всех затрат на обслуживание двигателя, что составляет 30-40% от стоимости новой топливной аппаратуры. При этом 15-27% приходится на отказы топливных насосов высокого давления, 50-60% на форсунки, 8-11% на регулятор скорости. Разрегулировки топливной аппаратуры составляют 12-15%, а износ сопряжений – около 20% от общего числа отказов двигателя. Это приводит к значительному перерасходу топлива (по данным [3,4,5] – до 40%).

Надежность топливной аппаратуры во многом зависит от загрязненности топлива. При хранении, транспортировке, заправке и работе дизеля топливо почти неизбежно соприкасается с воздухом. В воздухе, особенно при работе машины в поле, постоянно находятся мельчайшие механические частицы, для очистки которых предназначены фильтры грубой и тонкой очистки топлива.

Современные фильтры грубой и тонкой очистки топлива способны при правильной их эксплуатации отфильтровывать абразивные частицы размером 2...3 мкм. Однако, очень часто, заправляемое в бак топливо содержит до 200...500 г/т посторонних частиц. Площадь фильтровального элемента прямо пропорциональна количеству задержанной грязи. После превышения количества загрязнений, поры фильтровального элемента забиваются и тем самым уменьшается пропускная способность топливного фильтра, создавая дополнительную нагрузку на всасывание топливной аппаратуры. В магистрали между топливным фильтром и подкачивающим насосом создается разрежение, увеличивающееся с загрязнением фильтра и производительностью аппаратуры при высоких нагрузках. Наличие механических примесей в топливе приводит к засорению сопел форсунок, к усиленному износу плунжерных пар и даже к выходу их из строя. Следовательно, долговечность и нормальная работа топливной аппаратуры в значительной степени зависят от чистоты топлива.

Для своевременного определения степени засоренности фильтров, мы предлагаем установить сигнализатор засоренности фильтров. На рисунке показан макетный образец сигнализатора засоренности топливных фильтров.



Рисунок – Макетный образец сигнализатора засоренности топливных фильтров на лабораторных испытаниях

Сигнализатор заблаговременно, до наступления видимых признаков загрязнения топливного фильтра показывает о необходимости установки нового фильтрующего элемента.

Топливные фильтры заменяют обычно:

- в соответствии с рекомендациями производителя машины через определенный пробег (наработку);
- при техническом обслуживании;
- при снижении пропускной способности фильтра, что характеризуется потерей мощности и перебоями в работе дизеля.

В первом и втором случаях сигнализатор позволит сократить затраты на сменные элементы (не менять их слишком часто, «на всякий случай»), т.к. показывает, необходима замена фильтра или нет и, более того, когда планируется замена. Сигнализатор начинает показывать значения с момента, когда срок планируемой замены фильтра составляет менее 20% его срока службы.

В третьем случае сигнализатор степени загрязнения топливного фильтра не позволит допустить неустойчивой работы машины и повышенного износа топливной аппаратуры.

Контроль степени загрязнения топливных фильтров позволяет не только предотвратить выход из строя топливной аппаратуры, но и сэкономить на преждевременной замене топливных фильтров. Следовательно, достаточно просто периодически проверять показания сигнализатора и своевременно производить замену фильтрующих элементов.

Литература

1 Петрищев А.Н. Исследование и обоснование параметров пунктов технического обслуживания машинно-тракторного парка (на примере хо-

зайств Северного Казахстана): Дис. канд. тех. наук. – ГОСНИТИ. Алексеева, 1976. – 161 с.

2 Баширов А.М., Кислов В.Б., Павлов В.А. и др. Надежность топливной аппаратуры тракторных и комбайновых двигателей. – М.: Машиностроение, 1978. – 184 с.

3 Инструкция по определению экономической эффективности мероприятий по диагностированию сельскохозяйственной техники. – М.: ГОСНИТИ, 1982. – 111 с.

4 Обрядин В.Г., Хаймин Ю.Ф. Влияние износа плунжерных пар топливного насоса НД-21/2 на дымность отработавших газов //Труды ЦНИТА. Вып.67. – Л., 1975. – С.49-51.

5 Обеспечение работоспособности и топливной экономичности машинотракторных агрегатов. Отчет о НИР (промежуточный) /- АФ ТОО «КазНИИМЭСХ». Руководитель Кошик А.П. – № ГР 0112РК02533. – Акколь, 2012. – 96с.

УДК 631.372

Камбаров Б.А., к.т.н., доцент; Узбекский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, г. Янгиюль, Республика Узбекистан

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РУЛЕВОЙ ТРАПЕЦИИ ХЛОПКОВОДЧЕСКОГО ТРАКТОРА

В статье приведена методика расчета параметров рулевой трапеции перспективного высококлиренсного хлопководческого трактора 4К2 с повышенными углами поворота управляемых колес

Хлопководческие агрегаты в зависимости от длины гона полей и рядности сельскохозяйственных машин затрачивают на повороты от 1,5 до 7% времени смены. В то же время для совершения этих маневров на концах гона отчуждается от 3-х до 7% продуктивной площади поля [1].

Все эти потери напрямую зависят и от маневренных качеств тракторов.

В связи с этим совершенствование функциональных характеристик и параметров рулевых приводов тракторов приводит к повышению сменной производительности агрегатов и возврату десятков тысяч гектаров продуктивной площади хлопковых полей.

Основным требованием, предъявляемым к рулевому приводу, является правильное соотношение углов поворота управляемых колес в плане, когда траектории всех колес должны представлять собой дуги концентрических окружностей, т.е. должны иметь общий центр.

На рисунках 1 и 2 показаны основные параметры, характеризующие передний мост управляемых колес.

Для выполнения основного требования соотношение между углами поворота управляемых колес в плане должно подчиняться зависимости

$$\operatorname{ctg}\beta_n - \operatorname{ctg}\beta_{вн} = \frac{M}{L}, \quad (1)$$

по которой для любого значения угла поворота, например, внутреннего управляемого колеса $\beta_{вн}$ всегда можно определить значение угла поворота наружного управляемого колеса β_n , т.е.

$$\beta_n = \operatorname{arctg} \frac{L \cdot \operatorname{tg}\beta_{вн}}{M \cdot \operatorname{tg}\beta_{вн} + L}. \quad (2)$$

Значение угла поворота наружного управляемого колеса, вычисленное по выражению (2), можно назвать теоретическим значением этого угла $\beta_n^{\text{теор.}}$.

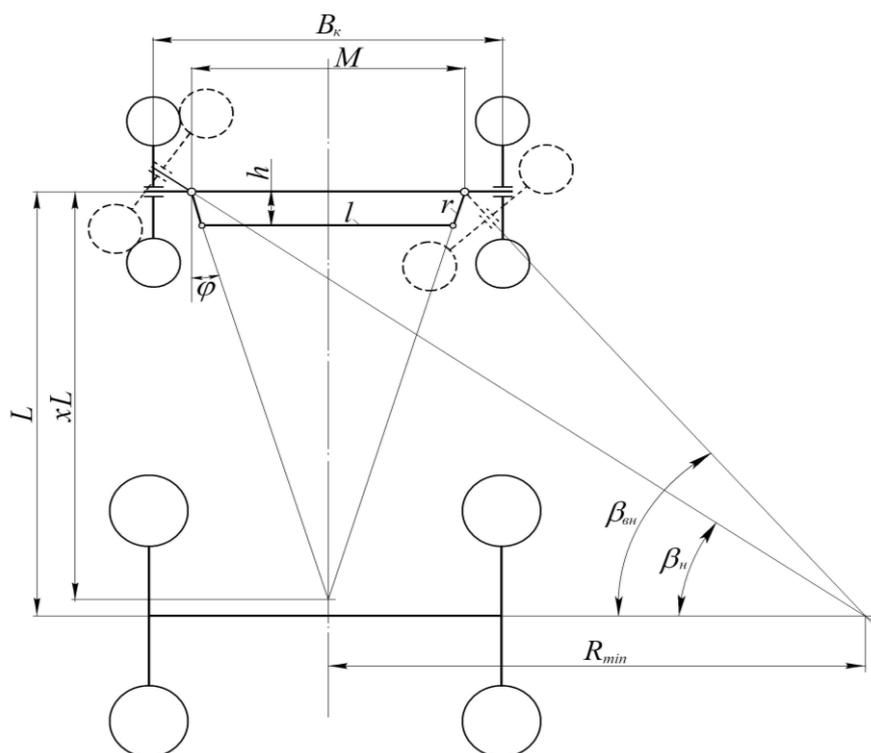


Рисунок 1 – Принципиальная схема поворота колесного трактора

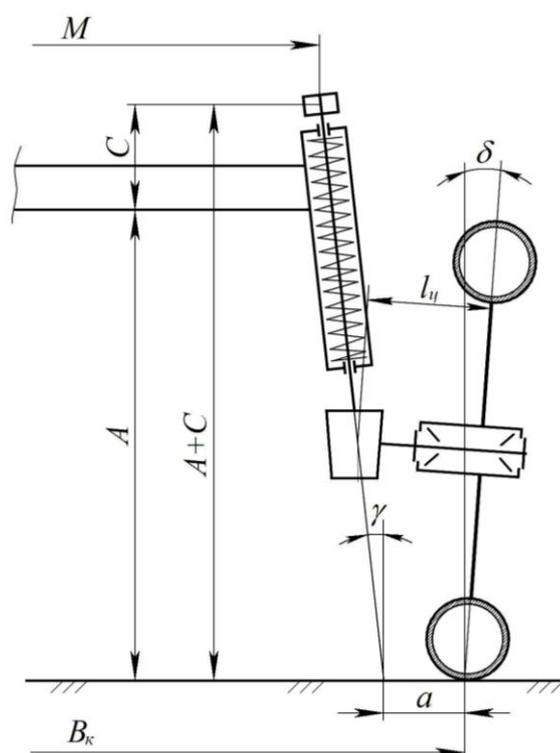


Рисунок 2 – Схема установки управляемых колес универсально-пропашного трактора

В выражении (2) межшкворневое расстояние определяется по формуле

$$M = B_k - 2[a + (A + C)tg\gamma], \quad (3)$$

где $a = l_u(\cos\delta - \sin\delta tg\gamma) - r_{cm}(\sin\delta + \cos\delta tg\gamma)$,

(4)

(l_u – длина цапфы; γ – угол наклона оси вала поворотной цапфы в поперечной плоскости; δ – угол развала управляемых колес; r_{cm} – статический радиус управляемых колес). L – продольная база трактора; B_k – колея управляемых колес; M – расстояние между осями валов поворотных цапф (межшкворневое расстояние); l – длина поперечной тяги рулевой трапеции; r – длина поворотного рычага; φ – угол установки поворотных рычагов; $\beta_{вн}$ – угол поворота внутреннего колеса; $\beta_{н}$ – угол поворота наружного колеса a – плечо обкатки управляемого колеса относительно оси вала поворотной цапфы; A – агротехнический просвет; $A + C$ – расстояние от опорного основания до поворотного рычага

С учетом этих конструктивных параметров трактора теоретическая взаимосвязь углов установки управляемых колес в процессе поворота имеет вид:

$$\beta_n^{теор.} = arctg \frac{Ltg\beta_{вн}}{\{B_k - 2[l_u(\cos\delta - \sin\delta tg\gamma) - r_{cm}(\sin\delta + \cos\delta tg\gamma) + (A + C)tg\gamma]\}tg\beta_{вн} + L}. \quad (5)$$

В то же время существует аналитическая взаимосвязь между углами поворота управляемых колес β_n , $\beta_{вн}$ и параметрами элементов рулевой трапеции, которая описывается уравнением [2]

$$\beta_n = \varphi + arctg \frac{r \cos(\varphi + \beta_{вн})}{M - r \sin(\varphi + \beta_{вн})} - arcsin \frac{r + 2M \sin \varphi - 2r \sin^2 \varphi - M \sin(\varphi + \beta_{вн})}{\sqrt{M^2 + r^2 - 2Mr \sin(\varphi + \beta_{вн})}}. \quad (6)$$

Чем меньше разница между $\beta_n^{теор.}$ и β_n , тем оптимальнее, с точки зрения обеспечения «чистого» качения управляемых колес в процессе поворота, найденные параметры рулевой трапеции трактора, т.е. для оптимальных параметров рулевой трапеции должно быть соблюдено условие

$$\max_{1^0 \leq \beta_{вн} \leq \beta_{вн \max}} |\beta_n - \beta_n^{теор.}| \xrightarrow{\Omega} \min, \quad (7)$$

где Ω – набор условий на параметры рулевой трапеции.

Решение задачи (7) затруднено, т.к. оба основных конструктивных параметра, характеризующих кинематику рулевой трапеции – угол установки поворотных рычагов φ и длина поворотных рычагов r , являются неизвестными.

Угол установки поворотного рычага φ можно выразить через конструктивные размеры трактора

$$\varphi = \operatorname{arcctg} \frac{2xL}{M}, \quad (8)$$

где xL – расстояние от центра оси управляемых колес до точки пересечения осей поворотных рычагов на продольной оси трактора, при установке колес для его прямолинейного движения (рис. 1).

Опыт конструирования тракторов [2] показывает, что оптимальное значение x находится в диапазоне значений 0,7 – 1,0.

Для заднерасположенной трапеции длина поперечной тяги l определяется по формуле

$$l = \frac{M}{1 + 2y \sin \varphi}, \quad (9)$$

где $y = \frac{r}{l}$.

Из опыта конструирования [2] также известно, что значение y варьируется в диапазоне 0,12 – 0,16.

В [2] предлагается из значений $x = 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$ выбрать наилучшее, которое минимизирует разницу между $\beta_n^{\text{теор.}}$ и β_n , вычисленными по формулам (5) и (6).

При этом полагают $y = 0,14$.

Далее для выбранного оптимального значения x и соответствующего φ из значений $y = 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,16$ опять выбирают наилучшее значение y по тому же критерию.

С учетом вышесказанного нами разработана программа решения задачи (7) для различных значений длины поворотного рычага r .

Обозначим решение задачи (7) через

$$\Delta_{\max} = \Delta(r) = \min_{\varphi} \max_{1^0 \leq \beta_{\text{вн}} \leq \beta_{\text{вн max}}} |\beta_n - \beta_n^{\text{теор.}}|.$$

где Δ_{\max} – минимальное значение наибольшего отклонения фактического и теоретического углов поворота наружного управляемого колеса

Исходная информация, необходимая для расчетов, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для расчета параметров рулевой трапеции

№ п/п	Наименование параметров, единица измерения	Обозначение	Значение параметра по КД на трактор или расчетная формула его определения	Источник информации
1	2	3	4	5
1.	Углы установки управляемых колес; град.			
	– угол развала колес	δ	1,5 – 4	[3,4]; КД
	– угол наклона оси вала поворотной цапфы	γ	2 – 10	[2,3]; КД
2	Длина цапфы, мм	$l_{ц}$	161	КД
3.	Плечо обкатки управляемого колеса, мм	a	$a = l_{ц}(\cos\delta - \sin\delta \operatorname{tg}\gamma) - r_{cm}(\sin\delta + \cos\delta \operatorname{tg}\gamma)$	
4.	Статический радиус управляемых колес, мм	r_{cm}	460	[5]
5.	Агротехнический просвет под осью управляемых колес, мм	A	820 ± 10	КД
6.	Расстояние от опорного основания до поворотного рычага, мм	$A + C$	975	КД
7.	Межшкворневое расстояние, мм	M	$M = B_{к} - 2[a + (A + C)\operatorname{tg}\gamma]$	
8.	Колея трактора, мм	$B_{к}$	1800	КД
9.	Продольная база, мм.	L	2560	КД
10.	Длина поворотного рычага, мм	r	$r = \frac{h}{\cos\varphi}$	
11.	Угол установки поворотного рычага к продольной оси трактора, град.	φ	$\varphi = \operatorname{arcctg} \frac{2xL}{M}$	
12.	Угол установки внутреннего колеса в плане, град.	$\beta_{вн}$	$0 < \beta_{вн} \leq 55$ $\beta_{вн \max} = 55$	
13.	Высота рулевой трапеции, мм	h	$h = r \cos\varphi$	КД
14.	Расстояние от оси переднего моста до точки схождения осей поворотных рычагов на продольной оси трактора, мм	xL	$1,0 \geq x \geq 0,7$	
15.	Длина поперечной рулевой тяги, мм	l	$l = \frac{M}{1 + 2y \sin\varphi}$	

Для примера в таблице 3 приводится расчет параметров рулевой трапеции перспективного хлопководческого трактора ОАО «ТТЗ» 4К2 марки ТТЗ-1030, а исходные данные для расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчета по трактору ТТЗ-1030 с шиной 11,2-20

Параметр	M	L	B_{κ}	$A+C$	l_{ψ}	a	r_{cm}	γ	δ
Единица измерения	мм							град.	
Значение параметра	1419	2560	1800	975	161	71	460	7	4

Таблица 3 – Значения параметров r , φ , l и Δ

Длина поворотного рычага, r , мм	Угол установки поворотных рычагов, φ , град.	Длина поперечной тяги, l , мм	Высота трапеции, h , мм	x	Δ_{\max} , град.
1	2	3	4	5	6
80	17°53'	1369,9	76,1	0,859	1°27'
90	17°46'	1364,1	85,7	0,865	1°28'
100	17°38'	1358,4	95,3	0,871	1°28'
110	17°32'	1352,7	104,9	0,877	1°29'
120	17°25'	1347,2	114,5	0,884	1°29'
130	17°18'	1341,7	124,1	0,890	1°29'
140	17°11'	1336,2	133,7	0,896	1°30'
150	17°05'	1330,9	143,4	0,902	1°31'
160	16°58'	1325,6	153,0	0,908	1°31'
170	16°52'	1320,4	162,7	0,914	1°32'
180	16°45'	1315,2	172,4	0,921	1°32'
190	16°39'	1310,1	182,0	0,927	1°33'
200	16°32'	1305,1	191,7	0,933	1°33'
210	16°26'	1300,2	201,4	0,940	1°34'
220	16°20'	1295,3	211,1	0,946	1°34'
230	16°14'	1290,5	220,8	0,952	1°35'
240	16°07'	1285,7	230,6	0,959	1°35'
250	16°01'	1281,0	240,3	0,965	1°36'
260	15°55'	1276,4	250,0	0,972	1°37'
270	15°49'	1271,8	259,8	0,978	1°37'
280	15°43'	1267,3	269,5	0,985	1°38'
290	15°37'	1262,8	279,3	0,991	1°38'
300	15°32'	1258,4	289,1	0,998	1°39'

Как видно из таблицы 3 при $r = 80 - 140$ мм обеспечивается $\Delta \leq 1^{\circ}30'$, что приемлемо. При этом значение величины x изменяется от 0,859 до 0,896, что не противоречит рекомендациям о диапазоне x в пределах 0,7 – 1,0 [2].

Окончательный выбор осуществляется конструктором с учетом наличия свободного пространства между балкой управляемых колес и двигателем.

Литература

1. Байметов Р.И., Камбаров Б.А., Осипов О.С. К вопросу применения в хлопководстве четырехколесного пропашного трактора с широкозахватными МТА. //Проблемы механики. – Ташкент, 2012. – № 3. – С. 53–57.
2. Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов. – М.: Машиностроение, 2009. – С. 668–679.
3. Ксенович И.П., Шарипов В.М., Арустамов Л.Х. и др. Тракторы конструкция. – М.: МГТУ МАМИ, 2001. – С. 549–561.
4. Ксенович И.П., Гуськов В.В. и др. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет. – М.: Машиностроение, 1991. – 554 с.
5. ГОСТ 7463-2003 Межгосударственный стандарт. Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 25 с.

Требования к научным статьям, размещаемым в журнале «Международная агроинженерия»

Статья, представленная к публикации должна быть актуальной, отличаться новизной и практической значимостью научных результатов. Предпочтение будет отдаваться, прежде всего, оригинальным статьям теоретического и прикладного характера по научным направлениям, затрагивающим проблемы развития сельскохозяйственного производства. Тематическая направленность статей: техника, технологии и переработка сельскохозяйственной продукции, использование альтернативных источников энергии и информационных технологий в сельском хозяйстве, биоинженерия. Не допускается подача ранее опубликованных или одновременно направленных в другие издания работ.

Статья должна сопровождаться:

- **письмом**, с указанием фамилии и инициалов первого автора на английском языке, его адрес, телефон и e-mail;

- **рецензией**, заверенной печатью (рецензент с ученой степенью не ниже ученой степени автора статьи, научная специализация рецензента должна соответствовать научному направлению публикации);

- **экспертным заключением**, выданным учреждением, в котором выполнена работа.

К публикации принимаются статьи в электронном виде на казахском, русском или английском языках, оформленные в соответствии с нижеуказанными требованиями и имеющие научный стиль изложения. Ответственность за содержание статей несут авторы. Статьи, несоответствующие тематической направленности журнала, а также не отвечающие по содержанию и по оформлению изложенным требованиям, к публикации не принимаются. Редакция журнала оставляет за собой право перевода статей на два других языка, отличные от языка оригинала статьи, и их размещение на сайте www.kazars.kz. Сроки публикации представленных статей устанавливает редакция в зависимости от их значимости и очередности поступления.

Статья оформляется в редакторе MS Word (шрифт Times, кегль – 14) на страницах формата А4, ориентация - книжная, с полями 2,5 см, с одинарным межстрочным интервалом (Образец статьи см. на сайте www.kazars.kz) и предоставляется одним файлом в следующей последовательности:

1. **Индекс УДК**; в первой строке слева, без отступа, кегль 14.

2. **Фамилия** и инициалы автора (строчные полужирные), ученая степень, звание; место работы, город (кегль 14, курсив, выравнивание по центру).

3. **Название статьи** должно строго соответствовать содержанию, отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким; кегль 14, прописные полужирные, выравнивание по центру.

4. **Аннотация** на английском языке и на языке оригинала статьи должна ясно излагать её полный содержание с графиком и формулой (в объеме в 1 страниц) и быть пригодной для опубликования отдельно от статьи; кегль 12, курсив, 4-7 строк без отступов с выравниванием по ширине, одинарный межстрочный интервал.

5. **Основная часть** статьи оформляется с абзацными отступами 10 мм с выравниванием текста по ширине, включает таблицы, графические изображения, диаграммы, схемы, фотографии, рисунки и др. Иллюстративный материал должен быть цветным, четким, представлен в едином стиле с соответствующими исходными данными. Подпись к рисунку располагается под ним посередине. Основной текст статьи может обрамлять рисунок. Слово «Рисунок» пишется полностью. Иллюстрации, таблицы, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, нумеруются арабскими цифрами, нумерация сквозная.

6. **Заключение и/или выводы**. Статья завершается заключением и/или четко сформулированными выводами, где в сжатом виде приводятся основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

7. **Литература**, используемая в статье, указывается в порядке упоминания в ссылках в квадратных скобках и приводится в конце статьи как нумерованный библиографический список (не более 10-ти источников), оформленный согласно ГОСТа. Перечисленные компоненты статьи отделяются между собой одной пустой строкой.

Объем научной статьи, включая все вышеперечисленные компоненты (2-5 обязательны), должен составлять, как правило, не менее 2 и не превышать 10 полных страниц. Нумерация страниц размещается в нижнем колонтитуле по центру, кегль 12.

Электронные версии статьи и указанных сопроводительных документов (письмо, копии рецензии и экспертного заключения) следует направлять по адресу: kazniimesh@yandex.kz, agro_otvet-sekret@mail.ru

Научно-технический журнал “Международная агроинженерия”, 2013 г., вып. 1

Издание зарегистрировано Министерством связи и информации Республики Казахстан: Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания № 11827-Ж от 2 июля 2011 года.

Журнал «Международная агроинженерия» зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) и ему присвоен международный номер ISSN 2227-2038 (Print), ISSN 2227-2054 (Online). Сертификат выдан Национальным центром ISSN Национальной государственной книжной палаты Республики Казахстан 14 марта 2012 г.

Издается ежеквартально с 2012 г.
Собственник ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (г.Алматы)

Подписано к печати 26.03.13
Тираж 100 экз. Заказ №188
Отпечатано в компании CopyLand
г. Алматы пр. Сейфуллина, 541
print@copyland.kz



ISSN 2227-2038



9 772227 203137

Редакция журнала «Международная агроинженерия»
050005, Республика Казахстан, г. Алматы, пр.Райымбека,312
Казахский НИИМЭСХ; e-mail: kazniimesh@yandex.kz;
тел. приемной: +7 (727) 247-96-00, факс:+7(727) 247-96-07;
тел. ответственного секретаря: +7(727) 247-96-08;
e-mail: agro_otvet-sekret@mail.ru; www.kazars.kz