

# Техника и оборудование для села

**Machinery and Equipment for Rural Area**

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес



**Ваши надежные помощники круглый год.  
Полная линейка тракторов от 100 до 500 л.с.**

CLAAS предлагает идеальное решение для проведения осенних полевых работ:

- универсальные **ARION** от 115 л.с.;
- самые популярные на российских полях **AXION** от 189 до 405 л.с.;
- мощные и высокопроизводительные **XERION** до 500 л.с.

ООО КЛААС Восток: г. Москва, +7 495 644 1374  
claas.ru

**CLAAS**



Август 2015

ТРАКТОРЫ VERSATILE

**ВЫГОДА**

**КУРС \$**

ОТ

**39**

РУБЛЕЙ\*

\*подробные условия акции уточняйте у дилера в вашем регионе

Реклама



**ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ**  
**8 800 250 60 04**

Звонок бесплатный на территории России  
[www.rostselmash.com](http://www.rostselmash.com)

**ROSTSELMASH**

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

# В НОМЕРЕ

**Учредитель:**

ФГБНУ «Росинформагротех»

Издается с 1997 г.

при поддержке Минсельхоза России

Индекс в каталоге

агентства «Роспечать» 72493

Индекс в объединенном каталоге

«Пресса России» 42285

Перерегистрирован в Роскомнадзоре

Свидетельство ПИ № ФС 77-47943 от 22.12.2011 г.

**Редакционная коллегия:**

главный редактор – Федоренко В.Ф.,

д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,

зам. главного редактора – Мишуков Н.П.,

канд. техн. наук.

**Члены редколлегии:**

Буклагин Д.С., д-р техн. наук, проф.,

Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.,

Ежевский А.А.,

заслуженный машиностроитель РФ,

Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН,

Завражнов А. И., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН

Кузьмин В.Н., д-р экон. наук,

Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.,

Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,

Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,

академик РАН,

Некрасов А.И., д-р техн. наук,

Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,

Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН.

**Editorial Board:**

Chief Editor – Fedorenko V.F.,

Doctor of Technical

Science, professor, corresponding member

of the Russian Academy of Sciences,

Deputy Editor – Mishurov N.P., Candidate

of Technical Science.

**Members of Editorial Board:**

Buklagin D.S., Doctor of Technical

Science, professor,

Golubev I.G., Doctor of Technical

Science, professor,

Ezhevsky A.A., Honorary Industrial Engineer

of the Russian Federation

Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,

professor, academician of the

Russian Academy of Sciences,

Zavrazhnov A.I., Doctor of Technical Science,

professor, academician of the Russian

Academy of Sciences

Kuzmin V.N., Doctor of Economics,

Levshin A.G., Doctor

of Technical Science, professor,

Lobachevsky Ya.P., Doctor

of Technical Science, professor,

Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,

academician of the Russian Academy of Sciences,

Nekrasov A.I., Doctor of Technical Science,

Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,

professor, corresponding member

of the Russian Academy of Sciences,

Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,

professor, academician

of the Russian Academy of Sciences

**Отдел рекламы**

Горбенко И.В.

Дизайн и верстка

Речкина Т.П.

Художники: Жуков П.В., Лапшина Т.Н.

## Техническая политика в АПК

Фаринюк Ю.Т., Глебова А.Г., Пучков Е.М. Перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения России в условиях ВТО ..... 2

## Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Кузьмин А.М., Водяков В.Н., Ошина Т.В. Влияние минеральных наполнителей на эксплуатационные и технологические характеристики термопластичных композиционных материалов на основе отходов АПК ..... 6

Пашин Е.Л., Енин М.С. Разработка новой трепальной машины агрегата для получения длинного льняного волокна ..... 12

Терпигоров А.А., Грушин А.В. Технологии и технологические модули для систем малоинтенсивного импульсного дождевания ..... 16

## Инновационные технологии и оборудование

Аюгин П.Н., Аюгин Н.П., Халимов Р.Ш., Сафаров Р.К., Молочников Д.Е., Голубев В.А. Исследование процесса сгорания топлива в дизельном двигателе в зимних условиях ..... 20

Телескопические погрузчики SCORPION – незаменимые помощники в хозяйстве .. 24

Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С. Пути и методы оптимизации тягово-сцепных свойств энергетических средств ..... 26

Ольгаренко Г.В., Ольгаренко Д.Г., Капустина Т.А. Ресурсосберегающие технологии и техника орошения ..... 28

Тракторы VERSATILE – универсальные и надёжные! ..... 32

Борисов В.С., Борисов В.И., Овчинников А.И. Опыт внедрения доильного робота на молочной ферме в Мордовии ..... 34

Крючкова Л.Г., Доценко С.М., Бурмага А.В. Методологические подходы к обоснованию системы механизированного кормления свиней ..... 38

Копылов С.И., Пермиков Г.А. Алгоритм обнаружения источника коммерческих потерь электроэнергии на основе данных АИИС КУЭ ..... 42

## Аграрная экономика

Конкин Ю.А., Ковалева Е.В. Методологические и методические подходы к совершенствованию экономической оценки качества техники ..... 45

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).  
Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

По решению ВАК журнал включен в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

### Редакция журнала:

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

Тел.: (495) 993-44-04

Факс (496) 531-64-90

[fgnu@rosinformagrotech.ru](mailto:fgnu@rosinformagrotech.ru); [r\\_technica@mail.ru](mailto:r_technica@mail.ru)

[www.rosinformagrotech.ru](http://www.rosinformagrotech.ru)

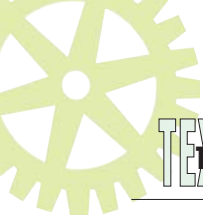
Перепечатка материалов, опубликованных в журнале,  
допускается только с разрешения редакции.

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Заказ 383

© «Техника и оборудование для села», 2015





**Ю.Т. Фаринюк,**

д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой  
(ФГБОУ ВПО «Тверская ГСХА»),  
ikc\_tver@mail.ru

**А.Г. Глебова,**

д-р экон. наук, доц., проф.  
(ФГБОУ ВПО «Тверской ГТУ»),  
nauka\_rf@mail.ru

**Е.М. Пучков,**

канд. экон. наук, зам. директора  
(ФГБНУ ВНИИМЛ),  
vniiml1@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены состояние производства сельскохозяйственной техники и техническое оснащение сельского хозяйства России, в том числе льняного комплекса. Выявлены проблемы, препятствующие эффективному развитию сельхозмашиностроения России, даны предложения по его развитию.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, сельскохозяйственное машиностроение, сельскохозяйственная техника, льняной комплекс, Всемирная торговая организация (ВТО).

Основными производителями отечественной сельскохозяйственной техники на сегодняшний день являются комбайновый завод «Ростсельмаш» (производство зерно- и кормоуборочных комбайнов, прицепной и навесной сельхозтехники, сельско-

хозяйственных тракторов), Концерн «Тракторные заводы» (производство зерно- и кормоуборочных комбайнов, прицепной и навесной сельхозтехники, сельскохозяйственных тракторов), а также «Петербургский тракторный завод» (производство тракторов сельскохозяйственного назначения с двигателем мощностью свыше 250 л.с.). Уровень локализации продукции перечисленных компаний достигает 92% [1].

Среди производителей сельскохозяйственной техники стран СНГ лидирующие позиции на российском рынке занимают белорусские компании – «Минский тракторный завод» (производит около 30 мод. сельхозтракторов, имеет три сборочных предприятия на территории России с уровнем локализации до 15%), ПО «Гомсельмаш» (производитель зерно- и кормоуборочных комбайнов с уровнем локализации до 25%) и украинская – «Харьковский тракторный завод» (локализация не более 10%).

Зарубежные производители сельхозтехники, такие как John Deere, CNH, Claas, AGCO, SDF имеют сборочное производство на территории России, однако уровень локализации продукции у них не превышает 5-10% (за исключением Claas – 17,30%) [2].

Начиная с 2005 г., среднегодовой темп роста инвестиций предприятий отечественного сельхозмашиностроения в производственную деятельность составляет 67%. Анализ показал, что в основном инвестиционная активность поддерживается за счет собственных средств предприятий (77,4%), однако их доля снижается с 85% (2005 г.) до 70% (2009 г.) в пользу заемных средств [1].

Выявлены два серьезных фактора, ограничивающих инвестиционную активность российских предприятий сельхозмашиностроения. Это высокие общепроизводственные издержки, достигающие 80% стоимости продукции, и низкая рентабельность.

Низкий уровень рентабельности производства сельскохозяйственной техники российских предприятий и объемы её реализации не позволяют отечественным компаниям обеспечить высокий уровень инвестиций в производство, необходимый для их устойчивого инновационного развития. Так, общий объем инвестиций крупнейших российских компаний («Ростсельмаш», Концерн «Тракторные заводы») в 60 раз ниже, чем у компании John Deere.

Существенную часть инвестиций предприятия направляют на приобретение основных и пополнение обо-



ротных средств. Первое указывает на высокую степень физического и морального износа производственного оборудования, зданий, инфраструктурных объектов и приоритетность их обновления для заводов. Второе (пополнение оборотных средств) подтверждает отсутствие стабильности спроса, сезонность рынка и низкую рентабельность продаж.

Инвестиции российских компаний в НИОКР занимают третье место в общем объеме инвестиций (около 12%). При этом основную долю вложений в разработку инноваций (90%) составили инвестиции двух заводов – «Ростсельмаш» и Концерна «Тракторные заводы». В то же время анализ зарубежного опыта показывает, что для обеспечения высокого темпа инновационного развития предприятий преобладающая доля инвестиций (более 50%) должна направляться на НИОКР. За счет этого ведущим мировым производителям удастся занимать уверенные позиции на экспортных рынках и успешно конкурировать с местными производителями сельхозтехники [3].

Нынешнее состояние сельского хозяйства России не отвечает современным требованиям и по многим позициям уступает странам-членам ВТО. Так, например, разрыв по технико-экономическим показателям во многих отраслях сельского хозяй-

ства России по сравнению, к примеру, с США доходит до 50 лет. Еще более неудовлетворительное положение остается в льняном комплексе АПК России.

Уровень машинно-технологического обеспечения производственных предприятий льняного комплекса достиг критической отметки. Так, для выполнения плановых показателей в 2014 г. отрасли не хватало 220 льняных сеялок (44% от общего количества), 455 льнокомбайнов (46%), 500 рулонных пресс-подборщиков (49%), 495 оборачивателей и вспушывателей (51%), 96 сушилок льняного вороха (56%), 50 линий по очистке семян (50%). Аналогичная ситуация сложилась и с обеспеченностью льнозаводов технологическим оборудованием: мяльно-трепальными и куделеприготовительными агрегатами, сушильными машинами и прочим оборудованием. При этом более 85% технических средств находится за пределами срока эксплуатации. Запасные части к ним практически не выпускаются. Бывшие базовые машиностроительные заводы Бежецксельмаш и Тверьсельмаш за последние годы не изготовили и не поставили ни одной единицы льноуборочной техники.

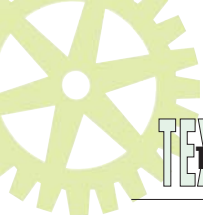
Учеными Всероссийского научно-исследовательского института механизации льноводства (ФГБНУ

ВНИИМЛ, г. Тверь) разработаны и апробированы в производстве инновационные машинные технологии выращивания льна-долгунца, первичной и глубокой переработки льнопродукции и технические средства для их выполнения, которые не уступают по своим характеристикам лучшим европейским аналогам, а их стоимость в 5-6 раз меньше: сеялка комбинированная льняная с локальным внесением удобрений; фронтальная самоходная льнотеребилка; гидрофицированный льноуборочный комбайн; самоходные оборачиватель, подборщик-очесыватель и рулонный пресс-подбожник; модернизированная ворошилка лент льна; комплекс по переработке льновороха модульной конструкции; семяочистительная поточная линия; полный комплекс селекционных технических средств.

Созданы новое лабораторное оборудование для оценки льносырья и волокна, слоеформирующий механизм с частотным преобразователем, модификатор льноволокна, новая экономичная сушилка льнотресты с сушкой в щелевом пространстве. На все машины изготовлена конструкторская документация, проведены государственные и производственные испытания.

В настоящее время ученые института разрабатывают комплекс высокопроизводительных льноуборочных двухпоточных самоходных машин, технологию и технические средства по глубокой переработке льна-долгунца, льна масличного, конопли в однотипное волокно с последующим производством текстиля, нетканых материалов, строительных утеплителей и другой продукции многофункционального назначения. Ведутся разработки инновационной технологии глубокой переработки семян льна и конопли для получения продуктов питания массового потребления, обеспечивающих импортозамещение и снижение дефицита функциональных веществ в питании населения России.

Большой интерес к разработкам и техническим средствам проявляют специалисты из Франции, Голландии, Бельгии, прибалтийских государств,



Канады и Белоруссии. Ранее предприятиями Франции и Бельгии были закуплены плющильных вальцов и лабораторное оборудование нашего производства. Однако, несмотря на это, разработанные специалистами института инновационные технологии и технические средства для льняного комплекса России остаются невостребованными.

Это происходит по целому ряду причин, одна из которых – отсутствие машиностроительной базы для выпуска инновационных разработок и достаточных финансовых средств у машиностроителей и предприятий льнокомплекса. Для подготовки машиностроительного предприятия к производству новой техники необходимы большие инвестиционные вложения, и без поддержки государства с учётом сложившейся экономической ситуации выполнить это невозможно [4].

Ситуационный анализ положения отечественного сельскохозяйственного машиностроения после вхождения страны в ВТО, проведенный Союзом производителей сельскохозяйственной техники и оборудования для АПК «Союзагромаш», позволил выявить следующие проблемы:

- отечественные машиностроительные предприятия структурно и технологически значительно отстают от мирового технического уровня, технологическое оборудование в основном подлежит списанию, так как не обеспечивает необходимые точность и чистоту обрабатываемых поверхностей, а также современный уровень производительности труда. Комплектные мощности предприятий разрушены, в то время как специализированное производство компонентов практически ликвидировано – предприятия фактически превратились в сборочные площадки машин в основном из импортных комплектующих;
- отечественное и собственное станкостроение практически ликвидированы. Технологическое оборудование для создания обрабатывающих и сборочных мощностей необходимо закупать за рубежом;
- отечественная отраслевая наука практически ликвидирована, а науч-

ная база вузов не способна системно предоставлять отечественным машиностроительным предприятиям конструкторско-технологические решения по новым машинам, которые уже не должны представлять собой только тяговые средства и орудия по обработке земли или растений, а должны рассматриваться в настоящее время как скоростные, широкозахватные мобильные энергетические средства (МЭС), не повреждающие гумусовый слой земли и корневую систему растений, осуществляющие максимальное количество операций за минимальное количество проходов по полю, обеспечивающие выбросы отработанных газов двигателей не ниже уровней Tire 4-5, имеющие интеллектуальные блоки автоматизированного управления с ситуационной дозированной передачей мощности, крутящего момента или семян, удобрений, гербицидов и пестицидов;

- конструкторские бюро машиностроительных предприятий потеряли опытные кадры и не имеют возможности привлекать молодые, не обладают необходимым программным продуктом для САПР в CAD – CAM и опытным производством;

- отечественные стандартизация и сертификация не развиваются. Технические регламенты не доработаны или повторяют западные требования по безопасности машин без опоры на соответствующее технологическое развитие отечественного машиностроения. Руководством страны принято решение на использование и применение в России западных технических регламентов;

- испытательная научно-технологическая база тракторного, строительного-дорожного и сельскохозяйственного машиностроения в стране ликвидирована. В то же время создано более 2000 органов по сертификации без материальной базы и научной подготовки, работающих на коммерческой основе и предоставляющих, порой необоснованно, сертификаты соответствия на ввоз любых партий машин на территорию России;

- при вступлении в ВТО вводятся ввозные тарифы, не всегда от-

вечающие интересам страны. Так, тарифы на ввоз новых тракторов, снижаются с 15 до 10% с 2015 г., в то время как на ввоз тракторов, бывших в употреблении (б/у) (с 15 до 10%), – с 2014 г. Предоставленный отечественной промышленности срок (два года) для создания производств конкурентных машин недостаточен. Поэтому будет превалировать ввоз машин б/у, конкурентных по ценам с машинами, произведенными отечественными заводами, что приведет к остановке и ликвидации этих заводов [5].

В сложившихся условиях государственным органам управления было бы целесообразно принять следующие минимальные меры по защите отечественных производителей сельскохозяйственной техники:

- обеспечить «дешевые» кредиты российских банков;
- осуществлять кредитование промышленности через рефинансирование коммерческих банков под обязательства производственных предприятий;
- активно использовать защитные меры (по примеру Китая);
- использовать отсрочку открытия рынков (до 8 лет).

При наличии рассмотренных проблем одной из задач реализации «Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2020 года» является обеспечение создания отечественных конкурентоспособных образцов сельскохозяйственной техники, отвечающих современным требованиям эксплуатации, применяемым агротехнологиям, безопасности труда, путем стимулирования инновационного развития отрасли и инвестиций в НИОКР. Для достижения этого необходимы:

- обновление и корректировка «Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения до 2020 года», планов мероприятий, мониторинг финансового и экономического состояния производителей сельскохозяйственной техники в России;
- подготовка и утверждение плана проведения конкурса перспективных НИР и ОКР по созданию современных машин и оборудования для АПК

России, предусматривающих его реализацию на принципах частно-государственного партнерства;

- подготовка Положения по организации проведения государственных испытаний сельхозтехники (в том числе сравнительных), ведение базы данных по результатам и обеспечение свободного доступа к ним;

- подготовка предложений по формированию централизованной базы данных в целях проведения анализа российского парка сельскохозяйственной техники;

- участие в разработке проекта технического регламента Таможенного союза «О безопасности тракторов, сельскохозяйственных машин и машин для лесного хозяйства» [6].

Для решения поставленных задач Совет директоров «Союзагромаш» предлагает:

- объявить две последующие после президентских выборов шестилетки «шестилетками индустриализации страны» с соответствующими мерами по восстановлению промышленности;

- принять федеральный закон «Об инженерно-технической системе агропромышленного комплекса»;

- принять федеральный закон «О тракторном и сельскохозяйственном машиностроении».

Предлагаемые меры и документы должны учитывать факт вхождения России в ВТО, необходимость выпол-

нения программ индустриализации страны с учетом интересов стран ЕвразЭС, Таможенного и Экономического союзов, а также выполнения заданий Доктрины продовольственной и национальной безопасности Российской Федерации.

Выполнение поставленных задач позволит сельхозмашиностроению России стать высокотехнологичной отраслью экономики, располагающей современными предприятиями, выпускающими конкурентоспособную на мировом рынке сельскохозяйственную технику, востребованную сельхозпроизводителями в количестве, составе и качестве, достаточном для обеспечения национальной продовольственной безопасности и наращивания экспортных поставок.

## Список

### использованных источников

1. **Субаева А.К.** Сельскохозяйственное машиностроение России в рамках ВТО // Экономические исследования. 2013. № 1 (13). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.erce.ru/internet-magazine/magazine/33/512/> (дата обращения: 26.04.2015).

2. **Радишевский Д.** Устойчивое развитие сельскохозяйственного машиностроения необходимо // АПК: экономика, управление. 2011. № 6. С. 89-93.

3. **Глебова А.Г.** Сельскохозяйственное машиностроение России и ВТО // Сборник трудов XX Междуна. научн.-техн. конф.:

Машиностроение и техносфера XXI века. Донецк: ДонНТУ, 2013. Т.1. 300 с.

4. **Пучков Е.М.** Организационно-экономическое обоснование системы управления льяным подкомплексом АПК (на примере Тверской области): дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05: М., 2002. 172 с.

5. О положении отечественного сельскохозяйственного машиностроения после вхождения в ВТО [Электронный ресурс]. URL: <http://www.soyuzagromash.info/news/id106> (дата обращения: 26.04.2015).

6. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2020 года [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=145647> (дата обращения: 26.04.2015).

## Development Prospects of Agricultural Engineering in Russia Under WTO Conditions

**Yu.T. Farinyuk, A.G. Glebova, E.M. Puchkov**

**Summary.** *The state of agricultural machinery production and technical equipment of agriculture in Russia including flax complex were discussed. The problems impeding the efficient development of agricultural engineering in Russia were disclosed, and proposals on its development were given.*

**Key words:** *agriculture, agricultural engineering, agricultural machinery, flax complex, World Trade Organization (WTO).*

## Информация

### Гранты фермерам

**По данным субъектов Российской Федерации на 30 июля 2015 г., из доведенных согласно распоряжениям Правительства Российской Федерации лимитов федерального бюджета в объеме 6,3 млрд руб. до фермеров доведено 4,4 млрд руб. (70,2%).**

В том числе по программе поддержки начинающих фермеров из доведенного лимита в объеме 3,2 млрд руб. до участников программы доведено 2,4 млрд руб., или 76,83%; по программе развития семейных животноводческих ферм из лимита 3,1 млрд руб. доведено 1,9 млрд руб., или 63,2 %.

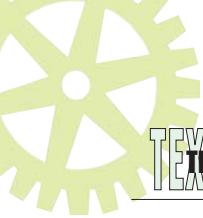
Кроме того, до грантополучателей доводятся средства из региональных бюджетов:

- по программе поддержки начинающих фермеров из предусмотренных 875,5 млн руб. направлено 522,8 млн руб. (59,72%);

- по программе развития семейных животноводческих ферм из 1,9 млрд руб. направлено 615,9 млн руб. (52,09%).

Стопроцентное доведение средств из бюджетов Российской Федерации и регионов обеспечено в 21 регионе, в том числе республики Коми, Бурятия, Чувашская, Алтайский край, а также Ярославская, Кировская, Томская и Амурская области.

**Департамент сельского развития  
и социальной политики  
Минсельхоза России**



УДК 691.175.2

## Влияние минеральных наполнителей на эксплуатационные и технологические характеристики термопластичных композиционных материалов на основе отходов АПК

**А.М. Кузьмин,**  
аспирант,  
kuzmin.a.m@yandex.ru

**В.Н. Водяков,**  
д-р техн. наук, проф.,  
vrvod@mail.ru

**Т.В. Ошина,**  
инженер  
(ФБГОУ ВПО  
«Мордовский государственный  
университет им. Н.П. Огарева»)

**Аннотация.** Представлены результаты оценки дисперсности минеральных наполнителей методом малоуглового светорассеяния. Определены физико-механические и реологические характеристики термопластичных композитов с различным содержанием минеральных и растительных наполнителей. Показано, что ввод усиливающих наполнителей (шунгит, белая сажа) в количестве до 10% по массе позволяет значительно увеличить физико-механические показатели композитов. Инертные наполнители (мел, тальк, каолин) при концентрациях выше 10 % улучшают технологичность композиций.

**Ключевые слова:** термопластичный композит, растительный наполнитель, минеральный наполнитель, дисперсность, эксплуатационные характеристики, технологические характеристики.

В последние годы в АПК наметилась тенденция решения проблемы утилизации полимерных и растительных отходов путем создания на их основе термопластичных композиционных материалов [1]. В работе [2] показана возможность использования ячменной соломы в качестве наполнителя термопластичных композитов инженерно-технического

назначения на основе полиэтилена низкого давления (ПЭНД). При этом замена древесной муки на муку из ячменной соломы дисперсностью 100-300 мкм при массовом содержании до 50% обеспечивает физико-механические показатели не ниже показателей серийных древесно-полимерных композитов (ДПК) аналогичного наполнения.

Указанные композиты состоят из трех основных компонентов: термопластичных полимеров (35-50%), мелкодисперсного растительного наполнителя (40-60%) и комплекса модификаторов (до 8%), улучшающих технологические и эксплуатационные свойства композитов [3].

Значительную роль среди модификаторов играют минеральные наполнители, в качестве которых используют тальк, каолин, мел, диоксид кремния и ряд других, традиционно применяемых в полимерной промышленности [4]. Эти компоненты согласно А.А. Клесову [3] при сравнительно малой стоимости позволяют заметно улучшить такие эксплуатационные характеристики композитов, как жесткость, тепло-, огне-, влагостойкость, а в некоторых случаях – прочность, модуль упругости и износостойкость. Как правило, частицы минеральных наполнителей имеют неоднородное распределение, которое зависит от технологии, способа получения и месторождения минерала. По данным А.А. Клесова, их дисперсность в ряде случаев может влиять на физико-механические и реологические характеристики композитов [3].

Целью настоящей работы являлось исследование влияния вида,

концентрации и дисперсности минеральных наполнителей на эксплуатационные и технологические характеристики термопластичных композитов с мелкодисперсным наполнителем из ячменной соломы.

При получении композиций в качестве полимерной матрицы использовали ПЭНД марки 273-83 по ТУ 2243-104-00203335-2005.

Наполнитель с частицами размером 100-300 мкм получали двухстадийным измельчением сухой ячменной соломы на роторно-ножевой мельнице РМ-120 (фирма «Вибротехник») и реконструированном измельчителе ИЗ-14М (ООО «Уралспецмаш»). Для определения размеров частиц использовали виброанализатор А-20 с набором сит фирмы «Вибротехник». Влажность наполнителя после измельчения, определенная термогравиметрическим методом на анализаторе влажности «Эвлас-2М», составляла 5-8%.

В качестве минеральных модификаторов исследованы: тальк марки ТМК-28 (ГОСТ 21234-75) с массовой долей окиси магния 28%, размер частиц – менее 140 мкм (98 %); мел марки МТД-Б (ТУ 5743-114-00149289-2000) с массовой долей углекислого кальция 96%, размер частиц – менее 140 мкм (99,6%); каолин марки КР-1 (ГОСТ 19608-84) с массовой долей оксида кремния не менее 46,1%, оксида алюминия – не менее 36% при содержании частиц размером менее 5 мкм –  $60 \pm 5\%$ , менее 20 мкм –  $85 \pm 5\%$ , более 140 мкм – 0,02%; белая сажа марки БС-100 (ГОСТ 18307-78) с содержанием оксида кремния 86%, средний

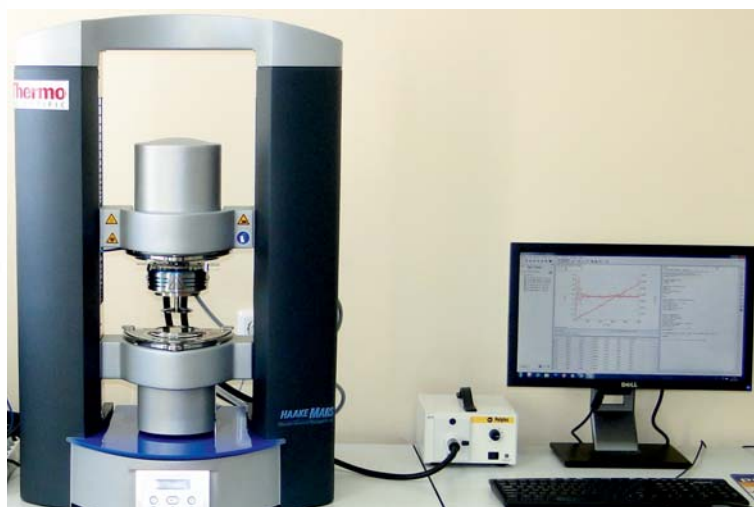


Рис. 1. Общий вид реометра HAAKE MARS III

размер частиц – 23-34 нм, удельная поверхность – 100 м<sup>2</sup>/г; шунгит марки «Новокарбон» (ТУ 2169-001-57753937-2002) с содержанием углерода 26%, оксида кремния – 56,5%, размер фракций – до 0,1 мкм, удельная поверхность 20 м<sup>2</sup>/г.

Оценка фактической дисперсности минеральных наполнителей проводилась на лазерном анализаторе «Ласка-1К» (группа компаний «Люмэкс») методом малоуглового светорассеяния.

Модельные трехкомпонентные композиции имели следующий состав (% масс.): полимерное связующее – 50; минеральный наполнитель – 10, 20, 30; растительный наполнитель – 40, 30, 20.

Композиции получали путем компаундирования компонентов в лабораторном двухроторном смесителе HAAKE PolyLab Rheomix 600 OS с роторами Banbury. Температура компаундирования 150°C, скорость вращения роторов – 50 мин<sup>-1</sup>. Компаундирование заканчивали при достижении постоянных значений температуры расплава и крутящего момента, после чего смесь выгружали и охлаждали до комнатной температуры. Далее методом компрессионного формования на прессе Gibitre при температуре 150°C и усилии 150 кН изготавливали пластины размером 200 x 200 x 1,1 мм. Из них вырубали штанцами образцы размером 150 x 15 x 1,1 мм для физико-механических испытаний и диски

Ø 20 x 1,1 мм для реологических испытаний.

Физико-механические испытания исследуемых композиций (пять образцов для каждого состава) проводили на разрывной машине UAI-7000 M при комнатной температуре и скорости движения зажимов 1 мм/мин. Предел прочности при растяжении определяли по ГОСТ 11262-80, а модуль упругости – по ГОСТ 9550-81. Плотность композиций (пять образцов для каждого состава) определяли на плотнометре Н-200L с разрешением 0,001 г/см<sup>3</sup> по ГОСТ 15139-69.

Для оценки технологичности композиций использован реометр HAAKE MARS III (рис. 1).

Реологические испытания проводили в динамическом режиме с использованием измерительной системы «плоскость-плоскость», диаметры рифленых ротора и плоскости – 20 мм. Амплитуда осцилляций рото-

ра составляла 0,001 рад, диапазон частот – 0-80 Гц. Для повышения достоверности испытания каждого состава проводили при температурах: 150, 160, 170, 180, 190, 200°C.

При обработке результатов значения реологических характеристик приводили к температуре переработки (160°C), используя принцип температурно-временной суперпозиции Больцмана, реализованный в компьютерной программе RheoWin TTS.

Значения водопоглощения (пять образцов для каждого состава) определяли по ГОСТ 4650-80 (метод А) выдержкой в воде в течение 24 ч.

Типичные графики дифференциальной  $dQ$  и интегральной  $Q$  функций вероятности распределения размеров частиц минеральных наполнителей (в данном примере – белой сажи) приведены на рис. 2. Средний размер частиц и квантили распределения размеров для всех исследованных наполнителей приведены в табл. 1.

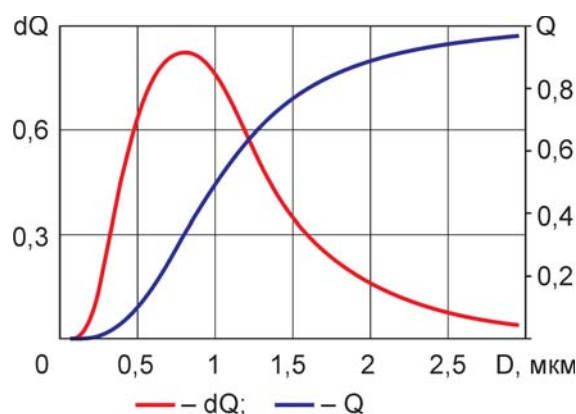
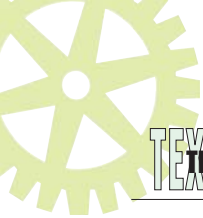


Рис. 2. Дифференциальная  $dQ$  и интегральная  $Q$  функции вероятности распределения размеров частиц белой сажи БС-100

Таблица 1. Размеры частиц минеральных наполнителей

| Квантили распределения          | Размеры частиц минеральных модификаторов, мкм |        |       |       |        |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|--------|-------|-------|--------|
|                                 | белая сажа                                    | шунгит | тальк | мел   | каолин |
| D10                             | 0,4125                                        | 8,791  | 12,23 | 0,594 | 8,53   |
| D25                             | 0,6187                                        | 10,66  | 14,82 | 0,792 | 10,34  |
| D50                             | 1,031                                         | 13,32  | 18,53 | 1,188 | 12,92  |
| D75                             | 1,444                                         | 16,25  | 22,6  | 1,782 | 15,77  |
| D90                             | 2,062                                         | 19,71  | 27,42 | 2,574 | 19,13  |
| D99                             | 3,712                                         | 25,04  | 34,83 | 4,554 | 24,3   |
| Средний размер частиц, $D_{cp}$ | 1,176                                         | 13,74  | 19,11 | 1,447 | 13,33  |



Как следует из табл.1, наибольшую дисперсность имеют белая сажа и мел, у которых половина проб содержит частицы размером ме-

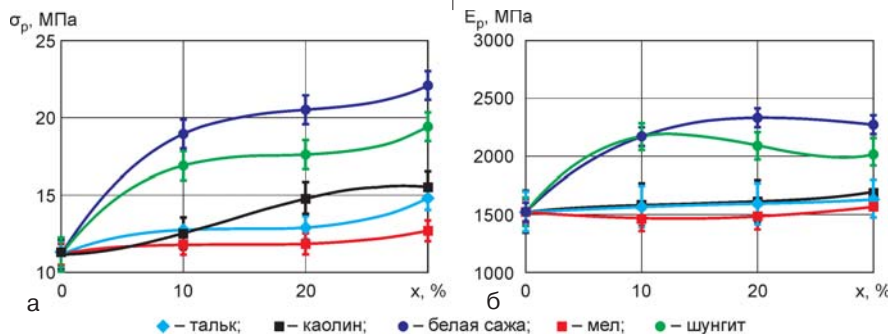
нее 1,031 и 1,188 мкм соответственно.

Результаты, приведённые в табл. 1 и относящиеся к дисперсности белой

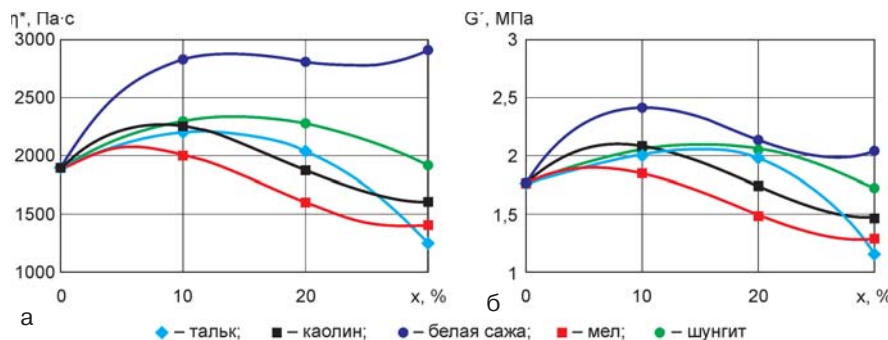
сажи и шунгита, существенно расходятся с приведенными регламентируемыми показателями стандартов. Данное расхождение можно объяснить эффектами агломерации частиц в водной среде (при измерении дисперсности на приборе «Ласка-1К») из-за наноразмерности и образования ортокремниевой кислоты, вступающей в реакции поликонденсации [5].

Результаты исследования физико-механических и реологических характеристик всех композиций представлены на рис. 3-4 и в табл. 2. На рис. 3 (в виде полос погрешности) и в табл. 2 показаны также значения среднеквадратичных отклонений полученных экспериментальных значений.

Анализируя результаты, представленные на рис. 3, можно сделать вывод, что введение белой сажи и шунгита способствует существенному росту прочности и модуля упругости композитов по отношению к характеристикам двухкомпонентной композиции (50% – ПЭНД и 50% – растительный наполнитель). Наибольший прирост значений прочности (до 75% при введении белой сажи и 55% – шунгита) наблюдается при содержании наполнителей до 10%. Модули упругости при этом возрастают почти на 50%.



**Рис. 3. Зависимость прочности (а) и модуля упругости (б) при растяжении композитов от содержания минеральных модификаторов**



**Рис. 4. Зависимость комплексной вязкости (а) и динамического модуля сдвига (б) расплавов композитов при T = 160 °С и угловой скорости ротора реометра  $\omega = 10^3 \text{ с}^{-1}$  от содержания минеральных модификаторов**

**Таблица 2. Физико-механические и реологические характеристики композиций**

| Минеральный модификатор     | Содержание, % масс. | Относительная деформация при разрыве, % | Плотность, кг/м³ | Водопоглощение, % | Комплексная вязкость (Па·с) при T = 160°C и угловой скорости ротора реометра (с⁻¹): |                 |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                             |                     |                                         |                  |                   | $\omega = 10^2$                                                                     | $\omega = 10^4$ |
| Белая сажа                  | 10                  | 2,4 ± 0,26                              | 1164 ± 40        | 2,59 ± 0,14       | 14920                                                                               | 540             |
|                             | 20                  | 1,5 ± 0,13                              | 1202 ± 55        | 1,37 ± 0,16       | 16880                                                                               | 470             |
|                             | 30                  | 1,1 ± 0,11                              | 1246 ± 48        | 0,77 ± 0,08       | 19390                                                                               | 435             |
| Шунгит                      | 10                  | 2,7 ± 0,22                              | 1157 ± 42        | 2,20 ± 0,21       | 10673                                                                               | 540             |
|                             | 20                  | 2,5 ± 0,24                              | 1194 ± 57        | 0,86 ± 0,05       | 9550                                                                                | 495             |
|                             | 30                  | 1,4 ± 0,12                              | 1232 ± 61        | 0,43 ± 0,07       | 7660                                                                                | 480             |
| Тальк                       | 10                  | 4,1 ± 0,18                              | 1174 ± 56        | 3,81 ± 0,32       | 9970                                                                                | 490             |
|                             | 20                  | 3,9 ± 0,21                              | 1205 ± 41        | 1,23 ± 0,05       | 8660                                                                                | 480             |
|                             | 30                  | 2,8 ± 0,14                              | 1284 ± 45        | 0,56 ± 0,11       | 4970                                                                                | 310             |
| Мел                         | 10                  | 4,5 ± 0,22                              | 1176 ± 58        | 3,03 ± 0,19       | 8990                                                                                | 450             |
|                             | 20                  | 3,8 ± 0,17                              | 1215 ± 44        | 1,56 ± 0,14       | 6600                                                                                | 390             |
|                             | 30                  | 3,5 ± 0,18                              | 1278 ± 60        | 0,89 ± 0,06       | 5360                                                                                | 370             |
| Каолин                      | 10                  | 3,9 ± 0,14                              | 1167 ± 55        | 3,06 ± 0,26       | 9240                                                                                | 550             |
|                             | 20                  | 3,7 ± 0,19                              | 1209 ± 57        | 1,49 ± 0,06       | 7640                                                                                | 460             |
|                             | 30                  | 2,9 ± 0,12                              | 1248 ± 61        | 0,72 ± 0,07       | 6240                                                                                | 410             |
| Двухкомпонентная композиция |                     | 4,2 ± 0,95                              | 1112 ± 42        | 5,1 ± 1,4         | 8670                                                                                | 510             |

Данный эффект обусловлен, очевидно, тем, что белая сажа и шунгит, относящиеся к классу усиливающих (активных) наполнителей [6, 7], обладают способностью образовывать непрерывные сеточные структуры вследствие взаимодействия между полимером и наноразмерными частицами диоксида кремния и углерода.

Каолин, тальк и мел, относящиеся к инертным наполнителям, при содержании до 10% практически не оказывают влияния на данные физико-механические характеристики, несмотря на достаточно высокую дисперсность.

Таким образом, можно заключить, что достигаемые приросты прочности и модуля упругости композитов определяются не столько высокой дисперсностью, сколько химическим строением, структурой и другими особенностями минеральных наполнителей.

На рис. 4 представлены зависимости комплексной вязкости и динамического модуля, которые характеризуют соответственно диссипативность и упругость расплавов композитов, от содержания модификаторов. Угловая скорость ротора реометра  $10^3 \text{ с}^{-1}$ , при которой получены эти значения, отвечает характерным скоростям сдвига при переработке композитов методом экструзии [8].

В данном случае ввод белой сажи до концентраций 10% приводит к существенному ухудшению технологичности композиций, о чем свидетельствуют приросты комплексной вязкости (50%) и динамического модуля (37%). Шунгит при такой же концентрации увеличивает вязкость расплава только на 21%, а динамический модуль – на 17%. Меньшее влияние на характеристики технологичности оказывают каолин и тальк. Введение мела, наоборот, приводит к улучшению технологичности композиций. Особенно значимо это проявляется при концентрациях свыше 10%.

В табл. 2 представлены аналогичные зависимости относительной деформации при разрыве, плотности, влагостойкости и комплексной вязкости расплавов композитов при

угловых скоростях ротора  $10^2$  и  $10^4 \text{ с}^{-1}$ , отвечающих характерным скоростям сдвига при переработке их в изделия методами компрессионного формования и литья под давлением [8].

Можно сделать вывод, что данные табл. 2 в части особенностей влияния исследованных минеральных наполнителей на перечисленные эксплуатационные и технологические характеристики композитов полностью согласуются с результатами исследований, приведенными на рис. 3-4.

Из данных, приведенных в табл. 2 следует, что ввод минеральных наполнителей в композиты в количестве до 10% приводит к улучшению их эксплуатационных характеристик (относительной деформации при разрыве, плотности и водостойкости) и ухудшению технологических характеристик (значений комплексной вязкости при характерной скорости деформации). При этом величина прироста показателей существенно выше в случае усиливающих наполнителей – белой сажи и шунгита. Инертные наполнители при концентрации выше 10% обеспечивают заметное улучшение технологических свойств композитов. Следует отметить отсутствие заметной корреляции между значениями плотности и водопоглощения. Согласно данным А.А. Клесова [3] рост плотности композитов, имеющий место при введении минеральных наполнителей, приводит к снижению водопоглощения. В нашем случае более высокие приросты плотности наблюдаются при введении инертных наполнителей (мел, тальк, каолин), но величина снижения водопоглощения при этом заметно меньше, чем в случае с каолином и шунгитом.

## Выводы

1. В лабораторных условиях исследовано влияние вида, концентрации и дисперсности таких минеральных наполнителей, как белая сажа, шунгит марки «Новокарбон», каолин, тальк и мел на эксплуатационные и технологические характеристики термопластичных композитов на основе полиэтилена низкого давления (ПЭНД 273-83) с мелкодисперсным наполнителем из ячменной соломы.

2. В результате проведенных исследований установлено, что введение белой сажи и шунгита способствует существенному росту таких эксплуатационных характеристик, как прочность, модуль упругости и водостойкость композитов по отношению к характеристикам двухкомпонентной композиции (50% – ПЭНД, и 50% – растительный наполнитель). При этом наибольший прирост значений наблюдается при содержании наполнителей до 10%.

Каолин, тальк и мел, относящиеся к инертным наполнителям, при содержании до 10% практически не оказывают влияния на данные физико-механические характеристики, несмотря на достаточно высокую дисперсность.

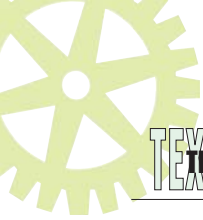
3. Из результатов динамических реологических исследований следует, что при скоростях сдвига, характерных для типичных методов переработки (прессование, экструзия и литье под давлением), ввод белой сажи до концентраций 10% приводит к заметному ухудшению технологичности композиций, характеризуемой значениями комплексной вязкости и динамического модуля сдвига. Меньшее влияние на эти характеристики оказывают шунгит, каолин и тальк. Введение мела, наоборот, приводит к улучшению технологичности композиций. Особенно значимо это проявляется при концентрациях свыше 10%.

4. При разработке составов многокомпонентных термопластичных композитов инженерно-технического назначения, содержащих растительные и минеральные наполнители, для снижения отрицательного влияния последних на технологичность композиций целесообразным является введение технологических или процессинговых добавок (стеарат кальция, полиэтиленовый воск, парафин, олеиновая и стеариновая кислоты) в количестве до 3% по массе [3, 6].

## Список

### использованных источников

1. Утилизация полимерных и растительных отходов агропромышленного комплекса путем создания растительно-



полимерных композиционных материалов / В.К. Астанин [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2012. №2. С. 154-156.

2. Кузьмин А.М., Водяков В.Н. Производство термопластичных композиционных материалов на основе растительных отходов АПК // Техника и оборудование для села. 2015. №1. С. 26-30.

3. Клесов А.А. Древесно-полимерные

композиты [пер. с англ.]. СПб.: изд-во НОТ, 2010. С. 736.

4. Технические свойства полимеров [учеб.-справ. пособие] / В.К. Крыжановский [и др.]. СПб.: Профессия, 2007. С. 240.

5. Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И.Л. [и др.]. М.: Советская энциклопедия, 1990. Т. 2 (Даф-Мед). С. 671.

6. Ксантос М. Функциональные наполнители для пластмасс [пер. с англ. под

ред. Кулезнева В.Н.]. СПб.: изд-во НОТ, 2010. С. 462.

7. Калинин Ю.К. Углеродосодержащие шунгитовые породы и их практическое использование: автореф. дис. ...д-ра техн. наук: 05.17.11. М., 2002. 22 с.

8. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометрии [пер. с англ. под ред. В.Г. Куличихина]. М.: КолосС, 2003. С. 312.

## Influence of Mineral Fillers on Operational and Technical Characteristics of Thermoplastic Composites Based on Wastes of Agro-Industrial Enterprises

A.M. Kuzmin, V.N. Vodyakov, T.V. Oshina

**Summary.** The article presents the results of the evaluation of dispersion of mineral fillers by small-angle light scattering. Physical, mechanical and rheological properties of thermoplastic composites with different content of mineral and vegetable fillers were determined. It was shown that the introduction of the reinforcing fillers (shungite and carbon white) in an amount of up to 10% by weight, can significantly increase physical and mechanical characteristics of the composites. Inert fillers (chalk, talc, kaolin) at concentrations above 10% improve the processibility of the composites.

**Key words:** thermoplastic composite vegetable filler, mineral filler, dispersion, operational characteristics, processing characteristics.

### Реферат

Цель исследований – изучение влияния вида, концентрации и дисперсности минеральных наполнителей на эксплуатационные и технологические характеристики термопластичных композитов с мелкодисперсным наполнителем из ячменной соломы. При получении композиций в качестве полимерной матрицы использовали полиэтилен низкого давления марки ПЭНД 273-83. В качестве минеральных модификаторов исследованы: тальк марки ТМК-28; мел марки МТД-Б; каолин марки КР-1; белая сажа марки БС-100; шунгит марки «Новокарбон». В результате проведенных исследований установлено, что введение в состав композитов белой сажи и шунгита способствует существенному увеличению их прочности, модуля упругости и водостойкости по отношению к характеристикам двухкомпонентной композиции (50% ПЭНД и 50% растительного наполнителя). При этом наибольший прирост значений наблюдается при содержании наполнителей до 10%. Каолин, тальк и мел, относящиеся к инертным наполнителям, при содержании до 10% практически не оказывают влияния на данные физико-механические характеристики, несмотря на достаточно высокую дисперсность. Анализ результатов динамических реологических исследований показал, что при скоростях сдвига, характерных для типичных методов переработки (пресование, экструзия и литье под давлением), ввод белой сажи до концентрации 10% приводит к заметному ухудшению комплексной вязкости и динамического модуля сдвига. Меньшее влияние на эти показатели оказывают шунгит, каолин и тальк. Введение мела, наоборот, приводит к улучшению технологических свойств композиций. Особенно значимо это проявляется при концентрации свыше 10%. При разработке составов многокомпонентных термопластичных композитов инженерно-технического назначения, содержащих растительные и минеральные наполнители, для снижения отрицательного влияния последних на технологические свойства композиций целесообразным является введение технологических или

процессинговых добавок (стеарат кальция, полиэтиленовый воск, парафин, олеиновая и стеариновая кислоты) в количестве до 3% по массе.

### Abstract

The goal of this research is to study the effect of a type, concentration and dispersion of mineral fillers on operational and processing characteristics of thermoplastic composites with a fine-dispersed barley straw filler. When preparing composites, the ПЭНД 273-83 low-pressure polyethylene was used as a polymer matrix. The ТМК-28 talcum, МТД-Б chalk, КР-1 kaolin, БС-100 carbon white and «Новокарбон» schungite were studied as mineral modifiers.

The studies found that the introduction of white carbon and schungite promotes a significant strength increase, elasticity modulus of and water resistance of the composites with respect to characteristics of the two-component composite (ПЭНД – 50% and vegetable filler – 50%). At that, the largest increase in values is observed in a filler content of up to 10%. The content of inert fillers (kaolin, talcum and chalk) in the range of up to 10% has virtually no effect on physical and mechanical characteristics despite relatively high dispersion. The analysis of the dynamic rheological studies showed that the use of white carbon at 10% concentration resulted in marked deterioration of complex viscosity and dynamic modulus shear at shear rates specific to typical methods of processing (molding, extrusion and die casting). Schungite, kaolin and talcum exert less influence on these indicators. And contrary, the use of chalk results in improvement of processing characteristics of composites. It is especially noticeable at concentrations of above 10%. During development of multicomponent thermoplastic composites of engineering purposes containing vegetable or mineral fillers to reduce the negative impact of the latter on processing properties of composites, it is advisable to use appropriate processing fillers (calcium stearate, polyethylene wax, paraffin, oleic and stearic acids) in the amount of up to 3% by weight.

# ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



## МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2016



### 26-28 ЯНВАРЯ

### МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ № 75, 69

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



СОЮЗ  
КОМБИКОРМЩИКОВ



ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



РОССИЙСКИЙ  
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



СОЮЗ  
ПРЕДПРИЯТИЙ  
ЗООБИЗНЕСА



СОЮЗРОССАХАР

ГКО "РОСРЫБХОЗ"

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА: КОМБИКОРМА

Ценовик



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЖИВОТНЫЕ  
РВЖ  
PRODUCTIVE ANIMALS

ЖИВОТНОВОДСТВО  
РОССИИ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ  
СВИНОВОДСТВО

ТЕХНОЛОГИЯ  
ЖИВОТНОВОДСТВА

МОЛОЧНОЕ И МЯСНОЕ  
СКОТОВОДСТВО

СОВРЕМЕННЫЙ  
ФЕРМЕР  
ЖУРНАЛ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

АПК ЮГ  
ЖУРНАЛ ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Perfect  
Agro Technologies

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
АГРАРИЙ

сфера  
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ

АГРАРНЫЕ ИЗВЕСТИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ О РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ АПК

НСХ  
ЖУРНАЛ АГРОМЕНЕДЖЕРА

Техника  
и оборудование  
для села

ВЕТЕРИНАРНЫЙ  
ВРАЧ

ВЕТЕРИНАРИЯ

Vetkorm

БЕЛОРУССКОЕ  
СЕЛЬСКОЕ  
ХОЗЯЙСТВО

АГРОМИР  
Черноземья

АГРАРНОЕ  
ОБОЗРЕНИЕ

АПК  
ЭКСПЕРТ

АГРОМАКС

VetPharma

FARM ANIMALS  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

АПК

АГРАРНОЕ  
ОБОЗРЕНИЕ

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:

ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"

Член Всемирной Ассоциации Выставочной Индустрии (UFI)



Член Российского Зернового Союза



Член Союза Комбикормщиков



Россия, 129223, Москва, ВДНХ  
Павильон "Хлебопродукты" (№40)  
Телефон: (495) 755-50-35, 755-50-38  
Факс: (495) 755-67-69, 974-00-61  
E-mail: [info@expokhleby.com](mailto:info@expokhleby.com)  
Интернет: [www.breadbusiness.ru](http://www.breadbusiness.ru)

УДК 677.021.151.256 : 677.051.151.256

# Разработка новой трепальной машины агрегата для получения длинного льняного волокна

Е.Л. Пашин,

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

М.С. Енин,

канд. техн. наук, доц.,  
sokrat985@mail.ru

(ФГБОУ ВПО «Костромской ГТУ»)

**Аннотация.** Представлены результаты исследований процесса трепания льна при получении длинного волокна. На основе их анализа даны предложения по совершенствованию существующей конструкции трепальных машин и разработке нового мяльно-трепального агрегата марки МТА-3Л.

**Ключевые слова:** лён, волокно, трепальная машина, процесс трепания, волокнистые потери.

Укрепление сырьевой базы отечественной льняной промышленности является важной задачей, особенно актуальной в условиях импортозамещения. В настоящее время поставки льняного волокна обеспечиваются льнозаводами системы АПК посредством переработки льняной тресты.

Используемые на практике отечественные мяльно-трепальные агрегаты (МТА) разрабатывались в 1970-е годы применительно к условиям переработки стеблей тресты с показателем отделяемости более 5 ед. и влажностью не более 14%. В основном эти агрегаты (марок МТА-1Л и МТА-2Л) были ориентированы на переработку моченцовой тресты, получаемой на льнозаводах при наличии дешёвых энергоресурсов.

Однако после развала СССР и известных последующих экономических преобразований условия работы льнозаводов существенно изменились. Исходя из экономической целесообразности агропредприятия перешли на получение станцевой

тресты, которая на МТА перерабатывается без должного предварительного подсушивания стеблей. На ряде льнозаводов из-за повышенной стоимости энергии полностью исключили процесс термовлажностной подготовки стеблей.

В таких условиях существующие МТА перестали обеспечивать требуемые по отраслевым нормативам выход длинного волокна и его качество в части содержания в нём костры. Это проявилось в существенном повышении (до 60%) доли недоработанного заострённого волокна (недотрёпа). Доведение его до требуемого состояния (по ГОСТ 10330-76) посредством дополнительного трепания требует дополнительных затрат, что отрицательно влияет на рентабельность льнозаводов. Кроме этого, дополнительная обработка приводит к росту волокнистых потерь.

Таким образом, появилась необходимость в создании более совершенной техники для переработки льна с учётом его свойств и современных условий, при которых функционируют льнозаводы.

При разработке научно-технических основ совершенствования процесса трепания рассматривали общепринятую схему с последовательной обработкой комлевых и вершинных участков стеблей (рис. 1).

Полагали, что общая вероятность удаления костры  $P_N$  из льняных прядей в результате совершения  $k$  трепальных воздействий, каждое из которых (в среднем) характеризуется вероятностью отделения костры  $p$ , можно определить по формуле [1]

$$P_N = 1 - p^k. \quad (1)$$

Вероятность отделения костры  $p$  зависит (с учётом ранее проведённых исследований) от условий и степени прижатия волокнистой пряди с кострой к кромке била трепального барабана [2] и свойств льнотресты. Очевидно, что степень прижатия будет определяться силой натяжения пряди  $T$ , которую приближенно можно оценить, используя известную зависимость Эйлера:

$$T = T_0 e^{f\alpha}, \quad (2)$$

где  $T_0$  – начальное натяжение применительно к концевому участку пряди;

$f$  – коэффициент трения пряди о кромку била;  
 $\alpha$  – суммарный угол обхвата прядью кромок бил в поле трепания.

Величина  $T$  не должна превышать некоторого критического значения, определяемого разрывной нагрузкой волокна  $T_{раз}$ , т.е. должно выполняться условие  $T < T_{раз}$  [3].

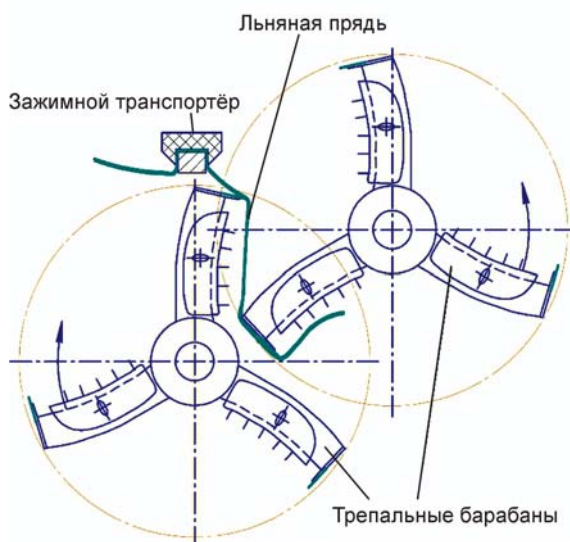


Рис. 1. Схема трепания льна

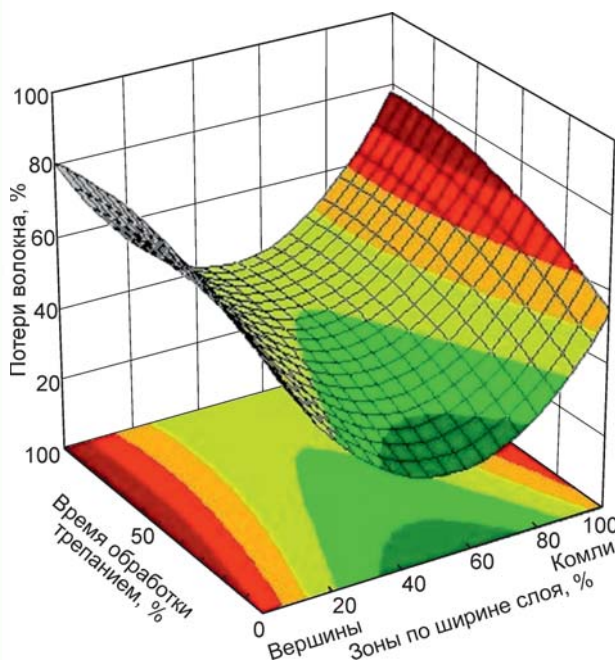


Рис. 2. Формирование волокнистых потерь, образующихся в процессе дополнительной обработки недотрёпа [4]

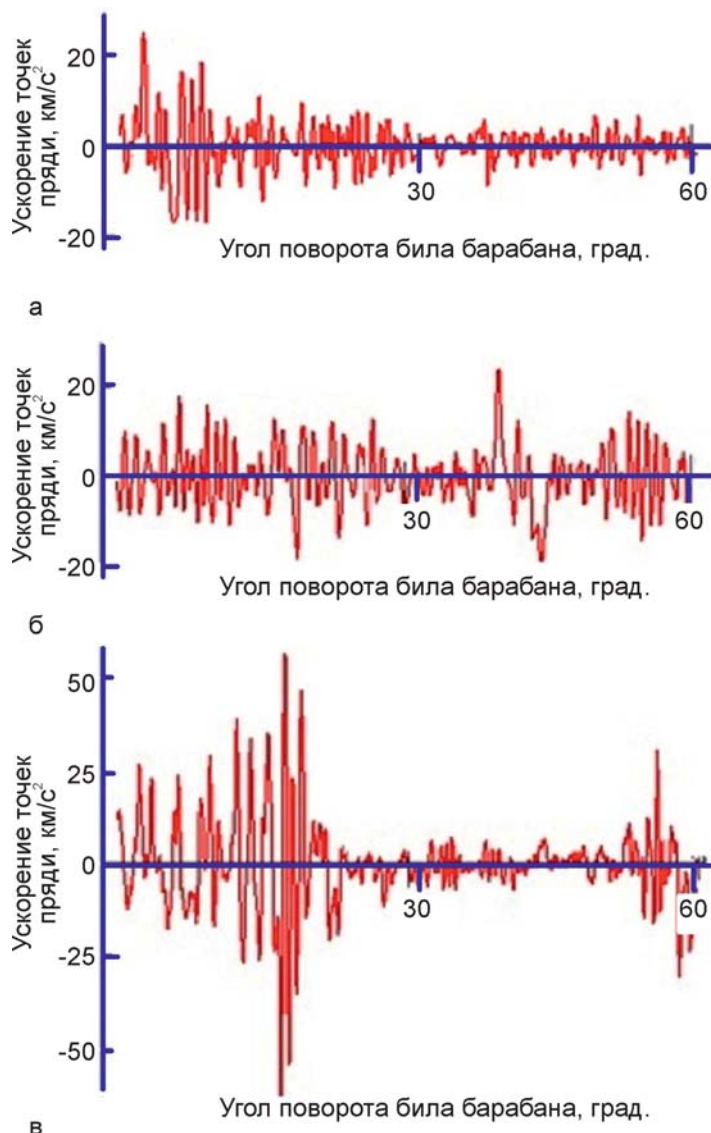


Рис. 3. Изменение ускорения точек пряжи по её длине:  
а – у зажима; б – в средней части;  
в – у свободного конца [4]

С учётом (2) повышение  $T$  возможно либо посредством роста начального натяжения  $T_0$ , либо за счёт увеличения суммарного угла обхвата  $\alpha$ . Рассмотрим эти условия.

Начальное натяжение  $T_0 = T_{он}$  зависит от параметров концевой участка заострённой пряжи и условий его нагружения, где  $T_{он}$  – натяжение свободного конца пряжи. В процессе трепания масса этого участка пряжи из-за удаления костры снижается, что требует для сохранения уровня  $T_{он}$  интенсификации его нагружения. В существующих конструкциях оперативное увеличение интенсивности нагружения достигается в основном за счёт повышения частоты вращения трепальных барабанов.

Рассмотрим другой вариант повышения величины  $T$  – за счёт увеличения суммарного угла обхвата  $\alpha$ . Следует отметить его меньшее влияние на значение  $T$  в сравнении с изменением скорости вращения барабанов. Поэтому в существующей практике основным приёмом интенсификации процесса обескостривания считают повышение частоты вращения трепальных барабанов с наблюдающимся согласно выражению (1) ростом количества воздействий  $k$  на пряжу льна.

Однако применительно к существующим отечественным конструкциям трепальных машин и изменившимся свойствам обрабатываемой тресты указанный приём увеличения частоты вращения трепальных бара-

банов стал вызывать неоправданный рост волокнистых отходов (рис. 2).

Были исследованы причины этого явления. В результате проведённых изысканий [4] оказалось, что рост нагружения концевых участков, определяющих величину  $T_{он}$ , происходит более интенсивно, чем в средних участках пряжи. В частности, установлен значительный прирост (в 2 раза и более) ускорений элементов пряжи (рис. 3). При таких условиях увеличение частоты вращения трепальных барабанов вызывает «обсечку» концевых участков волокна, что является основной причиной образования волокнистых отходов из-за обрывности прядей.

Поэтому более целесообразным направлением повышения веро-

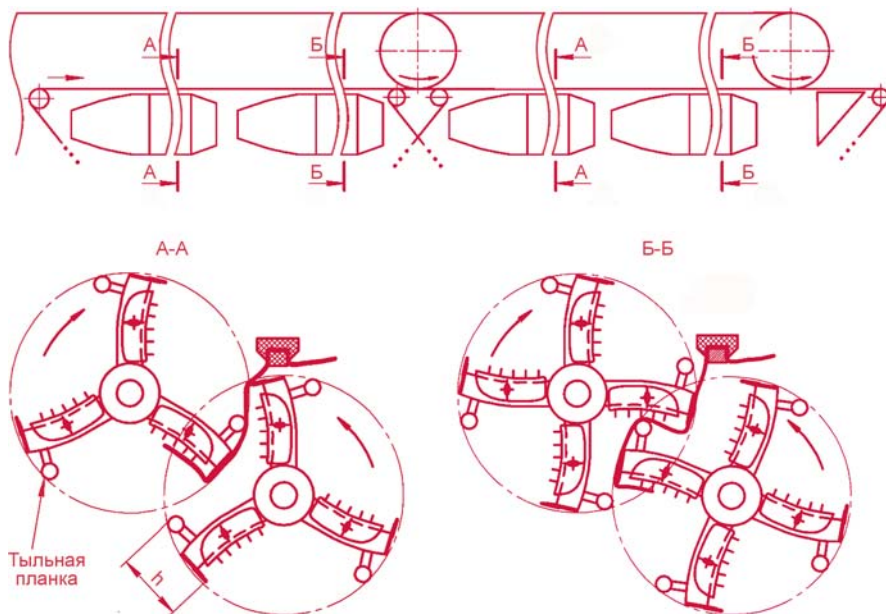
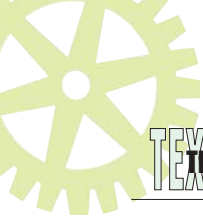


Рис. 4. Схема трепальной машины нового агрегата МТА-3Л



Рис. 5. Трепальная машина агрегата МТА-3Л:

а – внешний вид; б – барабаны в первой и третьей секциях; в – барабаны во второй и четвёртой секциях

ятности обескостривания за счёт увеличения сил прижатия прядей к кромкам бил трепальных барабанов будет увеличение суммарного угла обхвата  $\alpha$ .

На основе полученных результатов были обоснованы основные технологические рекомендации по совершенствованию и организации процесса трепания. Они включали в себя следующее.

На первом этапе процесса необходимо, прежде всего, обеспечить условия сохранности волокнистых прядей от разрыва  $T < T_{раз}$ . Для этого приоритетным является уменьшение массы прядей в поле трепания за счёт удаления насыпной кистеры посредством щадящей обработки трепанием в условиях малой частоты вращения трепальных барабанов.

На следующем этапе, после значительного уменьшения массы прядей, а значит, и снижения  $T_{он}$ , требуется рост суммарного угла обхвата  $\alpha$ , но при сохранности волокон от разрыва ( $T < T_{раз}$ ). Такое оказалось возможным посредством увеличения количества бил на барабанах.

По результатам компьютерного моделирования с учётом указанных рекомендаций была выявлена необходимость дополнительной интенсификации процесса обескостривания в условиях малой частоты вращения трепальных барабанов. При неизменности числа бил на барабанах это оказалось возможным за счёт увеличения суммарного угла обхвата  $\alpha$ . Для этого предложено использовать специальные тыльные планки к билам с изменяющейся по длине барабана величиной их вылета  $h$  (рис. 4).

Указанные технологические новшества сравнили с зарубежными аналогами фирм Depoortere, Union и Vanhauwaert. Установлено, что наши решения позволяют более эффективно реализовывать процесс трепания варьируемого по свойствам льна за счёт более глубокой дифференциации воздействий. Это позволило использовать их при разработке нового агрегата марки МТА-3Л с принципом обработки льна согласно предложенным техническим решениям [5]. В новом агрегате трепальная машина содержит две секции для обработки комлевых и две – для обработки вершинных частей слоя. Новизной конструкции машины является использование в секциях барабанов с разным числом бил (см. рис. 4). При этом на барабанах, начиная с первой трети их длины, имеются специальные тыльные планки, обеспечивающие постепенное повышение суммарного угла обхвата волокном рабочих и тыльных кромок в поле трепания за счёт параметра  $h$ .

Опытный образец МТА-3Л был спроектирован и изготовлен ОАО «За-вод им. Г.К. Королёва» (г. Иваново) по исходным требованиям Костромского государственного технологического университета (рис. 5). Его испытания, включая государственные, подтвердили правильность выбранных реше-

ний. Доля длинного волокна в общем выходе увеличилась до 30%, снизился уровень недоработки на 17-18% при одновременном обеспечении производительности МТА на уровне современных зарубежных аналогов.

Новый агрегат рекомендован государственной комиссией для заводских испытаний и последующего использования.

## Выводы

1. Используемые в настоящее время трепальные машины, спроектированные для моченцовой тресты, при переработке стланцевого сырья не обеспечивают требуемых значений выхода и качества длинного волокна в соответствии с отраслевыми нормативами.

2. Наиболее целесообразным способом интенсификации обескостривания льна при трепании является совмещение вариантов обработки, основанных на изменении частоты вращения трепальных барабанов и постепенном увеличении углов обхвата пряждю кромок элементов

конструкции барабана в зоне обработки. Наиболее эффективным вариантом указанного увеличения наряду с известными решениями предложено считать увеличение числа бил на барабане и установку на них специальных тыльных планок. Это целесообразно осуществлять на основе применения четырёхсекционной трепальной машины.

3. Предложенные технические решения внедрены на практике при создании опытного образца трепальной машины нового мяльно-трепального агрегата МТА-ЗЛ.

## Список

### использованных источников

1. **Левитский И.Н.** Новое в обескостревании лубоволокнистых материалов. В 2-х т. Т. 1. Кострома: Управление по делам печати и массовой информации администрации Костромской области, 1994. 215 с.

2. **Ипатов А.М.** Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур: учеб. пособие для вузов. М.: Легпромбытиздат, 1989. 144 с.

3. **Пашин Е.Л.** Агропроизводство и технологическое качество льна. Кострома: ВНИИ по переработке лубяных культур, 2004. 208 с.

4. **Бойко С.В., Пашин Е. Л.** Теоретические основы повышения эффективности процесса трепания недоработанного льняного волокна: монография. Кострома: изд-во КГТУ, 2008. 213 с.

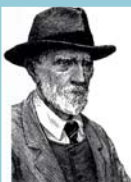
5. Способ получения длинного лубяного волокна :пат. 2461669 Рос. Федерация: МПК D 01 В 1/14. / Пашин Е.Л.; заявитель и патентообладатель КГТУ № 2011110416/12; заявл. 18.03.2011; опубл. 20.09.2012, Бюл. № 26. 6 с.

## Development of New Unit of Scutcher for Producing Long Flax Fibre

E.L. Pashin, M.S. Enin

**Summary.** The article presented the research results of flax scutching process when producing long fiber. Based on the analysis the proposals were given for improving the existing design of scutchers and new МТА-ЗЛ scutching unit.

**Key words:** flax, fiber, scutcher, scutching process, fiber losses.



160-летие  
И.В. Мичурина



## 10-я Всероссийская выставка «День садовода-2015»

Дата и место проведения выставки:

4-6 сентября 2015 года

393774, Тамбовская область, г. Мичуринск-научоград РФ, ул. Мичурина, д. 30, корп. 2, «Научно-выставочный центр Мичуринска-научограда РФ»

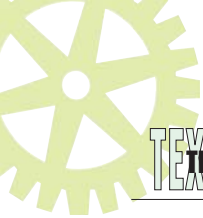


**Организаторы выставки:**  
Министерство сельского хозяйства РФ;  
Администрация Тамбовской области;  
Администрация города Мичуринска;  
Научно-технический совет Мичуринска-научограда РФ



**При поддержке:**  
Правительства Российской Федерации;  
Государственной Думы Российской Федерации;  
Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации;  
Православной церкви;  
Министерства здравоохранения Российской Федерации;  
Роспотребнадзора;  
Российской академии наук;  
ФГБНУ «НИИ питания»;  
ГНЦ РФ ИМБП РАН;  
Ассоциации плодоовощной и консервной промышленности агропромышленного комплекса «Агроконсервпром»;  
Ассоциации производителей плодов, ягод и посадочного материала;  
НП «Центр возрождения традиций»





УДК 631.674.5

## Технологии и технологические модули для систем малоинтенсивного импульсного дождевания

**А.А. Терпигорев,**

канд. техн. наук, зав. отделом,

**А.В. Грушин,**

ст. науч. сотр.

(ФГБНУ ВНИИ «Радуга»),

raduga@golutvin.ru

**Аннотация.** Приведены результаты разработки и испытаний оборудования для реализации технологии малоинтенсивного импульсного дождевания.

**Ключевые слова:** дождевание, импульсное дождевание, малоинтенсивное дождевание, синхронно-импульсное дождевание, комплект, модуль, оросительная система.

Две трети площадей сельхозугодий России находится в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. В степной и сухостепной зонах каждый пятый-седьмой год является засушливым. По данным ежегодного доклада Минсельхоза России за 2003 г., от засухи пострадал 21 субъект России, погибло 2787 тыс. га посевов (34,9 % от общего числа вредных воздействий), при этом ущерб составил 8148 млн руб. В 2010 г. от засухи пострадало 800 районов в 43 регионах страны, ущерб составил 41 млрд руб. [1]. Эти обстоятельства диктуют сельхозпроизводителям необходимость применения орошения.

Рост цен на материальные и энергетические ресурсы определил интерес к использованию малообъемных технологий непрерывного действия с интенсивностью подачи воды, максимально приближенной к суточному водопотреблению растений. Поддержание в почве оптимальных водных, воздушных, питательных режимов и микроклимата создает благоприятные условия для развития растений и повышает их урожайности. К малоинтенсивным технологиям орошения

относят синхронно-импульсное и импульсное дождевание, мелкодисперсное (аэрозольное), капельное и внутрипочвенное орошение.

Оросительные системы малоинтенсивных технологий дождевания позволяют использовать для транспортировки воды и подвода ее к поливным участкам трубы меньшего диаметра, что упрощает комплектацию оросительной сети, облегчает ее эксплуатацию и сокращает сроки строительства.

Для комплектации оросительных систем малоинтенсивного дождевания ВНИИ «Радуга» разработаны и прошли государственные испытания одноконтурные технологические комплекты импульсного малоинтенсивного дождевания. Разработка технологических средств проведена на основании эффективности реализуемых малоинтенсивных технологий с учетом биологических особенностей орошаемых культур.

Технология импульсного дождевания в отличие от традиционной, создающей большие запасы влаги в почве на длительный период вегетации, направлена на непрерывное поддержание оптимальной влажности почвы и микроклимата надземной части растений путем подачи воды в соответствии с размерами суточной эвапотранспирации на протяжении всего вегетационного периода.

Технология синхронно-импульсного дождевания с применением комплектов КСИД-10 проходила проверку в широком диапазоне климатических поясов: от Ивановской области до Молдавии, Крыма, Закавказья и республик Средней Азии, где дефицит водопотребления находится в пределах 1-10 тыс. м<sup>3</sup> на 1 га, а также в Болгарии. Прибавка урожая по сравнению с традиционным дождеванием

при оросительной норме составила на многолетних и однолетних травах 35%, чае – 30, плодах и ягодах – 15-30, овощах – 30-50, сахарной свекле – 30-35, кормовой – 37 и поливе сои – 15%. В горных условиях на ранее неорошаемых участках с уклоном до 10-30° (Таджикистан) получен урожай трав 1000 ц/га зеленой массы [2].

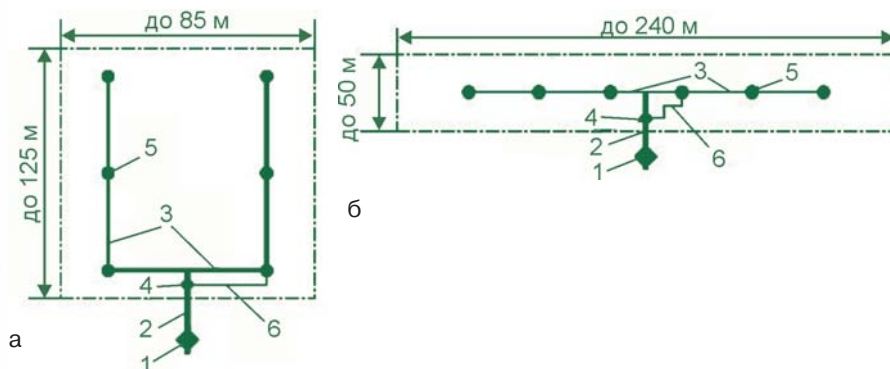
Стационарно-сезонный комплект синхронно-импульсного дождевания КСИД-1 предназначен для непрерывного дождевания с нормами полива, максимально приближенными к нормам суточного водопотребления на протяжении всего вегетационного периода, непрерывного поддержания на оптимальном уровне влажности активного слоя почвы и приземного слоя воздуха без резких колебаний, свойственных периодическим поливам.

Комплект является модулем для устройства оросительных систем на участках со сложными рельефными условиями, в том числе с уклонами местности до 0,3 и перепадом геодезических высот в пределах модульного участка до 25 м.

Комплект включает в себя шесть импульсных дождевателей полезным объемом 15 л, (один из которых командный), с двухсложными среднеструйными дождевальными аппаратами. Сеть выполнена из полиэтиленовых труб Ø20-32 мм, соединённых быстроразборной арматурой. Комплект снабжен генератором командных сигналов понижения давления в сети, благодаря чему одновременно срабатывают все импульсные дождеватели на общей площади (рис. 1, 2).

Комплект прошел практическую апробацию на орошении садов и овощей во ВСТИСП и ООО «Усадьба Новый век» (Московская область). Импульсное дождевание позволяет





**Рис. 1. Схемы комплекта КСИД-1:**

**а, б – варианты размещения поливной сети;**

- 1 – насосный агрегат; 2 – распределительный трубопровод;  
3 – поливной трубопровод; 4 – генератор командных сигналов;  
5 – дождеватель импульсный; 6 – канал управления



**Рис. 2. Комплект КСИД-1 на поливе сада**

поддерживать влажность почвы в пределах оптимальных значений на протяжении всей вегетации, создавая бесстрессовый характер полива, а также способствует улучшению фотосинтеза растений при повышении влажности воздуха.

Для создания исходной влажности в почве и ее поддержания на протяже-

нии периода вегетации растений разработан комплект малоинтенсивного синхронно-импульсного дождевания КСИД-Р для питомников, зеленных и овощных культур на мелкоконтурных участках.

Комплект может работать в импульсном или непрерывном режиме водоподачи. Область применения –

питомники плодовых и декоративных культур, овощные, в том числе зеленные, культуры, цветники, газоны и др.

Комплект является модулем и может быть использован для устройства стационарно-сезонных и стационарных оросительных систем.

Модульный комплект КСИД-Р состоит из одного импульсного пневмогидроаккумулятора автоколебательного типа, поливных полиэтиленовых трубопроводов, 12 стояков с дождеобразующими насадками, КСИД-Р-1,0 – из трёх модулей комплекта КСИД-Р и гидроподкормщика, объединённых распределительным трубопроводом (рис. 3, 4).

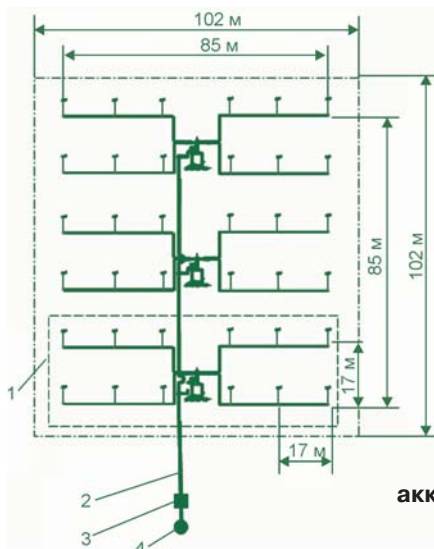
На КСИД-Р и КСИД-Р-1,0 применяется среднеструйный импульсный дождевательный аппарат низкого давления (0,15-0,40 МПа) с соплом Ø 3,5 мм и радиусом полива до 12,5 м.

Комплекты прошли государственные испытания в 2006 и 2008 гг. и были апробированы в производственных условиях ООО «Азов Трейд» (Приморско-Ахтарский район Краснодарского края) на выращивании зеленных культур при производстве улиток. Отличаются низкой интенсивностью дождя за счет увеличения количества точек его разбрызгивания, что благоприятно сказывается при выращивании зеленных и овощных культур.

На принципе аккумуляции и выплеска накопленного объема воды

**Рис. 3. Схема комплекта КСИД-Р-1,0**

- 1 – модульный комплект КСИД-Р;  
2 – распределительный трубопровод;  
3 – гидроподкормщик;  
4 – кран входной



**Рис. 4. Пневмогидроаккумулятор и дождевательный аппарат на стойке комплекта КСИД-Р**



для малых участков разработан комплект импульсного микродождевания КИМД-0,1. Комплект состоит из пневмогидроаккумулятора на 3 л воды, разводящих полиэтиленовых трубопроводов Ø8-20 мм и стояков с дождевальными аппаратами радиусом действия до 7,5 м (рис. 5).

Комплект может применяться как на открытых площадках, так и в защи-

щенном грунте при выращивании зеленных и овощных культур на площади до 1000 м<sup>2</sup>. Аprobация комплекта проходила в условиях защищенного грунта и на открытых площадках при выращивании зеленных культур и рассады капусты в тепличном комбинате АОЗТ «Матвеевское», ФГУП ОПК «Непецино», КСП «Жегалово», колхозе «Победа» (Московская область) и

Госплемзаводе «Верхнемуллинский» (Пермская область). Его аналогом является комплект «Дождик», представляющий собой тот же набор оборудования без аккумуляторного бака для создания импульсов. «Дождик» прошел госиспытания и был апробирован в условиях защищенного грунта в тех же хозяйствах Московской области.

В разработанном комплекте оборудования импульсного дождевания КИД-1 импульсный режим водоподачи реализуется последовательной и многократной подачей воды по группам дождевателей в автоматическом режиме.

Комплект предназначен для орошения питомников, плодовых и декоративных культур, цветников, газонов, овощных, зеленных и других сельскохозяйственных культур (рис. 6).

На входе в комплект устанавливаются узел управления, объединяющий входной кран с фильтром, манометр, счётчик воды, электромагнитный клапан с контроллером, обратный и распределительные клапаны (рис. 7).

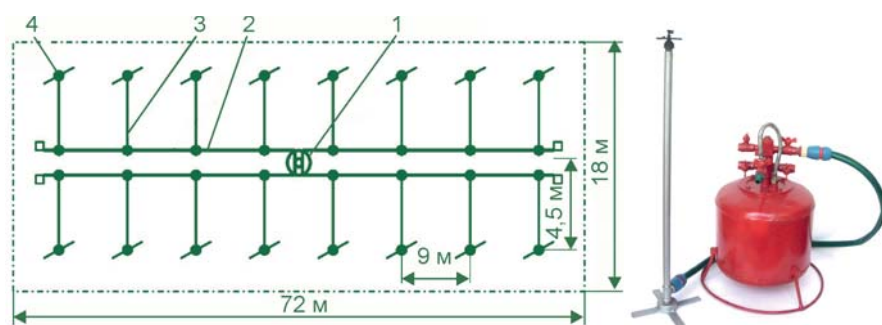
Контроллер-таймер работает от двух встроенных батареек напряжением 9В типа «Крона» (до одного года), позволяет задавать импульсы водоподачи в широком диапазоне времени (от 1 мин до 12 ч) и устанавливать минимальную паузу между водоподачами – 1 мин. Распределительный клапан по сигналу падения расхода на входе обеспечивает последовательное переключение расхода между шестью каналами, что обеспечивает импульсный режим работы комплекта.

В комплект могут входить стояки, высота установки дождевального аппарата в которых составляет 0,5 или 1 м.

В комплект входит среднеструйный дождевальный аппарат низкого давления с соплом Ø 3,5 мм и радиусом действия до 12,5 м.

Технические характеристики модульных комплектов малоинтенсивного импульсного дождевания приведены в таблице.

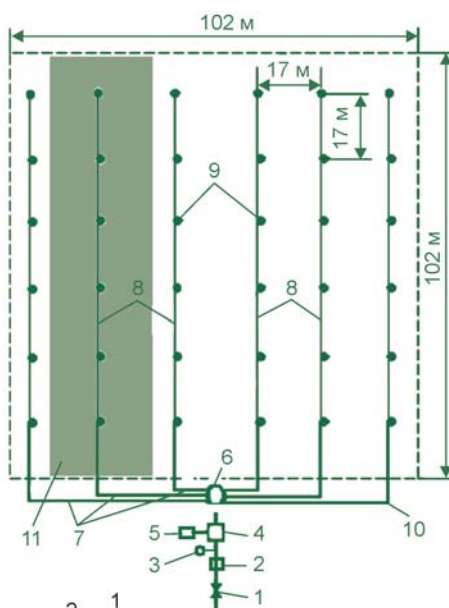
Все представленные комплекты прошли государственные испытания и рекомендованы для производства,



**Рис. 5. Технологическая схема КИМД-0,1 и вид импульсного пневмогидроаккумулятора с микродождевателем на стойке**

**Рис. 6. Технологическая схема КИД-1:**

- 1 – входной кран;
- 2 – фильтр; 3 – манометр;
- 4 – электромагнитный клапан;
- 5 – контроллер;
- 6 – распределительный клапан;
- 7 – распределительные трубопроводы;
- 8 – поливные трубопроводы;
- 9 – стояк с дождевальным аппаратом;
- 10 – отвод;
- 11 – зона одновременного полива



**Рис. 7. Узел управления КИД-1:**

- 1 – кран входной с фильтром;
- 2 – манометр; 3 – счётчик воды;
- 4 – клапан электроуправляемый;
- 5 – контроллер-таймер; 6 – обратный клапан;
- 7 – клапан распределительный

## Основные показатели технических средств малоинтенсивного импульсного орошения

| Показатели                                   | КСИД-1  | КСИД-Р-1,0 | КИД-1 | МИЛОС-М   | КИМД-0,1 |
|----------------------------------------------|---------|------------|-------|-----------|----------|
| Площадь орошения, га                         | 1       | 1,05       | 1     | 0,4       | 0,1      |
| Подводимый расход, л/с:                      |         |            |       |           |          |
| импульсный режим                             | 1       | 1,05       | 2     | 0,3-0,4   | 0,2-0,7  |
| непрерывный режим                            | -       | до 7,2     | -     | -         | -        |
| Давление на входе, МПа                       | 0,65    | 0,6        | 0,6   | 0,03-0,15 | 0,25     |
| Продолжительность импульсов водоподачи, мин  | 0,04    | 0,08       | 1-720 | 3         | 0,3      |
| Продолжительность пауз, мин                  | 1,5±0,5 | От 1,5     | От 1  | От 3      | От 0,3   |
| Расстояние между поливными трубопроводами, м | 35±5    | До 17      | До 17 | 5         | 9,5      |
| Число дождевателей                           | 6       | 36         | 36    | -         | 16       |
| Средняя интенсивность дождя, мм/мин:         |         |            |       |           |          |
| импульсный режим                             | 0,02    | 0,004      | 0,025 | -         | 0,008    |
| непрерывный режим                            | -       | 0,06       | 0,025 | -         | 0,03     |
| Средний диаметр капель, мм                   | 1,5     | 1,0        | 0,9   | -         | 0,8      |
| Масса оборудования, кг                       | 350     | 481        | 287   | 420       | 54       |

разработана конструкторская документация, изданы методические рекомендации по применению и эксплуатации.

### Список

#### использованных источников

1. Терпигорев А.А., Грушин А.В., Гжибовский С.А. Интегрирование ми-

кроорошения в сельскохозяйственное производство // Матер. Междунар. научн.-практ. конф.: Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства России. Москва, 2013. С. 86-91.

2. Методические рекомендации по орошению сельскохозяйственных культур на участках со сложной топографией с применением комплектов импульсного дождевания: инструктивно-методическое издание / Г.В. Ольгаренко, В.И. Городничев, А.А. Терпигорев, А.В. Грушин, С.А. Асцатрян, С.А. Гжибовский. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 100 с.

## Technologies and Process Modules for Low-Intensity Pulsed Irrigation Systems

A.A. Terpigorev, A.V. Grushin

**Summary.** The article presents the results of the development and testing of the equipment for implementation of low-intensity pulsed irrigation technology.

**Key words:** irrigation, pulsed irrigation, low-intensity irrigation, synchronous and pulsed irrigation, set, module, irrigation system.

## Информация

### День поля – 2015: горячий сезон полевых работ

Летом 2015 г. ведущий европейский производитель сельскохозяйственной техники – немецкая компания CLAAS вместе со своими сбытовыми партнерами по уже сложившейся традиции проводит дни поля. Мероприятия с демонстрацией образцов современной техники проходят в разных регионах страны.

В разгар сельскохозяйственного сезона российские аграрии собираются на полевых мероприятиях, чтобы встретиться и пообщаться с коллегами, обменяться опытом. Подобные встречи позволяют определиться с выбором новой техники для обновления парка машин.

Первый День поля компании CLAAS прошел в июне в Воронежской области, где собрались свыше 200 гостей из разных регионов страны. Представители фермерских хозяйств и агропромышленных комплексов смогли в реальных полевых условиях ознакомиться с практическими возможностями техники CLAAS.

На региональных мероприятиях компанию представляют непосредственно ее сбытовые партнеры



в регионах. Так, Дни поля уже прошли в Татарстане, Чувашии, Мордовии, Ярославской, Ульяновской, Воронежской, Курской, Орловской, Тульской, Нижегородской, Калужской и Брянской областях, Алтайском крае. Специалисты сельскохозяйственной отрасли этих регионов ознакомились с комбайнами TUCANO, полной линейкой тракторов – от компактного ARION 610 до мощных XERION 5000 и JAGUAR, кормозаготовительной техникой (косилки DISCO, пресс-подборщики QUADRANT и ROLLANT), телескопическими погрузчиками SCORPION.

В ближайшее время Дни поля пройдут в Республике Башкортостан, Волгоградской, Саратовской областях, Красноярском крае.

УДК 621.43-049.7

# Исследование процесса сгорания топлива в дизельном двигателе в зимних условиях

**П.Н. Аюгин,**

канд. техн. наук, доц.,  
nikall85g@yandex.ru

**Н.П. Аюгин,**

канд. техн. наук, доц.,  
nikall85g@yandex.ru

**Р.Ш. Халимов,**

канд. техн. наук, доц.,  
hrasp29@yandex.ru

**Р.К. Сафаров,**

канд. техн. наук, доц.,  
ats-ul@mail.ru

**Д.Е. Молочников,**

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

**В.А. Голубев,**

канд. техн. наук, доц.,  
golubevugsha@mail.ru  
(ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА  
им. П.А. Столыпина»)

**Аннотация.** Исследован процесс сгорания топлива в цилиндре дизельного двигателя и дана его оценка по индикаторной диаграмме. Рассмотрено влияние различных эксплуатационных факторов на процесс сгорания: длительности первой фазы сгорания; угла опережения подачи топлива; температуры охлаждающей жидкости и окружающей среды; режимов работы дизеля.

**Ключевые слова:** топливо, смесеобразование, сгорание, мощность, расход топлива, заряд, низшая теплотворная способность топлива.

Сложные процессы смесеобразования и сгорания топлива в быстроходных дизельных двигателях происходят за очень короткий период времени (15-20° поворота коленчатого вала (п.к.в.)). Это примерно в 10 раз меньше, чем в двигателях с внешним смесеобразованием при одинаковой частоте вращения. Топливо впрыскивается в нагретый при сжатии воздух, имеющий температуру 773-873 К, давление 3,5-5 МПа. Подача топлива в цилиндр начинается до прихода поршня в

верхнюю мертвую точку (в.м.т.) и заканчивается в зависимости от характеристики топливоподачи до в.м.т.

В процессе сгорания впрыскиваемого в цилиндр и распыленного с помощью форсунок топлива возникают объемное воспламенение и диффузионное горение. Очаг воспламенения зарождается по механизму объемного воспламенения, далее пламя распространяется по паровоздушному заряду, подготовленному к горению за период задержки воспламенения. Остальная часть топлива сгорает по механизму диффузионного горения [1].

Проанализируем процесс сгорания в дизеле по развёрнутой индикаторной диаграмме в координатах  $P$  (давление в цилиндре) –  $\varphi$  (угол поворота коленчатого вала) (рис. 1).

При сгорании топлива в дизельном двигателе различают четыре фазы:

$\Theta_1$  – период задержки воспламенения;

$\Theta_2$  – фаза быстрого сгорания;

$\Theta_3$  – фаза диффузионного горения;

$\Theta_4$  – фаза догорания.

Длительность первой фазы (период задержки воспламенения) измеряется отрезком времени  $\tau_1$  или углом п.к.в.  $\Theta_1$  от точки 1 до точки 2.

В течение некоторого времени после начала впрыскивания топлива горение не наступает. При этом происходит распад струи на капли, перемешивание капель по объёму камеры сгорания и их прогрев, частичное испарение и смешивание паров топлива с воздухом. Протекают реакции распада углеводородов, образование активных центров, свободных радикалов, первичных продуктов окисления, возникают очаги самовоспламенения, и в результате некоторого выделения теплоты начинает повышаться давление.

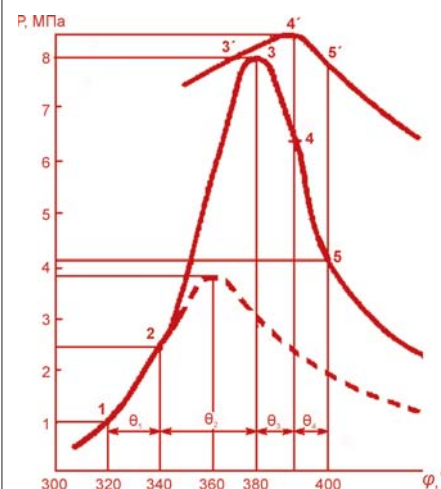
Вторая фаза – фаза быстрого сгорания, длительность которой

измеряется отрезком времени или углом п.к.в. от момента воспламенения (рис. 1, точка 2, которую условно принимают за начало сгорания) до момента достижения максимального давления цикла (точка 3). Во второй фазе сгорает большая часть топлива, впрыснутого за время задержки воспламенения, а также часть топлива, впрыскиваемого во второй фазе.

От очага воспламенения пламя быстро распространяется в зонах, где за время периода задержки впрыскиваемое топливо успевает испариться и образует смесь нужной концентрации.

Впрыск топлива обычно заканчивается во второй фазе. Однако в высокооборотных двигателях с целью повышения КПД вся доза топлива впрыскивается ещё в первой фазе. Давление и температура во второй фазе на участке 2-3 повышается вследствие сгорания значительной части заряда.

При работе дизеля в номинальном режиме в течение второй фазы вы-



**Рис. 1. Развёрнутая индикаторная диаграмма (штриховая линия характеризует пропуск впрыска топлива в цилиндры)**

деляется примерно 1/3 теплоты от общей теплоты сгорания. При этом коэффициент активного тепловыделения составляет примерно 0,3. Максимальная скорость нарастания давления на участке 2-3 индикаторной диаграммы характеризует жёсткость процесса сгорания. Для автотракторных дизелей  $\Delta P/\Delta \varphi = 0,4-1$  МПа/град.

Характеристика второй фазы сгорания – степень повышения давления  $\lambda = P_3/P_2$  ( $P_3$  – давление газов в точке 3,  $P_2$  – давление газов в точке 2). Чем выше скорость нарастания давления и степень его повышения, тем экономичнее работа дизеля. Однако при этом увеличивается жёсткость процесса сгорания, и как следствие, повышаются нагрузки на детали и их износ.

На развитие и продолжительность второй фазы влияют: продолжительность первой фазы; количество топлива, поданного в цилиндр в течение периода задержки воспламенения  $\tau_1$ ; характер топливоподачи во второй фазе; качество распыления топлива; скорость движения заряда в камере сгорания; скоростной и нагрузочные режимы работы двигателя. Чем продолжительнее период задержки воспламенения  $\tau_1$  и больше топлива подаётся во второй фазе при хорошем распылении и перемешивании с воздухом, тем выше показатели  $\Delta P/\Delta \varphi$ ,  $\lambda$  и жёстче работа дизеля.

Третья фаза – фаза быстрого диффузионного сгорания (сгорание при почти постоянном или несколько понижающемся давлении).

Длительность третьей фазы сгорания измеряется отрезком времени  $\tau_3$  или углом поворота коленчатого вала  $\Theta_3$  от момента достижения максимального давления (точка 3) до момента достижения максимальной температуры (точка 4). Скорость сгорания в этой фазе, в основном, определяется скоростью смешивания паров топлива и воздуха.

Объём камеры сгорания в течение третьей фазы при движении поршня от в.м.т. увеличивается и давление медленно снижается, однако при этом происходит достаточно активное тепловыделение и средняя температура цикла продолжает возрастать,

достигая максимального значения при п.к.в. на 15-25° после в.м.т. в точке 4, т.е. после достижения максимального давления цикла в точке 3. Сдвиг по фазе максимумов давления и температуры на индикаторной диаграмме объясняется тем, что при увеличении объёма температура заряда снижается в меньшей степени, чем давление.

При достижении максимальной температуры коэффициент активного тепловыделения составляет 0,7-0,8. На длительность третьей фазы влияют количество впрыскиваемого топлива после начала горения, качество его распыливания и скорость движения заряда.

Четвёртая фаза – догорание топлива и продуктов его неполного сжигания. Длительность четвёртой фазы измеряется отрезком времени  $\tau_4$  или углом п.к.в.  $\Theta_4$  от момента достижения максимальных давления и температуры цикла до окончания тепловыделения (точка 5).

Сгорание в этой фазе характеризуется постепенным замедлением скорости тепловыделения, так как скорость процесса догорания определяется скоростью диффузии и турбулентного смешивания остатков топлива и продуктов его неполного сгорания с воздухом.

Фаза догорания составляет значительную часть такта расширения, и её завершение соответствует примерно 70-80° поворота коленчатого вала после в.м.т. При нарушении нормального протекания процесса сгорания (поздние углы опережения подачи топлива, плохое качество распыла и др.) может вообще не достигаться полного тепловыделения, и в отработавших газах наблюдается содержание сажи, окиси углерода и продуктов разложения жидкого топлива. При увеличении доли тепловыделения на такте расширения снижается эффективность использования выделяющейся теплоты в целом, повышается температура газов на выпуске и ухудшается экономичность двигателя.

*Оценка процесса сгорания по индикаторной диаграмме.* Процессом сгорания в дизеле можно управлять путём подбора соответствую-

щих характеристик топливоподачи, поддержания оптимальных значений температуры охлаждающей жидкости в системе, топлива и воздуха, поступающих в цилиндр двигателя [2, 3].

Мощность и КПД дизеля достигают наибольшей величины, если положение максимума давления в цилиндре (на индикаторной диаграмме кривая 3''-4''-5'') соответствует углу поворота кривошипного вала на 10-15° после в.м.т. (см. рис. 1). Подобную оптимальную диаграмму можно получить на исправном двигателе при работе в номинальном режиме и температуре окружающей среды 288-293 К. В подобных условиях автотракторные дизели работают в течение лишь 15-20% общего времени их использования, а 80-85% времени работают с неполной нагрузкой и при температурах окружающей среды  $T_0 = 233-313$  К, что сопровождается нарушением процесса сгорания, повышением расхода топлива и дымности отработавших газов.

С целью выявления резервов повышения экономичности и снижения дымности отработавших газов дизельного двигателя рассмотрим влияние различных эксплуатационных факторов на процесс сгорания топлива в цилиндре: длительности первой фазы; угла опережения впрыска топлива; температуры охлаждающей жидкости; температуры и давления воздуха и топлива на впуске и режимов работы двигателя.

Регулируя угол опережения впрыска топлива, можно воздействовать на вид индикаторной диаграммы и положение максимума давления с тем, чтобы установить оптимальное значение мощности и экономичности работы двигателя. Однако, по мере увеличения угла опережения впрыска топлива в цилиндр воспламенение начинается при всё более низкой температуре и давлении, в связи с чем длительность задержки самовоспламенения, а следовательно, и фактор динамичности увеличиваются. В итоге повышается максимальное давление цикла, возрастает скорость нарастания давления (рис. 2, кривая 3) в цилиндре.

Это объясняется тем, что при чрезмерно длительном периоде задержки воспламенения большая часть топлива успевает испариться и смешаться с воздухом; в результате объёмного воспламенения образовавшегося заряда резко возрастают давление, динамические нагрузки на детали и шум. Очевидно, одним увеличением угла опережения нельзя компенсировать увеличение задержки самовоспламенения при работе на топливе с низким цетановым числом или при относительно низкой температуре газов в цилиндре в конце сжатия.

С повышением частоты вращения длительность задержки самовоспламенения (в угловых градусах) увеличивается, возрастает и оптимальный угол опережения впрыска.

Меньшей жесткостью работы обладают дизели с плёночным смесеобразованием и с разделёнными камерами сгорания. В двигателях с плёночным смесеобразованием жесткость работы поддерживается регулированием температуры стенки камеры сгорания, на которой образуется плёнка топлива, и малой скорости воспламенения впрыснутого топлива.

При слишком позднем впрыске топлива период задержки уменьшается, но воспламенение начинается практически в в.м.т. (точка 2'', рис. 2), процесс сгорания переносится на линию расширения и протекает при относительно малой степени сжатия (поршень переместился на значительное расстояние от в.м.т.), площадь под кривой 1'' - 2'' - 3'' (см. рис. 2) значительно уменьшилась, следовательно, повысится расход топлива, так как:

$g_e = \text{const} / \eta_i \cdot \eta_m$ ,  $\eta_i = L_u / Q_H = F / Q_H$ , [4]  
где  $g_e$  – удельный расход топлива, г/кВт·ч;

$\eta_i$  и  $\eta_m$  – соответственно индикаторный и механический КПД дизельного двигателя;

$L_u$  и  $F$  – цикловая работа и площадь под индикаторной диаграммой;

$Q_H$  – низшая теплотворная способность топлива, кДж/кг.

Тип камеры сгорания оказывает влияние на период задержки воспламенения, что связано с разной организацией распределения топлива и температурой стенок, которая в значительной степени зависит от температуры охлаждающей жидкости и режима работы дизеля.

При пониженной температуре охлаждающей жидкости (50-60°C) снижается температурный уровень камеры сгорания, что приводит к увеличению периода задержки воспламенения, нарушению оптимального процесса сгорания, повышенному расходу топлива и увеличению дымности отработавших газов (при неизменном угле начала впрыскивания топлива).

При уменьшении нагрузки снижаются давление и температура заряда в момент впрыскивания топлива, что приводит к увеличению  $\tau_i$  и расхода топлива.

Значительное влияние на длительность периода задержки оказывает температура окружающей среды  $T_0$  ( $T_k$  – температура воздуха после прохождения через компрессор при его наличии). С понижением температуры окружающей среды период задержки воспламенения увеличивается в 2-2,5 раза [5, 6].

Рассмотрим несколько вариантов условий эксплуатации дизеля:

вариант 1 –

$N_e = (0,8-1,0) \cdot N_e^{\text{НОМ}}$ ;  $T_0 = 243 \text{ K}$ ;

вариант 2 –

$N_e = (0-0,7) \cdot N_e^{\text{НОМ}}$ ;  $T_0 = 243 \text{ K}$ ;

вариант 3 –

$N_e = (0,8-1,0) \cdot N_e^{\text{НОМ}}$ ;  $T_0 = 293 \text{ K}$ ;

вариант 4 –

$N_e = (0,8-1,0) \cdot N_e^{\text{НОМ}}$ ;  $T_0 = 313 \text{ K}$ ,

где  $N_e$  – текущая эффективная мощность двигателя, соответствующая вариантам;

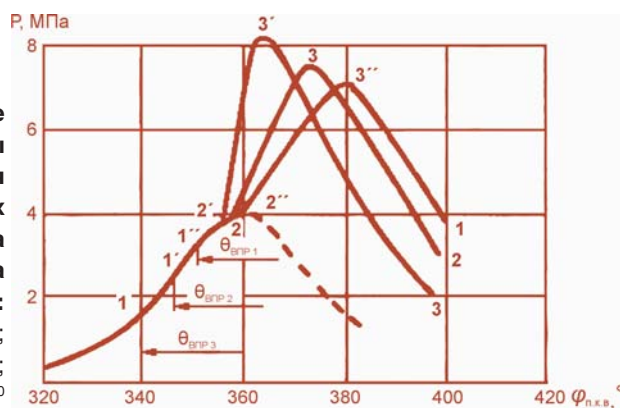
$N_e^{\text{НОМ}}$  – номинальная мощность двигателя при номинальной частоте вращения коленчатого вала.

В зимних условиях при полной нагрузке двигателя и оптимальной температуре охлаждающей жидкости в двигателе период воспламенения увеличивается в 1,5-2 раза. В цилиндре двигателя к моменту его воспламенения накапливается большая доза топлива, при этом улучшаются однородность топливоздушной среды и степень её химической «подготовки» к самовоспламенению взрывного характера и, как следствие, – при воспламенении возникают ударные волны, и на 10-15% увеличивается давление в камере сгорания. Резкое повышение скорости нарастания давления (рис. 3) на участке 2-3 и степени повышения давления  $\lambda$  (возрастание жесткости процесса сгорания) приводит к увеличению нагрузки на детали КШМ и износа на 60-70% при незначительном повышении экономичности двигателя.

Во втором варианте при снижении нагрузки снижаются также температура и давление в момент впрыскивания топлива, снижается температура цикла и температура деталей камеры сгорания. Это приводит к дополнительному увеличению периода задержки воспламенения топлива на участке 1-2'', процесс сгорания переносится на линию расширения. При этом процесс сгорания происходит в расширяющемся объёме с понижением максимального давления, площади индикаторной диаграммы, а следовательно, сопровождается и значительным снижением индикаторного КПД и повышением расхода топлива. Причём в отработавших газах значительно увеличивается содержание углерода и продуктов жидкого топлива.

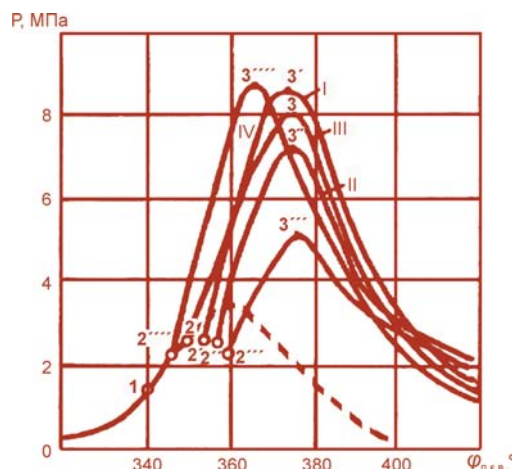
**Рис. 2. Индикаторные диаграммы дизельного двигателя при различных значениях угла опережения впрыска топлива:**

1 –  $\Theta_{\text{впр}} = 10^\circ$ ;  
2 –  $\Theta_{\text{впр}} = 15^\circ$ ;  
3 –  $\Theta_{\text{впр}} = 20^\circ$



**Рис. 3. Индикаторные диаграммы при различных значениях температуры окружающей среды:**

- I –  $N_e = (0,8-1,0) \cdot N_{e\text{ном}}$ ,  
 $T_o = 243 \text{ K}$ ;  
 II –  $N_e = (0,0-0,7) \cdot N_{e\text{ном}}$ ,  
 $T_o = 243 \text{ K}$ ;  
 III –  $N_e = (0,8-1,0) \cdot N_{e\text{ном}}$ ,  
 $T_o = 293 \text{ K}$ ;  
 IV –  $N_e = (0,8-1,0) \cdot N_{e\text{ном}}$ ,  
 $T_o = 313 \text{ K}$



Эти негативные явления, очевидно, будут усугубляться и ухудшением качества смесеобразования в связи с повышением вязкости топлива при снижении температуры окружающей среды.

В третьем варианте, т.е. при работе двигателя с высокой степенью загрузки и температурой окружающей среды  $T_o = 293 \text{ K}$  процесс сгорания 1-2-3 (см. рис. 3) оптимальный. При этом площадь индикаторной диаграммы довольно значительна, и, следовательно, экономичность дизеля высокая, жесткость процесса сгорания и износ деталей двигателя находятся в допустимых пределах.

В четвёртом варианте период задержки воспламенения уменьшается, процесс сгорания 1-2'''-3''' сдвигается влево (см. рис. 3), снижается удельный расход топлива, но

значительно возрастает жесткость процесса сгорания. При дальнейшем повышении температуры окружающей среды наблюдается повышение расхода топлива.

При работе на малых нагрузках и в режиме холостого хода полное тепловыделение не достигается, так как воспламенение топлива происходит (может происходить) за в.м.т.

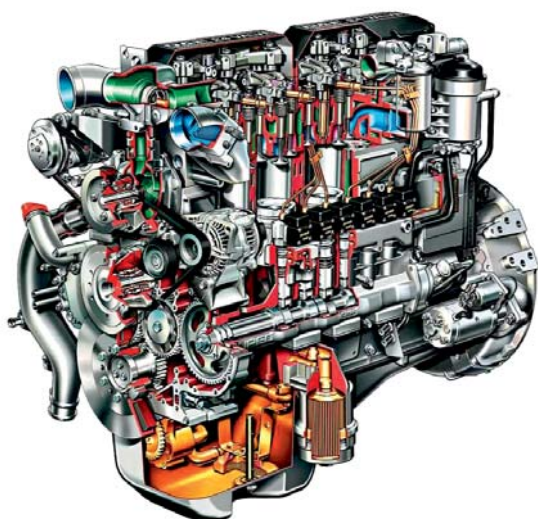
\* \* \*

Таким образом, регулируя угол опережения впрыска топлива, можно установить оптимальные значения мощности и экономичности работы дизеля.

С повышением частоты вращения коленчатого вала возрастают значения оптимального угла опережения впрыска.

При пониженной температуре охлаждающей жидкости ( $50-60^\circ\text{C}$ ) нарушается процесс сгорания топлива, что приводит к его повышенному расходу и увеличению дымности отработавших газов (при неизменном угле начала впрыскивания топлива).

Понижение температуры окружающей среды повышает вязкость топлива, увеличивает период самовоспламенения до 2,5 раз, что ведёт к снижению индикаторного КПД, повышению расхода топлива, содержания углерода и продуктов неполного сгорания топлива.



#### Список

##### использованных источников

1. Аюгин П.Н., Аюгин Н.П., Молочников Д.Е., Сафаров Р.К. Улучшение эксплуатационных характеристик дизеля // Материалы VI Международной науч.-практ. конф. Ульяновск, 2015: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. С. 157-159.
2. Аюгин П.Н., Молочников Д.Е. Лабораторный практикум по изучению и испытанию тракторов и автомобилей. Ульяновск, 2011. 44 с.
3. Автомобильные двигатели и автомобили. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Д.Е. Молочников, П.Н. Аюгин, Р.К. Сафаров, Н.П. Аюгин. Ульяновск: ГСХА, 2012. 351 с.
4. Лабораторный практикум по испытаниям двигателей внутреннего сгорания и топливных насосов высокого давления / П.Н. Аюгин, А.С. Данилов, Р.К. Сафаров, Д.Е. Молочников. Ульяновск: ГСХА, 2011. 94 с.
5. Хохлов А.Л., Глущенко А.А., Салахутдинов И.Р. Теоретическое обоснование процесса снижения износа цилиндропоршневой группы биметаллизацией методом вставок // Вестник саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова. Саратов, 2011. № 2. С. 42-45.
6. Уханов Д.А., Хохлов А.Л., Глущенко А.А., Салахутдинов И.Р. Результаты моторных исследований двигателя УМЗ-417 с биметаллизированными гильзами цилиндров // Нива Поволжья. 2011. № 4. С. 66-70.

#### Process Research of Fuel Combustion in Diesel Engines under Winter Conditions

P.N. Ayugin, N.P. Ayugin,  
 R.Sh. Halimov, R.K. Safarov,  
 D.E. Molochnikov, V.A. Golubev

**Summary.** The process of fuel combustion in a diesel engine cylinder was studied, and its assessment according to the indicator diagram was presented. The influence of various operational factors on the combustion process was discussed: the duration of the first phase of combustion; fuel supply advance angle; coolant temperature; ambient temperature and operating conditions of a diesel engine.

**Key words:** fuel, carburation, combustion, power, fuel consumption, charge, lower heating value of fuel.



## Телескопические погрузчики SCORPION – незаменимые помощники в хозяйстве

В 2015 г. представлен новый модельный ряд телескопических погрузчиков CLAAS. Это две крупные модели – 9055 и 7044 и одна компактная – 7035, а также уже завоевавшая популярность модель SCORPION 6030 CP. Погрузчик 6030, выпускаемый с 2008 г., остался неизменным и хорошо зарекомендовал себя на российском рынке. Это минимальная модель грузоподъемностью 3 т и высотой подъема 6 м. Погрузчик 7035 также относится к компактному классу: его грузоподъемность составляет 3,5 т, а высота подъема – 7 м. Следующая модель – SCORPION 7044 отличается более мощной гидравликой и ходовым приводом, ее грузоподъемность – 4,3 т, высота подъема – 7 м. Флагманом модельной линейки SCORPION можно смело назвать 9-метровый телескопический погрузчик SCORPION 9055 грузоподъемностью 5,5 т с самым мощным в этом классе двигателем (156 л.с.) и гидравликой производительностью 187 л/мин.

Новое поколение телескопических погрузчиков SCORPION вобрало в себя преимущества предыдущего и дополнилось усовершенствованиями: погрузчики стали более безопасными и «умными». Отдельно стоит отметить функцию управления телескопической стрелой. Как и прежде, все функции стрелы сгруппированы на джойстике, но благодаря новым функциям электрики управление стало интеллектуальным. Появилась функция Smart Handling, которая позволит управлять телескопическим

погрузчиком так же легко, как и вилочным. У Smart Handling есть три режима управления. Первый предназначен для работы с палетными вилами: если просто потянуть рычаг на себя, палетные вилы пойдут строго вверх, что обеспечивает безопасность при работе в тесных помещениях при складировании на стеллажи. Благодаря этому режиму снижается риск повреждения стеллажа или груза, а также падения груза на погрузчик. Это дает новые перспективы использования телескопических погрузчиков. Второй режим, предназначенный для работы с ковшом, предохраняет погрузчик от перегрузов. При опускании тяжелых грузов сверху стрела задвигается автоматически таким образом, чтобы погрузчик не заходил в зону, где его грузоподъемность

будет минимальной, таким образом предотвращается возможность поднытия задних колес. Третий режим – ручной, он позволяет управлять телескопической стрелой так же, как и на других погрузчиках, но при этом сохраняется функция безопасности, т.е. при достижении максимальной нагрузки при опускании все функции стрелы блокируются во избежание переворота погрузчика. Оператору остается только больше втянуть стрелу, чтобы уменьшить опрокидывающий момент.

Изменился и двигатель телескопических погрузчиков: рабочий объем сократился, но сохранилась прежняя мощность, благодаря чему увеличился крутящий момент и экономичность. Изменения коснулись и дизайна. Положение стрелы, как и прежде,

**Андрей Ходыкин, менеджер по продажам официального дилера CLAAS в Белгородской области,** рассказывает о своих впечатлениях от работы на новом погрузчике:

*«Мне одному из первых в России удалось познакомиться с погрузчиками CLAAS нового поколения, и то, что я увидел, превзошло все ожидания. Новая машина SCORPION 7035 по своим показателям грузоподъемности превосходит своего предшественника – мод. 7030. Теперь машина CLAAS стала еще более комфортной, мощной и понятной в управлении. Если сравнить ее с аналогичными погрузчиками других производителей, то SCORPION 7035 по производительности будет превосходить своих конкурентов, поскольку утомляемость оператора здесь значи-*

*тельно ниже. Снизить утомляемость удастся за счет трансмиссии: на новом SCORPION не надо постоянно удерживать педаль тормоза, поскольку машина сама останавливается, как только отпускаешь педаль газа. Кроме того, машина очень плавно трогается, все операции выполняются легко и точно. По удобству эту модель можно сравнить с легковым автомобилем с автоматической коробкой передач. Тишина в салоне, великолепный обзор, органы управления доступны и понятны – все это новый SCORPION 7035».*

обеспечивает низкий центр тяжести погрузчика, а благодаря небольшому ее смещению появилась возможность увеличения кабины. Удобнее стало и расположение органов управления: необходимое для телескопических погрузчиков информационное окно – датчик перегрузки находится всегда в зоне видимости водителя.

Основное преимущество новых погрузчиков SCORPION – удобство в работе и обслуживании. На всех погрузчиках устанавливается бесступенчатая коробка передач, что дает возможность выполнять работы при максимальной производительности гидравлики (т.е. при максимальных оборотах двигателя), а скорость движения при этом может оставаться любой, т.е. регулирование частоты вращения двигателя и скорости движения происходит независимо. Также

для молодых механизаторов и тех, кто только познакомился с погрузчиками CLAAS, было внедрено очень удобное разделение всех органов управления по цветам: красные кнопки отвечают за безопасность, зеленые – за функцию управления гидравликой, серые – за электрику, синие – за ходовой привод.

SCORPION 7035 включает в себя все особенности своих предшественников. Можно сказать, что это промежуточный вариант между моделями 7030 и 7040. Если говорить о конструкции, то это абсолютно новая машина, которая отвечает последним требованиям рынка. Уникальность нового погрузчика SCORPION 7035 состоит в том, что он не выбрасывает под себя воздух, который идет на охлаждение радиатора, как это делают подобные машины. Благодаря этой особенности

помещение, в котором ведется работа, остается незапыленным: в модели 7035 забор воздуха идет сверху, и после того как поток воздуха проходит через отсек двигателя, производится выброс (в области выхлопной трубы). Для этих целей сделаны дополнительные растреды. Благодаря полностью закрытому днищу машины обеспечивается хорошая защита от повреждений.

Данная модель будет полезна для использования на животноводческих комплексах в растениеводстве и для погрузки.

Новые погрузчики CLAAS SCORPION оставляют приятное впечатление: управление гидравликой стало еще точнее и мягче благодаря большому количеству кольцевых демпферов, машина стала удобнее в управлении и безопаснее.

#### Дмитрий Иванович Зубко, глава К(Ф)Х:

«За время работы в нашем К(Ф)Х SCORPION показал себя как необходимый и неприхотливый помощник. С его появлением работать стало легче и производительнее. SCORPION способен делать самостоятельно то, что раньше делали несколько тракторов и другая техника. Это большой плюс для К(Ф)Х, так как используется меньше техники, следовательно, меньше затрат уходит на топливо и амортизацию, а это дает экономию. SCORPION многофункционален и универсален. В настоящее время наши работники с помощью специального ковш погрузчика занимаются погрузкой зерна. Хотел бы отметить качество сервисного обслуживания. В удобное время по договоренности приезжает сервисная служба, проводит техническое обслуживание и дает необходимую консультацию».

#### Алексей Рожков, главный инженер ООО «Лузинское зерно»:

«В этом году мы купили два погрузчика SCORPION 6030 и остались очень довольны приобретением. Наше предприятие состоит из трех цехов (Лузино, Калинино и Новоуральское), погрузчики очень помогли нам в работе в данных цехах. В Калинино SCORPION один провел всю уборку. Хорошо показал себя SCORPION с ковшом и в Новоуральском, там он работал на трех зернотоках. Благодаря работе SCORPION мы отказались от нескольких единиц старой

техники, что привело к значительной экономии. SCORPION маневренный, простой в управлении и подходит для работы как на улице, так и в помещении. И к обслуживанию у нас нет претензий. Специалисты официального дилера CLAAS в регионе «Омскдизель» заблаговременно делают ТО машины, поэтому она в отличном состоянии. Стоит отметить, что SCORPION обходит конкурентов как по работоспособности, так и доступности. Очень выгодное приобретение».

#### Сергей Соловьев, главный инженер Агрохолдинга «Сибирь»:

«С появлением CLAAS SCORPION на нашем предприятии работа закипела с еще большей силой. Он заменил шесть единиц техники. Теперь уже трудно представить работу без CLAAS SCORPION. Он идеально подходит для работы на току, с легкостью справляется с приемкой, погрузкой и отгрузкой. Спектр его работ настолько широк, что все просто невозможно перечислить. Электрики находят применение погрузчику, производя с его помощью замену лампочек. Даже зимой при 35°C SCORPION работает безотказно. На сегодняшний день наши работники используют его в основном с надстройкой под ковш, планируем приобрести захват для тюков. В обслуживании SCORPION предельно прост и доступен. Сама машина сконструирована так, что все необходимые точки техники открыты для обзора и в случае необходимости устранить проблему будет очень легко. За 850 мото-ч работы SCORPION не возникло никаких проблем, хотя работа шла с 8 утра и до 12 ночи».



На правах рекламы

УДК 631.372

# Пути и методы оптимизации тягово-сцепных свойств энергетических средств

**С.В. Щитов,**д-р техн. наук, проф., проректор  
по учебной и воспитательной работе,  
Spiridanhuk.n@mail.ru**Е.Е. Кузнецов,**канд. техн. наук, доц.,  
ji.tor@mail.ru**Е.С. Поликутина,**соискатель,  
dalgau@tsl.ru  
(ФГБОУ ВПО «Дальневосточный ГАУ»)

**Аннотация.** Рассмотрены пути и методы оптимизации тягово-сцепных свойств энергетического средства в составе машинно-тракторного агрегата (МТА) за счёт коррекции сцепного веса.

**Ключевые слова:** производительность, эффективность, машинно-тракторный агрегат (МТА), тягово-сцепные свойства, сцепной вес, энергетическое средство.

Производительность МТА во многом зависит от тягово-сцепных свойств энергетического средства. Особенно это актуально для тех регионов, где производство сельскохозяйственных культур осуществляется на почвах с низкой несущей способностью.

В Амурской области весенние работы начинаются в период, когда почва оттаяла лишь на глубину посева, и эти операции необходимо завершить в кратчайшие сроки. Если полевые работы не завершить вовремя, а этот период очень ограничен, то из-за дальнейшего оттаивания мерзлотно-го слоя и выпадения природных осадков наступает резкое снижение несущей способности почв, что вызывает снижение тягово-сцепных свойств энергетического средства при проведении работ. Это объясняется тем, что колёсный трактор, проваливаясь в почву до неоттаявшего мерзлотно-го слоя, теряет свою агротехническую проходимость и увеличивает техногенное воздействие на почву [1,2].

Одним из путей решения этой проблемы является снижение тягового усилия за счёт недозагрузки энергетического средства. Это, в свою очередь, приводит к снижению производительности выполняемых агрегатом работ и, как следствие, эффективности использования МТА (из-за увеличения затрат энергии на единицу выполненной работы).

В общем случае энергозатраты на производство сельскохозяйственной продукции складываются из затрат энергии на выполнение отдельных технологических операций.

Для оценки эффективности реализации тягово-сцепных свойств энергетического средства предлагается ввести соответствующий показатель эффективности:

$$\Pi_{Hij} = \frac{E_{пол\,ij}}{P_{кр\,ij}^H}, \quad (1)$$

где  $E_{пол\,ij}$  – полные энергозатраты  $i$ -го энергетического средства на  $j$ -й операции, Дж;

$P_{кр\,ij}^H$  – номинальное тяговое усилие  $i$ -го энергетического средства на  $j$ -й операции, Н.

В реальных условиях эксплуатации энергетическое средство не всегда реализует свои потенциальные возможности по тяговому усилию, поэтому показатель эффективности реализации тягово-сцепных свойств  $i$ -го энергетического средства на  $j$ -й операции будет следующим:

$$\Pi_{ij} = \frac{E_{пол\,ij}}{P_{кр\,ij}}, \quad (2)$$

где  $P_{кр\,ij}$  – тяговое усилие, реализуемое  $i$ -м энергетическим средством на  $j$ -й операции, Н.

Для решения поставленной задачи по повышению эффективности использования энергетических средств за счёт более полной реализации тягово-сцепных свойств должно выполняться следующее условие:

$$(\Pi_{Hij} - \Pi_{ij}) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Анализ выражений (1) и (2) позволяет сделать вывод, что на показатель эффективности реализации тягово-сцепных свойств большое влияние оказывает тяговое усилие, развиваемое энергетическим средством [3].

В общем случае касательная сила тяги энергетического средства определяется из выражения

$$P_k = \varphi_{сч} \cdot Y_k, \quad (4)$$

где  $\varphi_{сч}$  – коэффициент использования сцепного веса;

$Y_k$  – сцепной вес трактора, Н.

Тяговое усилие трактора можно определить из выражения:

$$P_{кр} = P_k - P_f, \quad (5)$$

где  $P_f$  – сила сопротивления движению энергетического средства, Н, в общем случае равна:

$$P_f = f \cdot G, \quad (6)$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления движению;

$G$  – вес энергетического средства, Н.

Если коэффициент сопротивления движению и вес энергетического средства не меняются, то данную величину можно при определённых условиях принять постоянной.

Таким образом, анализируя выражения (4) и (5), можно отметить, что тяговое усилие трактора во многом зависит от сцепного веса, а следовательно, и от значения показателя эффективности реализации тягово-сцепных свойств:

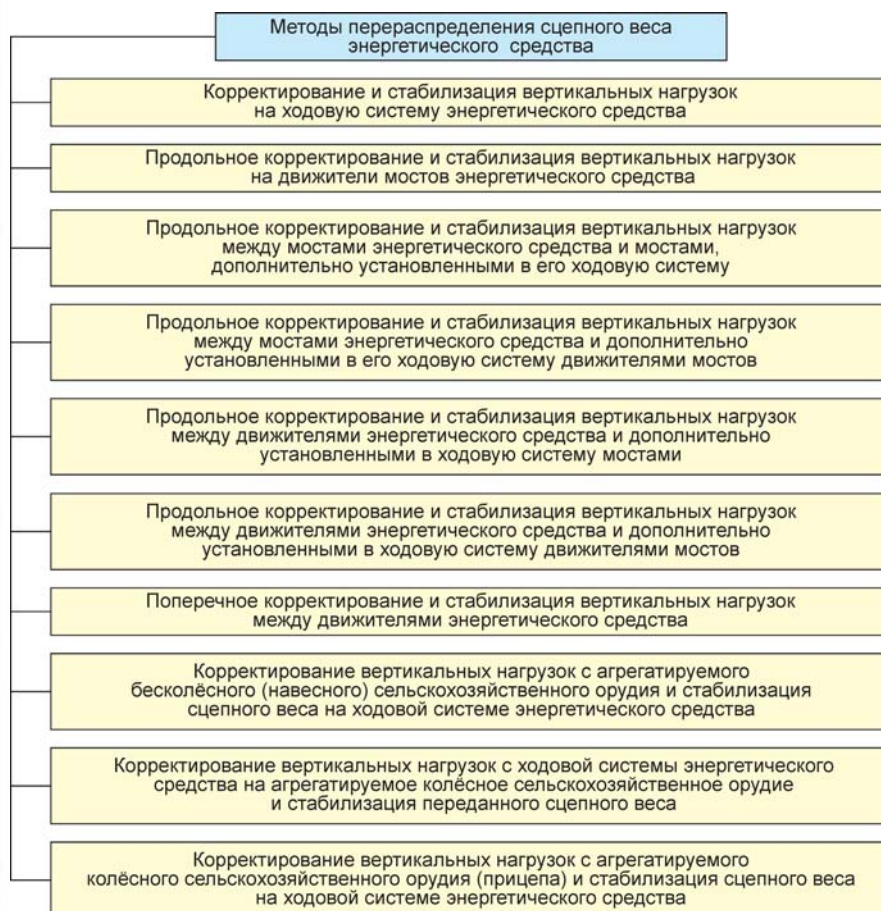
$$\Pi_{ij} = f(Y_k). \quad (7)$$

Одним из показателей, влияющих на тягово-сцепные свойства энергетического средства, является сцепной вес [2]. Поэтому предлагаются следующие пути и методы решения данной проблемы (рис.1, 2).

Частичное решение найдено за счёт использования тягово-догружающих и перераспределяющих



**Рис. 1. Пути перераспределения сцепного веса энергетического средства**



**Рис. 2. Методы перераспределения сцепного веса энергетического средства**

сцепной вес устройств (патенты Российской Федерации №№ 2399542, 2447999, 2480343, 2511188, 132414, 2483962, 2496674, 2482974).

Конструкторское решение продольного перераспределения сцепного веса между мостами ходовой системы энергетического средства и дополнительно установленными двигателями представлено на рис. 3.



**Рис. 3. Трактор с дополнительным ведущим мостом и цилиндро-прижимным механизмом для распределения собственной нагрузки с передней оси колесного трактора на дополнительно установленный двигатель**

## Список использованных источников

1. **Щитов С.В.** Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис... д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2009. 325 с.
2. **Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Худовец В.И., Щитов А.С.** Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: монография. Благовещенск: ДальГАУ, 2013. 153 с.
3. **Гуськов В.В.** Тракторы. Теория: учебник. М.: Машиностроение, 1988. 376 с.

## Ways and Methods to Optimize Traction and Hitching Characteristics of Power Units

S.V. Shchitov, E.E. Kuznetsov, E.S. Polikutina

**Summary.** The ways and methods to optimize traction and hitching characteristics of a power unit in a machine and tractor assembly (MTA) at the expense of adjustment of adhesion weight were discussed.

**Key words:** productivity, efficiency, machine and tractor assembly (MTA), traction and hitching characteristics, adhesion weight, power unit.



УДК 631.347

## Ресурсосберегающие технологии и техника орошения

**Г.В. Ольгаренко,**  
д-р с.-х. наук, проф., директор,  
**Д.Г. Ольгаренко,**  
канд. экон. наук, зав. отделом,  
**Т.А. Капустина,**  
канд. техн. наук, зав. отделом  
(ФГБНУ ВНИИ «Радуга»),  
prraduga@yandex.ru

**Аннотация.** Изложены материалы о техническом уровне и эффективности водопользования оросительных систем. Представлены концепция и технические предложения по совершенствованию технологий и техники полива, обеспечивающие экономию интегральных ресурсов и экологическую безопасность.

**Ключевые слова:** орошаемые земли, водопользование, техника орошения, интегральные ресурсы, качество полива, энергоемкость, микроорошение, капельное орошение, дождевание.

Более 40% мировой продукции растениеводства, в том числе более 50% зерновых культур, производится на орошаемых землях, составляющих менее 20% площади пашни. Выход продукции с орошаемого гектара в 2-5 раз выше, чем с богарного, а производительность труда, эффективность использования природных и материально-технических ресурсов, в том числе удобрений, увеличиваются в 2-3 раза.

На орошение в среднем расходуется около 70% ежегодно потребляемой на производственные нужды воды, а в засушливых странах, таких как Индия, Иран, Ирак, – до 90-95%, в США – до 40-50% всего хозяйственного водозабора страны, а в засушливых западных штатах, где расположены основные площади орошаемых земель (до 84%), – 80-90%. Спецификой орошения является наличие дефицита водных ресурсов, острота проявления которого обуславливается как почвенно-климатическими



и гидрогеологическими условиями орошаемых территорий, так и величиной удельного водопотребления при возделывании сельскохозяйственных культур, которые в большей степени зависят от технического уровня оросительных систем, качества технологий и техники орошения.

Прогнозируемый ФАО рост орошаемых площадей в мире (на 1-2% в год) в ближайшие 20 лет может привести к их увеличению до 350 млн га, урожайности по зерну – на 25%, потреблению энергии – на 50, ресурсов – на 40, запасов пресной воды – на 20%, что обостряет проблемы рационального использования интегральных ресурсов.

Мировой и отечественный опыт эксплуатации гидромелиоративных систем показывает, что снижение удельного водо- и энергопотребления является главной и многоплановой задачей, требующей реализации комплекса инженерно-технических, технологических, организационных, кадровых и экономических мероприятий. Необходимость решения этой задачи определяется не только засушливыми погодными условиями последних лет и значительными потерями оросительной воды на сброс и инфильтрацию (средневзвешенный КПД по оросительным системам не превышает 0,7), оказывающими негативное воздействие на окружающую среду, но и значительным ростом цен на материально-технические и

энергетические ресурсы, усилением требований к энергетической и экологической безопасности мелиоративных и водохозяйственных объектов.

Во всем мире ведутся научно-исследовательские работы по повышению эффективности использования водных, материально-технических и энергетических ресурсов при реализации технологического процесса орошения сельскохозяйственных культур на основе разработки низконапорных дождевальных систем и аппаратов, технологий многофункционального использования дождевальных машин, систем микроорошения, мобильных автоматизированных систем полива дождеванием и систем поверхностного полива, а также повышению качества управления работой насосно-силового оборудования и технологиями орошения.

В России, где более 70% всех сельскохозяйственных угодий расположено в зонах недостаточного или неустойчивого естественного увлажнения, высокий и стабильный уровень производства сельскохозяйственной продукции может быть обеспечен только за счет орошения сельскохозяйственных земель, что требует проведения работ по строительству и реконструкции гидромелиоративных систем, модернизации производственной базы и технологического оборудования научных и производственных организаций отрасли мелиорации и водного хозяйства

с использованием современных достижений науки и техники.

Техника и технология полива оказывают решающее влияние на качество регулирования водного режима почвы, а следовательно, на урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность использования водных, почвенно-климатических, материально-технических и энергетических ресурсов, экологическое состояние окружающей среды [1, 2]. Поэтому важнейшей научно-технической и производственной задачей отрасли мелиорации и водного хозяйства является повышение эффективности водопользования за счет разработки и внедрения автоматических систем управления работой насосно-силового оборудования, информационно-советующих систем планирования поливов, ресурсосберегающих технологий и техники орошения, что может повысить эффективность использования водных ресурсов до 80-90%, снизить затраты материально-технических и энергетических ресурсов на 20-30%, обеспечив при этом высокую продуктивность и экологическую безопасность агробиocenозов [2-4].

ФГБНУ ВНИИ «Радуга» решает важные для развития сельского хозяйства и повышения продовольственной безопасности России научно-технические и производственные задачи в области мелиорации и водного хозяйства, разрабатывая и внедряя автоматические системы управления работой насосно-силового оборудования, информационно-советующие системы планирования поливов, водосберегающие технологии и технику орошения [5].

Создана концепция развития технологий и техники орошения и сформулирована основная цель научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке ресурсосберегающей оросительной техники – создание автоматизированной, высокопроизводительной, экологически безопасной техники полива при минимизации затрат на информационное обеспечение, материально-технических, энергетических, водных, трудовых ресурсов,

зависимости от человеческого и климатических факторов и максимизации критериев эргономичности, надежности, управляемости, безопасности, эстетичности, плановости, реализующей технологии «точного орошения» и формирующей искусственный дождь, близкий по своим качественным характеристикам к естественным дождям «средней» силы с каплями  $\varnothing$  0,5-1 мм, падающими практически вертикально, интенсивностью до 0,25 мм/мин и равномерностью распределения по площади не менее 0,9.

При проведении НИОКР усовершенствованы конструкции широкозахватных дождевальных машин за счет: реализации инженерно-технических решений по новым каскадным ударно-струйным насадкам, улучшения гидродинамических параметров водопроводящего пояса и ходовой системы, модернизации силовой тележки, использования модульного принципа компоновки, автоматизации, расширения диапазона применимости и функциональных возможностей, снижения влияния человеческого фактора, применения новых материалов и источников энергии, компоновки из узлов равной надежности и жизненного цикла (коэффициент вариаций не более 0,2), возможности широкого регулирования режима работы, унификации комплектующих узлов и конструктивных элементов.

Теоретически обоснованы и разработаны технологические системы нового поколения: мобильный оросительный комплекс, включающий в себя насосную станцию с системой защиты природной среды, быстросборной транспортирующей сетью и системой поливных многофункциональных модулей различной площади орошения, в которых могут использоваться как дождевальные машины различных типов, так и стационарные системы; системы синхронно-импульсного дождевания, капельного и импульсно-капельного полива; оборудование для аэрозольного орошения и внесения удобрений с поливной водой; технические средства «точного» дождевания и микродождевания интенсивностью

полива, равной текущему водопотреблению агробиocenозов; технологии и техника комбинированных поливов; автоматизированные стационарные системы полива с регулируемой подачей воды.

Для отработки конструкций создаваемой техники и оценки качества производимого ею дождя создан ряд информационно-измерительных систем «Спектр», разработаны микроконтроллерные средства регистрации, позволяющие измерять и фиксировать размер, скорость, энергию, а также спектральные, интегральные и средние показатели капель дождя.

ФГБНУ ВНИИ «Радуга» внедрена энерго-, ресурсосберегающая, автоматизированная оросительная техника с высоким качеством полива для орошения равнинных склоновых земель и участков сложной конфигурации. Всего с 2001 по 2012 г. реализовано более 150 инновационных проектов в различных регионах Российской Федерации. Разработано и внедрено более 35 видов новой поливной техники и ирригационного оборудования, которые по своему научно-техническому уровню соответствуют зарубежному уровню развития техники или превосходят его, в том числе: 20 новых дождевальных (поливных) машин и их модификаций; 15 комплектов систем микродождевания, капельного и внутрипочвенного орошения; 12 типов специального технологического оборудования для внесения с поливной водой органических и минеральных удобрений, микроэлементов и других средств химизации; более 50 типов и типоразмеров гидротехнической арматуры для систем сельскохозяйственного водоснабжения.

Институтом разработаны, изготовлены и успешно прошли государственные испытания комплекты дождевальных аппаратов и насадок для широкозахватных дождевальных машин «Фрегат», «Кубань», ДДА-100МВ, комплекты КИ-5 и КИ-10 из полиэтиленовых труб для орошения участков до 5-10 га, комплект импульсно-локального орошения садов и виноградников МИЛОС (модификация капельного орошения, отличающаяся простотой и меньши-



ми требованиями к качеству очистки поливной воды), технические средства для орошения мелкоконтурных участков сложного рельефа и топографии, садов, питомников, газонов, цветников, зеленных культур. Кроме того, проведены исследования и анализ конструкции данных машин, предложены и реализованы схемы автоматического пуска их в работу от систем управления и возможности управления с диспетчерского пункта региона, оросительной системы, а также дополнительные мероприятия, разработано пять видов схем модернизации машин, повышающих качество полива, надежность работы и научно-технический уровень.

Для повышения качества полива созданы новые дождевальные насадки и схемы их расстановки на широкозахватных многоопорных дождевальных машинах «Фрегат-Н» и «Кубань-ЛК1», коэффициент эффективного полива которых увеличился до 80-90%, снизились средний диаметр капель (с 1,5 до 0,9-1 мм) и их скорость (с 7-9 до 5 м/с), что повышает эрозионно-достоковую норму полива на 25-30%.

В настоящее время из 4600 широкозахватных дождевальных машин отечественного производства, имеющих в России, модернизировано 208 ДМ «Фрегат-Н», из 105 машин ЭДМЭФ «Кубань-ЛК1» модернизировано 8, которые орошают площади более 15 тыс. га, при этом повышается урожайность сельскохозяйственных культур на 10-15 %, обеспечивается экономия воды до 15%, не образуется сток воды и не развивается дождевая эрозия почвы.

Внедрено 130 ирригационных комплектов КИ-5 на площади 700 га, позволяющих довести коэффициенты технического обслуживания до 0,99, технологического процесса – до 0,98, земельного использования – до 0,99, повысить урожайность на 10-15%, снизить энергетические затраты в 1,3-1,5 раза, капитальные – в 1,4 раза.

Изготовлены и внедрены 24 шланговые барабанные дождевальные машины с оборудованием для внесения удобрений с поливной водой. Полив производится на площади 120 га.

Опытно-производственную проверку прошли технические модули для полива садов и ягодников на мелко-контурных участках сложной конфигурации с уклонами до 0,3, в том числе: комплект синхронного импульсного дождевания КСИД-1; комплект импульсного дождевания КСИД-Р; комплект импульсного дождевания автоколебательного действия АИД-1; комплект импульсного микродождевания КИД-1; модуль системы импульсно-локального микроорошения МИЛОС-М. Техника применяется в секторе малых форм хозяйствования России, насчитывающем более 40 млн земельных участков общей площадью 27,2 млн га, характеризующихся малыми площадями, сложностью конфигурации и расчлененностью рельефа, наличием различных препятствий (мелколесье, дороги, линии электропередачи, связи и др.). Разработанные модули внедрены в Московской, Тамбовской, Астраханской областях и Краснодарском крае, где обеспечили повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 25-50%, экономию оросительной воды на 20-30 при снижении капитальных вложений на 20-30 и энергетических затрат на 17-30%.

Для повышения научно-технического уровня поверхностного полива разработаны новые водосберегающие технологии орошения по бороздам на участках правильной и сложной конфигурации. Созданы поливные колесные трубопроводы ТКП-90 и ТКУ-100П для рассредоточенной подачи воды в борозды, работающие при напоре на гидранте до 20-25 м с сезонной нагрузкой до 80 га. Для полива по бороздам переменным расходом разработаны поливные машины ТКП-М (для поперечной схемы) и ТКП-П; для полива дискретной струей и переменным расходом – стационарное автоматизированное поливное устройство АШУ-4, позволяющее обеспечивать подачу воды в борозды пропорционально впитывающей способности борозды; для полива мелкоконтурных участков из открытых распределителей, выполненных из лотков или низконапорных трубопроводов, –

переносные комплекты автоматизированного импульсного и дискретного поверхностного полива типов: КДП-С, КДП-К и КДП-У, работающие при напоре 0,8-2 м.

Разработанные технологии и технические средства поверхностного полива по бороздам позволили снизить потери воды при поливе и довести ее использование до 75%, исключить возникновение эрозии почвы, обеспечить равномерное распределение оросительной нормы по длине поливных борозд с коэффициентом равномерности 0,7-0,9, повысить урожайность оросительных культур на 5-10 ц/га и довести уровень механизации на бороздковом поливе до уровня, достигаемого при дождевании. Технологические автоматизированные модули поверхностного полива могут быть использованы при реконструкции мелиоративных систем (для замены высоконапорных дождевальных систем) и в новом строительстве.

Для условий защищенного грунта разработаны и внедрены комплекты импульсного микродождевания КИМД-0,1 (для орошения зеленных культур и рассады), комплект оборудования приземного дискретного микродождевания КПДМ-0,4, комплект импульсно-локального орошения КИЛО-0,4 (для локального наземного орошения) и комплект локально-импульсного полива КЛИП-36 (для полива теплиц и парников малых размеров (до 36 м<sup>2</sup>) в частном секторе). Меняя длину и количество поливных шлангов используемых комплектов, можно поливать участки сложной конфигурации.

Системы орошения теплиц прошли производственные и государственные испытания, показали высокую эксплуатационную надежность и низкую энергоемкость. Технология полива обеспечивает экономию воды до 30%, повышение урожайности – на 50-70, степень автоматизации процесса полива – до 85, снижение капитальных затрат – на 55, энергетических – до 50%. Изготовлены и внедрены в личных подсобных хозяйствах населения более 4000 комплектов. Комплекты КЛИП-36 поливают пло-

щади 14,5 га защищенного грунта, КПДМ-0,4 – 3,9 га, КИМД-0,1 – 2,4 га, КИЛО-0,4 – 11,9 га.

Разработаны и внедрены система капельного орошения и опытный образец укладчика поливных трубопроводов. В ходе эксплуатации экономия оросительной воды достигала 50-70% по сравнению с традиционными способами орошения, а КПД доведен до 0,8-0,95, при этом затраты труда на капельном поливе снизились на 90-92%. Разработанные конструкции были внедрены в хозяйствах Московской области, Краснодарского края и Башкирии. Научно-технический уровень и новизна разработок за последние 12 лет подтверждены 87 патентами Российской Федерации.

Внедрение научно-технических разработок ВНИИ «Радуга» в сельскохозяйственное производство на мелиорированных землях и при эксплуатации оросительных систем позволило повысить эффективность использования водных ресурсов на 10-20%, урожайность сельскохозяйственных культур – на 25-50, уменьшить затраты материально-технических и энергетических ресурсов в среднем на 20-30%, предотвращая опасность развития водной эрозии и загрязнения естественных водных источников, обеспечивая сохранение почвенного плодородия мелиорированных земель.

Основной целью научно-исследовательских и учебных учреждений, проектных и производственных организаций, специализирующихся в области мелиорации и сельскохозяйственного водоснабжения, является повышение эффективности и масштабов практической реализации научно-технических разработок, пропаганды передовых технических и технологических решений.

Только комплексное научно-методическое, нормативно-техническое, инжиниринговое и консалтинговое обеспечение машиностроительных заводов и сельскохозяйственных производителей позволит развивать производство отечественной оросительной техники, вытеснить зарубежную технику и устранить отставание отечественного производ-

ства от развитых зарубежных стран в вопросах практического использования новых научно-технических разработок и наукоемких технологий. Развитие отечественного производства ресурсосберегающей техники обеспечит высокую экономическую эффективность для сельскохозяйственных товаропроизводителей, а также экономическую и социальную эффективность для государства, что будет способствовать решению задач Доктрины продовольственной безопасности России и Государственной программы развития АПК, устойчивому социально-экономическому развитию Российской Федерации.

#### Список

##### использованных источников

1. Кизяев Б.М. Инновационные технологии в мелиорации – основа возрождения отрасли и продовольственной безопасности страны // Мат. Межд. научн.-практ. конф. Инновационные технологии в мелиорации. М.: Изд. ВНИИА. 2011. С. 3-6.
2. Ольгаренко Г.В. Стратегия научно-технической деятельности по разработке новой техники орошения при реализации программы развития мелиорации // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 2. С. 5-8.

3. Капустина Т.А., Цекоева Ф.К. Оперативное планирование поливов с использованием систем спутникового мониторинга // Мелиорация и водное хозяйство. 2012. № 6. С. 21-24.

4. Ольгаренко Г.В., Городничев В.И. Дождевальная техника нового поколения // Мелиорация и водное хозяйство. 2006. № 2. С. 34-36.

5. Ольгаренко Г.В., Ольгаренко Д.Г. Результаты научно-технической деятельности ВНИИ «Радуга» в области разработки технологий и техники орошения // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. № 6. С. 5-8.

#### Resource-Saving Technologies and Irrigation Technique

G.V. Olgarenko, D.G. Olgarenko, T.A. Kapustina

**Summary.** The materials on the technical level and efficiency of water consumption in irrigation systems were laid down. The article presented also the concept and draft proposals to improve irrigation technologies and machinery, with resulting saving of integrated resources and environmental safety.

**Key words:** irrigated lands, water consumption, irrigation technique, integrated resources, quality of irrigation, energy intensity, micro-irrigation, drip irrigation, sprinkler irrigation.

#### Информация

### Минсельхоз России: в стране увеличены объемы производства молока

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации констатирует рост объемов производства молока в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах на 177,1 тыс. т (+2,4%) и 45,7 тыс. т (+5,1%) соответственно. За шесть месяцев 2015 г. этот показатель составил 7,5 млн т и 949,1 тыс. т соответственно.

Наибольший прирост производства молока в сельхозорганизациях получен в Кировской (+23,8 тыс. т, или 9,8%) и Вологодской областях (+17,1 тыс. т, или 8,5%), Республике Татарстан (+15,5 тыс. т, или 3,1%), Калужской (+14 тыс. т, или 15,3%) и Воронежской областях (+13 тыс. т, или 5,8%).

За шесть месяцев текущего года производство молока в расчете на одну корову молочного стада в сельскохозяйственных организациях, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, составило 2669 кг, что на 161 кг (+6,4%) больше соответствующего периода 2014 г.

Наибольший прирост молочной продуктивности достигнут в Калининградской (+616 кг), Амурской (+612 кг) областях, Приморском крае (+449 кг).

**Департамент животноводства  
и племенного дела  
Минсельхоза России**



**С**амо имя канадского производителя сельхозтехники **VERSATILE** означает «универсальный». Что интересно, компания получила его, по сути, не от владельцев фирмы или маркетологов, а от конечных потребителей техники. Именно они за удачную конструкцию, неприхотливость, ремонтпригодность и легкость настроек «прозвали» выпускаемые фирмой опрыскиватели «Versatile», затем под этой маркой на рынок вышел валкоукладчик, а в 1963 г. компания официально была переименована в **Versatile Manufacturing Ltd.**

## Первые в мире серийные полноприводные тракторы

Тракторы – настоящая гордость **VERSATILE**, благодаря им компания получила мировое признание. Внимание аграриев они привлекли еще в 1966 г., когда были выпущены полноприводные тракторы мощностью 100 л.с. – **VERSATILE D100** с 6-цилиндровым дизельным двигателем производства Ford и **VERSATILE G100** с бензиновым мотором 318 V8 от Chrysler. К концу года было изготовлено 125 машин. Уже в 1967 г. вышла новая модель, а предприятие получило предварительные заказы на все тракторы, что сойдут с конвейера. В 1970-х гг. на них приходилось 70 % всех выпускаемых в Северной Америке полноприводных тракторов.

В 1979 г. машины стали успешно продавать в Европе, например в Великобритании, они были самыми известными из всех марок энергонасыщенных тракторов. С 1981 г. марка вышла на рынок Австралии.

Производитель постоянно обновлял и дополнял линейный ряд, и сегодня он включает в себя 4 серии (**ROW CROP**, **2000**, **NHT**, **DT**) и 16 моделей машин 3-6 тяговых классов. Последняя серия – гусеничные тракторы **DeltaTrack** с дельтовидными траками – новинка 2015 г. на российском рынке. Кроме того, в этом году пополнена и серия **2000** – доступна новая модель мощностью 425 л.с.

# Тракторы **VERSATILE** –



## Серия **ROW CROP**

**ROWCROP** – тракторы с классической рамой. Первые машины серии (для работы на пропашных культурах) с гидромеханической трансмиссией и примененным прямым отбором мощности были запущены в производство еще в 1970-е годы. Сегодня благодаря широкому диапазону мощности тракторы могут быть интересны как

небольшим фермерским, так и средним агротехническим хозяйствам. Тем более, что они давно перестали быть просто сельхозтракторами, так как помимо непосредственно полевых работ, при агрегатировании дополнительными орудиями выступают в качестве погрузчиков, снегоуборочной и транспортной техники.

| Показатели                                 | Модель трактора серии <b>ROW CROP</b> |         |                 |         |         |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|---------|-----------------|---------|---------|
|                                            | 190                                   | 220     | 250             | 280     | 305     |
| Двигатель                                  | Cummins QSB 6,7                       |         | Cummins QSC 8,3 |         |         |
| Мощность двигателя, л.с., ном/макс.        | 190/195                               | 220/230 | 250/265         | 280/302 | 305/322 |
| Запас крутящего момента, %                 | 51                                    | 33      | 37              | 42      | 34      |
| Мощность на ВОМ, л.с.                      | 155                                   | 180     | 200             | 225     | 250     |
| Производительность масляного насоса, л/мин | 113                                   |         | 117             |         |         |

## Серия **2000**

Шарнирно-сочлененные тракторы **VERSATILE 2000** – высокопроизводительные надежные машины, которые подойдут средним и крупным хозяйствам. Они способны обрабатывать большие площади при любых технологиях земледелия – традиционных или ресурсосберегающих.

В 2015 г. в ряду этих машин появилась новая модель – **VERSATILE 425**.

Трактор, как и «старшие» машины этой марки, предназначен для работы с широкозахватными орудиями, но при этом он способен обработать за сезон более 4 000 га. Так, например, при агрегатировании с посевным комплексом шириной захвата 13 м машина показала стабильную производительность – 250 га за смену (практические данные).

| Показатели                                 | Модель трактора серии <b>2000</b> |      |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|------|
|                                            | 425                               | 2375 |
| Двигатель                                  | Cummins QSM11                     |      |
| Максимальная мощность двигателя, л.с.      | 425                               | 380  |
| Производительность масляного насоса, л/мин | 201                               |      |



# универсальные и надёжные!



## Серия ННТ

Эта линейка шарнирно-сочлененных полноприводных энергонасыщенных тракторов идеальна для крупных хозяйств и агрохолдингов. Именно машина серии ННТ в 2010 г. вошла в Книгу рекордов Гиннеса, обработав на дисковании почвы 417 га за сутки.

| Показатели                                 | Модель трактора серии ННТ |         |         |         |
|--------------------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|
|                                            | 460                       | 520     | 570     | 620     |
| Двигатель                                  | Cummins QSX15             |         |         |         |
| Мощность двигателя ном/макс., л.с.         | 435/470                   | 485/525 | 535/580 | 575/610 |
| Запас крутящего момента, %                 | 35                        | 35      | 35      | 30      |
| Производительность масляного насоса, л/мин | 208                       | 208     | 208     | 303     |

## Серия DeltaTrack

Серия энергонасыщенных гусеничных тракторов с шарнирно-сочлененной рамой VERSATILE DeltaTrack с четырьмя дельтовидными траками способна удовлетворить не только любого хозяйственника, но и экологов. Именно такие машины обеспечивают высокую производительность, демонстрируют непревзойденную проходимость и при этом значительно меньше, чем колесная техника, уплотняют грунт.

Результатом совместной работы инженеров VERSATILE и Camoplast

(производители траков) стало оригинальное (даже изящное) решение – изменяемая площадь контакта трака

с грунтом, а по своему функционалу машины серии DT идут наравне с колесными «собратями».

| Наименование показателя                    | Модель трактора серии DeltaTrack |                           |                           |                           |
|--------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                            | 460 DT                           | 520 DT                    | 570 DT                    | 620 DT                    |
| Двигатель                                  | Cummins QSX15 iT4                |                           |                           |                           |
| Мощность двигателя, ном/макс.              | 435/460                          | 485/520                   | 535/570                   | 575/620                   |
| Производительность масляного насоса, л/мин | 201-стандарт, 402 - опция        | 201-стандарт, 402 - опция | 201-стандарт, 402 - опция | 201-стандарт, 402 - опция |
| Трансмиссия                                | 16-ступенчатая PowerShift        |                           |                           |                           |



Инженерам VERSATILE принадлежит идея компоновки машин со средним расположением топливных баков, что позволяет осуществить оптимальную развесовку по осям, не зависящую от объема горючего в каждый момент времени.

Своей популярностью техника VERSATILE в первую очередь обязана следованию ключевым принципам компании – надежность, способность максимально быстро выполнять необходимую работу, простота обслуживания, ремонтпригодность и ценовая доступность.



УДК 631.22.01

## Опыт внедрения доильного робота на молочной ферме в Мордовии

**В.С. Борисов,**

канд. техн. наук, доц.,  
mordvest@mail.ru

**В.И. Борисов,**

канд. техн. наук, доц.,  
v.i.borisov22@mail.ru

(ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарева»),

**А.И. Овчинников,**

инженер,  
pluton-85@ya.ru  
(ООО «Агросервис»)

**Аннотация.** Приведен опыт реконструкции молочной фермы для организации автоматического доения коров с использованием двухбоксового доильного робота. Представлена концептуальная схема передвижения животных. Показаны способы сбора и охлаждения молока, управления селекционными воротами, удаления навоза и вентиляции.

**Ключевые слова:** молочная ферма, корова, доильный робот, организация движения животных, селективный отбор животных, удаление навоза, вентиляция.

Ключевым фактором повышения конкурентоспособности отечественной продукции животноводства является преодоление технического и технологического отставания от развитых стран. В этой связи наиболее актуальными задачами становятся использование инновационных технологий в молочном скотоводстве и техническое перевооружение отрасли.

Современные технологии получения молока предусматривают использование беспривязно-боксового содержания с доильными залами типов «Ёлочка», «Параллель» и «Карусель». Однако при этом не решается главная проблема не только молочного животноводства, но и всего сельского хозяйства Российской Федерации – отсутствие и отток кадрового потенциала.

В то же время бурное продвижение на рынке доильного оборудования

получили автоматические системы доения коров. Практически все производители провели модернизацию доильных роботов, а некоторые – изменили концепцию конструктивного исполнения автоматических систем доения в сторону повышения качества обслуживания животных и эффективности производства молока при использовании роботизированного доения [1-4].

Эффективность использования роботизированных систем для доения коров заключается не только в известных преимуществах автоматизации индустриального производства (исключение ручного труда, повышение интенсивности использования оборудования и др.), но и в достижении технологического эффекта путем создания физиологически более благоприятных условий для молочного скота [5].

Конструктивное исполнение современных доильных роботов обеспечивает комфортное размещение животных в доильном боксе, быстрое и надежное определение месторасположения сосков вымени и подключение к ним доильных стаканов; сохранение здорового состояния вымени коров, соблюдение высоких гигиенических стандартов доения, глобальный контроль качества молока (в том числе по содержанию соматических клеток), энергосбережение, снижение затрат труда на монтажные работы, увеличение пропускной способности и эффективный менеджмент молочного стада [5].

Использование роботов для доения коров способствует созданию практически новой технологии, основная суть которой заключается в самообслуживании животного, предоставляя ему свободу выбора срока и частоты посещений доильного бокса [5].

Опыт использования роботизированных доильных установок на молочных фермах в Калужской области выявил следующие преимущества: [6]:

- повышение рентабельности молочного производства на 15% за счет увеличения продуктивности коров и высокой производительности робота;
- полная автоматизация выполнения технологических операций при доении, сокращение объемов ручного труда на ферме до минимума;
- повышение качества молока за счет эффективной системы подготовки коров к доению и контроля качественных параметров молока.

Учитывая положительный опыт применения роботизированной технологии доения коров в России, животноводческие предприятия Мордовии начали осваивать автоматизированные системы доения. Так, на реконструированной в рамках реализации ведомственной целевой программы «Развитие семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств в Республике Мордовия на период 2012-2014 годов» молочной ферме К(Ф)Х «Лазарев Н.Д.» в феврале 2015 г. в эксплуатацию был запущен двухбоксовый доильный робот Mlone (рис. 1) немецкой фирмы «GEA Farm Technologies», способный обслуживать 100 дойных коров [7].

В отличие от традиционных животноводческих помещений применение доильных роботов требует иной организации технологического процесса производства молока с соответствующей планировкой коровника. Только путем целесообразного размещения функциональных зон в животноводческом помещении возможно достижение необходимой эффективности использования преимуществ доильного робота [5].



Рис. 1. Общий вид двухбуксового доильного робота Mione

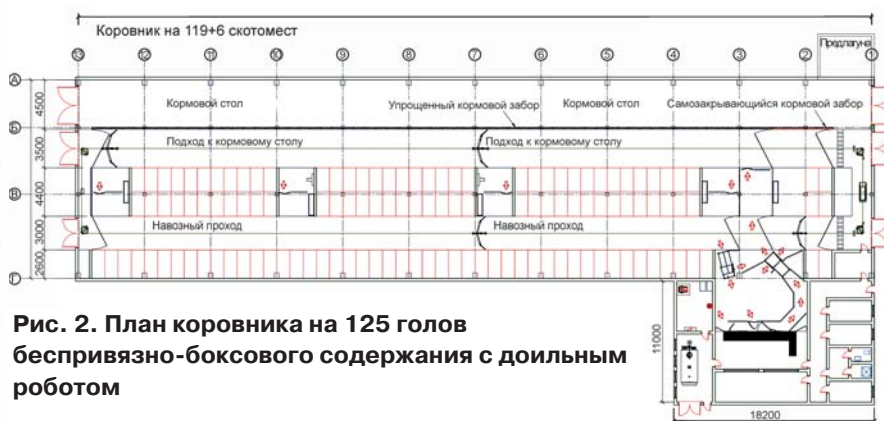


Рис. 2. План коровника на 125 голов беспривязно-буксового содержания с доильным роботом



Рис. 3. Общий вид коровника на 125 голов беспривязно-буксового содержания

С учётом этого под коровник в К(Ф)Х «Лазарев Н.Д.» было реконструировано помещение размером 18х72 м (рис. 2), в котором разместились три ряда боксов для лежания (рис. 3), два навозных прохода шириной 3 и 3,5 м и кормовой стол шириной 4 м. Каждое стойловое место имеет ширину 1,2 м. Для лежания предусмотрены резиновые маты. В качестве подстилки рекомендовано применять опилки или измельченную солому. Коровник рассчитан на 125 скотомест, из них 119 – для основного стада и 6 – для проблемных животных.

С правой стороны коровника пристроен доильно-молочный блок размером 11х18 м, в котором имеются помещения для оборудования, учебный класс и др.

Центром доильно-молочного блока является двухбуксовый доильный робот Mione. После доения все молоко собирается и охлаждается в танке-охладителе объемом 4200 кг. Во время промывки доильного робота сбор молока производится в буферный танк вместимостью 300 л.

Физиологически правильное кормление животных концентратами предусматривает не менее 4-6 разовой раздачи корма в сутки. Промежутки между кормлениями должны составлять 3-4 ч, а норма разовой выдачи корма не должна превышать 2,5 кг. При этом целесообразно использовать установки для раздачи концентрированных кормов в зоне предварительного отбора животных (в качестве источника привлечения к зоне доения) или в зоне кормления перед выходом в зону отдыха, что соответствует правильной с биологической точки зрения режиму кормления [5].

Базируясь на общих принципах организации движения животных в помещениях с доильными роботами, фирмы-изготовители нередко разрабатывают собственные системы отбора животных, которые полностью адаптированы к конструктивным и функциональным возможностям их доильных систем. Так, для наиболее эффективного использования своего доильного центра, оснащенного мно-



гобоксом роботом Mlone, фирма «GEA Farm Technologies» применяет принцип селективного отбора животных. Для реализации этого принципа доильный робот комплектуется секцией ожидания с предварительным и последующим отбором животных. Животные, распознанные компьютером как готовые к доению, направляются в секцию ожидания, остальные – в секцию кормления. В результате к доильному роботу обеспечива-

ется доступ только готовых к доению коров, что повышает пропускную способность центра [8].

Из преддоильной зоны корова проходит в доильный бокс робота (рис. 4). Программы управления стадом «DairyPlan C21» и управления роботом RDM определяют номер животного, его статус, затем выдается необходимое количество комбикорма, и центр управления роботом начинает процесс доения.



**Рис. 4. Доильный бокс робота Mlone**



**Рис. 5. Скреперная установка для удаления навоза**

Манипулятор подцепляет доильную раму и с помощью 3D-камеры надевает на вымя животного доильные стаканы. В каждом доильном стакане применена оригинальная система мойки и сушки соска с параллельным сдаиванием первых струек молока, а также система индивидуальной стимуляции вымени. После подготовительных операций происходит плавный переход к доению. Система датчиков автоматически определяет поток молока, его качество, а в случае необходимости может отключить каждую долю вымени по отдельности. Выдоенное молоко распределяется либо в танк-охладитель, либо в ведро для выпойки телят, либо на слив в канализацию.

После доения проводится обработка сосков специальным средством. Применяемая промежуточная дезинфекция оборудования исключает перекрестное доение и инфицирование животных. Из доильного бокса коровы направляются ко вторым селекционным воротам, где определяется дальнейший путь их следования: прямо – к кормовому столу; направо – на осмотр или лечение; налево – если возникли проблемы с доением, т.е. на повторную дойку.

Передвижением коров и отслеживанием всех операций, происходящих на молочной ферме, управляет программа DairyPlan C21. Она оценивает молочную продуктивность, проводит анализ дойки, управляет селекционными воротами, выдает корма, определяет электропроводность молока, строит графики его потоков, контролирует процесс промывки, распознает состояние охоты животного и ведет календарь необходимых работ.

Кормление коров производится полнорационными кормосмесями, приготовление и раздача которых осуществляются прицепным миксером-кормораздатчиком. Рацион кормления дополняется концентрированными кормами во время доения в доильном боксе робота. Для этого робот оснащен бункером для концентрированных кормов объемом 15 м<sup>3</sup> с системой подачи и дозирования.

Для поения коров установлено пять термоизолированных поилок с электроподогревом напряжением 24 В. Для повышения комфортного содержания животных установлены две чесалки.

Уборка навоза осуществляется дельта-скрепером (рис. 5) в поперечный навозный канал, расположенный в торце коровника. Из преддоильной зоны навоз удаляется через щелевой пол самосплавной системой в предлагауну. В предлагауне установлен насос для перекачки навоза в транспортное средство или в начало поперечного навозного канала для улучшения его смыва.

В коровнике действует естественная приточно-вытяжная система вентиляции. Приток свежего воздуха идет через открытые окна, а вытяжка – через световентиляционный канал, открываемый на требуемую высоту.

Анализ результатов эксплуатации доильной роботизированной установки Mlone на реконструированной ферме беспривязно-боксового содержания хозяйства К(Ф)Х «Лазарев Н.Д.» в течение первых трех месяцев позволил сделать следующие предварительные выводы (по сравнению с использованной ранее технологией привязного содержания с доением в молокопровод):

- надой молока увеличились на 40%;

- установлено повышение качества молока до высшего сорта за счет снижения его бактериальной обсемененности (содержание соматических клеток в 1 см<sup>2</sup> – не более 1,5·10<sup>5</sup>);

- наблюдалось снижение потребления воды на 1 т надоенного молока до 0,3 м<sup>2</sup>;

- затраты электроэнергии на 1 т молока составили 20 кВт;

- отмечено снижение затрат труда на обслуживание оборудования;

- установлены быстрое привыкание коров к работе робота-дояра и повышение комфорта во время их доения.

#### Список

##### использованных источников

1. Инновационная техника для животноводства (по материалам Междунар. выставки «EuroTier-2012») / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, Н.П. Мишуров [и др.]: науч.-аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2013. 208 с.

2. **Мишуров Н.П.** Информационный менеджмент молочного скотоводства // Вестник ВНИИМЖ. 2014. № 4. С. 41-48.

3. Технологическое и техническое переоснащение молочных ферм / Л.П. Кормановский, Ю.А. Цой, Н.П. Мишуров [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 268 с.

4. **Мишуров Н.П.** Инновационное развитие техники для молочного скотоводства // Вестник ВНИИМЖ. 2013. №3 (11). С. 27-36.

5. **Мишуров Н.П., Соловьева Н.Ф., Цой Ю.А.** Роботизированные системы в сельскохозяйственном производстве: науч.-аналит. обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 136 с.

6. Роботизированные молочные фермы Калужской области: информационный бюллетень. Калуга: Центр развития АПК Калужской области, 2014. Вып. №1. 16 с.

7. В Мордовии открылась еще одна роботизированная ферма [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mordovmedia.ru/news/agriculture/item/33072/> (дата обращения: 20.04.2015).

8. Концепция движения коров [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gea-farmtechnologies.com/ru/ru/bu/milking\\_cooling/automatic\\_milking/cowflow\\_concepts/default.aspx](http://www.gea-farmtechnologies.com/ru/ru/bu/milking_cooling/automatic_milking/cowflow_concepts/default.aspx) (дата обращения: 20.04.2015).

#### Experience of Milking Robot Implementation on a Dairy Farm in Mordovia

V.S. Borisov, V.I. Borisov,

A.I. Ovchinnikov

**Summary.** The article presented the experience of a dairy farm reconstruction for automatic milking of cows with the use of the milking robot built up from two boxes. The conceptual scheme of movement of animals was given. The methods of milk collection, cooling, ventilation, control of selection gates and manure removal were presented.

**Keywords:** dairy farm, cow, milking robot, organization of movement of animals, selection of animals, manure removal, ventilation.

## Информация

### Инвестиционные проекты в сфере АПК, реализуемые на Северном Кавказе в рамках программы импортозамещения

**Александр Ткачев принял участие в заседании правительственной комиссии по вопросам социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа.**

Минсельхозом России совместно с Министерством по делам Северного Кавказа и регионами сформирован перечень из 39 «якорных» инвестиционных проектов, реализация которых обеспечит рост сельхозпроизводства в округе. Две трети проектов реализуется в растениеводстве. В перечень вошли проекты по развитию животноводства и переработки сельхозпродукции. Предусматриваются закладка новых садов, строительство тепличного комплекса для

выращивания овощей, фруктохранилищ, оптово-розничного центра, запуск линии детского питания.

В настоящее время в округе субсидируется 720 инвестиционных аграрных проектов на общую сумму кредитных средств 44,8 млрд руб. Ведущими регионами по реализации инвестпроектов являются Ставропольский край (454 проекта на сумму 24,6 млрд руб.) и Республика Дагестан (124 проекта на сумму 4,3 млрд руб.).

В первом полугодии 2015 г. Минсельхозом России дополнительно отобраны еще 105 инвестиционных проектов в сельском хозяйстве, которые будут реализованы в округе, на сумму 7,9 млрд руб.

Округ при удельном весе всего в 4,8% (5,5 млн га) от общей площади пашни в России производит кукурузы 20,8%, овощей – 14,7, плодово-ягодной продукции – 10,7, зерновых и зернобобовых культур – 10,4%. Особую роль в сельском хозяйстве округа играют сады и виноградники. В 2014 г. в округе собрано 35,8% винограда (от общероссийского валового сбора). Округ занимает первое место в стране по производству шерсти.

**Пресс-служба Минсельхоза России, Департамент экономики и государственной поддержки АПК**



УДК 631:363(031)

# Методологические подходы к обоснованию системы механизированного кормления свиней

Л.Г. Крючкова,

канд. техн. наук, доц.,

lyudmila0511@mail.ru

С.М. Доценко,

д-р техн. наук, проф.,

DotsenkoSM@mail.ru

А.В. Бурмага,

д-р техн. наук, доц.,

burmaga@mail.ru

(ФГБОУ ВПО «Дальневосточный ГАУ»)

**Аннотация.** Приведены методологические подходы к обоснованию процессов приготовления и раздачи кормовых смесей свиньям с использованием белкового и углеводного сырья, произрастающего в условиях Дальневосточного региона с учётом его зонально-климатических условий. Разработана экономико-математическая модель оценки эффективности принимаемых зоотехнических, организационных, технологических и технических решений в их совокупности, а также структурная и конструктивно-технологическая схемы механизированной системы кормления свиноматок.

**Ключевые слова:** кормовая смесь, сухая очистка, очиститель, измельчитель, экономико-математическая модель, корнеплоды.

Анализ примерных рационов свиней показывает, что в зимний период корма должны содержать корнеклубнеплоды – свеклу кормовую (сахарную) или картофель в количестве 2-5,5 кг, а также комбикорма – 0,8-2,2 кг.

В качестве белкового компонента предусмотрено использование гороха в количестве 0,2-0,7 кг в сутки.

При этом в зависимости от зональных особенностей типы рационов различаются по своей структуре и составу. Они могут быть концентратно-корнеплодными, концентратно-картофельными, концентратно-силосными, концентратно-корнеплодно-силосными и т.д. Во всех случаях концентраты и комбикорма должны занимать не более 75-80% общей питательности рациона [1].

Для Дальневосточного региона с его резко-континентальным климатом целесообразно использование доступных и менее дорогостоящих соевых кормов вместо гороха и кормовой брюквы куузику вместо картофеля.

Как показывает практика, корнеплоды типа куузику предпочтительнее хранить в замороженном виде при наличии технических средств, позволяющих проводить их измельчение.

Использование картофеля в рационах свиней сопряжено с большими затратами на его хранение в хранилищах полузаглубленного типа, обязательной мойкой перед измельчением и обусловленными этими обстоятельствами

высокими затратами на создание систем канализации, стоков и очистных сооружений.

В этой связи для зоны Дальнего Востока и других регионов Российской Федерации наиболее целесообразным является замена концентратно-картофельного рациона на концентратно-корнеплодный с использованием кормовой брюквы сорта куузику. В пользу данного подхода говорит и то обстоятельство, что данный гибрид даёт урожай до 90 т/га с обильным количеством листовой массы. При таких показателях себестоимость производства данного гибрида свеклы в 2 раза ниже, чем картофеля.

Однако данный подход к реализации указанного типа рациона возможен только при наличии технологий и технических средств по рациональной обработке указанного вида корнеплодов, так как его размерные и весовые характеристики значительно отличаются от других видов корнеклубнеплодов.

В связи с этим предпринята попытка разработать методологические подходы к обоснованию механизированной системы кормления свиней.

Задача исследований – разработать математическую модель оценки функционирования системы механизированного кормления свиней, технологическую и конструктивную схемы по технической реализации предложенных решений и привести методику их расчёта.

Анализ существующей системы по механизированному кормлению свиней показал, что в настоящее время существует противоречие между желанием производителей свиноводческой продукции иметь высокие привесы свиней при меньших затратах труда, средств и возможностями по производству такой продукции с затратами, обеспечивающими её минимальную себестоимость.

Для оценки эффективности функционирования системы механизированного кормления свиней разработана экономико-математическая модель (ЭММ), состоящая из пяти основных компонентов:

$$\left. \begin{aligned} & \Delta = (C_k - C_{ky}) \cdot q \cdot N \cdot D \rightarrow \max; \\ & \left[ \frac{PZ^B}{\sum_{i=1}^n PZ_i^H} - \sum_{j=1}^3 \Delta \Pi_j \right] - 1 > 1,25 \\ & \sum_{j=1}^3 \Delta \Pi_j \rightarrow \max; \\ & \sum_{i=1}^n N / Q \rightarrow \min; \\ & K \rightarrow \min \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

В качестве первой составляющей ЭММ принят доход производителя свинины ( $\Delta$ , руб/кг), получаемый от замены картофеля на кормовую брюкву куузику:

$$\Delta = (C_k - C_{ку}) \cdot q \cdot N \cdot D, \quad (2)$$

где  $C_k$  – себестоимость производства картофеля, руб/кг;

$C_{ку}$  – себестоимость производства кормовой брюквы, руб/кг;

$q$  – суточная норма выдачи корнеклубнеплодов, кг/сут.;

$N$  – численность поголовья свиней;

$D$  – продолжительность откорма, дни (сут.);

В качестве второй составляющей ЭММ принято соотношение, при котором его относительная величина за минусом единицы будет не ниже 25%, т.е. при значении  $k = 1,25$  производителю свинины будет обеспечена возможность расширенного воспроизводства:

$$\left[ \Pi Z^B / \left( \sum_{i=1}^n \Pi Z_i^H - \sum_{j=1}^3 \Delta \Pi_j \right) \right] - 1 > 1,25, \quad (3)$$

где  $\Pi Z^B$  – приведённые затраты по базовому варианту технологии (рацион с картофелем), руб/кг;

$\sum_{i=1}^n \Pi Z_i^H$  – сумма приведённых затрат по новому (предлагаемому варианту), руб/кг;

$\sum_{j=1}^3 \Delta \Pi_j$  – сумма денежных средств от реализации мероприятий по повышению качества работы машин по очистке корнеклубнеплодов от почвенных примесей, смешиванию кормовых компонентов и раздаче кормовой смеси ( $n=3$ ), руб/кг.

Таким образом, знаменатель выражения (3) показывает степень снижения общей суммы приведённых затрат по новому варианту за счёт использования в системе кормления машин и оборудования, обеспечивающих более качественное выполнение указанных процессов.

Для приведённых затрат по новому варианту комплекса машин и оборудования необходима минимизация суммы этих затрат с учётом составляющих по указанным процессам:

$$\sum_{i=1}^n \Pi Z_i^H = \Pi Z_{обркп} + \Pi Z_{см} + \Pi Z_p \rightarrow \min, \quad (4)$$

где  $\Pi Z_{обркп}$  – приведённые затраты по обработке корнеплодов, руб/кг;

$\Pi Z_{см}$  – приведённые затраты по процессу смешивания кормовых компонентов, руб/кг;

$\Pi Z_p$  – приведённые затраты по процессу раздачи кормовых смесей, руб/кг;

$n$  – число процессов.

В свою очередь, приведённые затраты по обработке корнеплодов, включают в себя следующие составляющие:

$$\Pi Z_{обркп} = \Pi Z_n + \Pi Z_{co} + \Pi Z_u \rightarrow \min, \quad (5)$$

где  $\Pi Z_n$  – приведённые затраты по процессу подачи корнеплодов, руб/кг;

$\Pi Z_{co}$  – приведённые затраты по процессу сухой очистки корнеплодов, руб/кг;

$\Pi Z_u$  – приведённые затраты по процессу измельчения корнеплодов, руб/кг.

При этом по всем принятым процессам приведённые затраты определяются как:

$$\Pi Z_i = I_i + E \cdot K_i, \quad (6)$$

где  $I_i$  – эксплуатационные расходы по процессам, руб.;

$E$  – нормативный коэффициент (равный 0,15);

$K_i$  – капитальные вложения по соответствующим процессам.

Входящие опосредованно в выражения (4-6) составляющие затрат энергии  $N$  можно представить как:

$$\sum_{i=1}^n N_i = N_{обркп} + N_{см} + N_p \rightarrow \min, \quad (7)$$

где  $N_{обркп}$  – затраты энергии на обработку корнеплодов сорта куузику, кВт;

$N_{см}$  – затраты энергии на процесс смешивания кормовых компонентов, кВт;

$N_p$  – затраты энергии на процесс раздачи кормовых смесей, кВт;

В отношении составляющих энергозатрат можно записать общие выражения, характеризующие совокупность факторов, влияющих на их величину:

$$\left. \begin{aligned} N_{обркп} &= f(\delta_n; \delta_3; PBX; \lambda; \Phi_{крп}^{обр}) \rightarrow \min; \\ N_{см} &= f(\lambda; C_k; W_{см}; \Phi_{крп}^{см}) \rightarrow \min; \\ N_p &= f(\lambda; C_k; W_{см}; \Phi_{крп}^p) \rightarrow \min \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

где  $\delta_n$  – неравномерность подачи корнеплодов питателем, %;

$\delta_3$  – степень загрязнённости корнеплодов, %;

$PBX$  – размерно-весовые характеристики корнеплодов, м(кг);

$\lambda$  – степень измельчения корнеплодов, усл. ед.;

$C_k$  – соотношение компонентов смеси, усл. ед.;

$W_{см}$  – влажность смеси компонентов, %;

$\Phi_{крп}^{обр}$ ,  $\Phi_{крп}^{см}$ ,  $\Phi_{крп}^p$  – конструктивно-режимные параметры по соответствующим процессам обработки корнеплодов, смешивания и раздачи смесей.

Экономический эффект от повышения качества выполнения процессов по подготовке корнеплодов, смешиванию и раздаче кормовых смесей определяется как сумма эффектов:

$$\sum_{j=1}^3 \Delta \Pi_j = \Delta \Pi_o + \Delta \Pi_{см} + \Delta \Pi_p, \quad (9)$$

где  $\Delta \Pi_o$  – экономический эффект от повышения качества очистки корнеплодов от почвенных примесей, руб.;

$\Delta \Pi_{см}$  – экономический эффект от повышения качества смешивания, руб.;

$\Delta \Pi_p$  – экономический эффект от повышения качества раздачи, руб.

Для первой составляющей выражения (9) имеем:

$$\Delta \Pi_o = k_o \cdot \frac{\Delta_k}{\Delta_n} \cdot q \cdot N \cdot D, \quad (10)$$

где  $k_o$  – коэффициент, учитывающий степень очистки корнеплодов,  $k_o = 1,1$ ;

$\mathcal{E}_k$  – энергетическая ценность кормов,  $\text{кДж/кг}$ ;

$\mathcal{E}_n$  – затраты энергии на получение 1 кг продукции,  $\text{кДж/кг}$ .

Для второй составляющей выражения (9) имеем:

$$\Delta\Pi_{cm} = k_{cm} \cdot \frac{\mathcal{E}_k}{\mathcal{E}_n} \cdot q \cdot N \cdot D, \quad (11)$$

где  $k_{cm}$  – коэффициент, учитывающий повышение продуктивности животных от повышения однородности смеси,  $k_{cm} = 1,05$  (как минимум на 5%).

Для третьей составляющей выражения (9) имеем:

$$\Delta\Pi_p = k_p \cdot \frac{\mathcal{E}_k}{\mathcal{E}_n} \cdot q \cdot N \cdot D, \quad (12)$$

где  $k_p$  – коэффициент, учитывающий снижение непроизводительного расхода кормов за счёт равномерной их раздачи  $k_p = 1,05$  (как минимум на 5%).

Совершенствование процессов в принятой системе наряду с энергоёмкостью, металлоёмкостью предполагает снижение капиталовложений.

В соответствии с этим при разработке процессов в данном направлении необходимо учитывать следующие показатели:

- энергоёмкость:  $\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{Q_i} \rightarrow \min;$
- металлоёмкость:  $\sum_{i=1}^n \frac{M}{Q_i} \rightarrow \min;$

(13)

где  $N_i$  – затраты энергии по  $i$  – му процессу, кВтч;

$Q$  – производительность машин и оборудования при выполнении  $i$ -го процесса, кг/ч;

$M$  – масса конструкции машин и оборудования, кг;

• затраты по капиталовложениям (цена машин и оборудования):

$$K \rightarrow \min, \text{руб.} \quad (14)$$

При этом сумма затрат энергии за период откорма свиней с учётом стоимости электроэнергии даёт затраты в денежном выражении:

$$\mathcal{Z}_3 = \sum_{i=1}^n N_i \cdot t_o \cdot \Pi, \quad (15)$$

где  $t_o$  – продолжительность откорма, ч;

$\Pi$  – стоимость электроэнергии, руб/кВт.ч.

На основе анализа и разработанной классификации существующих способов приготовления и раздачи кормовых смесей свиньям, а также технических средств для их реализации установлено, что наиболее рациональным способом обработки и подготовки корнеклубнеплодов (ККП) к скормливанию является способ их сухой очистки и измельчения с применением специальных транспортёрных очистителей и измельчителей дискового типа, обеспечивающих высокую пропускную способность [2, 3]. Данный технологический подход позволяет получить измельчённую кузуку с наименьшими эксплуатационными и капитальными затратами, а также снизить энергоёмкость процессов подготовки кормовой брюквы к скормливанию животным как минимум в 2 раза.

Снижения энергоёмкости, металлоёмкости и капитальных затрат можно и целесообразно добиться путём совмещения операций по смешиванию и раздаче кормов свиньям в одной машине. На основе анализа и расчётов, проведённых с помощью предложенной ЭММ, разработанная структурная схема процессов приготовления и раздачи кормовых смесей свиньям на откорме (рис. 1).

Данная схема позволяет рассмотреть поставленные на исследование процессы в их взаимной связи с учётом перехода состояний исходного сырья и компонентов рациона во временном интервале:

$$t \leq [t_u],$$

где  $[t_u]$  – допустимое время цикла по приготовлению и раздаче кормовых смесей.

Методика расчёта такой линии приготовления и раздачи кормовых смесей свиньям с учётом приведённой совокупности необходимых данных приведена ниже.

Необходимое количество полнорационных кормовых смесей для их разовой раздачи всему поголовью свиней на ферме составляет:

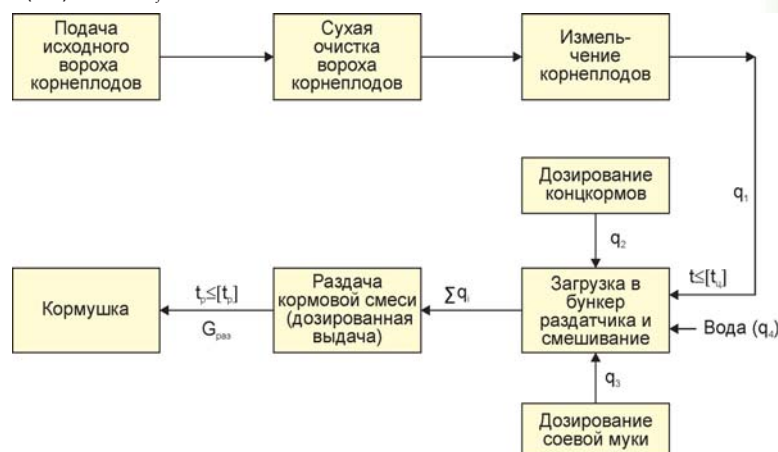
$$G_{раз} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k q_i \cdot m_j, \quad (16)$$

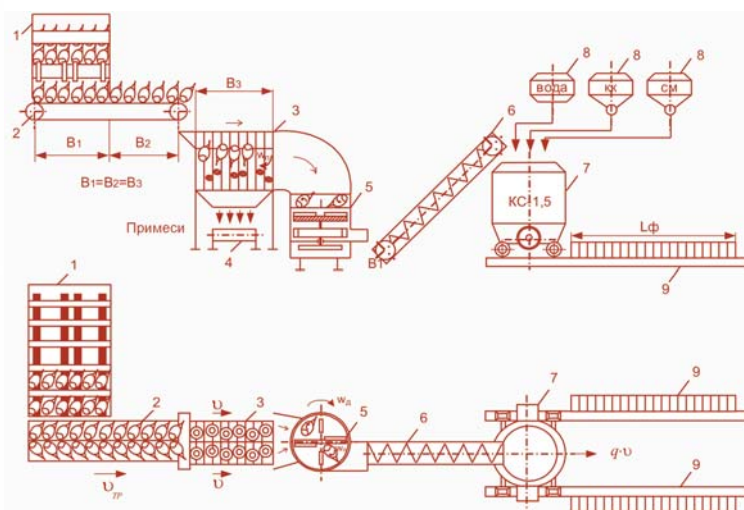
где  $q_i$  – количество полнорационных кормовых смесей, приходящееся на одно животное  $i$ -й – группы;

$m_j$  – количество животных  $j$ -й – группы;

**Рис. 1. Структурная схема к обоснованию процессов приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей свиньям:**

$[t_p]$  – допустимое по зоотехническим требованиям время раздачи полнорационных кормовых смесей свиньям;  
 $[t_u]$  – допустимое время цикла по приготовлению и раздаче кормовых смесей;  
 $q_i$  – количество полнорационных кормовых смесей, приходящееся на одно животное  $i$ -й группы;  $G_{раз}$  – количество полнорационных кормовых смесей для разовой раздачи





**Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема линии приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей свиньям:**

- 1 – питатель корнеплодов сорта куузику;
- 2 – приёмный транспортёр;
- 3 – очиститель корнеклубнеплодов;
- 4 – транспортёр для почвенных и других примесей;
- 5 – измельчитель корнеклубнеплодов;
- 6 – шнековый транспортёр измельчённых продуктов;
- 7 – раздатчик кормов;
- 8 – ёмкости-дозаторы воды, концентрированных кормов и соевой муки;
- 9 – кормушки индивидуальные

Необходимый полезный объём ёмкостей для заполнения их  $i$ -м компонентом должен быть равен

$$V_{\text{пол}} = \frac{G_{\text{рази}} \cdot \beta}{\rho_i}, \quad (17)$$

где  $\beta$  – коэффициент заполнения;

$\rho_i$  – плотность  $i$ -го вида компонента полнорационной кормовой смеси.

Необходимая пропускная способность линии  $i$ -го вида компонента:

$$Q_{li} = \frac{M_i \cdot \alpha_i}{[t_n]}, \quad (18)$$

где  $M_i$  – масса всех компонентов по рациону, кг;

$\alpha_i$  – массовая доля компонента в рационе, %;

$[t_n]$  – допустимая по зоотехническим требованиям продолжительность приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей на свиноферме, ч.

Пропускная способность оборудования линии  $i$ -го компонента:

$$Q_{\text{ПКК}} \leq Q_{li} \leq Q_{\text{до}}, \quad (19)$$

где  $Q_{\text{ПКК}}$  – производительность оборудования для подачи концентрированных кормов и соевой муки, кг/ч;

$Q_{\text{до}}$  – производительность оборудования линии сухой очистки и измельчения корнеплодов сорта куузику, кг/ч.

Производительность линии смешивания и раздачи готовых смесей:

$$Q_{\text{лсп}} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \cdot \alpha_i}{[t_p]}, \quad (20)$$

где  $[t_p]$  – допустимое по зоотехническим требованиям время раздачи полнорационных кормовых смесей свиньям.

Конструктивно-технологическая схема приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей свиньям, разработанная на основе проведённых исследований [4, 5], представлена на рис. 2.

Также разработаны методологические подходы, позволяющие на стадии проектирования оценить эффективность функционирования системы механизированного

кормления свиней и проводить расчёты технологической линии по выбору необходимого оборудования для технической подсистемы, реализующей процессы приготовления, доставки и раздачи кормовых смесей животным данного вида.

#### Список использованных источников

1. Справочник по кормлению сельскохозяйственных животных / Сост. Венедиктов А.М. М.: Россельхозиздат, 1983. 303 с.
2. Крючкова Л.Г., Бурмага А.В. Анализ работы бункерных раздатчиков кормов со шнековыми рабочими органами // Сб. науч. тр. ДальГАУ. Благовещенск, 2004. Вып.10: Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. С.154-157.
3. Доценко С.М., Крючкова Л.Г. Совершенствование технологии кормления свиней // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. №5. С.18-20.
4. Способ приготовления кормового продукта: пат. 2486761 Рос. Федерация: МПК А23К 1/14 А23К 1/16 / Доценко С.М., Крючкова Л.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ДальГАУ № 2011150458, заявл. 12.12.2011; опубл. 10.07.2013, Бюл. №19 (Пч.). 5 с.
5. Способ приготовления кормовых смесей: пат. 2523498 Рос. Федерация: МПК А23Н 17/00 / Доценко С.М., Бурмага А.В., Крючкова Л.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ДальГАУ № 2013105363/13, заявл. 07.02.2013; опубл. 20.07.2014, Бюл. № 20 (Пч.). 6 с.

#### Methodological Approaches to Substantiation of a System For Mechanized Feeding of Pigs

L.G. Kryuchkova, S.M. Dotsenko, A.V. Burmaga

**Summary.** The article presents the methodological approaches to substantiation of preparation and distribution of feed mixtures for pigs using protein and carbohydrate raw material grown in the Far Eastern Territory, taking into consideration its zonal-climatic conditions. There was developed the economic and mathematical model for evaluating efficiency of zoo-technical, organizational, technological and technical solutions in their entirety, as well as the structural and constructive-technological scheme of mechanized feeding of sows.

**Key words:** feed mixture, dry cleaning, cleaner, shredder, economic and mathematical model, root.



УДК 621.303.658.5

## Алгоритм обнаружения источника коммерческих потерь электроэнергии на основе данных АИИС КУЭ

**С.И. Копылов,**  
д-р техн. наук, проф.,  
79161204085@yandex.ru  
**Г.А. Пермяков,**  
ст. препода.,  
permelectro@bk.ru  
(ФГБОУ ВПО РГАЗУ)

**Аннотация.** Приведен алгоритм обнаружения безучетного потребления электроэнергии на основе данных автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ). Определены состав приборов и схема передачи данных системой АИИС КУЭ, основные параметры приборов и их взаимодействие между собой для сбора данных. Математически обоснован алгоритм обнаружения источника коммерческих потерь электроэнергии на основе данных АИИС КУЭ и построен график суточного потребления электроэнергии для определения небаланса потребления.

**Ключевые слова:** безучетное потребление, автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), источник коммерческих потерь, небаланс потребления.

В последнее время стало важным, что технические знания потребителей электроэнергии в сетях напряжением 0,38 кВ обеспечивают понимание их потребительского поведения в отрасли электроснабжения. Обладая точными данными, поставщики электроэнергии имеют возможность вычислять баланс потребления, определять причины потерь электроэнергии, развивать новые маркетинговые стратегии и предлагать услуги на основе потребительского спроса [1].

Для анализа потерь и выявления источника безучетного потребления электроэнергии применяется ин-



теллектуальный анализ профилей нагрузки [2]. Для каждого абонента он строится на основе ежесуточных сохраненных в памяти счетчиков данных с помощью автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ). Интеллектуальный анализ данных, получаемых с помощью АИИС КУЭ, и специализированное программное обеспечение позволяют персоналу электросетевой компании оперативно выявлять места безучетного потребления в линии электроснабжения, например в воздушной линии (ВЛ) 0,38 кВ.

На этапе ввода первичных данных по потерям в соответствующее программное обеспечение вносятся данные по техническим потерям для данной трансформаторной подстанции. Технические потери выявляются расчетным путем [3] и утверждаются Региональной энергетической комиссией (РЭК). На этом этапе также

вносятся данные о группе риска, т.е. о тех абонентах, которые ранее были замечены в несанкционированном использовании электроэнергии. Данная информация находит применение на этапе выявления источника безучетного использования электроэнергии.

Этап сбора данных включает в себя разъяснения объекта АИИСКУЭ. На рис.1 показана трансформаторная подстанция (ТП), на которой установлен силовой трансформатор (Т). Его питание осуществляется напряжением 10 кВ. К сборным шинам (СШ) низшего напряжения 0,4 кВ подключен головной счетчик электроэнергии (Wh), токовые цепи присоединены через трансформаторы тока (ТТ 1 ... ТТ 3) на разные фазы отходящей от сборных шин ВЛ напряжением 0,38 кВ. Каждый потребитель электроэнергии (ПЭ<sub>н</sub>) подключен к ВЛ в местах крепления изоляторов на опорах ВЛ (опора ВЛ 1 ... опора ВЛ n)

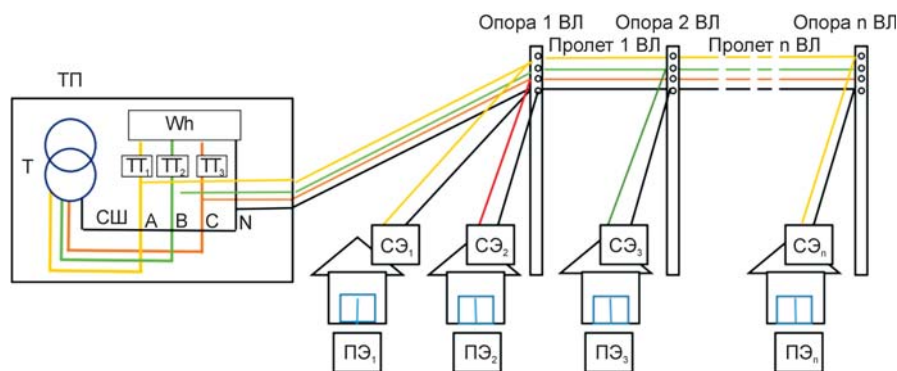


Рис. 1. Схема воздушной линии электропередачи

через абонентские счетчики электроэнергии (СЭ).

Передача данных от абонентских счетчиков к устройствам сбора и передачи данных (УСПД) осуществляется по технологии PLC с помощью модема. Сигналы непосредственно передаются по проводам ВЛ к устройству УСПД, установленному на потребительской ТП, затем данные с головного счетчика и от абонентских счетчиков передаются на центральный сервер диспетчерской службы электроснабжающей организации (с помощью модема GSM-связи).

Входной счетчик электроэнергии отличается от приборов учета электроэнергии, установленных у потребителей, тем, что устанавливается непосредственно на шинах ТП и измеряет значения фазных напряжений, токов на входе линии и потребляемую в каждой фазе линии мощность.

Для сбора данных со счетчиков и сведений о балансе по потреблению электроэнергии в базу данных программного обеспечения АИИСКУЭ и в память УСПД вносятся все данные по ТП и СЭ, которые включают в себя:

- данные по СЭ, установленным на ТП и на фидерах;
- ФИО, лицевой счет, адрес, контактные телефоны потребителя электроэнергии;
- номер ТП, фидера и фаза, с которой он получает электроэнергию;
- индивидуальный идентификационный номер прибора учета электроэнергии и его тип;
- технические параметры счетчика электроэнергии.

Обращение к счетчику электроэнергии во время сбора данных устройством УСПД происходит по индивидуальному идентификационному номеру. Каждые сутки устройство сбора и передачи данных собирает по линии 0,38 кВ данные (потребление на окончание предыдущих суток, текущие показания по тарифам и суммарное потребление) со всех приборов учета, установленных на ТП и у потребителей электроэнергии. Все полученные данные сохраняются в памяти устройства сбора и передачи данных. По запросу с центрального сервера либо по заданному расписа-

нию УСПД отправляет все данные на центральный сервер, где происходит их обработка, чтобы с дискретностью 24 ч в сутки в автоматическом режиме контролировать баланс электроэнергии.

На стадии расчета потерь полученные данные проходят предварительную обработку:

- проверяется адекватность полученных данных. Если имеется нулевая разница между текущим значением и значением за предыдущие сутки по конкретному абоненту, осуществляются попытка повторного опроса данного абонента и сравнение данных с полученными значениями.

удаляются данные, имеющие нулевое значение за последние 24 ч.

Стадия классификации абонентов по удельному весу подразумевает определение доли потребления от общего потребления электроэнергии каждым абонентом по конкретной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ. Данная информация даёт представление о возможном отклонении от среднего потребления электроэнергии в случае каких-либо махинаций со стороны потребителя электроэнергии.

Для этих целей используются следующие данные:

- показания общего счетчика, установленного в качестве головного учета на ТП на момент расчёта;
- уровень нормативных потерь;
- показания каждого счетчика на момент расчета.

После сбора данных и их первичной обработки в автоматическом режиме для выбранного ТП за текущий период времени  $i$  рассчитывается небаланс электроэнергии за предыдущий период:

$$НБ_{ЭЭ(i)} = kWh_{г.у(i)} - \sum_{j=1}^n kWh_{j(i)}, \quad (1)$$

где  $НБ_{ЭЭ(i)}$  – небаланс электроэнергии по ТП, кВт·ч;

$kWh_{г.у(i)}$  – потребление по показаниям счетчика головного учета, кВт·ч;

$\sum_{j=1}^n kWh_{j(i)}$  – сумма показаний счетчиков отходящих фидеров (потребителей), кВт·ч ;

$j$  – количество фидеров (потребителей),  $1 \leq j \leq n$ ,

$i$  – отрезок времени (показания всех счетчиков сохраняются на 00 ч 00 мин),  $i_n \leq i \leq i_k$  ( $i_n$  и  $i_k$  – начало и конец выбранного отрезка времени соответственно).

В процентах небаланс электроэнергии определяется из выражения

$$НБ_{ЭЭ(i),\%} = \frac{kWh_{г.у(i)} - \sum_{j=1}^n kWh_{j(i)}}{kWh_{г.у(i)}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Строится график за рассматриваемый период времени, где отражаются показания головного счетчика, сумма показаний счетчиков на фидерах (потребителей) и процент небаланса (рис. 2).

Сравниваются уровень небаланса и значения нормативных потерь, рассчитанные с помощью утвержденной методики [1]. Если за выбранный период времени процент небаланса не превышает значений нормативных потерь, то делается вывод о нормальной работе всей системы.

В случае если значение небаланса начинает превышать уровень нормативных потерь, то с этого момента начинаются работы по выяснению причин высокого небаланса электроэнергии и выявлению источника безучетного потребления электроэнергии.

В данном случае удобно воспользоваться методами математической статистики [4]. Для определения источника потерь необходимо просчитать математическое ожидание всех абонентов за предыдущий отрезок времени, т.е. за предыдущие 24 дня с дискретностью 7 дней. Данные, которые использовались в целях вычисления уровня потерь электроэнергии на ТП 10/0,4 кВ, приведены на рис. 2.

Затем необходимо определить номера абонентов, для которых разница является максимальной:

$$\Delta MO_j(i) = MO_j \cdot (i) - MO_j(i), \quad (3)$$

где  $i$  – отрезок времени;

$j$  – номер абонента или фидера;

$MO_j(i)$  – математическое ожида-

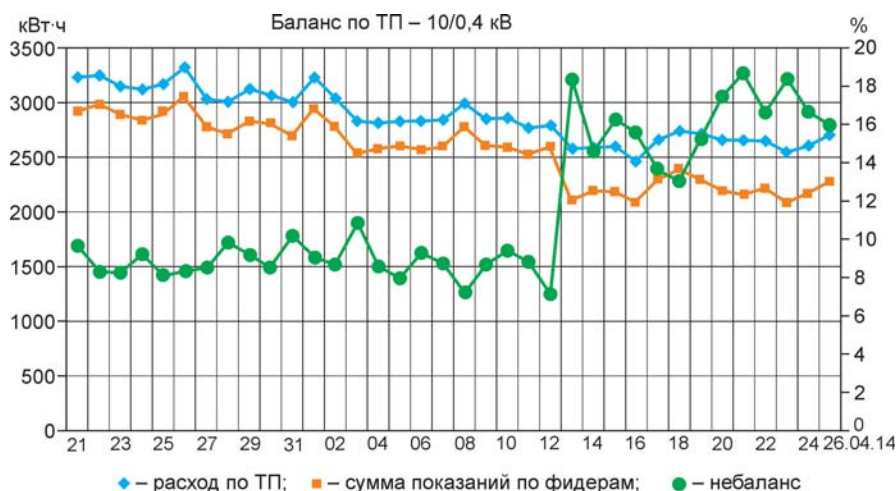


Рис. 2. График небаланса электроэнергии на выбранной ТП 10/0,4 кВ

ние за отрезок времени после выявления небаланса электроэнергии,

$MOj(i)$  – математическое ожидание за отрезок времени до выявления небаланса электроэнергии.

Математически условия выявления причин и источника небаланса электроэнергии можно описать в следующем виде:

$$\begin{cases} \text{НБ}_{\text{ЭЭ}(i)}, \% > \Pi_{\text{н}}, \\ \Delta MOj(i) \rightarrow \max, \end{cases} \quad (4)$$

где  $\Pi_{\text{н}}$  – нормированные потери, %.

С момента выявления небаланса в течение двух-трех суток предлагается вычислять долю потребления электроэнергии каждым абонентом относительно общего счетчика, установленного на ТП. Затем путем сравнения имеющихся данных по удельному потреблению каждым абонентом до момента возникновения небаланса электроэнергии с данными, полученными после его возникновения, выявляется абонент, у которого отклонение окажется максимальным.

Таким образом, условиями определения абонента, который, возможно, занимается хищением электроэнергии, являются:

$$\begin{aligned} \Delta MOj(i) &\rightarrow \max, \\ Xj(i) &\rightarrow \min, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $X$  – удельный вес потребления абонента от общего потребления по ТП, %.

После возникновения небаланса по ТП расчет удельного веса потребления абонентов необходимо вести только с учетом процента нормативных потерь, который был до возникновения небаланса. В противном случае операция поиска окажется неэффективной.

*Пример реализации алгоритма.*

Допустим, что:

$A$  – сумма показаний всех счетчиков, установленных у потребителей электроэнергии по ТП;

$B$  – показания головного счетчика, установленного на ТП;

$Z$  – процент нормативных потерь по ТП;

$Y$  – коммерческие потери по ТП;

$X_i$  – удельный вес абонента, %.

До момента возникновения небаланса коммерческие потери по ТП  $Y$  минимальны.

В какой-то момент времени один из абонентов начинает выполнять манипуляции со счетчиком (установка магнита для искажения работы счетчика, установка дополнительной платы для управления, манипуляции с фазировкой счетчика с подключением внешнего нейтрального провода и др.), появляется небаланс электроэнергии, т.е.  $Y$  изменяется в сторону увеличения, а удельный вес  $X_i$  нарушителя изменяется в сторону уменьшения.

Таким образом, алгоритм программного обеспечения выявляет наиболее вероятных нарушителей. Далее эта информация передается соответствующей службе, т.е. оперативной выездной бригаде, которая должна выехать к абоненту, чтобы проверить наличие каких-либо нарушений.

#### Список

##### использованных источников

1. Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. М.: НУ ЭНАС, 2002. 280 с.
2. Тубинис В.В. АСКУЭ бытовых потребителей. Преимущества PLC – технологии связи // Новости электротехники. 2005. № 2. С. 12-14.
3. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / В.Э. Воронницкий [и др.]. М.: Энергоатомиздат, 1983. 368 с.
4. Лещинская Т.Б., Сукманов В.И. Электроснабжение сельского хозяйства. М.: КолосС, 2008. 655 с.

### Algorithm for Detecting Source of Commercial Electricity Losses Based on Automated Information Measurement System of Commercial Electricity Accounting (AIMS CEA)

S.I. Kopylov, G.A. Permyakov

**Summary.** The algorithm for detecting unregistered consumption of electricity based on data of automated information measurement system of commercial electricity accounting (AIMS CEA) was presented. The composition of devices and transmitted-data circuit by AIMS CEA, the basic parameters of devices and their interaction for data collection were determined. The algorithm for detecting the source of commercial electricity losses based on AIMS CEA data was mathematically sound and a daily electricity consumption schedule was plotted for determination of unbalance consumption.

**Key words:** consumption without accounting, automated information measurement system of commercial electricity accounting (AIMS CEA), source of commercial losses, unbalance consumption.

УДК 338.518:631.3

# Методологические и методические подходы к совершенствованию экономической оценки качества техники

**Ю.А. Конкин,**

д-р экон. наук, проф., академик РАН,

**Е.В. Ковалева,**

канд. экон. наук, доц.

(РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева),

e79@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрены концептуальные позиции научного сопровождения разрабатываемых способов совершенствования экономических отношений партнеров на основе взаимной заинтересованности и оценки изменяющегося качества машин в течение срока службы. Предложена методика оценки качества новой техники на основе расчета составляющих компенсирующих затрат, закономерностей их изменения при использовании стареющей техники.

**Ключевые слова:** методика, качество, оценка, компенсирующие затраты, выравнивающие начисления.

Проблема воспроизводства технических средств производства сохраняет свою актуальность из-за непрерывного совершенствования техники, поскольку «...какой бы совершенной конструкции машина ни вступала в процесс производства, при ее употреблении на практике обнаруживаются недостатки, которые приходится исправлять дополнительным трудом» [1]. Этот дополнительный труд, его вещественное содержание и стоимостная оценка определяются совершенством конструкции машины, т.е. ее качеством.

Проблема заключается в необходимости определения структуры «дополнительного труда», его материального состава, потребности в материальных и трудовых ресурсах, разработке системы эффективного использования всей совокупности ресурсов. Величина дополнительно-



го труда, его динамика возрастания выступают как показатели изменяющегося качества машины по мере ее старения.

Большой вклад в исследование данной проблемы внес академик А.И. Селиванов, который для оценки качества машины использовал термин «годность», подчеркивая такое ее техническое состояние, при котором она пригодна для применения по назначению.

Проблема качества технических средств производства является одной из основных. Потребитель оценивает качество первоначальными затратами на приобретение и последующими затратами, связанными с использованием машины, отдавая предпочтение дорогим, но менее затратным в эксплуатации. В порядке управления процессом ценообразования следовало бы, чтобы потребитель как партнер и участник рынка определял верхний предел цены машины конкретной конструкции, выше которого приобретение машины было бы экономически нецелесообразным. Такой подход будет понуждать изгото-

вителя изыскивать резервы снижения затрат на производство и использование машины, чтобы осуществлять конкуренцию на рынке техники с учетом возможностей потребителя. Стоимостная оценка проектируемых и выпускаемых фирмами технических средств должна соответствовать их качеству. В методологическом плане в основу построения методики должно быть положено условие: обеспечение равной экономической заинтересованности всех пользователей машины в любой период ее эксплуатации [3-5].

Суть методики основана на логической связи категорий: совокупность свойств товара – качество – потребительная стоимость – стоимость – цена; износ – остаточная потребительная стоимость и стоимость – цена подержанной техники на рынке технических средств. Дальнейшее совершенствование методики находится в русле теоретического обоснования расчета составляющих компенсирующих затрат, закономерностей их изменения при использовании стареющей техники. Компенсирующие

затраты ( $K_z$ ) – категория повышенной сложности как по составу затрат, так и характеру их изменения на протяжении всего периода использования объекта. Они условно подразделяются на постоянную часть (по величине) и возрастающую, изменяющуюся в зависимости от срока использования. Характер изменений определяется совокупностью свойств объекта, заложенных в период его создания и реально проявляющихся в конкретных условиях использования.

Исследованиями установлено, что по мере нарастания износа компенсирующие затраты возрастают, отражая меняющееся качество машины. Если исходить из положения, что качество объекта складывается из совокупности свойств составляющих его элементов, то изменение качества – это изменение свойств всех или нескольких элементов, но каждый элемент, в свою очередь, меняет свойства в процессе его потребления. Практически уловить и выявить закономерности изменений всех составляющих объект элементов не представляется необходимым и целесообразным. Для экономической оценки качества объекта достаточно исследовать динамику уровня качества некоторых особо значимых свойств объекта, определяющих экономическую оценку качества в динамике. Для мобильной техники это могут быть расход топлива, затраты на поддержание годности и другие составляющие компенсирующих затрат.

Методологической основой категории «компенсирующие затраты» является утверждение о функционировании дополнительного труда, необходимого для использования функционирующих средств производства, она находится в стадии становления, нуждается в дальнейшем обосновании, совершенствовании для использования как основополагающей составляющей части при определении качества технических средств и коррекции метода расчета приведенных затрат.

Материально-вещественный состав компенсирующих затрат отражается их стоимостной оценкой. Для целей экономической оценки качества технических средств компенси-

рующие затраты должны включать в себя все фактически производимые затраты и непроизведенные, но численные в сумме, адекватно отражающей потерю качества объекта. К таким затратам относятся, например, упущения от снижения годовой выработки, сменной выработки за регламентируемое время.

Общая сумма компенсирующих затрат (в динамике): затраты на ремонт, техническое обслуживание и хранение; непроизведенные расходы, отражающие потерю качества (годности) неремонтируемых деталей (пружины, подшипники и др.); оплата труда, компенсация в связи с уменьшением заработка оператора по причине снижения технической производительности стареющей машины; издержки на топливо и сопутствующие смазочные материалы с учетом их роста по мере старения машины; относительная потеря экономичности машины в связи с моральным износом; затраты на решение проблем социального блока (непрестижность работы, некомфортные условия труда и др.).

Снижение компенсирующих затрат – основное направление совершенствования техники может быть представлено в виде относительного и абсолютного снижения. Относи-

тельное сокращение компенсирующих затрат наблюдается в двух случаях: при увеличении расходов на производство машин и, соответственно, их первоначальной стоимости и цены; при отлаженной системе технического обслуживания ремонта, снижении затрат на эксплуатацию машин за счет их своевременного обслуживания и правильного хранения. Абсолютное снижение  $K_z$  обеспечивается созданием новой более надежной техники, использование которой обуславливает снижение удельных затрат на единицу работы, продукции, что характерно для машин более высокого качества.

Критериальным показателем уровня качества машины, ее совершенства выступает основной экономический параметр машины, рассчитанный по скорректированным приведенным затратам на основе закономерностей распределения компенсирующих и выравнивающих затрат.

Уровень качества зависит от возраста машины и изменения ее свойств (см. таблицу). При составлении таблицы использованы фактические материалы, полученные при обследовании тракторного парка России органами статистики по методике, разработанной при непосредственном участии сотрудников Проблемной научно-

## Анализ параметров, характеризующих динамику качества машины (тракторы ДТ-75 всех модификаций)

| Показатели                                                   | Амортизационный срок, годы |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                                              | 1                          | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Число машин в группе                                         | 1552                       | 1643   | 1547   | 1664   | 2113   | 2202   | 2237   | 2269   |
| Годовая выработка, усл. эт. га                               | 788                        | 1167   | 1025   | 978    | 967    | 952    | 918    | 912    |
| К выработке третьего года, %                                 | 76,88                      | 113,85 | 100    | 95,41  | 94,34  | 92,88  | 89,56  | 88,98  |
| К выработке второго года, %                                  | 67,52                      | 100    | 87,83  | 83,80  | 82,86  | 81,58  | 78,66  | 78,15  |
| Затраты на техническое обслуживание, ремонт и хранение, руб. | 465                        | 821    | 999    | 1143   | 1148   | 1238   | 1279   | 1257   |
| К затратам третьего года, %                                  | 46,55                      | 82,18  | 100    | 114,41 | 114,91 | 123,92 | 128,03 | 125,83 |
| К затратам второго года, %                                   | 56,64                      | 100    | 121,68 | 139,22 | 139,83 | 150,79 | 155,79 | 153,11 |

исследовательской лаборатории МИИСП им. В.П. Горячкина [6].

Оценка реального уровня качества технических средств производства в значительной мере зависит от учета социальных составляющих. Труд, являясь отцом богатства, создателем новых потребительных стоимостей и стоимости, сам цены не имеет. Закономерности движения трудовых ресурсов определяются тем, в какой мере цена рабочей силы соответствует реальным затратам труда и условиям, в которых протекает процесс труда. Познать и использовать эти процессы особенно необходимо для экономической оценки качества технических средств производства в АПК, так как в сельском хозяйстве оплата труда механизаторов значительно ниже, чем в других отраслях хозяйствования.

Заработок механизатора в определенной мере зависит от возраста машины, условий, в которых протекает трудовая деятельность, комфортности жилищно-бытовых условий, престижности работы в сельской местности и других факторов.

Целевой методический подход исходит из условия: равная оплата за равный труд. Достижение этой цели обеспечивает стабилизацию процесса воспроизводства рабочей силы – кадрового потенциала АПК.

Факторы, обуславливающие необходимость коррекции оплаты труда механизатора:

- снижение технической производительности машинно-тракторного агрегата в связи со старением машин;
- снижение реальной оплаты труда за единицу времени при установленной сменной выработке и продолжительности смены;
- вынужденная необходимость продления времени смены для выполнения сменной нормы выработки;
- снижение престижности работы на старой технике;
- ухудшение санитарно-гигиенических условий работы, снижение комфортности при использовании стареющей техники.

Перечисленные факторы дают основание утверждать, что они являются причиной, побудительным

мотивом, исходящим от машины. Снижающееся качество машины обуславливает необходимость корректирования величины оплаты труда механизатора, увеличения затрат на повышенный расход топливо-смазочных материалов. Эти возрастающие затраты по причинам возникновения и характеру формирования являются «компенсирующими» и подлежат учету наравне с другими компенсирующими затратами при оценке качества машины, изменяющегося в связи с нарастающим износом.

Изложенное позволяет дать определение компенсирующих затрат. Компенсирующие затраты, адекватно отображая динамику качества объекта, включают в себя реальные расходы на техническое обслуживание и ремонт объекта, расчетные затраты на компенсацию износа неремонтоспособных частей этого объекта, расчетные расходы, учитывающие снижение топливной экономичности, снижение комфортности работы на машине и другие расчетные расходы аналогичного порядка. Компенсирующие затраты как термин впервые употреблен в специальной литературе по экономике качества машин в статье «Об адекватности натуральной и стоимостной оценок средств производства» [7].

Не подвергая сомнению методологическое значение приведенных затрат как основополагающего критерия оценки уровня качества технических средств производства, необходимо теоретически обосновать целесообразность дальнейшего совершенствования методологических подходов к расчету этого критерия.

Производственная деятельность, конкретный технологический процесс выпуска продукции или оказания услуг, сориентированные на повышение производительности труда, характеризуются следующими условиями: живой труд перекладывается на «плечи» машин; доля живого труда в конечном продукте уменьшается, доля овеществленного труда возрастает, общая величина затрачиваемого труда сокращается, выражая повышающий уровень качества при-

меняемой новой техники. Однако в конкретных расчетах не учитываются специфические особенности отдельных составляющих приведенных затрат, не учитываются в полной мере факторы социальной направленности. Старееющее техническое средство, постепенно утрачивая годность, «потребляет» живого труда больше, чем новое на устранение возникающих в процессе использования неисправностей; при этом оператор, устраняя неисправности, вынужден выполнять основную работу за пределами времени смены. Это «запредельное время» не оплачивается. Не оплачивается труд оператора в условиях снижающейся комфортности при использовании старой техники. Неоплаченный живой труд уменьшает величину приведенных затрат, нарушается теоретический постулат равной оплаты за равный труд. На практике это проявляется в неполной оплате труда оператора машины, снижении удовлетворенности профессией, стремлении работать на новой машине, а использование стареющей передать молодому оператору. Эта реальная ситуация ведет к текучести кадров, особенно молодежи. Социальный фактор при использовании техники прослеживается во многих других направлениях, его учет крайне необходим при организации производственных процессов и бытовых условий на селе. Фактор престижности побуждает экономически сильные сельскохозяйственные организации ускоренно обновлять машинно-тракторный парк, освобождаясь от стареющей менее эффективной техники, реализуя ее на рынке подержанной. Результаты учета престижности могут и должны быть выражены стоимостными показателями, отражающими снижение качества стареющих машин, условиями труда, быта и другими социально-трудовыми особенностями.

Уровень безработицы на селе выше, чем в городе; доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума в сельской местности почти в 2 раза выше, чем в городской. В этой связи постоянно проживать в сельской местности выбрали желание 45,6% опрошенных;

среди молодежи в возрасте 16-30 лет на этот вопрос согласием ответили только 30,2% [8]. Заработная плата работников сельскохозяйственных предприятий значительно ниже, чем в целом по экономике страны, продолжительность рабочего дня – 7,52 ч, а по российской экономике в целом – 7,03 ч. Увеличенная продолжительность на 0,49 ч дает основание утверждать, что имеют место дополнительные обстоятельства, побуждающие сотрудника к продлению времени смены для выполнения сменной нормы выработки. Если к работе тракториста-машиниста на тракторе класса 3 принять сменную норму выработки 7 га, а продление времени смены – 10 мин, то увеличение годовой занятости составит 42 ч в год, или 6 рабочих дней. При месячном заработке 13-15 тыс. руб. неоплаченный труд составит 3 600 руб. Эта неучтенная при оплате труда сумма должна быть учтена при расчете компенсирующих и приведенных затрат.

В аналогичном порядке корректируются другие затраты, возникающие в связи с износом машины, но не учитываемые в практической деятельности предприятия.

Приведенные затраты как модель стоимости, выражая методологический подход к оценке совершенства машины, должны учитывать изменения качества машины в процессе ее использования, снижение топливной экономичности, комфортности, усложнение эксплуатации в связи с нарастанием физического износа. Для уточнения определяемого срока службы машины, экономической оценки ее износа и остаточной стоимости, оценки изменяющегося качества и во многих других случаях возникает необходимость корректирования расчетов. Такая коррекция выполняется на основе учета динамики ежегодных «компенсирующих» затрат и «выравнивающих» начислений в расчете на единицу выполненной работы (услуги). Источником «выравнивающих» начислений является расчетная амортизационная сумма (первоначальная стоимость машины), а при планировании использования машины за пределами оптимального

срока – затраты на техсервис за продленный период.

Применительно к разрабатываемым проблемам функционирования экономического механизма возникает необходимость в такой оценке качества машин, которая обеспечивала бы эквивалентный обмен, равную заинтересованность партнеров. На практике это условие выражается в виде равенства годовых издержек использования машины в расчете на единицу выполненной работы (услуги) первым, вторым и последующими собственниками. Равенство издержек может быть выполнено путем суммирования ежегодных «компенсирующих» затрат или их части, отражающей увеличение издержек на поддержание машины в работоспособном состоянии, с «выравнивающими» начислениями. Ежегодные суммы «компенсирующих» затрат и «выравнивающих» начислений должны быть одинаковыми, обеспечивая равенство издержек на единицу выполненной работы в любой период использования машины.

Уточнение методики экономической оценки реального износа и качества машины является одной из позиций механизма регулирования рыночных взаимоотношений. Остаются и другие задачи, требующие для их решения дополнительных теоретических проработок и методических подходов.

#### Список

##### использованных источников

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 24, С. 196.
2. Селиванов А.И. Основы старения машин. М.: Машиностроение, 1964. 404 с.

3. Львов Д.С. Экономика качества продукции. М. Экономика, 1972. 320 с.

4. Ковалева Е. В. Концептуальные подходы к оценке качества товаров // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2007. Вып. №5 (25), С. 27-29.

5. Технический сервис – опыт и перспективы развития / Ю.А. Конкин, И.Г. Голубев, М.Ю. Конкин, В.Н. Кузьмин. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 340 с.

6. Итоги единовременного обследования сельскохозяйственной техники по срокам службы в колхозах, совхозах и межхозяйственных сельскохозяйственных предприятиях в 1982 г. / ЦСУ СССР. М, 1983. 204 с.

7. Конкин Ю.А., Ковалева Е.В., Тришкина Л.В. / Об адекватности натуральной и стоимостной оценок средств производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. Вып. №8 (39). С. 19-23.

8. Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию. Ежегодный доклад по результатам мониторинга. 2012 г. / Вып. 14-й. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 244 с.

#### Methodological and Methodical Approaches of Improving Economic Machinery Quality Evaluation

Yu.A. Konkin, E.V. Kovaleva

**Summary.** *The article discussed the conceptual positions of scientific support emerging problems to improve economic relations between partners on the basis of mutual interest, evaluation of changing quality of machines over their life cycle. A method for quality evaluation of new machinery based on calculation of components of compensating costs and regularities of their variation when using aging machinery was proposed.*

**Key words:** *methodology, quality evaluation compensating costs, equalization of charge.*





**7 –10 октября 2015**

Россия, Москва,  
Выставочный комплекс «ВДНХ»

# AGRO TECH RUSSIA

Международная выставка сельхозтехники и средств  
производства для растениеводства



[www.agrotechrussia.com](http://www.agrotechrussia.com)

Тел./факс: + 7 (495) 974-34-08  
E-mail: [agrotechrussia@vdnh.ru](mailto:agrotechrussia@vdnh.ru)

В рамках агропромышленной выставки «Золотая осень»



# 24-27

## НОЯБРЯ 2015

Россия | Краснодар  
ВКК «Экспоград Юг»

[yugagro.org](http://yugagro.org)

## 22-я Международная агропромышленная ВЫСТАВКА



ufi  
Approved  
Event

# ЮГАГРО



Организатор



КРАСНОДАРЭКСПО  
В составе группы компаний ITE

+7 (861) 200-12-38, 200-12-34  
[yugagro@krasnodarexpo.ru](mailto:yugagro@krasnodarexpo.ru)

Генеральный  
спонсор



РосАгроТрейд

Спонсор  
деловой программы



Спонсоры  
выставки

avgust  
crop protection



жизнь с лучшим качеством  
Zemlyakoff

