

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БЕЛАГРОСЕРВИС»**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Современные проблемы освоения  
новой техники, технологий, организации  
технического сервиса в АПК**

*Доклады республиканской  
научно-практической конференции  
на 18-й Международной специализированной выставке  
«Белагро-2008», г. Минск, 12 июня 2008 г.*

**МИНСК  
«ГИВЦ Минсельхозпрода»  
2009**

УДК 631.17(082)  
ББК 40.72я43  
С 56

**Редакционная коллегия:**

Генер. директор РО «Белагросервис» Н.А. Лабушев;  
генер. директор РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» В.Г. Самосюк; зам. директора по науч. работе Ин-та систем. исследований в АПК НАН Беларуси А.С. Сайганов;  
декан фак. «Технический сервис в АПК» УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» В.П. Миклуш.

**Рецензенты:**

д-р техн. наук, проф. В.Н. Дашков,  
д-р техн. наук В.В. Азаренко

**Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК** : докл. респ. науч.-практ. конф. на 18-й Междунар. специализир. выст. «Белагро-2008», г. Минск, 12 июня 2008 г. / М-во сел. хоз. и продовольствия Респ. Беларусь, РО «Белагросервис», УО «Белорус. гос. аграр. техн. ун-т» ; редкол.: Н.А. Лабушев [и др.]. – Минск : ГИВЦ Минсельхозпрода, 2009. – 120 с.

ISBN 978-985-6920-05-2

Сборник содержит труды сотрудников РО «Белагросервис», УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Института системных исследований в АПК НАН Беларуси и других организаций, в которых рассмотрены проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в агропромышленном комплексе.

Сборник предназначен для инженерно-технических и научных сотрудников, аспирантов, студентов и слушателей системы повышения квалификации и переподготовки управленческих кадров.

УДК 631.17(082)  
ББК 40.72я43

ISBN 978-985-6920-05-2

© Оформление. УП «ГИВЦ Минсельхозпрода», 2009

## *Уважаемые коллеги!*

Республиканское объединение «Белагросервис» предлагает Вашему вниманию очередной (четвертый) выпуск сборника трудов, подготовленного по результатам докладов научных работников и производителей на состоявшейся, ставшей уже традиционной, научно-практической конференции «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК».

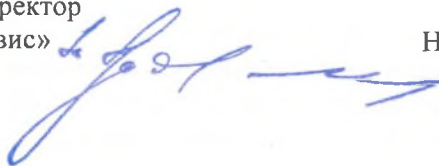
В конференции приняли участие члены совета РО «Белагросервис», руководители агросервисных организаций, директора ремонтных заводов, дилерских технических центров, сотрудники научно-исследовательских институтов и учреждений образования, представители Министерства промышленности, средств массовой информации, зарубежные гости.

На обсуждение были представлены проблемы, связанные с производством новой техники, освоением интенсивных технологий в сельскохозяйственном производстве, повышением эффективности использования машин и оборудования, совершенствованием организации технического сервиса в АПК.

Изложенные материалы докладов заслуживают внимания и могут быть использованы как в практической деятельности работников агросервисных организаций, так и в учреждениях образования при обучении специалистов и слушателей повышения квалификации.

Проведение ежегодных научно-практических конференций в рамках выставок «Белагро» способствует дальнейшему развитию и совершенствованию агротехнического сервиса в Республике Беларусь, интеграции науки и производства.

Генеральный директор  
РО «Белагросервис»



Н.А. Лабушев

**ПРОИЗВОДСТВО НОВОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ РО «БЕЛАГРОСЕРВИС»**

*Лабушев Н.А., ген. директор*

*(РО «Белагросервис», г. Минск)*

Стало уже доброй традицией в рамках международной специализированной выставки «Белагро» проведение расширенного заседания Совета РО «Белагросервис» и научно-практической конференции «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК».

В конференции принимают участие члены Совета РО «Белагросервис», руководители агросервисных организаций, директора ремонтных заводов, дилерских технических центров, сотрудники научно-исследовательских институтов и учреждений образования, представители Министерства промышленности, средств массовой информации, зарубежные гости. Традиционно приглашены и наши ветераны.

На обсуждение представлены проблемы, связанные с производством новой техники, освоением интенсивных технологий в сельскохозяйственном производстве, повышением эффективности использования машин и оборудования, совершенствованием организации технического сервиса в агропромышленном комплексе.

Довожу до вашего сведения, что по итогам нашей прошлой конференции издан сборник, состоящий из 49 докладов. Также издан каталог техники и оборудования, которые изготавливают наши организации агросервиса.

Что представляет собой система «Белагросервис»:

- Это более 46 тысяч работающих;
- РО «Белагросервис» – головная организация;

- 6 облагросервисов;
- 124 районные организации агросервиса;
- 18 заводов (в т.ч. 6 мотороремонтных);
- 10 специализированных транспортных предприятий;
- 51 льнозавод;
- 5 экспортных льнобаз;
- 7 организаций управления «Трест Промбурвод», в т.ч. «Завод Промбурвод»;
- 121 присоединенных к агросервисам колхозов и совхозов.

В составе райагросервисов насчитывается 15 специализированных ремонтных мастерских, 62 станции технического обслуживания. Сегодня можно сказать, что организации системы «Белагросервис», несмотря на непродолжительный период существования, внесли определенный вклад в достижения сельскохозяйственного производства республики. РО «Белагросервис» сумело организовать и укрепить связи между агросервисными организациями.

По итогам работы за 4 месяца организациями сервисного обслуживания АПК в целом по республике произведено продукции, выполнено работ, оказано услуг, продано товаров на сумму 1170,9 млрд. белорусских рублей.

Объем произведенной продукции, выполненных работ (услуг), проданных товаров обслуживающими организациями республики увеличился к соответствующему уровню прошлого года на 389,9 млрд. рублей. Темпы роста составили в целом по системе агросервиса 150 %.

Сельскохозяйственными организациями республики поставлено материально-технических ресурсов на сумму 696 млрд. рублей, что на 235,7 млрд. рублей выше уровня 2007 года. Темпы роста товарооборота составили в целом по системе агросервиса 151,2 %.

Выполняя принятые республиканские и государственные программы, организациями агросервиса поставлено с начала 2008 года более 3700 единиц различной сельскохозяйственной техники, в том числе: тракторов – 660 шт., кормоуборочных комбайнов – 223 шт., косилок – 350 шт., пресс-

подборщиков – 118 шт., граблей-ворошилок – 124 шт., машин химической защиты растений – 67 шт., автомобилей – 180 шт.

За истекший ремонтный период специализированные и ремонтные предприятия системы агросервиса оказали услуг по ремонту полнокомплектных тракторов, сельскохозяйственных машин, узлов и агрегатов к ним на сумму 111,6 млрд. рублей.

Организациями агросервиса произведено сельскохозяйственной продукции на сумму 55,5 млрд. рублей. Темпы роста по объему сельскохозяйственного производства к соответствующему периоду прошлого года в целом по республике составили 130 %.

Несмотря на предпринимаемые на уровне государства меры по восстановлению и развитию машинно-тракторного и автомобильного парков АПК, техническая оснащенность сельского хозяйства продолжает снижаться и не отвечает необходимому уровню. Так, если в 1990 году в сельском хозяйстве республики насчитывалось 113,4 тыс. тракторов, то уже к концу 2007 года их число снизилось до 41,9 тыс., или на 63,0 %. Аналогичная тенденция наблюдается и по таким видам сельскохозяйственной техники, как кормоуборочные, картофелеуборочные машины и др. По расчетам, проведенным в РУП НЦП НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, обеспеченность по основным видам технических средств без учета коэффициента готовности находится на уровне 70 %.

Поступление основных видов сельскохозяйственных машин меньше их выбытия в 1,5-2,0 раза, лишь по зерноуборочным комбайнам и свеклоуборочной технике в настоящее время обеспечивается простое воспроизводство.

В государственной программе возрождения и развития села на 2005-2010 годы сказано: «С целью создания базы для совершенствования технологий производства сельскохозяйственной продукции, выполнения в научно обоснованные сроки комплекса работ в земледелии и животноводстве необходимо оптимизировать структуру машинно-тракторного

парка и обеспечить к 2010 году потребность сельскохозяйственных организаций в основных видах технических средств: тракторах, зерноуборочных комбайнах, в зерноочистительно-сушильных комплексах, кормоуборочных комбайнах, а также произвести и поставить другую сельскохозяйственную технику и оборудование».

С этой целью для решения задач, поставленных правительством республики в области внедрения современных технологий по возделыванию сельскохозяйственных культур, заготовке мяса и молока, на предприятиях агросервиса активно ведется работа по освоению производства современной сельскохозяйственной техники и оборудования.

В 2007-2008 годах будет освоено производство 22 видов новых машин и оборудования для сельского хозяйства, задействованных практически на всех видах сельхозработ, в стадии освоения производства находятся десять образцов машин (разрабатываются и регистрируются технические условия, ведется работа по сертификации продукции).

Надо признать, что создаваемая отечественная сельскохозяйственная техника в большинстве своем отвечает требованиям сельскохозяйственного производства по качеству работы в диапазоне заданных рабочих скоростей и производительности. Однако по качеству изготовления, применяемым материалам и технической надежности она иногда уступает зарубежной. В результате этого наблюдаются простои машин в напряженные периоды полевых работ, приводящие к увеличению агротехнических сроков и существенным потерям сельскохозяйственной продукции. Отечественные сельскохозяйственные машины отличаются также большей материалоемкостью и энергоемкостью в сравнении с зарубежными машинами-аналогами.

Проводимая в рамках «Белорусской агропромышленной недели» международная выставка «Белагро-2008» даст уникальную возможность ознакомления с передовыми технологиями для ведения сельскохозяйственного производства, новинками в сельскохозяйственном машиностроении, предос-

тавляемыми отечественными и зарубежными производителями. Именно здесь, на выставке, можно продукцию организаций агросервиса с лучшими образцами машин и оборудования других производителей.

Техника и оборудование, которые производятся агросервисами, неоднократно были отмечены на международных выставках (на международной специализированной выставке «Золотая осень-2007» РО «Белагросервис» было награждено дипломом второй степени и серебряной медалью, ДП «Минойтовский ремонтный завод» – дипломом первой степени и золотой медалью, ОАО «Казимировский ОЭЗ» и ОАО «Гомельагрокомплект» – дипломами второй степени и серебряными медалями).

РО «Белагросервис», облагросервисам, райагросервисам необходимо активнее принимать меры по созданию совместных производств сельскохозяйственной техники, оборудования, в том числе и для льноводческого комплекса, а также по привлечению иностранных инвестиций, работать над повышением качества выпускаемой сельскохозяйственной техники, ее надежности.

Мы производим достаточно большую номенклатуру сельскохозяйственной техники, оборудования. Об этом говорит и экспозиция РО «Белагросервис» на открытой площадке выставки «Белагро-2008». Задача стоит активнее ее реализовывать не только в республике, но и за ее пределами, смелее идти по пути создания совместных производств.

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИН  
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Самосюк В.Г., ген. директор, канд. эконом. наук;  
Азаренко В.В., д-р техн. наук, проф.;*  
*Володкевич В.Н., зав. лабораторией*

*(РУП “Научно-практический центр Национальной  
академии наук Беларуси по механизации сельского  
хозяйства”, г. Минск)*

В настоящее время технические средства, выпускаемые в республике, составляют свыше 70 % номенклатуры системы машин, требуемой для ведения сельского хозяйства. При той динамике, которую приобрело республиканское сельхозмашиностроение по освоению производства новых машин, этот показатель в ближайшие годы может быть существенно превзойден, что для столь небольшого государства, каковым является Республика Беларусь, вряд ли оправдано. Удельный вес собственного сельхозмашиностроения должен быть обоснован с позиций научных методов формирования системы машин в целом, в том числе с учетом экономически целесообразных объемов не только производства, но и закупки машин.

Блок-схема формирования системы машин (рис. 1) предусматривает определенную последовательность выполнения работ.

На первом этапе ведется обоснование перспективных технологий производства основных видов продукции растениеводства (зерно, корма из трав и силосных культур, продукция льноводства, сахарная свекла, картофель и овощи, плодово-ягодная продукция) и животноводства (молоко, говядина, свинина, продукция птицеводства, рыба, продукция пчеловодства). Эта работа выполняется совместно с организациями аграрного профиля НАН Беларуси и специалистами

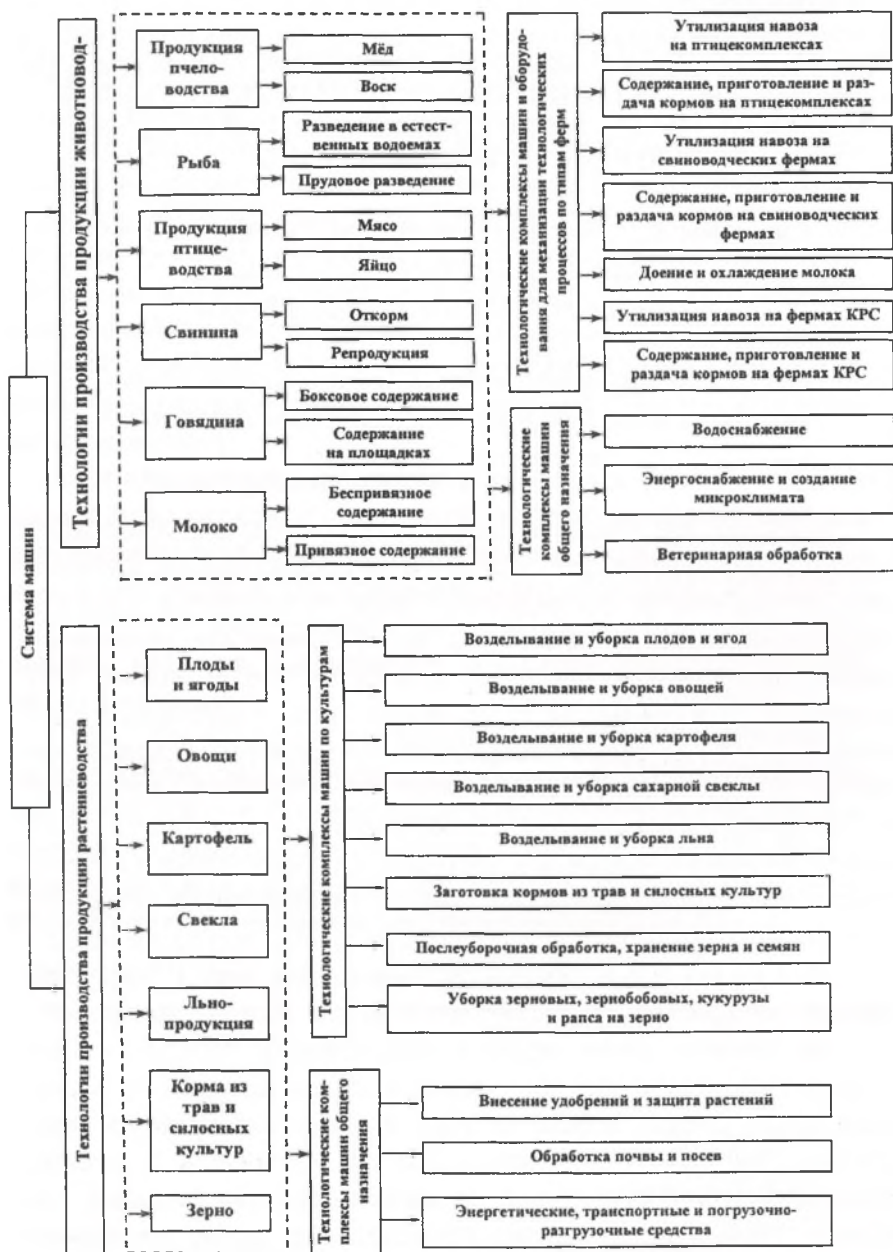
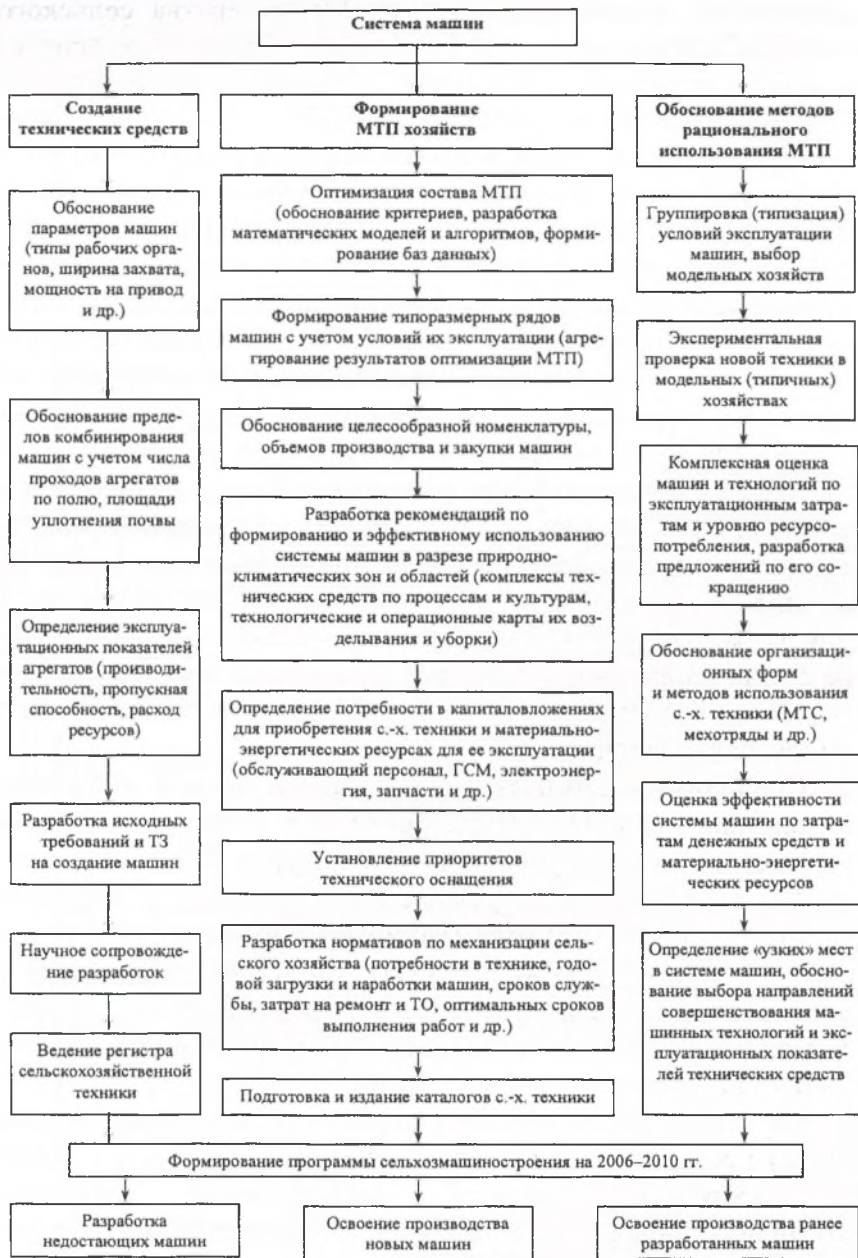


Рис. 1. Блок-схема формирования системы машин

организаций, входящих в систему Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, и ведется на основе изучения агротехники, способов содержания животных и применения средств механизации. При этом учитываются как достижения передовых хозяйств республики, так и зарубежный опыт. На втором этапе из имеющихся средств механизации формируются технологические комплексы машин для реализации инновационных технологий производства продукции по видам и направлениям использования, определяется необходимость совершенствования и разработки новых машин и технологий. Система машин формируется на основе агрегирования (укрупнения) технологических комплексов для производства отдельных видов продукции. При этом они подразделяются на комплексы общего назначения и специальные. К первым в растениеводстве относятся энергетические, транспортные и погрузочно-разгрузочные средства, машины для обработки почвы и посева, внесения удобрений и защиты растений; в животноводстве – машины и оборудование для ветеринарной обработки помещений и скота, энергетического обеспечения и создания микроклимата на фермах и комплексах, водоснабжения.

Специальные комплексы технических средств для растениеводства – это наборы типоразмеров машин, требуемых при возделывании и уборке с.-х. культур в различных природно-производственных условиях республики. В животноводстве таковыми являются машины и оборудование для содержания, приготовления и раздачи кормов по типам ферм и комплексов (крупный рогатый скот, свиноводческие, птицеводческие), утилизации навоза, доения и охлаждения молока на молочно-товарных фермах и комплексах.

Научные принципы формирования системы машин (рис. 2) предусматривают три направления НИОКР – создание технических средств, формирование машинно-тракторного парка (МТП) хозяйств, обоснование методов рационального использования МТП.



**Рис. 2.** Научные принципы формирования системы машин

Основным для первого направления (создание технических средств) является разработка исходных требований и ТЗ на создание машин. Эти документы предполагают выполнение следующих этапов работ. Обоснование параметров машин. На основе анализа отечественных и зарубежных аналогов выбираются наиболее эффективные типы рабочих органов, определяются ширина захвата машин и мощность, требуемая для их привода, другие характеристики машин. Обоснование пределов комбинирования машин. С учетом вредного воздействия ходовых систем машин на почву и необходимости сокращения числа проходов агрегатов по полю, а также агротехнической целесообразности и экономической эффективности совмещения технологических операций определяются типы требуемых комбинированных агрегатов и условия их эффективного применения.

Определение эксплуатационных показателей агрегатов. Исходя из принятых параметров машин, для различных условий эксплуатации определяется производительность (пропускная способность), затраты труда и расход материально-энергетических ресурсов в расчете на единицу выполняемой работы. Осуществляется научное сопровождение ранее внедренных разработок и ведение реестра или регистра сельскохозяйственной техники. В регистре фиксируются проведенные усовершенствования и модернизации, а также полученные в результате их осуществления характеристики и технико-эксплуатационные показатели технических средств. Второе направление – формирование МТП хозяйств – призвано создать предпосылки и условия для реализации технических и экономических возможностей, заложенных в системе машин. Основным этапом, требующим глубокой научной проработки, является оптимизация состава МТП типичных хозяйств республики. Она предполагает обоснование критериев, разработку математических моделей и баз данных для проведения расчетов. На основе расчета оптимального состава МТП для различных естественно-производственных условий эксплуатации машин формируются типоразмерные ряды

требуемых средств механизации. Сложность задачи заключается в том, что к системе машин предъявляются противоречивые требования: с одной стороны, она должна максимально отвечать зональным условиям, что объективно ведет к росту ее разномарочности, а с другой, – обеспечивать достаточно крупносерийное производство унифицированных и универсальных технических средств, что требует сокращения выпускаемой номенклатуры машин. В этих условиях вторым этапом работ по формированию МТП хозяйств является агрегирование результатов оптимизации состава МТП.

Как уже отмечалось, в республике в настоящее время производится около 70 % требуемой для сельского хозяйства номенклатуры машин и оборудования, многие из которых выпускаются объемом от десятков (в лучшем случае) до нескольких сотен единиц. Это значительно удорожает выпускаемую технику и не позволяет на должном уровне поддерживать ее технический уровень и качество изготовления. В этих условиях важно установить правильные пропорции между объемами собственного производства и закупки машин, что является третьим этапом работ по формированию МТП хозяйств. Эксплуатация средств механизации в сельском хозяйстве невозможна без научно обоснованных нормативов потребности в технике, ее годовой загрузки и наработки, сроков службы машин, затрат на их ремонт и техническое обслуживание. Без таких нормативов нельзя вести целенаправленную политику по развитию ремонтно-обслуживающей базы, оценивать объем ремонтно-обслуживающих воздействий по типам и срокам эксплуатации машин, планировать затраты на содержание и эксплуатацию машинно-тракторного парка и др. Установление указанных нормативов является четвертым этапом работ по формированию МТП. Функционирование системы машин требует также определения потребности в капиталовложениях для приобретения с.-х. техники, трудовых и материально-энергетических ресурсах для ее эксплуатации (обслуживающий персонал, ГСМ, электроэнергия, запчасти и др.). Определение ресурсов, требуемых для функционирова-

ния системы машин, является пятым этапом работ по указанному направлению. Учитывая экономическое положение хозяйств, в первую очередь дефицит инвестиций, важно научно обосновать очередность капиталовложений на приобретение техники с таким расчетом, чтобы суммарный эффект за определенный временной промежуток ее эксплуатации был максимальным с учетом прироста объемов производства (уменьшения потерь) и улучшения качества производимой с.-х. продукции. Поэтому шестым этапом является установление приоритетов технического оснащения. Завершающими этапами формирования МТП хозяйств является разработка рекомендаций по эффективному использованию системы машин в разрезе природно-климатических зон и административных единиц, а также подготовка и издание каталогов машин, знакомящих потребителей с их техническими характеристиками и эксплуатационными показателями. Основу указанных документов будут составлять комплексы машин и оборудования по процессам и видам продукции, технологические и операционные карты ее производства.

Третьим направлением формирования системы машин является обоснование методов рационального использования МТП. Основным здесь является экспериментальная проверка системы машин на примере модельных (типичных) хозяйств, обоснование рациональных форм и методов использования с.-х. техники, определение «узких» мест в системе машин и на этой основе выбор направлений совершенствования машинных технологий и эксплуатационных показателей технических средств. Это важнейшее направление формирования системы машин включает следующие этапы работ. Первый этап предусматривает выбор модельных хозяйств, характеризующих условия эксплуатации машин и оборудования в группе натуральных сельхозпредприятий, естественно – производственные условия которых отражают выбранные модельные хозяйства. На этом этапе должна выполняться типизация условий эксплуатации средств механизации по факторам, определяющим технические параметры и эксплуатационные по-

казатели машин. Оценка адекватности этих параметров и показателей реальным условиям эксплуатации машин в типичных хозяйствах выделенных зон является главной целью экспериментальной проверки новой техники – второго этапа работ по этому направлению. На этом этапе осуществляется обратная связь с этапами работ, предусмотренными первым направлением формирования системы машин – создание технических средств. Отмеченные по итогам экспериментальной проверки недостатки машин, требующие устранения при их совершенствовании и модернизации, фиксируются и устраняются при научном сопровождении разработок. На основе экспериментальной проверки отдельных технических средств дается оценка машинных технологий по уровню ресурсопотребления и эксплуатационных затрат на выполнение механизированных работ и производство продукции. Комплексная оценка машин и технологий по критерию ресурсопотребления является смыслом третьего этапа работ по обоснованию методов рационального использования МТП, в результате завершения которого разрабатываются предложения по сокращению уровня ресурсопотребления. Важным выводом из результатов работ по третьему этапу является обоснование организационных форм и методов использования с.-х. техники – четвертый этап работ по этому направлению. Здесь важно определить, какую технику рационально приобретать и использовать непосредственно хозяйствам, а какую применять в составе механизированных отрядов, машинно-технологических станций и других форм организации труда и использования техники. Завершающими этапами работ по обоснованию методов рационального использования МТП являются оценка эффективности системы машин в целом, определение «узких» мест в ней, обоснование выбора направления совершенствования машинных технологий и эксплуатационных показателей технических средств.

Одним из основных результатов является обоснование исходных предпосылок для разработки программы сельхозмашиностроения республики на определенный период, вклю-

чая разработку недостающих машин, освоение производства новых и ранее разработанных машин.

### Выводы

1. Формирование системы машин для механизации процессов аграрно-промышленного комплекса страны предусматривает три направления НИОКР: обоснование параметров и создание технических средств, формирование машинно-тракторного парка хозяйств, обоснование методов рационального использования машинно-тракторного парка.

2. В свою очередь, обоснование методов рационального использования машинно-тракторного парка основывается на экспериментальной проверке системы машин в модельных хозяйствах, выборе рациональных форм и методов использования сельскохозяйственной техники; включает определение «узких» мест в системе машин, выбор направлений совершенствования машинных технологий и оценку эффективности системы машин в целом.

3. Завершающим этапом реализации системы машин является формирование программы сельхозмашиностроения Республики Беларусь на определенный период.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Формирование ресурсосберегающей системы сельскохозяйственных машин на рубеже нового века / М.М. Севернев, В.И. Анискин, И.С. Нагорский, В.Н. Дашков // Аграрная наука на рубеже XXI века: Материалы ААН РБ. – Мн., 2000. – С. 35-45.

2. Концепция развития механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства Республики Беларусь на период до 2000 г. / И.С. Нагорский, М.М. Севернев, И.Н. Шило и др. – Мн.: Ураджай, 1996. – 96 с.

Учреждение образования  
беларусский государственный  
аграрный технический университет

БИБЛИОТЕКА  
ИНВ № 494751

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Сайганов А.С., зам. директора, д-р эконом. наук, проф.,  
Дрозд Л.Я., зам. ген. директора*

*(Институт системных исследований в  
АПК НАН Беларуси, г. Минск, РО «Белагросервис»)*

Одним из главных направлений повышения эффективности сельского хозяйства Республики Беларусь является технико-технологическая модернизация и переоснащение машинно-тракторного парка сельскохозяйственных товаропроизводителей. Причем, как показывает практика, решение данной проблемы заключается не только в простом обеспечении сельскохозяйственных потребителей средствами механизации, но даже в большей мере зависит от уровня ремонтно-технического обслуживания машин на протяжении всего периода их эксплуатации.

В настоящее время техническое обеспечение, как отрасль сельского хозяйства, так и агропромышленного комплекса в целом, осуществляется в соответствии с Государственной программой возрождения и развития села на 2005-2010 годы. В соответствии с ней только на 2005-2007 годы на техническое переоснащение сельского хозяйства было направлено около 2,3 трлн. руб. Это позволило поставить в сельскохозяйственные организации Республики более 3700 зерно- и кормоуборочных комбайнов, 2400 энергонасыщенных тракторов «Беларус», более 1500 пресс-подборщиков, почти 2000 сеялок, 3000 автомобилей МАЗ, более 1000 комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, 900 машин для внесения минеральных и органических удобрений, 500 машин для химической защиты растений и семян и более 12000 другой сельскохозяйственной техники.

Однако, несмотря на это, техническая оснащенность отрасли не отвечает необходимому нормативному уровню. Так, по расчетам, проведенным в РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, обеспеченность по основным видам технических средств без учета коэффициента технической готовности находится в среднем по республике на уровне 70 %.

Принимая во внимание то обстоятельство, что около 70 % машинно-тракторного парка сельскохозяйственных организаций находится в эксплуатации 7 и более лет, коэффициент технической готовности машинно-тракторного парка страны не превышает 75-80 %, что в результате обуславливает тот факт, что реальная обеспеченность отрасли составляет 50-60 % от научно обоснованного нормативного уровня.

В этой связи одним из важных направлений повышения технической оснащенности сельскохозяйственных товаропроизводителей, а также загрузки ремонтных и других агро-сервисных предприятий является развитие вторичного рынка машин и оборудования для АПК, который позволит в значительной степени ускорить обновление и улучшить количественный и качественный состав МТП, а также сэкономить значительные объемы денежных средств, так как стоимость поддержанной техники с восстановлением ресурса до уровня 80-90 % составляет 40-60 % от стоимости новой.

Перспективность данного направления подтверждается постоянным его развитием в странах Западной Европы и Северной Америки, где на один проданный новый трактор или комбайн приходится 2-4 ранее бывших в употреблении, что дает возможность сельскохозяйственным организациям сравнительно невысокой эффективностью экономить финансовые средства, покупая поддержанные, относительно дешевые машины, направлять денежные ресурсы на производственное строительство, совершенствование технологии, улучшение земель, покупку сортовых семян и другие приоритетные направления.

В настоящее время в республике значительный опыт по развитию вторичного рынка поддержанной техники накоплен

на ОУП «Мостовский ремонтный завод», которое, начиная с 2000 г., стало осуществлять сборку моделей тракторов «Беларус-80 (82.1)» и их реализацию по заказам сельскохозяйственным товаропроизводителям. При этом, как показывает практика, примерно 50 % тракторов собирается под заказ, а другие – под будущие заказы. Сегодня на данном предприятии для вторичного рынка сельскохозяйственной техники собирается более 500 единиц таких тракторов, что позволяет заводу только за счет данного вида деятельности ежемесячно получать прибыль в размере 600 млн. руб. Собранные трактора кроме отечественных потребителей реализуются также в Россию и Украину. Мостовский ремонтный завод является одним из ведущих в данном направлении.

В то же время вторичный рынок сельскохозяйственной техники пока еще не получил в Беларуси широкого распространения. Поэтому ремонтом подержанных средств механизации отечественного производства с последующей реализацией занимаются лишь отдельные предприятия.

Необходимо подчеркнуть, что в настоящее время Центром аграрной экономики Института экономики НАН Беларуси совместно с РО «Белагросервис», Минсельхозпродом Республики Беларусь и Мостовским ремонтным заводом разработаны рекомендации по организации и эффективному функционированию вторичного рынка сельскохозяйственной техники. В них изложены научные основы формирования и функционирования вторичного рынка сельскохозяйственной техники, анализ современного уровня организации рынка подержанной техники в АПК Беларуси, а также странах Западной Европы и США; методика определения целесообразности приобретения новой или подержанной сельскохозяйственной техники в зависимости от финансово-экономического состояния потребителей; представлены обоснованная организационно-экономическая модель развития вторичного рынка сельскохозяйственной техники в АПК Беларуси и комплекс разработанных предложений по его эффективному регулированию.

Данные рекомендации предназначены для предприятий РО «Белагросервис», сельскохозяйственных и других организаций, формирующих инфраструктуру вторичного рынка средств механизации для АПК. Их применение непосредственно в производственных условиях позволит ускорить темпы обновления действующего состава МТП сельскохозяйственных потребителей.

Другим важным направлением повышения уровня технической оснащенности сельскохозяйственного производства является дальнейшее совершенствование развития лизинговых отношений. Применяемый в настоящее время так называемый государственный лизинг в системе РО «Белагросервис» выгоден для сельскохозяйственных организаций и высоко затратный для государства, поскольку лизингополучатели не возвращают своевременно установленные лизинговые платежи. Практика показывает, что их собираемость составляет около 20 % от всего объема подлежащих возврату лизинговых платежей. Поэтому в настоящее время у потребителей существует такое мнение – как взял технику в лизинг, так и забыл.

В этой связи необходимо в обязательном порядке изымать объект лизинга и передавать его во вторичный лизинг другим товаропроизводителям. Кроме того, целесообразно привлекать для этих целей коммерческие лизинговые компании. Последние могут участвовать также в развитии вторичного рынка сельскохозяйственной техники. Ремонтные агро-сервисные предприятия могут предоставлять им восстановленную технику. В свою очередь, лизинговые компании реализуют ремонтным предприятиям по остаточной стоимости подержанную технику, изымаемую у неплательщиков в соответствии с договором лизинга.

Третьим важным направлением повышения технической обеспеченности является дальнейшее совершенствование экономических взаимоотношений между ремонтными предприятиями и различными агро-сервисными структурами и сельскохозяйственными товаропроизводителями, поскольку функционирующая в настоящее время на республиканском и

областном уровнях система ремонтно-технического обслуживания во многом сохранила принципы централизованного (государственного) планирования и управления. Причем, важным и положительным аспектом является рост производственных программ ремонта полнокомплектных машин и агрегатов в соответствии с темпами развития национальной экономики. Действующая система не способна функционировать без прямых государственных дотаций и не стимулирует внедрение на местах новых методов, технологий и форм ремонта. При этом наблюдается опережающий физический и моральный износ материально-технической базы предприятий.

Дальнейшее развитие системы ремонтно-технического обслуживания должно базироваться на усилении интеграционных процессов между всеми контрагентами рынка услуг технического агросервиса, совершенствовании схем купли-продажи машин, оборудования и запасных частей, предполагающих предоставление рассрочки платежа, а также гибкой системы скидок. Наряду с этим для повышения качества ремонтных работ, конкурентоспособности агросервисных предприятий, создания предпосылок для внедрения инновационных технологий ремонта и обновления материально-технической базы необходима переориентация бюджетных средств, направляемых агросервисным предприятиям на удешевление ремонтных работ, на льготное кредитование сельскохозяйственных потребителей данного комплекса услуг.

## ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАВЕСНЫХ УСТРОЙСТВ ТРАКТОРА В СОСТАВЕ РАЗНЕСЕННОГО ЭШЕЛОНИРОВАННОГО АГРЕГАТА

*Бурдыко В.М. – директор;  
Ващула А.В. – зав. лабораторией*

*(ГУ «Белорусская МИС»)*

Повсеместный отход от навесных МТА в пользу полунавесных обусловлен более высокой эффективностью последних. В то же время полунавесные МТА, имеющие общую длину до 17 м, трудно эксплуатировать на мелкоконтурных полях, которых много, например, в Витебской области. Мелкоконтурность полей обусловлена развитой сетью дорог и электролиний, наличием строений, отдельных деревьев, валунов, местных понижений-блюдца, сложным макрорельефом местности. В таких условиях, а также с учетом наличия в этом регионе почв с высоким удельным тяговым сопротивлением, целесообразно было бы использовать навесные разнесенные эшелонированные агрегаты на базе гусеничных тракторов, например пахотные.

Для эффективной эксплуатации таких агрегатов необходимо обеспечить их уравнивание в продольной плоскости. Так, в условиях рядовой эксплуатации, например, при работе на косогоре, маневрировании на МТА действуют отклоняющие моменты, вызывающие искривление траектории движения трактора. В ручном режиме на тракторах устаревших моделей в силу специфики системы поворота реализовать данную идею невозможно. Для стабилизации прямолинейности курсового движения требуется активная мехатронная система.

На данном этапе создались определенные предпосылки для практической реализации НЦ для эшелонированных агре-

готов и мехатронной системы. Для этого можно использовать датчики усилий в тягах навески «Бош», а также систему поворота с активным межколесным дифференциалом, применяемую на тракторе «Беларус 2102» и разработанную для трактора Т-180 конструкторами ХТЗ.

Чтобы повысить КПД агрегата на базе колесного трактора используют системы силового и позиционного регулирования [1-4], позволяющие уменьшить силу трения в контакте почвообрабатывающего орудия с почвой.

На гусеничных тракторах такие системы не находят необходимого развития из-за больших значений дифферента корпуса трактора в процессе движения по неровностям и с тяговой нагрузкой на крюке. Это позволит снизить энергоемкость почвообработки. Например, если вес плуга с находящейся на ней почвой составит  $G_{пл} = 25$  кН, а коэффициент трения металла с почвой  $\mu = 0,6$ , то в контакте «орудие-почва» образуется сила трения 15 кН. При весе трактора  $G_T = 102$  кН трактор развивает номинальную силу тяги 50 кН, а средняя эксплуатационная загрузка по силе тяги  $P_{кр} = 35...40$  кН.

Плуги с числом корпусов  $n$  свыше восьми, имеющие длину (продольное расстояние между носками крайних лемехов) более 6 метров, даже при небольшом дифференте орудия имеют большую неравномерность глубины пахоты.

Для лучшего копирования рельефа поля следует регулировать силовую и кинематическую связь трактора и навешенного орудия путем изменения длины верхней тяги НУ.

Известны конструкции тракторов [5], у которых в верхнюю тягу встроен гидроцилиндр с целью облегчения монтажа сельхозмашины. Известны [6-10] также патенты, позволяющие регулировать распределение нормальных нагрузок между трактором и сельхозорудием путем изменения длины верхней тяги. В работе Огрызковых [11] выполнен агрокинематический анализ работы навесного пахотного агрегата. Они доказывают, что при переезде неровностей рельефа в тягах ЗНУ и передних брусках рамы плуга возникают дополнительные силы, вызывающие их деформацию. Кроме того, ухудша-

ется равномерность хода корпусов по глубине. Авторы предлагают рассчитывать кинематику переезда неровности исходя из того, что центр поворота находится в шкворне крепления задней балансирной каретки. Для устранения выявленного недостатка предлагается создать ЗНУ, которое не препятствовало бы взаимным перемещениям трактора и плуга. Отметим, что на тракторах ВгТЗ традиционно используется верхняя тяга ЗНУ с пружинным компенсатором, что, по мнению авторов, работает неэффективно.

На выставке «Agritechnica 2005» [12] фирма «Lemken» представила новый 6 или 7 корпусный гибридный оборотный плуг «Vari Transit 8», совмещающий достоинства навесного и полунавесного плугов. Масса названного плуга 2,8 т, что на 0,6 т легче серийного плуга «Vari Diamant». Длина серийного плуга составляет почти 8 м. Если на разворотной полосе агрегат движется по кругу, то ширина разворотной полосы достигает 30 м. Модернизированный плуг «Vari Transit 8» на повороте приподнимается в навесном варианте, что позволяет уменьшить ширину разворотной полосы до 17 м. При прямолинейном движении шарнир сочленения трактора с плугом с вертикальной осью вращения блокируют. Это позволило, изменяя длину верхней тяги НУ, приподнимать вокруг горизонтального шарнира плуг, догружая тем самым колеса трактора. Из-за большого опрокидывающего момента на передний брус трактора навешивают балласт массой 1,2-2 т. Такое устройство регулирования силового взаимодействия плуга с трактором позволяет уменьшить массу последнего. Тем самым достигается снижение энергозатрат на передвижение трактора и плуга.

Электронное регулирование положения навесного устройства (ЭГСАРН) заключается в использовании стандартных способов регулирования (силового, позиционного и комбинированного) [13-14] и методов настройки и управления. Кроме того, в последние годы обозначились две особенности:

- регулирование заданного положения навесного орудия может корректироваться при появлении чрезмерного буксования ведущих колес (о получении необходимой для этого информации будет сказано ниже);

1-00

БГАТУ

БИБЛИОТЕКА



1 017 112 919990

3. Eykhoff, P. System identification parameter and state estimation / P. Eykhoff // University of Technology Eindhoven. – 1974. №4. – с. 18-19.
4. Верхнее дышло с изменяемой длиной для сцепного треугольника соединения сельскохозяйственных орудий и трактора: патент РФ № 2007063 класс А01В59/043 / Паул Херхенбах; заявка № 4831534/15; заявл. 13.11.1990; опубл. 15.02.1994 // Открытия. Изобрет.- 15.02.1994 - №.4– С19.
5. The – point hitch assembly: patent №5 697 454 USA, date of patent dec, 16, 1997/ ynventor Mark Wilco assignee Wilcox brothers unorporated.
6. Hitch mechanism: patent №5997 024 USA, int d А01В 63/102 date of patent dee, 7, 1999 /ynventor Joseph Cowly assignee Deer & Company, Moline,III.
7. Upper hitch link: patent № 6 227 304 В1 USA, data of patent may, 8, 2001 /ynventor Damel Schlegel assignee Case Corporation, Racine.
8. Implement hitch and control system: пат. 6.698.524В2 USA, МПК А01В 63/112, опубл. 02.03.2004г.
9. Hitch mechanism for coupling implements to a vehicle: patent №6.321.851 В1 USA, date of patent nov. 27 2001/ ynventor Hunz Weiss, Gerd Berhardt and inch, assignee Deere & Company.
10. Impliment hitch and control system: patent №6.698.524 В2 USA, date of patent mar.2.2004 /ynventor Fedatov, Sergey and inch, assignee Deere & Company.
11. Огрызков, Е.П. Агрокинематический анализ навесных систем «трактор-плуг» / Е.П. Огрызков, В.Е. Огрызков, П.В. Огрызков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002, – № 12. – С. 15-17.
12. Испытания плуга Lemken vari Transit 8 «Такой тяжелый и все-таки легкий» // Современная техника и оборудование, осенний выпуск.– 2007.– № 3.- С. 34–37.
13. Шпилевский, Г.Б. Перспективы автоматизации сельскохозяйственных тракторов / Г.Б. Шпилевский // Тракторы и сельскохозяйственные машины.– 2004.– № 5– С. 41-46.

14. Строк, Е.Я. Управление навесным устройством трактора с использованием средств электрогидравлики и автоматики/ Е.Я. Строк, Л.Д. Бельчик, И.Н. Ус, В.Е. Борейшо, Д.Е. Строк // Приводная техника.- 2005. - № 4, С. 42-47.

УДК 631

## **ПРОИЗВОДСТВО НОВОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ОАО «КАЗИМИРОВСКИЙ ОПЫТНО- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД»**

*Рабеко А.А., директор*

*(ОАО «Казимировский опытно-экспериментальный завод»)*

ОАО «Казимировский опытно-экспериментальный завод» основан как самостоятельное предприятие в 1972 году. В начале своей деятельности профилировался по выпуску трубных и вентиляционных заготовок; изготовлению металлоконструкций для агропромышленного комплекса; ремонту и наладке узлов к сельскохозяйственной технике.

В мае 2009 г. ОАО «Казимировский опытно-экспериментальный завод» исполнится 37 лет. За эти годы предприятие превратилось из завода по выпуску трубных вентиляционных заготовок в открытое акционерное общество по изготовлению металлоконструкций для агропромышленного комплекса. Среди заводов подобного профиля является единственным в Могилевской области. Предприятие специализируется на выпуске нестандартного оборудования, опытных образцов и мелкосерийной продукции.

Развитие рыночных отношений подтолкнуло трудовой коллектив предприятия к значительному расширению сферы производственной деятельности.

По желанию заказчика на заводе разработают, изготовят и выполнят деталь, узел, агрегат, сложные металлоконструк-

ции с учетом всех предъявляемых требований в короткие сроки и с высоким качеством. Это же касается и производства товаров народного потребления, а также различного нестандартного оборудования.

Но по-прежнему основным направлением своей деятельности для предприятия является обслуживание агропромышленного комплекса. Это не только изготовление узлов и агрегатов, производство кормораздатчиков для свиноводческих ферм, но и многое другое.

За последние 3 года освоено изготовление передвижных доильных установок УДП-8, автоматов по выпойке телят КВТ-2, бункеров для внесения специальных добавок при уборке кукурузы, различных видов металлоконструкций, шнековых транспортеров для перемещения сыпучих материалов длиной до 8-ми метров различной производительности.

Наряду с ранее выпускаемой продукцией предприятие освоило выпуск следующих наименований продукции: агрегат комбинированный почвообрабатывающий навесной АКПН-3, АКПН-6, разбрасыватель минеральных удобрений РМУ-7500, полуприцеп-разбрасыватель органических удобрений ПРУ-12, а также постоянно наращивает номенклатуру по ремонту и изготовлению узлов и агрегатов к сельскохозяйственным машинам.

За освоение производства новой техники в 2008 году завод получил диплом победителя Республиканских соревнований среди специализированных предприятий агросервиса и подведомственных организаций РО «Белагросервис», занимающихся освоением производства новой техники. В 2007 году завод был награжден серебряной медалью на 9-ой Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» за разработку и организацию серийного производства оборудования для выпойки телят КВТ-2.

Изготавливаемый на предприятии зерноочистительно-сушильный комплекс является одним из лучших в республике. Его отличает надежность, экономичность, простота в управлении и обслуживании. Зерноочистительно-сушильный

комплекс КЗСК-30 позволяет производить сушку зерна как в парциальном, так в автоматическом режиме с производительностью 30 пл.т./час. Весь комплекс работ по приемке, сушению, очистке и отгрузке зерна механизирован. Зерносушилка приспособлена для непрерывной работы круглые сутки и весь сезон. Принцип действия проточной сушилки позволяет экономить время на процессах загрузки и разгрузки, охлаждения, а также обеспечивает экономию энергии на разогрев зерна, тем самым повышается суточная производительность.

В соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь «О совершенствовании организации проведения работ по обеспечению повышения качества и конкурентоспособности продукции и услуг» на заводе внедрена система менеджмента качества проектирования, разработки и производства металлоконструкций, получен сертификат соответствия требованиям СТБ ИСО 9001-2001. Завод располагает большим производственным потенциалом. Постоянно совершенствуются технологическая и конструкторская работа с привлечением высококвалифицированных кадров и молодых специалистов, используются новейшие компьютерные программы, изучается передовой опыт. На заводе имеется большой парк металлообрабатывающего оборудования. По программе технического перевооружения происходит закупка нового современного оборудования. Так, в 2006 году были закуплены электрические печи польского производства для закалки, полуавтоматические сварочные аппараты ПДГО-510 (Россия). В 2007 году были приобретены ротационная 4-х валковая гидравлическая гибочная машина RBM 25/06 и гидравлическая гибочная машина кольцевой и профильной гибки КРВ 45, произведенная в Германии, агрегат с ЧПУ для плазменной и кислородной резки металла. За прошедший год предприятием обеспечен ряд важнейших производственных показателей. Темп роста объема выполненных работ по отношению к 2007 году составил 150,6 %. Уровень рентабельности реализованной продукции, работ, услуг составляет 3 %. Выполняется целевой показатель по энергосбережению.

Политика руководства завода направлена на будущее, в котором главными целями являются: удовлетворение требований потребителя, укрепления финансового положения завода, повышение качества и конкурентоспособности продукции на внешних и внутренних рынках.

*УДК 621. 67*

## **ПРОИЗВОДСТВО ПОГРУЖНЫХ СКВАЖИННЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ В ОАО «ЗАВОД ПРОМБУРВОД»**

*Козорез А.С., директор*

*(ЗАО «ГМС - Промбурвод», г. Минск)*

Сегодня ОАО «Завод Промбурвод» обеспечивает Республику Беларусь погружными скважинными насосами очень широкой гаммы: по диаметру обсадной колонны от 100 до 300 мм; по производительности от 1,0 до 250 м<sup>3</sup>/ч и по напору от 20 до 400 метров [1].

В качестве привода погружных насосов применяются погружные асинхронные электродвигатели типа ПЭДВ и ДАПВ с короткозамкнутым ротором, водозаполненные собственного производства, а также фирмы Franklin Electric. Погружной электродвигатель, производства ОАО «Завод Промбурвод», водозаполненный с перематываемой обмоткой из водостойкого провода с резинометаллическими радиальными и упорными подшипниками скольжения.

Поставлен на производство конструктивный ряд более 150 типоразмеров погружных скважинных электронасосных агрегатов 4", 5", 6", 8", 10" и 12". Производственная программа номинальных мощностей погружных электродвигателей и количество насосов выпускаемых и агрегируемых на ОАО «Завод Промбурвод» представлена в таблице 1.

Таблица 1

## Производственная программа

Наименование	Электродвигатели и насосы под диаметры обсадных колонн								
	4"		5"	6"		8"		10"	
	М	F	М	М	F	М	F	М	F
Количество электродвигателей	2	10	4	10	13	11	8	13	2
Количество насосов	14		18	49		44		25	

М – производство ОАО «Завод Промбурвод»

F – производство фирмы Franklin Electric

Подачу, напор и мощность погружных электронасосных агрегатов можно изменить, уменьшив диаметр рабочего колеса. Для расширения области применения мы предлагаем насосы как с нормальными, так и с обточенными рабочими колесами. Для примера рассмотрим таблицу 2.

Таблица 2

## Сравнительная таблица

Параметры	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Измеренный ток, А	Измеренная мощность, кВт	КПД, %	Cos ψ	Удельный расход электроэнергии на 1 м напора, Вт/м	Удельное потребление электроэнергии, Вт·ч/м <sup>3</sup> ·м
ЭЦВ10-65-100 ПЭДВ 32-180	50,0	114,3	57,16	27,455	56,7	0,72	240,20	4,80
	<b>65,0</b>	<b>104,8</b>	<b>62,68</b>	<b>31,317</b>	<b>59,3</b>	<b>0,75</b>	<b>298,82</b>	<b>4,60</b>
	75,0	92,2	65,42	33,193	56,8	0,76	360,01	4,80
Тот же агрегат с подрезанным колесом	50,0	97,8	53,35	22,724	58,7	0,63	232,35	4,64
	<b>60,0</b>	<b>88,4</b>	<b>55,01</b>	<b>24,232</b>	<b>59,6</b>	<b>0,65</b>	<b>274,12</b>	<b>4,56</b>
	70,0	77,7	56,48	25,344	58,5	0,66	326,17	4,66
Тот же насос с двигателем Franklin 6"-22	50,0	97,7	41,44	22,118	60,2	0,79	226,38	4,52
	<b>60,0</b>	<b>89,8</b>	<b>43,57</b>	<b>23,714</b>	<b>61,9</b>	<b>0,80</b>	<b>264,07</b>	<b>4,40</b>
	70,0	78,4	45,47	25,060	59,7	0,81	319,64	4,56

На ОАО «Завод Промбурвод» в настоящее время разработана методика расчета ступени насоса и, если требуется насосное оборудование с заданными параметрами, не выпускаемыми серийно, завод может его изготовить [2]. Это сегодня должны знать все: проектировщики и организации, эксплуатирующие насосное оборудование.

Рабочие органы насосов изготавливаются из высокопрочных полимерных материалов, нержавеющей стали и чугуна. Сегодняшняя конструкция насоса и технология производства позволяют изготовить его с оптимальными параметрами по подаче и напору в любой рабочей точке.

Для повышения надежности и эффективности скважинных электронасосных агрегатов завод использует:

- современные высокопрочные пластические материалы при изготовлении, в первую очередь, рабочих органов, таких как рабочие колеса и лопаточные отводы;

- нержавеющие стали для изготовления рабочих ступеней высокопроизводительных насосов 40, 65, 80 и 100 м<sup>3</sup>/ч и чугунных 65, 85, 120, 135 и 160 м<sup>3</sup>/ч;

- композиционные электролитические покрытия на основе износостойких и коррозионностойких металлов – хрома, никеля; для повышения износостойкости и коррозионной стойкости деталей узлов трения разработан и внедрен метод нанесения и др.;

- обмоточные провода с повышенной механической и температурной стойкостью;

- упорные и радиальные подшипники скольжения из графитофторопластофых и керамических материалов;

- герметичное исполнение погружного электродвигателя;

- погружные скважинные электродвигатели мировых производителей;

- погружные насосы европейских производителей.

Остановимся на некоторых аспектах этих мероприятий.

ОАО «Завод Промбурвод» освоило производство погружных герметичных электродвигателей ПЭДГ...-144, ПЭДГ...-180, ПЭДГ...-235. Герметизация электродвигателя

осуществляется специальными резиновыми кольцами уплотнения шпилек, верхнего и нижнего щитов. Электродвигатель имеет заливную и сливную пробку, узел дыхания с диафрагмой. Диафрагма уравнивает перепады давления между внутренней полостью электродвигателя и окружающей средой. При монтаже перед спуском электронасосного агрегата в скважину герметичный электродвигатель заполняется смесью чистой воды с глицерином. В начальный период после пуска электродвигателя происходит разогрев воды. Смесью расширяется и сдавливает диафрагму, охлаждаясь диафрагма занимает исходное положение.

Данная конструкция имеет следующие преимущества:

- невозможность попадания механических примесей в полость электродвигателя;
- повышение ресурса электродвигателя;
- улучшение напорных и энергетических характеристик агрегата;
- снижение удельных показателей.

Ярким примером оснащения такими агрегатами являются Бобруйский водоканал и Гомельский химический завод.

Фирма Franklin Electric применяет запатентованный упорный подшипник «Kingsbury». Подшипник работает в широком диапазоне рабочих температур и давлений, обладает высокими антифрикционными свойствами, хорошей механической прочностью, износостойкостью и коррозионной стойкостью. ОАО «Завод Промбурвод» провело сравнительные испытания упорного серийного подшипника из резиновой смеси марки 7-3825 и подшипника «Kingsbury». Испытания проведены на одном и том же электронасосном агрегате ЭЦВ10-65-150 с погружным герметичным электродвигателем ПЭДГ45-235. Использование подшипника «Kingsbury» дало увеличение коэффициента полезного действия на 3,1% и снижение потребляемой мощности на 1,6 кВт.

Электронасосные агрегаты с подшипником «Kingsbury» ОАО «Завод Промбурвод» поставило на УП «Минскводоканал» и УП «Гродноводоканал». Отзывы положительные, особенно в части снижения удельного потребления электроэнергии.

ОАО «Завод Промбурвод» производит электронасосные агрегаты, комплектуя электродвигателями фирмы Franklin Electric, также возможны варианты, предложенные в каталоге завода.

Фирма Franklin Electric комплектует перематываемым погружным электродвигателем 6" 4...37 кВт и 8" 30...93 кВт, а также всей номенклатурой выпускаемой продукции. Завод предлагает хорошо себя зарекомендованные 4" электронасосные агрегаты подачи 1,5 и 2,5 м<sup>3</sup>/ч и напором от 35 до 140 м. В табл. 1 представлены возможности комплектации погружными электродвигателями фирмы Franklin Electric.

Погружной электродвигатель фирмы Franklin Electric имеет следующие преимущества:

- высокоэффективная электрическая схема обмотки;
- все электродвигатели предварительно заполнены специальной жидкостью и прошли 100 % тестирование. Температура хранения – 15°С...+60 °С;
- уплотнение вала для повышения защиты от механических примесей;
- официально зарегистрированный тип упорного подшипника Franklin Electric «Kingsbury»;
- конструкция допускает последующую установку датчика контроля температуры электродвигателя;
- увеличенное количество пусков.

С использованием электродвигателей фирмы Franklin Electric и погружных насосов производства ОАО «Завод Промбурвод» получены следующие преимущества [3]:

- увеличение КПД агрегата от 5 до 9 %;
- снижение удельного расхода электроэнергии с 5,2 до 4,7 Вт ч. (м<sup>3</sup>);
- увеличение надежности и наработки до 25 тыс. ч.;
- снижение стоимости по сравнению с аналогами европейских фирм;
- срок окупаемости от 1 до 1,5 лет;
- возможность технического сервиса, как насосов, так и электродвигателей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Козорез А.С. Скважинные электронасосные агрегаты производства ОАО «Завод Промбурвод». «Вода для жизни»: матер. междунар. науч.-практ. конф. 22-24 марта 2005 г.- Минск, 2005.- С. 58–70.

2. Козорез А.С. Погружные скважинные электронасосные агрегаты. Эксплуатация и технический сервис / А.С. Козорез, В.С. Ивашко. –Мн: РУП «Институт энергетики АПК НАН Беларуси», 2006.- 186 с.

3. Козорез А. С. Повышение надежности погружных скваженных электронасосных агрегатов с применением новых материалов и износостойких покрытий / Козорез А. С., Ивашко В.С., Козорез Т.А.- Минск: Народная книга, 2008.- 250 с.

УДК 631.312.3

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛУГА

*Шило И.Н., д-р. техн. наук, проф.,  
Агейчик В.А., канд. техн. наук, доц.,  
Романюк Н.Н., канд. техн. наук, доц.,  
Агейчик М.В.*

*(УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск,  
УО «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники», г. Минск)*

### Введение

Наиболее перспективными видами обработки почв являются нулевая и безотвальная, однако их внедрение в земледелие не всегда оправдано, что связано, в первую очередь, с сильной засоренностью полей сорными растениями, при борь-

бе с которыми используются химические методы защиты, применение которых влияет на поведение экосистемы. В связи с этим основная обработка почв остается актуальной. Следует также отметить, что на основную и предпосевную обработки почв расходуется до 40 % энергетических затрат [1].

При выполнении почвообрабатывающих операций из-за различного механического состава почвы, ее влажности, неровности рельефа и др. происходит постоянное изменение сопротивления движению пахотного агрегата. Это снижает его производительность, а в некоторых случаях приводит к полной невозможности продолжить работу.

Одной из приоритетных задач, которые стоят перед конструкторами, является снижение тягового сопротивления плуга.

Известен плуг [2], состоящий из корпусов, каждый из которых содержит стойку, отвал, лемех и полевую доску с подпятником. Полевая доска во время работы плуга упирается своей боковой стороной в стенку, а подпятником в дно борозды, воспринимая усилие от давления пластов и обеспечивая устойчивый ход корпуса и всего плуга.

Существенным недостатком такого плуга является сильное сопротивление его движению за счёт сил трения-скольжения, действующих на боковые стороны и подпятники полевых досок, что составляет значительную часть общего тягового сопротивления плуга и приводит к существенным затратам топлива на выполнение технологического процесса вспашки.

Известен также плуг [3], состоящий из корпусов, каждый из которых содержит стойку, отвал, лемех и выполненную в виде барабана полевую доску, причём барабан выполнен цилиндрическим с возможностью вращения в виде дисковых ножей и цилиндрических проставок, дисковые ножи выполнены в виде дисков равного с цилиндрическими проставками диаметра, с закреплёнными на каждом из них симметрично оси плоскими ножом и кронштейном, при этом кронштейн обращён в сторону отвала и соединён со стойкой с помощью шарнирно присоединённой к ним плоской пружины.

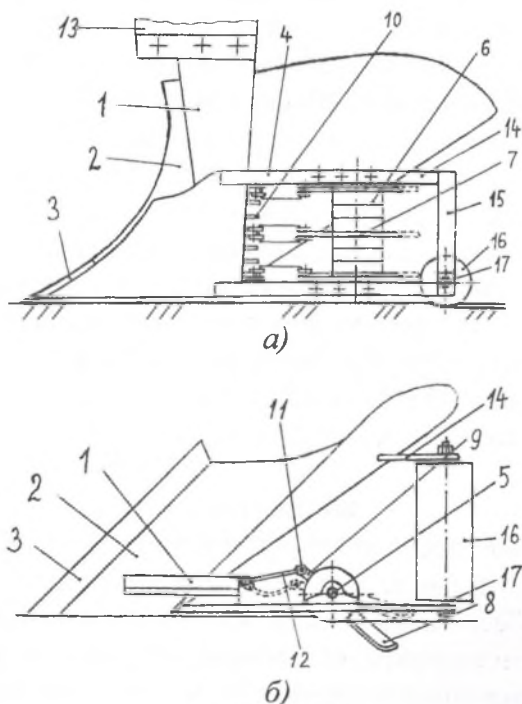
Такой плуг обеспечивает рыхление почвы и подрезание корней сорняков или многолетних трав в стенках борозд, оставленных предыдущими корпусами, и обладает необходимой надёжностью в работе на почвах, засорённых камнями. При этом на преодоление усилия резания и крошения со стороны ножей используется часть боковой перпендикулярной движению реакции оборачивания и крошения пласта отвалом и лемехом, а оставшаяся её часть воспринимается перекатывающими по боковой поверхности борозды цилиндрическими проставками, коэффициент трения качения которых значительно меньше коэффициента трения скольжения полевых досок [2]. Однако вертикальную составляющую от давления пластов здесь воспринимает задняя нижняя часть стойки корпуса, на преодоление силы трения скольжения которой затрачивается значительная часть тягового усилия трактора.

### **Основная часть**

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана конструкция плуга (рис. 1) [4], использование которого приведет к снижению его тягового сопротивления.

Плуг содержит корпуса, каждый из которых включает стойку 1 и закреплённые на ней отвал 2, лемех 3 и планки 4, с присоединённой к ним полевой доской, выполненной в виде цилиндрического барабана, имеющего возможность вращения вокруг закреплённой на планках 4 оси 5 в виде цилиндрических проставок 6 и дисков 7 равного с цилиндрическими проставками 6 диаметра, с закреплёнными на каждом из них симметрично оси 5 плоским ножом 8 и обращённым в сторону отвала 2 кронштейном 9. На стойке 1 на уровнях дисков 7 и стыков цилиндрических проставок 6 закреплены проушины 10 с присоединительными отверстиями. Каждый кронштейн 9 диска 7 соединен с расположенной на его уровне проушиной 10 с помощью шарнирно присоединённой к ним посредством пальцев 11 плоской пружины 12, выполненной из упругой стали, например, марки Р6М5. Корпуса присоединены к гря-

диям 13, которые шарнирно соединены с рамой плуга и предохранительными механизмами. К корпусу за барабаном с помощью планок 14 и стоек 15 крепится с возможностью вращения опорный каток 16 с горизонтальной и перпендикулярной направлению движения осью 17. При движении корпусов плуга плоские ножи 8 внедряются в стенки борозд, оставленных предыдущими корпусами, рыхлят почву и подрезают корни сорняков или многолетних трав. Это позволяет при обороте пласта улучшить качество заделки сорняков и крошения почвы при одновременном снижении энергоёмкости процесса, так как на преодоление усилия резания и крошения со стороны ножей 8 используется реакция оборачивания и крошения пласта отвалом 2 и лемехом 3.



**Рис. 1. Плуг:**  
а) вид сбоку, б) вид сверху

При лобовом ударе лемеха 3 или отвала 2 о крупный камень срабатывает предохранительный механизм [3] и корпус плуга вместе с грядилем 13 поворачивается относительно рамы плуга. На косые удары даже крупных камней со стороны полевой доски такие предохранительные механизмы не реагируют. Они должны обеспечивать устойчивое движение корпусов плугов по глубине при значительных силах резания и крошения почвы, больших, чем продольная составляющая силы удара камня о полевую доску. При встрече закреплённого на диске 7 плоского ножа 8 с камнем, он вместе с диском 7 и кронштейном 9 поворачивается вокруг оси 5, в результате чего плоская пружина 12 теряет своё устойчивое положение и изгибается, позволяя плоскому ножу 8 обойти без поломок возникшее на его пути препятствие, после преодоления которого он под действием сил упругости плоской пружины 12 возвращается в исходное рабочее положение. Опорный каток 16 воспринимает вертикальную составляющую от давления пластов на корпус плуга и, перекатываясь по дну борозды, снижает тяговое сопротивление плуга вследствие замены трения скольжения на трение качения.

Меняя местами цилиндрические проставки 6 и диски 7 с плоскими ножами 8 при монтаже можно в зависимости от условий работы (глубины вспашки, глубины расположения сорняков) изменять глубину установки ножей. Это позволяет осуществить наличие присоединённых к стойке 1 дополнительных проушин 10 с отверстиями.

### **Заключение**

Предложена новая конструкция плуга, использование которого позволит снизить его тяговое сопротивление. Кроме этого, плуг обеспечивает рыхление почвы и подрезание корней сорняков или многолетних трав в стенках борозд, оставленных предыдущими корпусами и обладает необходимой надёжностью в работе на почвах, засорённых камнями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство для поверхностной обработки почвенного пласта к плугу для гладкой вспашки / Крук И.С. [и др.] // Агропанорама. – 2009.- №1 – С. 7–10.

2. Клочков, В.А. Сельскохозяйственные машины / В.А. Клочков, Н.В. Чайчиц, В.П. Буяшов. – Минск: Ураджай, 1997. – 494 с.

3. Плуг : пат. 4066 Респ. Беларусь, МПК А 01 В 17/00 / И.Н. Шило [и др.] ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20070394 ; заявл. 04.05.2007 ; опубл. 30.12.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 6. – С. 168.

4. Плуг : пат. 5111 Респ. Беларусь, МПК А 01 В 17/00 / И.Н. Шило [и др.] ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20080641 ; заявл. 11.08.2008 ; опубл. 28.02.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 1. – С. 135–136.

УДК 631.312

### НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЛУГОВ ДЛЯ ГЛАДКОЙ ВСПАШКИ

*Декевич А.П., директор*

*(ДП «Миньотовский РЗ»)*

Отвальная обработка почвы была, есть и остается основной технологической операцией при производстве растениеводческой продукции. Несмотря на постоянное стремление разработчиков, производителей плугов совершенствовать процесс, вспашка остается проблемной. Так, при вспашке одного гектара почвы на глубину 25 см необходимо переместить до

2500 кубических метров грунта, расходовать от 10 кг до 30 кг топлива, затраты труда составляют от 0,5 чел. час до 1,3 чел. часа. Кроме того, остается проблемой надежность и долговечность рабочих органов плугов: долотьев, лемехов, отвалов. Например, наработка на лемех не превышает 25 гектар.

Известно, что повышение урожайности сельскохозяйственных культур, при прочих равных условиях, на 25 % зависит от качества основной обработки почвы, создающей необходимые условия для протекания биологических и биохимических процессов в почве, обеспечивающих будущий урожай. Согласно агротребованиям при вспашке степень крошения пласта должна быть не ниже 80 %, заделка растительных остатков на глубину до 15 см – не ниже 97 %, содержание пылевидных частиц менее 0,25 мм – не более 5 %.

Высокое крошение и перемешивание слоев почвы улучшает доступ воздуха и уменьшает испарение почвенной влаги из пахотного горизонта, способствует усилению жизнедеятельности почвенных микроорганизмов.

Недостатком современных лемешно-отвальных плугов является большое тяговое сопротивление, недостаточное крошение, перемешивание почвенных слоев при обороте пласта (степень крошения почв, согласно данным машинно-испытательных станций, колеблется от 34 до 70 %). Дополнительные поверхностные обработки пашни культиваторами, катками, зубowymi и дисковыми боронами увеличивают общие затраты энергии и материальных средств на ее подготовку к посеву, вызывают уплотнение и распыление пахотного горизонта.

Кроме того, лемешно-отвальные плуги потребляют всю необходимую для работы мощность через прицепное устройство трактора, который должен иметь для полной реализации мощности двигателя большой сцепной вес.

С учетом изложенных выше вопросов специалисты ДП «Миньтовский РЗ» совместно с конструкторами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» ведут опытно-

конструкторские работы по совершенствованию конструкции и повышению технико-экономических показателей выпускаемых на предприятиях плугов, а также в рамках ГНТП «Белсельхозмеханизация» ведутся работы по созданию типоразмерного ряда оборотных плугов к тракторам «Беларус» всех классов. Особое внимание уделяется снижению расхода топлива на пахоту, повышению производительности, качества пахоты, надежности плугов и долговечности рабочих органов и других показателей.

Снижение расхода топлива – стратегическая задача разработчиков и предприятия, которая решается путем выбора и оснащения плугов рабочими органами (корпусами), адаптированными к почвам соответствующего региона. При этом геометрическая форма лемешно-отвальной поверхности корпусов, углы резания принимаются из условия обеспечения минимального тягового сопротивления. Для этого плуги оснащаются корпусами № 9 по типу фирмы «Квернеланд» (Норвегия) и корпусами с пластинчатыми отвалами. Первый корпус пригоден для работы практически на всех видах почв, однако на тяжелых почвах он уступает корпусу с пластинчатым отвалом. Оснащение плугов названными корпусами позволило снизить погектарный расход топлива до 14 кг.

Повышение производительности плугов так же, как снижение расхода топлива на пахоту рассматривается в числе приоритетов. Решается вопрос путем создания широкозахватных семи- и восьмикорпусных плугов, а также повышения скорости пахоты до 10-12 км/час и маневренности. С целью повышения маневренности пахотных агрегатов разработаны модификации навесных плугов. Кроме того, разрабатываются конструкции плугов со смещением опорной тележки ближе к трактору. Созданный макетный образец такого пятикорпусного плуга позволил получить радиус разворота агрегата практически равным радиусу разворота энергосредства.

В направлении повышения надежности и долговечности плугов и рабочих органов ведется совершенствование рамных конструкций и применения износостойких материалов для

рабочих органов. Так, рамные конструкции выполнены по типу «куриная кость», что позволило получить жесткую раму плуга из отечественного проката. Рама по жесткости и прочности не уступает зарубежным аналогам. Ведется работа по применению сложных усиливающих косынок, накладок по форме «кленовый лист». Это позволяет усилить сварные соединения на 30-40 %.

Требуемая долговечность рабочих органов достигается применением сменных комплектующих зарубежного производства. На первом этапе плуги оснащаются долотьями, лемехами и отвалами, производимыми фирмой «Квернеланд». Ведутся работы совместно с ПО «Минский тракторный завод» по созданию собственного производства рабочих органов, не уступающих по долговечности зарубежным.

Повышение качества пахоты решается путем оснащения плугов приспособлениями для дополнительной обработки пахоты. Так, к четырехкорпусному и пятикорпусному оборотным плугам созданы экспериментальные образцы навесных дисковых приставок. Заводские испытания показали перспективность данного решения, так как достигаются требуемые агротехнические показатели качества вспашки, а главное, отпадает необходимость культивации или дискования. Сокращаются сроки созревания почвы для посева, а на легких почвах сев можно вести без предпосевной обработки почвы.

Мы уверены, что реализация изложенных мер позволит снизить расход топлива, повысить производительность, качество пахоты, надежность и долговечность плугов отечественного производства.

В настоящее время, благодаря внедрению в производство отдельных мероприятий, стоимость плугов снизилась до 25 млн. руб. за единицу и является самой низкой в республике, а показатели назначения плугов находятся на уровне зарубежных аналогов ведущих фирм.

## ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ РАБОЧИЙ ОРГАН

*Шило И.Н., д-р. техн. наук, проф.,  
Агейчик В.А., канд. техн. наук, доц.,  
Романюк Н.Н., канд. техн. наук, доц.,  
Федорова А.В.*

*(УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск)*

Боронование является одним из важнейших мероприятий по подготовке почвы к посеву. Возникла необходимость создания такой конструкции борона, которая будет повышать качество рыхления почвы, улучшать дробление её комков и способствовать самоочищению борона от растительных остатков.

Были проанализированы конструкции борон [1, 2, 3], с учетом их недостатков в Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана оригинальная конструкция (рис. 1).

Борона (рис. 1) состоит из рамы 1, на которой с возможностью вращения с помощью шарниров 2 с вертикальной осью прикреплены центры планок 3 с прикрепленными к краям планок 3 зубьями 4 с помощью втулок 5. Зубья 4 имеют горизонтальное сечение в виде эллипса и фиксируются во втулках 5 с помощью винтов 6. Большие оси эллипсов сечений зубьев 4 составляют с планкой 3 равные углы  $\varphi=65^\circ$  и пересекаются на оси симметрии планки 3 в направлении движения борона. На раме 1 закреплены выполненные в виде рамки ограничители 7, исключая возможность поворота планок в обе стороны на угол, больший  $90-\varphi=25^\circ$ .

При движении борона (рис. 1, в) силы сопротивления почвы, приложенные к зубьям 4, разные в каждый момент времени, поэтому периодически возникает крутящий момент, и зубья будут колебаться вокруг оси шарнира 2. При отклонении планок 3 от перпендикулярного направлению движения

бороны, совпадающего с вектором её поступательной скорости  $V$ , положения, вследствие установки больших осей эллипсов сечений зубьев 4 к планкам 3 под равными углами  $\varphi=65^\circ$  происходит увеличение площади поперечной проекции перемещающихся относительно рамы 1 вперёд по направлению движения бороны зубьев и, соответственно, силы воздействия на них со стороны почвы. Одновременно происходит уменьшение площади поперечной проекции перемещающихся относительно рамы 1 назад по направлению движения бороны зубьев и, соответственно, силы воздействия на них со стороны почвы, причём поворот планок 3 ограничен рамками ограничителей 7 углом  $25^\circ$ , при котором большие оси эллипсов отступающих зубьев совпадают с направлением движения бороны.

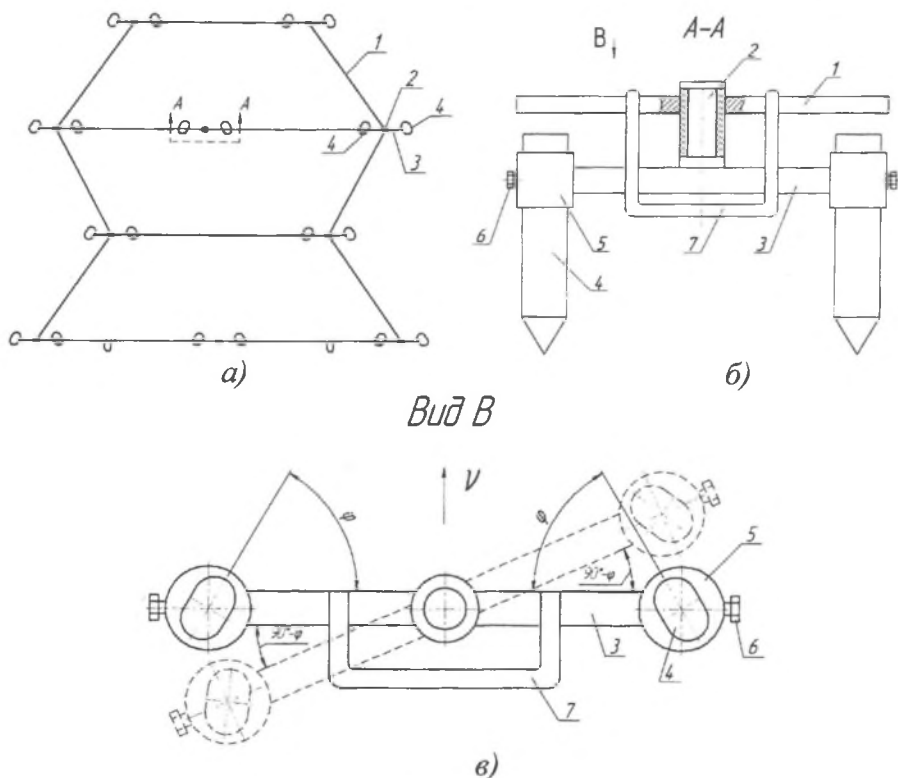
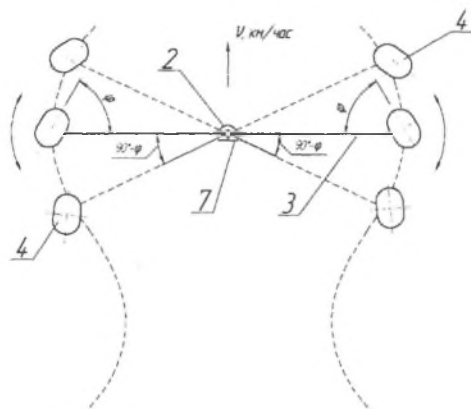


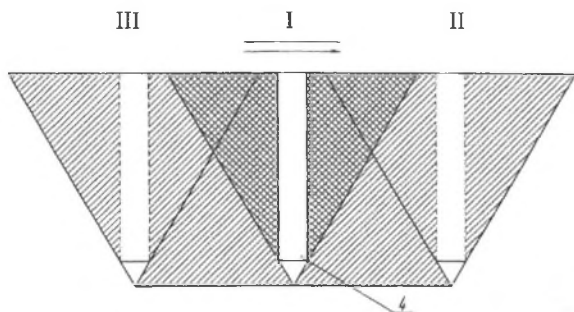
Рис. 1. Борона

Далее, под действием разности моментов сил действующих со стороны почвы на зубья 4, планки 3 поворачиваются в обратном направлении до упора в рамки ограничителей 7 противоположных зубьев 4 (рис. 2).



**Рис. 2.** Схема перемещения зубьев бороны во время работы

Таким образом, совершаются одновременно продольные и поперечные перемещения зубьев поочередно из положения I в положение II и III (рис. 3) и обратно, сохраняя при этом вертикальное расположение и распространяя деформацию почвы за пределы зоны непосредственного контакта зубьев с почвой. Такое воздействие зубьев на почву увеличивает объем почвы, деформируемой каждым зубом, улучшает ее крошение, повышает дробление комьев и способствует самоочищению зубьев от растительных остатков и налипшей почвы.



**Рис. 3.** Схема воздействия зуба бороны на слой почвы

Так как в положении планок 3 перпендикулярном направлению движения бороны острые углы больших осей эллипсов сечений зубьев 4 с ним равны  $25^\circ$ , что меньше угла трения поверхности зубьев о почву [4], в этом положении зубья 3 оказывают интенсивное боковое воздействие на почву, что способствует быстрейшему выходу их из положения равновесия и вовлечению в процесс продольных и поперечных перемещений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Клочков, А.В. Сельскохозяйственные машины / А.В. Клочков, Н. В. Чайчиц, В.П. Буяшов. – Минск: Ураджай, 1997. – С. 73.
2. Авторское свидетельство СССР №337081, кл. А 01 в 19/02 или А 01 в 23/04, 1970 г.
3. Патент на изобретение Российской Федерации №2278485 С2, МПК А 01 В 19/02. Бюл. №18, 2006.
4. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Основы теории и технологического расчёта / М.В Сабликов. – М.: Колос, 1968. – С. 259–261.

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Шило И.Н., д-р. техн. наук, проф.,  
Бетенья Г.Ф., канд. техн. наук, доц.,  
Литовчик Д.П., инженер,  
Сушко И.С., инженер,  
Штуро Н.В., инженер*

*(УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», РУП «Минский завод шестерён»,  
ГПО «Белагромаш», г. Минск)*

### **Введение**

При разработке деталей рабочих органов отечественной сельскохозяйственной техники необходимо учитывать влияние материаловедческих, триботехнических, конструкторских, технологических, эксплуатационных и экономических факторов, что позволит повысить конкурентоспособность изделий на мировом рынке [1]. В этой связи требуется развитие методов оценки и сопоставительного анализа технического уровня отечественной и зарубежной техники.

Привлечение информационных ресурсов при разработке новых машин или усовершенствовании деталей их рабочих органов (ДРОМ) способствует своевременному исправлению ошибок и обходится значительно дешевле, чем при испытаниях и эксплуатации.

### **Основная часть**

Известен ряд методических подходов к оценке технического уровня машин [2-7]. Большинство из них основаны на сопоставлении единичных показателей разрабатываемого образца и лучших аналогов.

Технический уровень (ДРОМ) зависит от ряда факторов. К числу основных относятся следующие факторы: материа-

ловедческий, конструкторский, технологический, триботехнический, эксплуатационный и экономический. Чтобы совместно рассматривать указанные факторы, характеризующиеся определёнными показателями, имеющими различную размерность и диапазон измерения, численные значения последних необходимо преобразовать в безразмерные величины. С той целью каждый натуральный показатель  $y_i$  приводится в соответствие с относительным показателем  $d_i$  [9]:

$$y_{i \min} \leq y_i \leq y_{i \max},$$

$$d_{i \min} \leq d_i \leq d_{i \max},$$

где  $y_{i \min}$ ,  $y_{i \max}$  – предельные значения показателя;  
 $d_{i \min}$ ,  $d_{i \max}$  – безразмерные оценки.

Тогда

$$d_i = \begin{cases} d_{i \max} + (d_{i \min} - d_{i \max}) \frac{y_i - y_{i \max}}{y_{i \min} - y_{i \max}}, & y_{i \max} \leftrightarrow d_{i \max} \\ d_{i \max} + (d_{i \min} - d_{i \max}) \frac{y_i - y_{i \min}}{y_{i \max} - y_{i \min}}, & y_{i \max} \leftrightarrow d_{i \min} \end{cases}$$

Таким образом, лучшему техническому средству (рабочему органу) соответствует самая высокая оценка, худшему – самая низкая, среднему – средняя. В качестве эталона по каждому из показателей принимается значение, соответствующее (в зависимости от решаемой задачи) лучшему мировому или отечественному уровню. Если принять  $d_{i \max} = 1.0$ , а  $d_{i \min} = 0.1$ , то формула для определения  $d_i$  запишется в виде:

$$d_i = \begin{cases} 1 - 0,9 \frac{y_i - y_{i \max}}{y_{i \min} - y_{i \max}}, & y_{i \max} \leftrightarrow d_{i \max} \\ 1 - 0,9 \frac{y_i - y_{i \min}}{y_{i \max} - y_{i \min}}, & y_{i \max} \leftrightarrow d_{i \min} \end{cases}$$

В практике квалиметрии для сверки отдельных показателей в интегральную форму используют различные средние

(арифметические, геометрические и др.). Предпочтительней, на наш взгляд, применять среднюю геометрическую

$$D_j = \sum_{i=1}^{n_j} \beta_{ij} \sqrt[n_j]{\prod_{i=1}^{n_j} d_{ij}^{\beta_{ij}}},$$

где  $D_j$  – интегральный показатель влияния  $j$ -го фактора;

$d_{ij}$  – оценка  $i$ -го показателя в  $j$ -ом факторе;

$n_j$  – количество показателей в  $j$ -ом факторе;

$\beta_{ij}$  – весомость  $i$ -го показателя в  $j$ -ом факторе.

Весомость оцениваемых показателей определится по формуле

$$\beta_{ij} = \frac{K_{oij}}{K_{ij}},$$

где  $K_{oij}$  и  $K_{ij}$  – численное значение планируемого (нормативно-го) и среднестатистического (достигнутого)  $i$ -го показателя в  $j$ -ом факторе.

Интегральный показатель по всем факторам определяется по формуле

$$D = \sum_{r=1}^m \beta_r \sqrt[m]{\prod_{r=1}^m D_j^{\beta_r}},$$

где  $\beta_r$  – весомость  $r$ -го фактора.

При равенстве весомостей факторов интегральный показатель  $D$  рассчитывают по формуле

$$D = m \sqrt[m]{\prod_{r=1}^m D_j}$$

Важной задачей при анализе и оценке технического уровня изделия является выбор, как факторов, так и их показателей. Как показывает практика, при разработке нового изделия конструктор первоначально обосновывает выбор материала для его изготовления.

Проиллюстрируем проведение сравнительной оценки технического уровня проектируемого изделия обратного долота на основе материаловедческого фактора и его показателей. По нашему мнению, применительно к долоту, выбор ма-

териала должен сопровождаться сопоставлением следующих показателей: марки стали, химического состава, прочности, твёрдости, ударной вязкости, комплексной характеристики (произведение ударной вязкости на твёрдость) и др.

Марка или химический состав (высоколегированная, среднелегированная, низколегированная, улучшаемая экономнолегированная, улучшаемая пониженной прокаливаемости) содержат сведения о получении по возможности самых высоких значений физико-механических характеристик (прочности, твёрдости, ударной вязкости).

Прочность даёт представление о возможности эксплуатации изделия в конкретных эксплуатационных условиях с учётом нагрузки и ударных воздействий.

Твёрдость материала изделия характеризует износостойчивость в условиях ударно-абразивного изнашивания. Известно, что материал изделий, работающих в условиях ударно-абразивного изнашивания, должен обеспечивать твёрдость поверхности не менее 50 HRCэ [1].

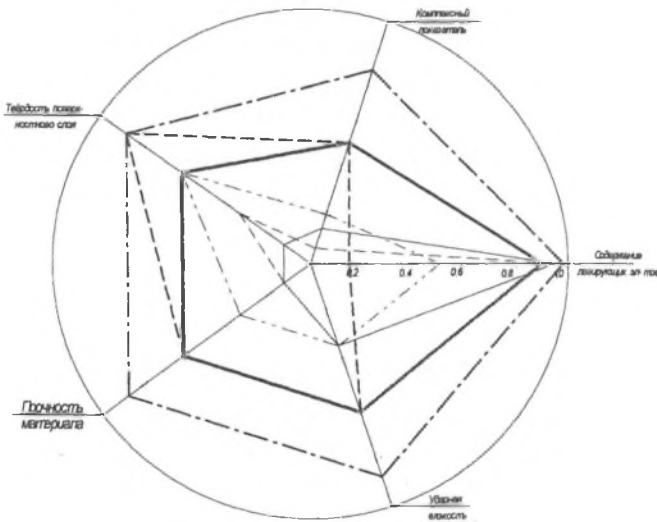
Ударная вязкость характеризует материал изделий на возможность выдерживать ударные нагрузки. Установлено, что для лемехов (долот), с учётом возросших скоростей почвообработки, необходимо обеспечивать ударную вязкость не менее 40..60 Дж/см<sup>2</sup> [1].

Комплексный показатель (произведение прочности на ударную вязкость) даёт интегрированное представление о возможности применения выбранного материала для данной детали, способности детали противостоять механическому ударному разрушению, пластическому деформированию рабочих поверхностей и абразивному изнашиванию.

В статье используется информационный банк данных о перечисленных показателях для целого ряда марок сталей, которые в последнее время используются для производства долот. Сведения по указанным маркам сталей приведены в таблицах 1 и 2. Для наглядности построена радарная диаграмма (рис. 1) материаловедческого фактора, на осях которой отложены показатели в баллах.

### Свойства применяемых для изготовления долот сталей после улучшения [10,11]

Марка стали	Наличие легирующих элементов, %	Значения твёрдости $У_1$ , HRC	Значения прочности $У_2$ , МПа	Значения ударной вязкости $У_3$ , МДж/м <sup>2</sup>	Значения комплексного показателя $У_4$ , * $10^{12} Н^2/м^3$
65Г	1...1,5	40...45	800...1200	0.4...0.6	320...720
40Х	1...1,5	45...50	800...1200	0.2...0.4	160...480
55ПП	0,5...1	55...60	2000...2400	0.8...1.0	1600...2400
Х6Ф	5...10	50...55	1200...1600	0.4...0.6	480...960
Х12	10...15	55...60	1600...2000	0.6...0.8	960...2500
SB43	1,5...2,5	50...55	1600...2000	0.6...0.8	960...2500



Условные обозначения:

— 65Г; --- 40Х; ···· 55ПП  
 -·-·-· Х6Ф; - - - - Х12; ——— SB43.

Рис. 1. Радарная диаграмма показателей материаловедческого фактора

### Результаты перевода численных значений показателей в безразмерные величины

Марка стали	$d_1$	$\beta_1$	$d_2$	$\beta_2$	$d_3$	$\beta_3$	$d_4$	$\beta_4$	$d_5$	$\beta_5$	$D$
65Г	0,95	0,40	0,125	1,41	0,125	2,40	0,375	2,00	0,15	48,02	0,16
40Х	0,95	0,40	0,375	1,26	0,125	2,40	0,125	3,33	0,06	80,03	0,07
55ПП	0,98	0,67	0,875	1,04	0,875	1,09	0,875	1,11	0,81	12,13	0,83
Х6Ф	0,52	0,07	0,625	1,14	0,375	1,71	0,375	2,00	0,24	34,30	0,26
Х12	0,17	0,04	0,875	1,04	0,625	1,33	0,625	1,43	0,50	18,76	0,53
SB43	0,90	0,25	0,625	1,14	0,625	1,33	0,625	1,43	0,50	18,76	0,52

Интегральный показатель  $D$  определяется на основании данных, приведённых в таблице 1 и 2. Для долот из стали 65Г он составил 0,16, а для долот из бористой стали – 0,52.

С помощью такого подхода можно определить степень влияния каждого фактора на ресурс данной конструкции долота, построить радарные диаграммы по основным факторам, сравнить между собой различные конструкции и технологии изготовления долот. К примеру, из приведенных результатов можно заключить, что долота, которые имеют высокую прочность и износостойкость, уступают схожим деталям по ряду эксплуатационных и экономических показателей.

### Выводы

1 Предложенная методика оценки технического уровня сменных деталей рабочих органов может быть использована как на стадии разработки новых изделий, так и оценки конкурентоспособности серийно выпускаемых.

2 Методика позволяет рассматривать влияние материаловедческих, триботехнических, конструкторских, технологических, эксплуатационных и экономических факторов, характеризующихся определёнными показателями, имеющими различную размерность и численное значение.

3 Применение методики при разработке новых изделий или модернизации существующих способствует своевременному исправлению ошибок и заведомо дешевле, чем при устранении их в процессе испытаний и эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Машиностроение: энциклопедия. Ред. совет: К.В. Фролов [и др.] / ашиностроение. Сельскохозяйственные машины и оборудование. Т. IV — 16/И.П. Ксенович, В.П. Варнаков, Н.Н. Колчин и др.; Под ред. И.П. Ксеновича. 2002. — 720 с.
2. Андрияков, Ю.М. Квалиметрические аспекты управления качеством новой техники/ Лопатин, М.В.// Л.: из-во ЛГУ, 1983.— 288 с.
3. Босый, Н.А. Определение технико-экономического уровня сельскохозяйственной техники / Н.А. Босый, М.И. Грицашин, И.П. Масло // Механизация и электрификация сельского хозяйства.— 1983.—№ 5. —С. 27-31.
4. Единая методика оценки технического уровня продукции машиностроения: утв. постановлением ГКНТ СССР от 21.02.1988, № 52. — 1983.
5. Кочетов, В.В. Оценка технического уровня машин и оборудования / В.В. Кочетов // Стандарты и качество. — 1981.— № 3. — С. 56-59.
6. Буклягин, Д.С. Оценка эффективности новой техники / Д.С. Буклягин // Достижения науки и техники АПК.— 1990.— № 10.— С. 57.
7. Фомин, В.М. Автоматизация и система оценки технического уровня продукции / В.М. Фомин // Стандарты и качество. — 1991. — № 2 . — С. 25-39.
8. Буклягин, Д.С. Технический уровень сельскохозяйственной техники / Д.С. Буклягин // НИИТЭИ Агропром.- М., 1993.— 112 с.
9. Шило, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шило, Дашков, В.Н. // Минск.: БГАТУ, 2003.— 183 с.
10. Энциклопедический справочник термиста-технолога: в 3-х томах: Т.2/ С.Б. Масленков, В.М. Ляпунов, В.М. Зинченко, Б.К. Ушаков; под общ. ред. С.Б. Масленкова, М.: Наука и технологии.— 2004.—608 с.
11. Бетенья, Г.Ф. Методы повышения конкурентоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники /

Г.Ф. Бетенья, Д.П. Литовчик, В.С. Голубев [и др.] // Межд. научно-техническая конференция «Современные методы и технологии создания и обработки материалов». – Минск, 2007. – С. 85-92.

УДК 631

## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА УРОВНЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОРЫВА**

*Яроцкий Я.У., канд. техн. наук, директор*

*(УО «Могилевский ГУЦПКАР»)*

Технологическим прорывом следует считать уровень производства сельскохозяйственной продукции соответствующей ее удвоению по отношению к достигнутому. Необходимо формирование нового технологического мировоззрения в вопросах выращивания сельскохозяйственных культур и сельскохозяйственных животных, для быстрого и безболезненного перехода от идеи интенсивных технологий к идее выравнивания индивидуальных условий выращивания растений (точному земледелию). Предполагается сбор, анализ, принятие обоснованного (фактическое и точное) выполнения всей последовательности приемов на основе накопительной информации. Такую задачу под силу решать компьютеризированным системам, обслуживающим сельскохозяйственные процессы: диспетчеризация, навигация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственной техники.

Центральное место в технико-технологическом аспекте занимают вопросы своевременности и качества выполняемых работ.

К вопросу своевременности выполняемых работ следует отнести факторы мощности и рабочей скорости используе-

мых машин и орудий, а качество работ следует связывать с максимально возможным совмещением приемов в технологическом процессе, т.е. с комбинированными машинами. На сегодня очевиден факт, что уровень мощности тяговых средств основной ударной силы должен составлять 350-450 л. с., ширина захвата машин почвообрабатывающего посевного комплекса – 6-8 м, химической обработки посевов – 24-36 м.

Главное звено проблемы – обеспечение многофункциональности базовых, определяющих технологию машин, т. е. наличие в них возможности удовлетворять агротехнологическим требованиям (традиционная технология, консервирующая обработка, прямой посев), а также энергоресурсоэкономным.

В отечественном сельскохозяйственном машиностроении отсутствует стабильный подход к решению этой проблемы, нет образцов техники, соответствующей таким задачам.

В животноводстве с агрозоотехнической точки зрения удвоения производства продукции предполагает прежде всего структурирование кормой базы на основе качества (энергетической ценности) компонентов.

Корма из кукурузы: зернокорм, силос, зерносенажная смесь, кукурузное зерно как компонент корма;

Корма из зерновых злаков: зерносенаж, сырое плющенное зерно, фуражное зерно как компонент комбикорма. Техническое растение в этом направлении видится в придании многофункциональности кормоуборочным и зерноуборочным комбайнам с введением в технологические циклы специализированных машин (площеника зерна, кормосмесей и др.).

Отдельная позиция – земли с низкой кадастровой оценкой. Технические решения должны начинаться с разработки и формирования технического комплекса машин для получения полноценных органических удобрений.

Машины зерноуборочного комплекса должны обеспечивать менеджмент позерновой части урожая: солома – на корм, солома – на подстилку, солома – на удобрение.

Должен быть создан комплекс машин влаго- и ресурсо-энергоэкономной обработки посева на основе ротационных

(дисковых) и лаповых (лапы до 350 мм ширины захвата) рабочих органов в сочетании с различными типами катков (ременчатые, шнековые, кольчатые, гофрированные).

Отказываться от лемешно-отвальных плугов преждевременно, но они должны осуществлять главную вспашку с позиционированием верхнего слоя почвы, обогащенного пожнистыми остатками (листочестебельная масса кукурузы на зерно, сидераты и другая органическая масса).

Перспективным направлением на этих почвах может быть посев культур машинами без сошников типа.

*УДК 631. 3.06: 658. 012*

## **ОБОСНОВАНИЕ ПОЛНОКОМПЛЕКТНОГО РЕЗЕРВА ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» В ГАРАНТИЙНЫЙ ПЕРИОД**

*Миклуш В.П., канд. техн. наук, проф.,  
Круглый П.Е., канд. техн. наук, доц.,  
Авсейка А.В., студент*

*(УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск)*

Гарантийный период в системе технического сервиса является наиболее ответственным. Именно в этот период закладывается основа для правильной эксплуатации техники персоналом покупателя, создаются все предпосылки для безотказной работы в течение всего срока эксплуатации.

Изготовители техники в инструкции по эксплуатации или в сервисных книжках указывают периодичность и объемы проведения регламентных технических обслуживаний. Сроки гарантийного обслуживания устанавливаются в контрактах (договорах) или изготовитель техники представляет стандартную гарантию.

Гарантийный срок начинает исчисляться с момента передачи техники (для сезонного использования с момента ее использования) покупателю, если другое не предусмотрено договором купли-продажи. Если покупатель не использует машину, в отношении которой договором установлен гарантийный срок, по обстоятельствам, зависящим от продавца (поставщика), гарантийный срок не исчисляется до устранения соответствующих обстоятельств продавцом (поставщиком). Если другое не предусмотрено договором, гарантийный срок продлевается на время, в течение которого техника не могла использоваться из-за обнаруженных в ней недостатков, при условии извещения продавца (поставщика) о недостатках техники.

Гарантийный срок на комплектующие изделия считается равным гарантийному сроку на основную машину и начинает исчисляться одновременно с гарантийным сроком ее службы. На технику (комплектующие изделия), переданную взамен, в которой в течение гарантийного срока были обнаружены недостатки, устанавливается гарантийный срок той же продолжительности, что и на замененной.

Продавец обязан передать покупателю технику, соответствующую условиям договора купли-продажи о комплектности.

Если продавец в срок не выполнил требования покупателя о доукомплектовании, покупатель в праве по своему выбору потребовать замены некомплектной техники на комплектную или отказаться от использования договора купли-продажи и потребовать возврата денег.

Информация о технике (работе, услуге) в обязательном порядке должна содержать: наименование, номера и индексы стандартов, технических условий, обязательных требований, которым должна соответствовать техника; основные технико-экономические показатели; цену, условия приобретения и оплаты; гарантийные фирменные обязательства продавца; правила и условия эффективного и безопасного использования и хранения техники; ее срок годности; адреса предприятия-изготовителя, продавца, исполнителя фирменного обслуживания в гарантийный период.

Покупатель вправе до заключения договора купли-продажи осмотреть технику, потребовать проведения в его присутствии проверки или демонстрации использования ее, если это не исключено ввиду ее характера и не противоречит правилам, принятым в торговле.

Крупные фирмы, кроме стандартных гарантий, в ряде случаев берут на себя более жесткие обязательства, связанные со сроками поставки запасных частей, возмещения стоимости простоев в случае выхода из строя техники в гарантийный период, а также замены отказавших гарантийных машин, ремонт которых превышает заранее оговоренное время, на резервные.

Известно, что наиболее совершенной формой организации производства механизированных работ, которая учитывает особенности технологического процесса и сложность эксплуатации техники в гарантийный период, является технологический комплекс (комплексный технический отряд). Отряд организуется как оперативное подразделение, выполняющее весь технологический процесс. Два и более отряда составляют уборочно-транспортный комплекс.

Рассмотрим работу уборочно-транспортного комплекса. Пусть парк уборочного комплекса состоит из  $m$  машин, из них в начале функционирования  $m_p$  работает, а  $n$  находится в ненагруженном резерве ( $m = m_p + n$ ). Работоспособность машинного парка поддерживается системой ремонта, состоящей из  $S$  постов.

Каждый пост состоит из ремонтных рабочих и оснащен соответствующим оборудованием. Производительность поста определяется количеством ремонтных рабочих, участвующих в восстановлении работоспособности машин. В зависимости от удаленности работающих машин от центра хозяйства и состояния дорог посты размещаются непосредственно в поле или мастерской.

Среднее количество ремонтируемых и ожидающих ремонта машин

$$m_2 = \sum_{k=0}^{m_p+n} kP_k, \quad (1)$$

где  $P_k$  – вероятность того, что в системе ремонта занято ровно  $K$  постов.

Среднее число машин в резерве определяется из условия:

$$n_2 = n - m_2, \text{ если } n > m_2; \quad (2)$$

$$n_2 = 0, \text{ если } n \leq m_2 \quad (3)$$

Среднее количество работающих машин:

$$m_{cp} = m - (m_2 + n_2) \quad (4)$$

Коэффициент эксплуатационной надежности в данном случае

$$\eta_{эн} = \frac{m_{cp}}{m_p + n}. \quad (5)$$

Модель оптимизации основана на минимизации суммарных потерь, учитывающих ущерб от простоя машин и средств ремонта, а также эффект от сокращения потребности в сопряженных ресурсах и для однопостовой системы ремонта имеет вид:

$$Y_p(m_p, n, N) = C_m (1 + Y_0)(1 - \eta_{эн} + K_3) + (1/m) [(C_0 + \sum_{j=1}^N C_j + C_H)(1 - P_0)(1 + K) + C_0 P_0] \rightarrow \min, \quad (6)$$

где  $C_m$  – ущерб от простоя машины и работающего на ней персонала;

$Y_0$  – коэффициент, учитывающий потери от простоя сопряженных средств механизации в долях от стоимости простоя основных машин;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий потери от простоя машины (в относительных величинах) при переходе экипажа;

$C_0$  – ущерб от простоя поста в ожидании машины на обслуживание (ремонт);

$C_j$  – тарифная ставка рабочего  $j$ -й квалификации с начислениями, руб. за 1 ч.;

$C_H$  – накладные расходы;

$K$  – коэффициент, учитывающий издержки, связанные с восстановлением поста (в долях от стоимости работы поста);

$N$  – количество рабочих на посту ремонта;

$P_0$  – вероятность того, что система ремонта свободна.

Применение полнокомплектного резерва позволяет сократить потребность в трудовых ресурсах и обеспечить выполнение работ с высокой надежностью. Расчетом установлено, что для надежного функционирования тракторов «Беларус» в гарантийный период на 100 тракторов необходимо иметь 2-3 резервные машины, сосредотачиваемые на дилерских технических центрах.

Проведенные исследования и практический опыт позволили сделать следующие выводы об эффективности полнокомплектного резервирования машин при обеспечении эксплуатационной надежности машинного парка в гарантийный период.

1. Эффект резервирования существенно зависит от уровня безотказности машин и оперативности устранения отказов, характеризуемых единым показателем – приведенной плотностью потока отказов  $\rho$ . Чем выше этот показатель, тем больший достигается эффект.

2. При резервировании работоспособность машинного парка обеспечивается при меньшей напряженности работ в системе ремонта.

3. Резервирование позволяет значительно сократить простои машин в напряженные периоды выполнения сельскохозяйственных работ.

Таким образом, резервирование полнокомплектных машин служит эффективным средством повышения производительности машинного парка в гарантийный период, снижения загрузки системы ремонта, сокращения потребности в трудовых и материальных ресурсах для выполнения трудо- и капиталоемких технологических процессов, то есть является перспективным тактическим средством оперативного управления эксплуатационной надежностью техники.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Миклуш В.П. Обеспечения эксплуатационной надежности машинного парка технологических комплексов МТС. / В.П. Миклуш, П.Е. Круглый / Опыт, проблемы и перспективы развития технического средства в с.-х. – Минск, 2005.

2. Круглый П.Е. Механизация уборки картофеля с применением полно-комплектного и поэлементного резерва / П.Е. Круглый / Современные технологии в АПК. – Минск, 1997.

УДК 631

## **ПРОБЛЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*Хитрюк В.А., канд. техн. наук, проф.;*

*Трубилов А.К., канд. техн. наук, доц.;*

*Арешко Д.М., нач. управления технического сервиса,  
ремонта и энергетики*

*(Белорусская государственная сельскохозяйственная  
академия, РО «Белагросервис»)*

Современная мобильная сельскохозяйственная техника, насыщенная оригинальными электрогидравлическими исполнительными элементами, электронными управляющими и контролирующими системами требует грамотного, высококвалифицированного обслуживания.

Опыт эксплуатации тракторов «Беларус-3022» в Могилевской области свидетельствует о значительных простоях по техническим причинам даже в гарантийный период эксплуатации.

В республике не в полной мере восстановлена ранее действовавшая система организации обслуживания техники на уровне районных сервисных предприятий. Не лучшим образом на деятельность организаций агросервиса повлияло присоединения отстающих сельскохозяйственных предприятий. Акценты их производственной деятельности смещаются в сторону получения соответствующей сельскохозяйственной продук-

ции, а вопросы обслуживания техники хозяйств районов иногда отодвигаются на второй план. Этому способствует и низкая платежеспособность сельскохозяйственных предприятий.

Исторически в нашей стране действует не очень эффективная, отличающаяся от общепринятой в мировой практике, система ответственности за поддержание работоспособности машин и оборудования, когда завод-изготовитель, производящий технику, в лучшем случае, осуществляет устранение отказов в гарантийный период эксплуатации. В худшем – только снижает продавцу стоимость этой техники на покрытие затрат, связанных с предпродажным обслуживанием и устранением отказов в гарантийный период. В остальной же период цикла эксплуатации все заботы по поддержанию работоспособности техники перекладываются на плечи инженеров хозяйств и механизаторов или пункты технического обслуживания районных организаций, где нет необходимого оборудования, приспособлений, специально подготовленных мастеров-наладчиков, нормативно-технической документации или на ремонтные предприятия, которые в большинстве своем не связаны никакими обязательствами с этими заводами-изготовителями. Многолетний зарубежный опыт эксплуатации подобных машин отличается главным образом разделением функций между теми, кто работает на технике, и теми, кто устраняет возникающие отказы, ремонтирует и настраивает технику в гарантийный и послегарантийный периоды. Первым в большинстве своем не обязательно глубоко знать устройство, уметь разбирать, собирать, регулировать. Их функции в этом направлении ограничиваются текущим контролем за состоянием систем, смазкой отдельных сопряжений, контролем за соединениями, технической настройкой агрегатов при жестком выполнении правил эксплуатации. При этом они являются классными специалистами в управлении техникой при выполнении полевых и других работ. Все мероприятия по проведению разборочно-сборочных, регулировочных, ремонтных работ с заменой деталей и сборочных единиц выполняют специально подготовленные квалифицированные

специалисты – дилеры, работающие по договорам с заводами-изготовителями или продавцами этой техники. То есть в основе обеспечения работоспособности техники является фирменное обслуживание под патронажем завода-изготовителя.

В условиях конкурентной борьбы за рынки сбыта обязательным условием является создание развитой и хорошо организованной материально-технической базы технического обслуживания: складов и средств доставки запасных частей, дилерских предприятий для обслуживания техники, учебных и консультационных пунктов. Под обслуживанием техники при этом понимается выполнение всего комплекса инженерных работ при использовании машин, начиная от продажи и кончая поддержанием их в работоспособном состоянии в течение всего срока службы. Подсчитано, что, например, в США каждый доллар, вложенный в организацию технического обслуживания, приносит вдвое большую прибыль, чем продажа самих машин за счет проведения ремонтно-обслуживающих работ, продажи оригинальных запасных частей, масел, смазок, технических жидкостей.

Кроме того, заводы-изготовители сложной сельскохозяйственной техники организуют специализированные производства по ремонту своей продукции или отдельных наиболее сложных сборочных единиц, таких как двигатели, топливная аппаратура и др. При этом уровень производства и качество ремонта приближены к уровню производства на заводе-изготовителе.

Новая техника требует ответственного изменения психологии в отношении к используемым маслам, техническим жидкостям и смазкам. Известная формула – «заливай что есть» приводит к отказу в первую очередь гидравлических систем и двигателей. Более того, тракторы типа Беларус-3022 не допускают применения моторных масел в гидравлических системах, что приводит к необходимости использования закрепленного шлейфа гидрофицированных сельскохозяйственных машин с применением однотипных гидравлических масел. Особенно высоки требования к маслам и жидкостям

при эксплуатации дорогостоящих зарубежных двигателей, узлов топливоподающих и гидравлических систем.

Имеющий место монополизм при выпуске сложной сельскохозяйственной техники позволяет производителям ограничивать свои обязательства перед потребителем только ответственностью в гарантийный период эксплуатации. При этом отсутствует не только техническое обеспечение средствами проведения ремонтно-обслуживающих работ, но и техническая документация на проведение этих работ может появиться только через несколько лет после начала выпуска машин. Одним из недостатков сложившейся системы эксплуатации сельскохозяйственной техники является практическое отсутствие вторичного рынка машин, когда сельскохозяйственные предприятия, как потребители, не имеют возможности свободной продажи техники. Это приводит к тому, что предприятие, купившее однажды трактор или комбайн, должно довольствоваться им до списания. Техника перестает быть товаром и теряет потребительскую стоимость, снижается ответственность по ее сохранности, невозможен маневр при необходимости ее замены.

Указ Президента Республики Беларусь № 186 от 27.03.08 г. дает возможность приблизить требования к отечественной технике и ее производителям к требованиям, сложившимся в мировой практике машиностроения. Однако это требует существенной перестройки всей системы технического обслуживания и ремонта машин.

На наш взгляд необходимы следующие преобразования.

1. Действующие технические центры и их филиалы обслуживания техники должны по организационной структуре быть составной частью системы «завод-изготовитель — приобретатель техники». При этом заводы-изготовители должны обеспечивать:

- ответственность за осуществление технического обслуживания машин в течение всего периода эксплуатации;
- разработку методов обслуживания, создание руководств по использованию, обслуживанию и ремонту, подготовку

кадров, обеспечение приспособлениями и инструментом до начала массового производства машин;

- ведение мониторинга работоспособности и отказов в целях совершенствования конструкции и технологии изготовления выпускаемой техники.

Технические центры и их филиалы должны организовывать сложное техническое обслуживание и необходимый ремонт техники на основе договоров и в послегарантийные периоды эксплуатации с продажей оригинальных запасных частей, эксплуатационных материалов.

2. Количество технических центров и их филиалов должно быть таким, чтобы обеспечить оптимальные зоны обслуживания и минимальные простои техники по техническим причинам, используя при этом на правах аренды или других условиях производственную базу районных сервисных предприятий или законсервированные базы после объединения в 2003 году служб районов.

3. Изучить возможность Минского моторного завода, являющегося единственным в республике и обеспечивающего комплектацию двигателями практически всей мобильной техники, передать один из мотороремонтных заводов для организации ремонта двигателей, выпускаемых этим заводом.

4. Разрешить сельскохозяйственным производителям свободную продажу по остаточной стоимости техническим центрам работавшей и невостребованной техники с целью ее ремонта и последующей перепродажи нуждающимся сельскохозяйственным предприятиям.

**ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС ДОИЛЬНЫХ ЗАЛОВ В АСПЕКТЕ  
СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ МОЛОКА**

*Клыбик В.К., зав. лабораторией  
«Технический сервис в АПК, канд. техн. наук,  
Юркевич Е.А., инженер*

*(РУП «Научно-практический центр Национальной  
академии наук Беларуси по механизации сельского  
хозяйства», г. Минск)*

В Республике Беларусь имеются около 350 действующих крупных молочных ферм и комплексов с доильными залами, на которых обслуживается поголовье коров в количестве 130 тыс. со средним удоем за 2007 г. – 5023 кг на корову.

Большинство из них оснащены современным доильным оборудованием с элементами автоматизации управления процессом доения, в различной степени удовлетворяющим физиологическим механизмам молокоотдачи коров.

Структура доильных залов и их техническое оснащение в разрезе областей приведена в таблице 1. По остальным молочно-товарным фермам, оснащенным устаревшим оборудованием, осуществляется на промышленной основе программа их реконструкции с внедрением прогрессивных технологий производства. В соответствии с программой, до 2010 года необходимо реконструировать и технически переоснастить 1372 молочно-товарные фермы.

При высокой концентрации поголовья на таких фермах и комплексах особую актуальность приобретает создание оптимальных условий содержания и доения коров с целью использования максимальной их продуктивности. Исследования показывают, что при несоблюдении технологических, санитарно-гигиенических норм содержания животных и отсутствия должного внимания к технологическим режимам и техни-

ческому состоянию доильного оборудования, у них возможно развитие заболеваний. При этом продуктивность животных может снизиться на 15-35 %, расход кормов на единицу продукции увеличиться на 10-20%. В первую очередь это касается величины вакуума в системе доильного оборудования. При наличии очень высокого вакуума (более 0,52 бар.), повышение которого происходит при неисправности регулировочного клапана (засорение фильтра), вакуумметра и при накоплении молочных хлопьев в трубопроводе, возможны механические повреждения в области соскового канала и соска. При этом у коровы появляется боль в области вымени, что тормозит молокоотдачу, приводит к возрастанию продолжительности доения и к возрастанию доли остаточного молока.

Немаловажным параметром при работе доильного оборудования является и частота пульсаций. Ее повышение сверх оптимальных пределов влияет на сосковый канал таким образом, что он остается открытым еще некоторое время после окончания такта сосания, и молоко в результате сжатия сосковой резины может снова попасть в сосковый канал. Низкая частота пульсаций ведет к удлинению такта сосания, что вызывает появление боли, поэтому в вымени остается некоторое количество молока и удлиняется время доения.

Таким образом, изменение частоты пульсации в недопустимых пределах приводит к появлению маститов и нарушению секреции молока. Исследования показали, что при правильной работе пульсаторов количество коров с заболеваниями вымени составляло 8,7 %, при нарушениях работы пульсатора – уже 34,1 %. Нарушение цикличности в работе доильных аппаратов наблюдается при недостаточной подаче воздуха, при спадании доильных стаканов и нарушении герметичности в вакуумной системе. Если появляются нарушения в такте пульсации, то они могут быть обусловлены, в первую очередь, диаметром, длиной и натяжением сосковой резины, а также объемом коллектора и длиной молокопровода.

При несоблюдении величины вакуума и вакуумного режима из-за процесса задаивания коров и маститов, потери

Таблица 1  
Структура действующих доильных залов в сельскохозяйственных организациях  
по состоянию на 01.01.2008г.

Наименование области	Колич. М.Т.Ф. с доильными залами	Обслуживается коров, гол.	Средний удой на корову за 2007г.	Колич. доильных залов	В том числе по типам			Колич. МТФ, оборуд. установками		Наличие МТФ с доением в ПДУ (доильные площадки)		
					Елочка	Параллель	Тандем	отечественными	импортными	Всего	кол-во установок	обслуж. коров, гол.
Брестская	61	25143	5307	62	53	9	0	14	47	43	56	10552
Витебская	21	6407	4561	21	20	1	0	9	12	5	6	994
Гомельская	63	18284	4379	67	66	1	0	49	14	110	140	23336
Гродненская	83	33433	5420	90	62	29	1	16	67	25	39	4753
Минская	49	15127	5953	58	54	9	5	12	37	35	49	5592
Могилевская	73	31018	4387	77	75	2	0	48	25	18	35	2683
Итого по республике	350	129412	5023	375	330	51	6	148	202	236	325	47910

молочной продуктивности коров составляют 8 %, при повышенной частоте пульсаций (на 30 % и выше) – до 16 %, при комплектовании доильной установки узлами и деталями, отличающимися между собой по параметрам технического состояния, из-за неполной молокоотдачи – до 4 %. Незначительные нарушения технологии доения приводят к тому, что совокупные потери молочного сырья могут достигать 30 %. Стоимость часа сверхнормативного простоя (> 2 часов) доильного оборудования составляет не менее 2,5 % от суточного производства продукции.

Надлежащее обслуживание доильного оборудования молочно-товарных ферм и комплексов на основе периодичного контроля параметров технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса и упреждающего выполнения профилактических и ремонтно-восстановительных работ позволит реализовать комплекс организационно-технических мероприятий по поддержанию его в работоспособном состоянии, что в свою очередь снизит затраты на ремонт до 15 %, заболеваемость животных до 20 %, при повышении их продуктивности на 10 % и более, и увеличит срок службы доильных установок на 3-5 лет.

На примере экономической модели усредненной молочно-товарной фермы с доильным залом, рассмотрев показатели комплекса с нарушениями в техническом обслуживании, отсутствии диагностики, профилактических и ремонтно-восстановительных работ доильных установок, и при правильном планировании и проведении всех организационно-технологических операций по техническому сервису доильного оборудования выяснилось, что прибыль рассматриваемой фермы с соблюдением регламента обслуживания доильного оборудования на 19,1 млн. руб. больше, и это только за счет своевременного технического обслуживания.

Получить высокие удои и снизить себестоимость молока можно только при комплексном решении данной проблемы. Для этого необходимо правильное планирование и строгое соблюдение всех организационно-технологических операций

по содержанию, кормлению, доению и периодическом контроле параметров технического состояния и упреждающего выполнения профилактических и ремонтно-восстановительных работ оборудования, используемого на молочно-товарных фермах.

Ситуацию на рынке услуг можно улучшить разработкой и освоением в производстве отечественного передвижного поста с комплектом оборудования для технического обслуживания, диагностики и текущего ремонта доильных установок молочно-товарных ферм и комплексов. В пост должны входить следующие средства.

Комплект оборудования для экспресс-диагностики и комплексного контроля основных узлов и систем доильных установок в процессе эксплуатации, состоящего из электронного блока с аналоговым и цифровым модулями (включая микропроцессор, ПЗУ и ОЗУ), сенсорным дисплеем. Параметры снимаются с помощью уникальных датчиков с длительной стабильностью результатов измерений, что позволяет использовать калибровочные данные из модуля памяти для получения особо точных измерений.

Технические характеристики и пределы измерений комплекта оборудования для экспресс-диагностики доильных установок приведены в таблице 2.

- АУД-1 – автоматизированное устройство диагностирования асинхронных двигателей общепромышленного применения без разборки и снятия напряжения.

- Другое вспомогательное оборудование и комплекты инструментов.

Рациональное рассредоточение нужного количества передвижных постов по регионам республики позволит по более низкой цене, качественно и вовремя проводить необходимое техническое обслуживание всего доильного оборудования молочно-товарных ферм и комплексов, что позволит только на 350 МТФ с доильными залами сэкономить 6,7 млрд. руб. на ТО и ремонт в год.

Таблица 2

### Технические характеристики комплекта оборудования для экспресс-диагностики доильных установок

Измеряемые параметры:	Пределы измерения
Вакуум, колебания вакуума, кРа	0-90
Максимальный вакуум, минимальный вакуум, средний вакуум, перепад вакуума, разность уровней вакуума в узлах, измеренных датчиками ВД-1, ВД-2 и ИСД, кРа	0-90
Основная пульсация	
Частота (период), Hz (ms)	0,5-2 (2-0,5)
Длительность фаз a, b, c, d тактов сосания и массажа:	
относительная, %	5-90
(абсолютная), (ms)	0-1200
Стимулирующая пульсация	
Амплитуда, кРа	0-10
Частота (период), Hz (ms)	2-15 (60-500)
Количество стимулирующих импульсов, hcs	1-10
Смещение фаз пульсации при попарном доении	
Смещение фаз b, d, ms	0-800
Баланс, %	0-100
Герметичность системы	
Время нарастания, спада вакуума в трубопроводе, s	0-600
Расход воздуха m <sup>3</sup> /hrs	0-30; 0-180
Показатель обобщенной жесткости (ПОЖ) сосковой резины для каждого из 4-х доильных стаканов, б/р	0,7-1,8

### ЛИТЕРАТУРА

1. Плященко С.И. Содержание коров на фермах и комплексах / С.И. Плященко, А.Ф. Трофимов. - Минск: Ураджай, 1985. - 152 с.
2. Закревский А.О. Как избежать проблем при доении? // Сельскохозяйственные вести – № 1.– 2005 – животноводство /– ЗАО НПО «Агротехкомплект».
3. Система технологических и санитарно-гигиенических мероприятий на молочных фермах и комплексах: метод. рекомендации / МСХП ; сост. Попков Н.А. [и др.]. – Институт животноводства НАН Беларуси. – 2003 г.

## ОСОБЕННОСТИ ОБКАТКИ ПЛАСТИНЧАТЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

*Колончук М.В., инженер,  
Миклуш В.П., канд. техн. наук, проф.,  
Карпович С.К., канд. эконом. наук, доц.*

*(РУП Минскэнерго,  
Белорусский государственный аграрный технический  
университет)*

Недостатками ротационных насосов являются большие затраты мощности и непостоянство быстроты действия [1]. При этом быстрота действия насосов меньше теоретической вследствие влияния заземленного объема и негерметичности системы, дросселирования воздуха на всасывании и подогреве при нагнетании, учитываемых коэффициентом откачки. Значения условного полного изотермического коэффициента полезного действия пластинчатых насосов составляет 0,3-0,65, а объемный коэффициент, учитывающий энергетические потери вследствие утечек воздуха, находится в пределах 0,5-0,8. Потери на трение ротационных пластинчатых насосов составляют 25-30 % от подводимой мощности [1].

В конструкциях насосов применяют необработанные наклонные или радиальные лопатки, имеющие на верхних кромках соответственно один и два скоса под углом 45° (рис. 1). Такая форма лопаток вызывает их скачкообразное движение на отдельных участках внутренней поверхности корпуса и протечки воздуха через возникающий радиальный зазор. В результате корпус имеет волнообразный износ, а лопатки заклинивают или обламываются отдельные их куски. Насос с поврежденной внутренней поверхностью корпуса характеризуется повышенным шумом и пониженными характеристиками.

В том случае, если периферийная поверхность пластин в поперечном сечении выполнена по дуге, отличающейся от теоретического профиля, то это требует продолжительного времени для приработки кромок пластин к цилиндру (рис. 2).

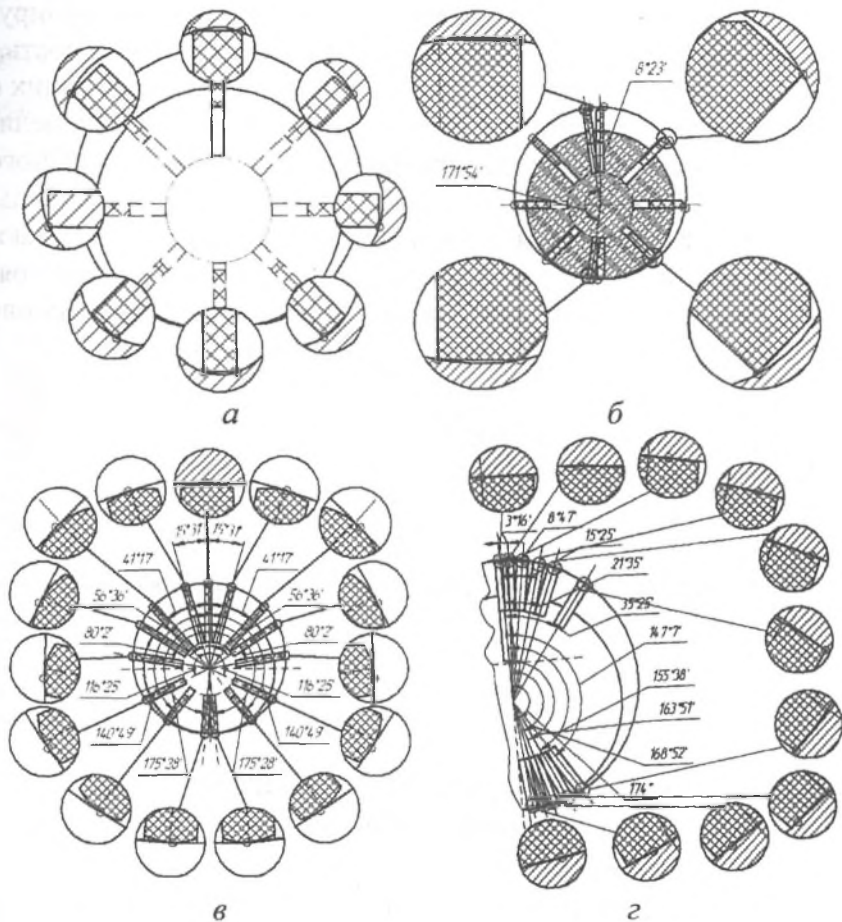
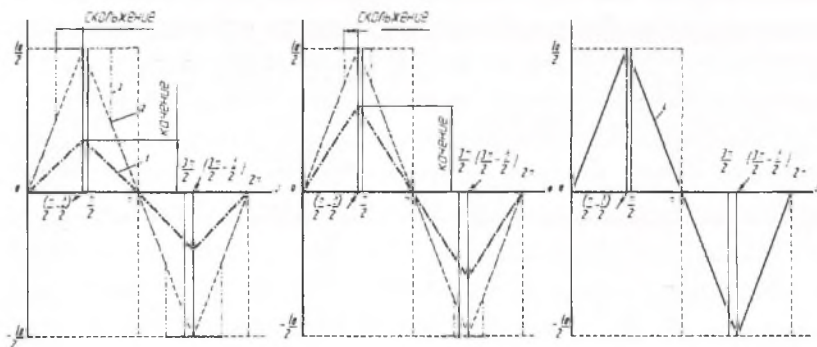


Рис. 1. Перемещение площадки контакта лопаток:

- а* – прямоугольная;
- б* – срезана под углом;
- в* – радиус закругления меньше расчетного;
- г* – радиус закругления больше расчетного

Для обкатки ротационных вакуумных насосов применяется способ, заключающийся в том, что насос устанавливается на испытательном стенде и производится обкатка его путем вращения ротора, создания на входе в насос минимального давления и подачи в рабочую камеру насоса смазывающей жидкости – раствора эмульсола. Одновременно контролируется температура корпуса и потребляемая насосом мощность.

При стабилизации этих параметров, свидетельствующих о том, что потери на трение в насосе достигли постоянной величины, процесс обкатки прекращается. Недостатком данного способа является невысокая экономичность, вследствие большой продолжительности и значительного расхода смазывающей жидкости, в качестве которой используется дорогостоящий раствор эмульсола (многокомпонентный состав на основе минеральных масел и поверхностно-активных веществ).



**Рис. 2.** Амплитуда перемещения площадки контакта пластины и цилиндра:

$$1 - r_n^1 < r_n; \quad 2 - r_n; \quad 3 - r_n^2 > r_n; \quad 4 - r_n^3 \rightarrow R$$

Предлагаемый метод обкатки ротационных вакуумных насосов заключается в том, что приводит во вращение ротор насоса, подает смазку, создает предельное давление и контролирует быстроту действия насоса при рабочем давлении 50 кПа. При этом, с целью сокращения продолжительности и экономичности, лопатки вакуумного насоса (рис. 3) предварительно попарно обрабатывают в комплекте с разделяющей

пластиной (рис. 4) толщиной

$$b = \frac{r \cdot S}{\frac{e}{\sqrt{1 - \varepsilon^2 \cdot \sin^2 \psi}} + S} \cdot \sin \psi - S$$

(где  $R$  – радиус корпуса (рис. 3),  $S$  – толщина лопатки,  $e$  – эксцентриситет,  $r$  – радиус ротора,  $\psi$  – угол между средней плоскостью лопатки и радиусом ротора) фрезой с режущей кромкой радиуса  $r_n = R \cdot S / \left[ \left( 2e / \sqrt{1 - \varepsilon_1^2 \sin^2 \psi} \right) + S \right]$ .

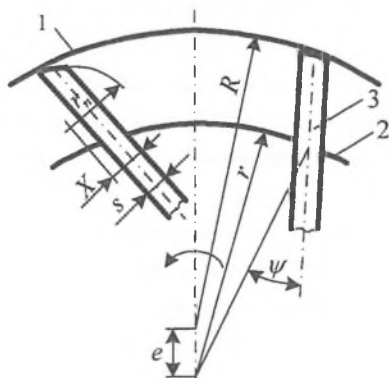


Рис. 3. Параметры дуги кромки пластины

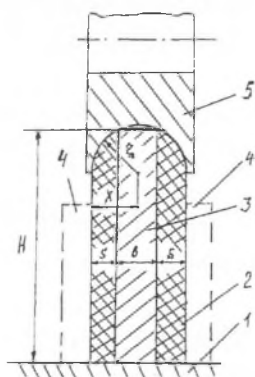


Рис. 4. Схема устройства для придания цилиндрической формы верхней кромке лопатки:

(1 – основание; 2 – лопатка текстолитовая; 3 – разделяющая пластина; 4 – зажим; 5 – фреза фасонная)

## Выводы

Придание верхним кромкам лопаток вакуумных насосов цилиндрической поверхности позволяет максимально уменьшить время обкатки. Этот способ позволяет исключить расход смазывающей жидкости, в качестве которой используется дорогостоящий раствор эмульсола (многокомпонентный состав на основе минеральных масел и поверхностно-активных веществ).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Казаровец, Н.В. Современные технологии и технический сервис в животноводстве : монография / Н.В. Казаровец, В.П. Миклуш, М.В. Колончук. – Минск.: БГАТУ, 2008. – 788 с.

УДК 621.81.004.67

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Девойно О. Г., д-р. техн. наук, доц.,  
Кардаполова М.А., канд. техн. наук*

*(Белорусский национальный технический  
университет, г. Минск)*

Проблема повышения долговечности узлов трения является актуальной, что подтверждается данными статистики, согласно которой около 50 % отказов машин и оборудования происходит по причине преждевременного износа.

При этом, в ремонте производстве на предприятиях агропромышленного комплекса около 70 % задач восстановления размера изношенных деталей решается использованием

процессов наплавки. Указанный метод наряду с преимуществами, к которым можно отнести широкий выбор наплавочных материалов, относительную простоту процесса, имеет ряд существенных недостатков, которые или ограничивают номенклатуру подвергаемых ремонту деталей или приводят к существенному снижению качества ремонта. К таким недостаткам можно отнести: сильное термическое воздействие на материал восстанавливаемой детали; переплав основного металла совместно с наплавляемым материалом; высокие термические напряжения, приводящие в ряде случаев к поломке деталей; низкое качество поверхности, что заставляет назначать высокие припуски на механическую обработку. С этой точки зрения в ремонтном производстве незаслуженно низкое внимание уделяется процессом газотермического напыления порошковых материалов, заключающихся в нанесении на поверхность порошкового материала, расплавленного в струе плазмы или пламени газопламенной горелки.

Достоинством метода газотермического напыления является наличие широкой номенклатуры выпускаемых промышленностью порошков для напыления, что позволяет охватить большое количество деталей, работающих в самых различных условиях. Особое место среди порошковых материалов занимают так называемые самофлюсующиеся сплавы, которые при последующем оплавлении образуют биметаллическое соединение с материалом основы. Лимитирующими факторами, ограничивающими область применения указанных технологических процессов, являются прочность сцепления покрытия с основой в случае использования неоплавляемых порошков, необходимость разогрева до температуры порядка  $1000^{\circ}\text{C}$  при использовании самофлюсующихся сплавов. Характерные области применения различных методов восстановления с использованием порошковых материалов приведены в таблице 1.

Отработаны технологии восстановления методами газотермического напыления деталей двигателей, деталей насосов, электродвигателей, почвообрабатывающего инструмента и ряд других.

Также перспективными при соответствующем технико-экономическом обосновании могут быть лазерные технологии, позволяющие производить как восстановление изношенных деталей, так и упрочнять новые детали.

Таблица 1

**Основные характеристики методов нанесения порошковых материалов**

Метод	Энергия			Распыляемый материал		Производительность, кг/ч
	Форма энергии	Температурный диапазон, К	Скорость частиц, м/с	Форма	Вид	
Газопламенное напыление	Горение газов: ацетилен и кислород, пропан и кислород; МАФ и кислород	3000-3500	50-200	Проволока/ порошок	Большинство материалов	5-8
Детонационное напыление	Горение газов $C_2H_2+O_2$	3 500	~ 650	Порошок	Все материалы	4-6
Плазменное напыление	Электричество 40-120 кВ $N_2/H_2$ $Ar/H_2$ $He/H_2$	3 000-20 000	350-450	Порошок	Все материалы	Металлы 4-8 Керамика 2-4

Этот метод имеет ряд специфических особенностей, к которым относятся:

1. Возможность получения в зоне воздействия высоких плотностей мощности, недостижимых другими методами, что:

- позволяет реализовывать термические процессы со сверхвысокими скоростями нагрева и охлаждения поверхностного слоя;

- обеспечивает возможность локальной термообработки рабочих поверхностей деталей без их объемного разогрева.

2. Достаточно легкая управляемость лазерным лучом, что касается возможностей:

- автоматизации процесса;
- транспортировки луча в зону обработки;
- точного дозированного энергетического воздействия на заданную точку поверхностного слоя;
- варьирования в достаточно широких пределах режимами лазерной обработки.

3. Экологическая чистота лазерных методов обработки.

Среди методов лазерного упрочнения перспективными являются методы лазерного легирования, предполагающие введение легирующих компонентов в поверхностный слой в процессе лазерной обработки.

Кроме перечисленных достоинств методы лазерного легирования позволяют:

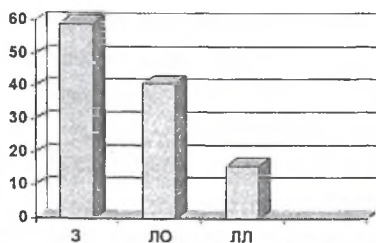
- производить поверхностное упрочнение материалов, которые не могут быть упрочнены методами термообработки;
- обеспечить экономию дорогостоящих легирующих компонентов за счет возможности легирования только функционально нагруженных зон детали.

Максимальные твердости, достигаемые при лазерной закалке конструкционных материалов, приведены в таблице 2.

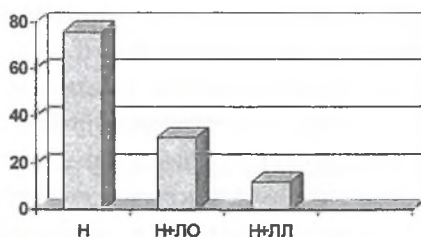
Представляют интерес комбинированные методы поверхностного упрочнения, предполагающие газотермическое напыление покрытий и последующее их лазерное легирование. Это дает значительный эффект в повышении эксплуатационных характеристик трущихся поверхностей и расширении номенклатуры подлежащих восстановлению деталей (рис. 1).

Среди новых лазерных упрочняющих технологий гибридные процессы. К ним относится процесс формирования покрытий напылением через гибридный плазматрон, в котором совмещены плазменная дуга и лазерный луч.

При этом возможно обеспечивать различные степени поглощения лазерного луча плазменной струей и, тем самым, управлять условиями нагрева порошка и поверхности в процессе порошковой наплавки.



*а*



*б*

**Рис. 1.** Сравнительная величина износа сплавов при различных видах обработки по результатам экспресс испытаний;  
*а* – сталь 45, *б* – никелевый сплав,  
 где: з – закалка; ЛО – лазерная обработка, н – напыление;  
 лл – лазерное легирование

Таблица 2

**Твердости, достигаемые при лазерной закалке конструкционных материалов**

Материал		Достигаемая твердость, НВ
Стали	Ст3	500...600
	Сталь 45	700...800
	У8	800...1000
	40Х	1100...1140
	40Х13	1000...1200
	ШХ15	1100...1200
	Х12М	900...1050
	Р18; А11Р3М3Ф2	1040...1070
	Р6М5	1070
Чугуны	ВЧ60-2	800...1100
	СЧ24-44	740...1000
	КЧ35-10	600...800

Другим видом гибридной технологии является процесс, совмещающий световой и лазерный луч, что позволяет проводить процессы поверхностного упрочнения с заданным термическим циклом.

Задачей технологов является определение оптимального метода восстановления-упрочнения по комплексному критерию, включающему уровень достигаемых эксплуатационных свойств и затрат на восстановление и ремонт детали. Так, результаты уже проведенных работ показывают целесообразность использования технологий порошковой наплавки для почвообрабатывающего инструмента. При этом эффективным является использование дешевых порошков из отходов производства, например, на основе хромистого чугуна. Методы плазменного и газопламенного напыления, как с оплавлением покрытий, так и без него, могут быть применены для деталей подвески и двигателей. Наиболее дорогими являются методы лазерной обработки. Однако достигаемый при таких методах высокий уровень физико-механических и эксплуатационных свойств упрочненных рабочих поверхностей деталей машин делает такие методы конкурентоспособными. Применение методов лазерной обработки в настоящий момент эффективно на крупных ремонтных предприятиях при обеспечении высокого коэффициента загрузки лазерных установок и, как правило, для восстановления-упрочнения дорогостоящих деталей.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ  
И ФИЛЬТРЫ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ  
СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ**

*Капцевич В.М., д-р. техн. наук, проф.,  
Кусин Р.А., канд. техн. наук,  
Лисай Н.К., канд. техн. наук,  
Витязь А.А., зав. лабораторией,  
Кривальцевич Д.И., инженер,  
Закревский И.В., инженер*

*(Белорусский государственный аграрный технический  
университет, ГНУ «Институт порошковой металлургии,  
ДП «Мостовская сельхозтехника» Гродненского  
УП «Облсельхозтехника», ОАО «Березовский МРЗ»)*

Современная сельскохозяйственная техника представляет собой дорогостоящие высокотехнологичные изделия, производство и обслуживание которых требуют значительной технической культуры. Эффективность, а зачастую даже область применения мобильной техники, в большой мере определяется качеством вспомогательных систем, которые должны обеспечить, при интенсивной эксплуатации, функционирование силовых агрегатов в оптимальных режимах.

Очевидно, наиболее значимыми вспомогательными системами такого рода являются системы фильтрации, поскольку как минимум 75 % неисправностей и 50 % простоев автотракторной и сельскохозяйственной техники обусловлено наличием загрязняющих частиц в топливе, масле, гидрожидкости и воздухе. По данным [1], в конце прошлого столетия в мире ежегодно было потрачено 335 млрд. долларов на фильтрующие материалы (ФМ) и оборудование. Из них 165 млрд. долларов – на фильтры для очистки питьевой воды и муниципальных сточных вод и 170 миллиардов – на фильтры, используемые в промышленности (100 млрд. – процессы

фильтрации, 40 млрд. – промышленная водная очистка и 25 млрд. – обработка сточных вод). Косвенным доказательством осознания важности проблемы является и то, что мировой рынок фильтрующих технологий и материалов, по сведениям аналитических агентств «Standards & Poor» и «McIvane Co», возрастает на 15–20 %, а сектор мобильной техники – на 20-25 % ежегодно.

Известно [2], что от 25 до 50 % отказов в работе авиационных гидросистем вызваны загрязнениями рабочих жидкостей. По этой же причине происходит 65 % отказов в работе автомобильных гидросистем. Такое же положение и с прецизионной гидравликой (производство промышленных манипуляторов и роботов), где, по данным ведущих в мире фирм, причиной 95 % случаев преждевременной блокировки является некачественное фильтрование. Испытания, проведенные в США (фирма «PALL»), показали, что при уменьшении размеров частиц загрязнителя с 25 до 3 мкм долговечность гидро- и пневмосистем возрастает в 8 раз.

В последнее время намечаются следующие тенденции в развитии ФМ:

1. Все более широкое применение ФМ в технике охраны окружающей среды. При этом предпочтение отдается разработке и внедрению легко регенерируемых и экологичных фильтров.

2. Создание специализированных фильтров. Потребители требуют для удовлетворения своих специфических потребностей более высокое качество очистки и ФМ с контролируемым размером пор. Чтобы удовлетворить эти требования, производители предлагают композиционные ФМ с градиентной структурой пор.

3. Увеличение тонкости фильтрования. Потребители часто нуждаются в более тонком фильтровании на всех уровнях. В центре этой тенденции – увеличение надежности фильтров, которую ограничивает одновременный рост стоимости.

Эффективность работы ФМ зависит от правильного выбора пористой структуры и организации ее распределения в

объеме материала. Так, создавая фильтры с градиентной структурой пор, можно в несколько раз повысить их производительность и срок службы, что в конечном итоге приводит к снижению материальных и энергетических затрат.

Для очистки жидкостей и газов используют порошковые, волокнистые, ячеистые и сетчатые ФМ [2, 3]. Каждый из этих материалов обладает как достоинствами, так и недостатками. Так, методами порошковой металлургии могут быть изготовлены порошковые фильтрующие материалы (ПФМ) с минимальными размерами пор  $d_{п \text{ min}} \sim 0,1$  мкм, в то время как волокнистые фильтрующие материалы (ВФМ) и сетчатые фильтрующие материалы (СФМ)  $\sim 20$  мкм, а высокопористые ячеистые материалы (ВПЯМ)  $\sim 200$  мкм. В то же время ПФМ и ВПЯМ по сравнению с ПФМ обладают на порядок большей проницаемостью, удельной прочностью, пластичностью, ударной вязкостью, лучшей регенерируемостью. Кроме того, ВФМ и деформируемые ВПЯМ обладают ортотропной структурой пор, которую можно использовать для многостадийной очистки. Однако до настоящего времени способы такой очистки не разработаны и целенаправленно не используются. В то же время, если для ПФМ разработан ряд методов создания в них градиентной структуры пор, основанных на послойном формовании, виброформовании, осаждении в поровых каналах более мелких частиц, псевдооживлении, пластическом деформировании т.п., то для ВФМ и ВПЯМ такие методы отсутствуют. Отсутствуют также научно обоснованные подходы к созданию композиционных ФМ, состоящих из порошковых волокнистых и ячеистых материалов, которые сочетали бы в себе преимущества каждого из них.

Порошковые фильтрующие материалы, представляющие интерес для агропромышленного комплекса, по областям применения можно условно разделить на ПФМ для фильтров, ПФМ для распределителей газовых или жидкостных потоков и ПФМ для интенсификации процессов тепло- и массообмена.

Основным назначением таких фильтров является очистка жидкостей или газов от посторонних примесей: жидкости от

твердых частиц, газовых пузырьков и включений другой нерастворимой жидкости, газов от твердых или жидких загрязнений. Отличительной их особенностью является осуществление фазоразделения в результате процесса фильтрования. Применение таких ПФМ позволяет повысить качество выпускаемой продукции, надежность и долговечность пневмо- и гидросистем различного назначения, обеспечить защиту окружающей среды и т.д.

Наиболее часто на практике для изготовления ПФМ используются порошки оловянисто-фосфористой бронзы марки БрОФ10-1, железа, коррозионно-стойкой стали, никеля, титана.

ФМ из порошков бронзы могут выдерживать нагрев на воздухе до 200°C и до 400°C в неокислительной среде. Они коррозионностойки на воздухе, в морской воде и растворах КОН. ПФМ из порошков железа коррозионностойки в масле, керосине, бензине и дизельном топливе. ПФМ из алитированных железных порошков имеют высокую окалиностойкость и коррозионностойкость на воздухе и в морской воде, а из хромированных ПФМ выдерживают нагрев до 750°C.

ПФМ из порошков коррозионностойких сталей обладают высокой коррозионной стойкостью в кислотах, щелочах и агрессивных средах. Они выдерживают нагрев на воздухе до 500°C, а некоторые из них и до более высокой температуры. Так, ПФМ из восстановленных порошков ПХ17Н2, ПХ30, ПХ18Н15, ПХ18Н9, ПХ23Н18 обладают стойкостью в азотной кислоте, щелочах, в среде окислительных газов при температуре до 800°C.

ПФМ из порошка никеля стойки в расплавах и растворах щелочей, выдерживают температуру воздуха 280°C и восстановительной среды до 600°C. Сплавы хрома с 30–40 % никеля стойки в воздушной среде, нагретой до температуры 1200°C, в соляной кислоте и галогеносодержащих средах. Никельмолибденовые сплавы (Ni-15Cr-15Mo) обладают коррозионной стойкостью одновременно в соляной и азотной кислотах. Монель-металл (сплав Cu-Ni) стоек в среде галогенидов, а ни-хром (сплав Ni-Cr) – на воздухе при температуре до 800°C.

ПФМ из титана имеют преимущества перед ПФМ из бронзы, коррозионностойких сталей и никеля. Они коррозионностойки в присутствии хлора (хлоридов, солей хлористой кислоты), морской, соленой воды,

ПФМ могут изготавливаться практически любых форм и размеров: листы 1400×350 мм и трубы на их основе диаметром до 500 мм и длиной до 1000 мм и более, диски диаметром от 52 мм до 305 мм и «чечевицы» на их основе, изделия в виде стаканов, таблеток, пробок и более сложной формы по согласованным чертежам. Из порошков коррозионностойких сталей, никеля и титана изготавливаются диски диаметром до 200 мм, трубы диаметром до 80 мм и длиной до 500 мм, а также втулки и стаканчики диаметром до 80 мм.

Особый интерес представляет применение ПФМ из порошков оловянно-фосфористой бронзы с анизотропной поровой структурой, выполненных методом виброформования, в качестве фильтрующих элементов для очистки масла [4]. Нерастворимые продукты загрязнения масла вызывают повышенный износ и задиры деталей, засоряют масляные каналы, ухудшают температурный режим и т.п. Поэтому качественная очистка рабочих жидкостей позволяет не только увеличить ресурс работы оборудования, но и его производительность. Характеристики такого фильтра для очистки масла приведены в таблице 1 [4].

Таблица 1

**Технические характеристики фильтров для очистки масла**

Тип фильтра	ФМ-1.20	ФМ-1.10
Тонкость очистки, мкм	20	10
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	до 20	10
Перепад давления, МПа	0,6	
Поверхность фильтрации, м <sup>2</sup>	1,24	1,24
Ресурс до регенерации (при тонкости очистки 20 мкм), ч	900	100
Материал фильтроэлементов	Порошок бронзы БрОФ 10-1	
Материал корпуса	Листовая сталь	
Габариты, мм:	диаметр	150
	высота	600

Преимущества перед аналогами: по сравнению с бумажными и картонными, тканями и войлоками – большой рабочий перепад и производительность, функция влагоотделения, многократная регнерируемость; по сравнению с сетками – лучшая тонкость очистки и полнота отсева.

Проведенные сравнительные испытания показали следующее. Все типы фильтрующих элементов имеют удовлетворительную работоспособность в гидросистеме тракторов при различной тонкости фильтрования. Наибольшей грязеемкостью обладают бумажные фильтрующие элементы. В таблице 2 приведены результаты исследований интенсивности забивания (грязеемкости) различных типов ФЭ до срабатывания предохранительного клапана (0,28 МПа) в зависимости от количества загрязнителя (кварцевая пыль), вносимого в гидросистему. Загрязнение проводилось путем введения через каждые 3 мин. в отверстие крышки корпуса гидробака порций кварцевой пыли массой 20 и 40 г, тщательно перемешанной с маслом М10-В<sub>2</sub> (ГОСТ 8581-78).

Анализ приведенных в таблице 2 данных показывает, что количество кварцевой пыли, необходимой для полного загрязнения, составляет для бумажных фильтрующих элементов с тонкостью фильтрования 40 мкм 600 г, с тонкостью фильтрования 25–30 мкм – 440 г; для сетчатых при тонкости фильтрования 80 мкм – 160 г и для порошковых при тонкости фильтрования 25, 40, 50 и 70 мкм – соответственно 280 г, 180 г, 240 г и 200 г. Таким образом, бумажные фильтрующие элементы обладают в 2–3 раза большей грязеемкостью по сравнению с порошковыми и сетчатыми, что объясняется более развитой (за счет гофр) поверхностью фильтрования. В свою очередь, порошковые ФЭ имеют в 1,1–1,75 раза большую грязеемкость по сравнению с сетчатыми за счет установки большего количества (в 2 раза) порошковых элементов в корпус фильтра. Однако, несмотря на то, что бумажные ФЭ имеют наибольшую грязеемкость, они являются изделиями одноразового использования, в то время как сетчатые и порошковые можно регенерировать. В таблице 3 приведены

данные по восстановлению работоспособности (регенерации) различных типов ФЭ после их разового загрязнения до момента срабатывания предохранительного клапана. Восстановление работоспособности ФЭ проводилось путем очистки от грязи в дизельном топливе при помощи капроновой щетки с последующей их обратной продувкой воздухом.

Таблица 2

**Зависимость перепада давления на фильтрующем элементе от количества введенного загрязнителя**

№ п/п	Кол-во загрязнителя в масле, г	Тип ФЭ						
		Сетчатый	Порошковый				Бумажный	
		Перепад давления на ФЭ (МПа) при тонкости фильтрования, мкм						
		80	70	50	40	25	25-30	40
1	0	0,02	0,060	0,060	0,080	0,12	0,10	0,060
2	20			0,063	0,080			
3	20	0,022	0,070	0,072	0,090	0,13	0,105	0,060
4	20			0,080	010			
5	20	0,024	0,085	0,085	012	0,14	0,11	0,065
6	20			0,085	014			
7	20	0,030	0,11	0,105	017	0,155	0,11	0,070
8	20			0,12	019			
9	20	0,28	0,16	0,14	023	0,175	0,115	0,072
10	20			0,16	028			
11	20		0,28	0,19		0,20	0,115	0,075
12	20			0,25				
13	20			0,28		0,23	0,117	0,080
14	40					0,28	0,15	0,085
15	40						0,175	0,087
16	40						0,21	0,10
17	40						0,24	0,115
18	40						0,28	0,13
19	40							0,155
20	40							0,185
21	40							0,25
22	40							0,28

Таблица 3

**Значения перепада давления на чистых, загрязненных и регенерированных фильтрующих элементах**

Состояние ФЭ	Тип ФЭ				
	ПФМ				Сетчатый
	Перепад давления на ФЭ (МПа) при тонкости фильтрования, мкм				
	70	50	40	25	80
Чистый ФЭ	0,06	0,08	0,08	0,12	0,02
После загрязнения	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
После промывки в дизельном топливе	0,06				0,02
После промывки в дизельном топливе и продувки воздухом		0,08	0,08	0,12	

Как видно из таблицы 3, как сетчатые, так и порошковые ФЭ практически полностью восстанавливают свою полную работоспособность после их разового засорения кварцевой пылью. Причем, чем выше их тонкость фильтрования, тем необходимее становится дополнительная операция обратной продувки воздухом.

Полученные данные, по результатам исследований (таблица 4), свидетельствуют о хорошей пропускной способности ПФМ из порошков бронзы при различных температурах масла.

Таблица 4

**Зависимость расходной характеристики ПФМ из порошка оловянно-фосфористой бронзы от температуры масла (тонкость фильтрования 20 мкм, перепад давления на образце 0,01 МПа, фильтруемая среда – масло моторное М-10Г<sub>2</sub>)**

Средняя температура масла, °С	88±2	58±2	44±1	37±1	31±1	26±1	20±1
Удельный расход масла, л/мин·см <sup>2</sup>	0,030	0,018	0,012	0,008	0,006	0,005	0,004

На рис. 1 представлено несколько вариантов исполнения ФЭ для очистки масла, обеспечивающих тонкость фильтрации от 10 до 70 мкм.



**Рис. 1.** Фильтрующие элементы для очистки смазочных масел

### **Выводы**

Наиболее предпочтительным представляется использование изделий из ПФМ на основе порошков оловянно-фосфористой бронзы для очистки моторного масла и рабочих жидкостей гидравлических систем сельскохозяйственной техники. Возможно использование порошковых ФЭ для очистки моторного масла путем непосредственной установки в объекты сельскохозяйственной техники. Однако при этом возникают дополнительные трудности, связанные с необходимостью регенерации фильтрующих элементов. В противном случае использование относительно дорогостоящего материала становится нецелесообразным.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. McIlvaine, R., 1996, World water treatment market to reach \$500 billion by 2000 Filtration and Separation. – Vol. 33, No. 5. – p. 362.

2. Очистка и регенерация смазочных материалов в условиях сельскохозяйственного производства / В. М. Капцевич [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2007. – 232 с.
3. Сравнительный анализ отечественных и зарубежных фильтроматериалов / Вегера А.И., Елышин А.И., Волков В.К., Жаркова О.Н. // Вести ПГУ, В – Прикладные науки. – Новополоцк: ПГУ, 2000. – С. 69–74.
4. Пористые порошковые материалы с анизотропной структурой пор / Л.П. Пилинович [и др.]; под ред. П.А. Витязя. – Минск: Тонпик, 2005. – 252 с.

УДК 623.791.44

## **ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

*Акулович Л.М., д-р. техн. наук, проф.,  
Миклуш В.П., канд. техн. наук, проф.,  
Миранович А.В., зам. декана ФТС*

*(УО «Белорусский государственный аграрный государственный  
технический университет», г. Минск)*

### **Введение**

Детали автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации подвергаются воздействию различного рода нагрузок и внешних сред, что приводит к необратимым процессам износа их рабочих поверхностей. Исследования ремонтного фонда тракторов показывают, что в среднем только до 20 % деталей подлежат выбраковке, 25-40 % деталей являются годными для дальнейшей эксплуатации, а 55-60 % деталей можно восстановить. Сущность восстановления изношенных деталей состоит в возвращении им

свойств, заложенных во время изготовления и утраченных при эксплуатации. Такими свойствами являются твердость и износостойкость трущихся поверхностей, структура и сплошность материала, форма, размеры, взаимное расположение и шероховатость рабочих поверхностей, усталостная прочность, жесткость и распределение массы детали относительно оси вращения. К восстанавливаемым деталям относят детали, имеющие износ хотя бы одной основной рабочей поверхности. Восстановление работоспособности таких деталей осуществляется нанесением высококачественных покрытий, последующей механической обработкой с обеспечением необходимого класса точности и шероховатости восстанавливаемых поверхностей. При этом, кроме возобновления технических характеристик восстановленных поверхностей (размеры, форма), необходимо обеспечить требования точности по взаимному расположению поверхностей детали (соосность, перпендикулярность, параллельность, межосевое расстояние и т.п.), независимо от того, восстанавливались эти поверхности или сохранены от новой детали. Таким образом, восстановление изношенной детали – это комплекс технологических операций, обеспечивающих изменение геометрических характеристик и параметров до уровня аналогичной новой детали, а физических параметров – до уровня близкого новой детали.

Многократно повторяющийся процесс восстановления детали должен быть построен рациональным образом с оптимизацией критерия расхода производственных ресурсов (материальных, трудовых и энергетических). Современное восстановительное производство располагает множеством способов нанесения покрытий на восстанавливаемые поверхности. К основным тенденциям развития технологии нанесения покрытий относятся использование высококонцентрированных источников энергии (лазерных и электронных пучков, низкотемпературной плазмы и др.), создание новых композиций материалов покрытий и технологических процессов их получения.

Эффективный путь расширения технологических возможностей процессов обработки, снижения трудоемкости,



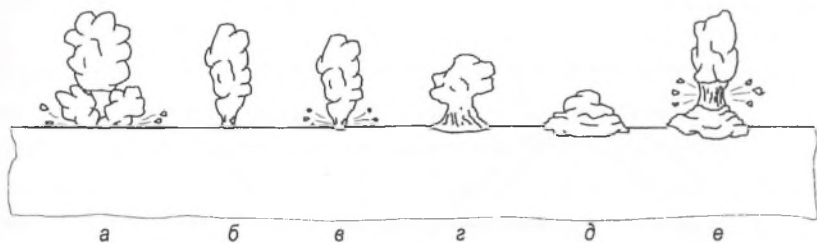
На упрочняемую поверхность одновременно воздействуют электромагнитные и термомеханические потоки энергии, а также потоки вещества. При этом процессы формирования упрочненных поверхностей деталей носят, в основном, термомеханический характер, а электромагнитные потоки вследствие простоты их формирования и удобства в управлении наиболее технологичны. Для термообработки поверхностного слоя используется энергия электродугового разряда, что позволяет легировать поверхностный слой основы как элементами материала порошка, так и элементами присадок в транспортирующей среде.

Управлять как глубиной, так и степенью упрочнения поверхностного слоя в процессах термообработки и легирования позволяют главным образом электромагнитные потоки в рабочей зоне. Однако для настоящего времени не установлен механизм взаимного влияния режимов каждого из совмещаемых процессов. Рассмотрим основные стадии формирования упрочненного слоя для каждого из совмещаемых методов.

При МЭУ упрочненный слой формируется путем образования на поверхности детали множества точечных вкраплений [2] в результате нанесения расплавленного материала частиц порошка (рис. 2).

При подаче порошка в рабочий зазор его частицы, смещаясь друг относительно друга, уплотняются (рис. 2, *а*) и образуют цепочки между поверхностью детали и полюсным наконечником. При этом электрическая проводимость промежутка деталь – полюсный наконечник увеличивается. Сближение частиц порошка с поверхностями детали и полюсного наконечника электромагнита при подаче разрядного тока приводит к пробое оксидных пленок на их поверхностях, в результате чего образуются каналы проводимости технологического тока. Места контакта частиц порошка с поверхностью детали оплавляются (рис. 2, *б*), тем самым создаются условия для возникновения кратковременного дугового разряда (рис. 2, *в*). Электрическая дуга расплавляет частицы порошка (рис. 2, *г*) и приваривает их к поверхности детали (рис. 2, *д*), затем происходит разрыв электрической дуги (рис. 2, *е*).

Формирование покрытия происходит путем расположения на поверхности детали множества точечных вкраплений, по мере заполнения которыми поверхности детали сплошность покрытия увеличивается, а толщина его практически не изменяется, хотя перенос материала порошка на поверхность детали продолжается. В результате этого обеспечивается сглаживание формируемой поверхности.

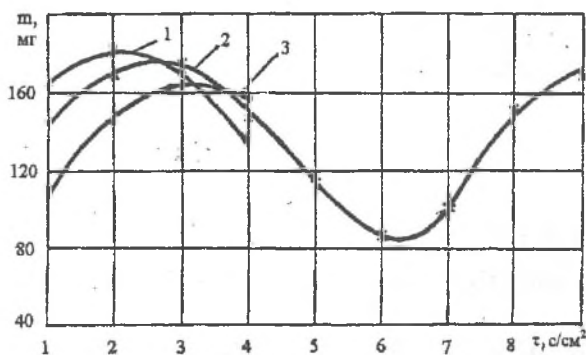


**Рис. 2.** Стадии формирования точечного вкрапления при электромагнитной наплавке зерен ферропорошка

В начале МЭУ перенос материала порошка происходит наиболее интенсивно (рис. 3), затем этот процесс замедляется, прекращается и начинает частично сниматься упрочненный слой. Увеличение длительности МЭУ не приводит к адекватному увеличению толщины покрытия. При удельной длительности упрочнения  $\tau > 4 \text{ с/см}^2$  (рис. 3, кривая 2) поверхность более шероховатая. Время, в течение которого масса перенесенного материала порошка на поверхность детали достигает первого максимума, считается оптимальным [3].

При увеличении напряжения в рабочем зазоре возрастает переносимая в единицу времени масса материала порошка (рис. 3). Это объясняется тем, что с увеличением рабочего напряжения растет энергия импульса, повышаются рабочий ток и температура нагрева участков детали в зоне контакта с частицами порошка, что способствует переносу материала порошка на упрочняемую поверхность. Установлено, что наибольший перенос материала порошка достигается при использовании более мощных источников питания.

Образовавшиеся после первых разрядов точечные вкрапления материала порошка выступают над поверхностью детали (рис. 2, *д*). Являясь концентраторами магнитного поля, они притягивают последующие цепочки из частиц порошка, тем самым способствуют возникновению электрических разрядов на упрочненной поверхности. В результате многократного воздействия разрядов первоначальные вкрапления частично разрушаются (рис. 2, *е*).



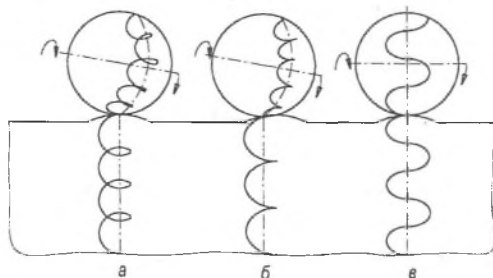
**Рис. 3.** Зависимости изменения массы покрытия  $m$  от удельной длительности упрочнения  $\tau$  при напряжении между полюсами 34 В (1), 29 В (2), 23 В (3)

Таким образом, процесс формирования упрочненного слоя сопровождается нанесением покрытия и эрозией его отдельных участков. В результате этого рельеф упрочненной поверхности состоит из хаотически расположенных выступов и мелких лунок. Знак изменения массы покрытия за рассматриваемый промежуток времени зависит от того, какой процесс превалировал в течение этого времени. Если процесс переноса материала порошка на поверхность детали превалирует над эрозией, то масса покрытия увеличивается. Если же превалирует эрозия – масса покрытия уменьшается.

Другим из совмещаемых методов является поверхностное пластическое деформирование. Методы ППД весьма производительны и основаны на использовании пластических

свойств металла – его способности необратимо деформироваться под действием внешних сил без нарушения целостности. Их применение обеспечивает шероховатость поверхности в пределах  $Ra\ 0,125-0,63$  при высокой размерной стойкости инструмента. При упрочнении металла способами ПИД повышается поверхностная твердость, пределы текучести и упругости, создаются остаточные напряжения сжатия, увеличивается опорная поверхность.

Для ПИД поверхностей после магнитно-электрического упрочнения используют роликовые или шариковые накатники. Рассмотрим взаимодействие деформирующего инструмента с максимальным числом степеней свободы – шарика при обкатке упрочненной поверхности, состоящей из множества точечных вкраплений расплава материала порошка. При этом не будем учитывать влияние изменения свойств материала в процессе обработки на коэффициент трения скольжения. Шарик, обладающий всеми степенями свободы, получает стохастические импульсы от столкновений с микровыступами поверхности, в результате чего, помимо движения подачи, шарик приобретает дополнительное вращение. В зависимости от соотношения углов поворота шарика (угол прецессии, угол нутации и угол собственного вращения вокруг оси) точка его контакта с упрочняемой поверхностью будет описывать одну из траекторий: петлеобразную, пикообразную, синусоидальную (рис. 4).



**Рис. 4.** Траектории точки контакта шарика с обрабатываемой поверхностью

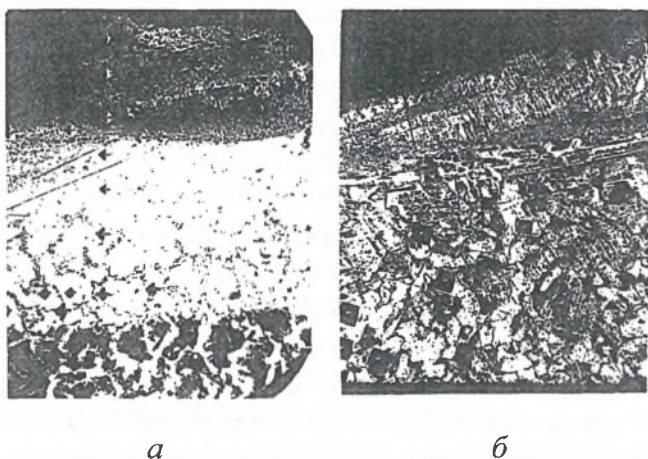
а) петлеобразная, б) пикообразная, в) синусоидальная

Анализ контактного взаимодействия шарика с обрабатываемой поверхностью показывает, что движение шарика зависит от внешних стохастических импульсов моментов сил в результате трибоконтных процессов и определяется формой и размерами микровыступов на упрочняемой поверхности. Моменты трения, увеличивающиеся с ростом температуры обрабатываемой поверхности, уменьшают скорость вращения и сокращают путь трения, изменяя траекторию движения и обеспечивая тем самым минимум полной энергии. В результате интенсивность нагрева формируемой поверхности, в том числе при использовании технологического тепла при МЭУ, влияет на характер траектории шарика через коэффициент трения скольжения.

Без дополнительного нагрева степень деформации невелика и при значительных контактных нагрузках поверхность растрескивается. Траектория шарика в результате взаимодействия с точечными вкраплениями, полученными при МЭУ, имеет петлеобразный характер. При нагреве обрабатываемый металл переходит в пластичное состояние, вследствие чего степень деформации возрастает. В результате выступы поверхности сглаживаются, впадины частично завальцовываются, однако в недостаточно прогретых подповерхностных слоях сохраняются трещины. Увеличение коэффициента трения скольжения шарика, препятствующее его вращению, уменьшает длину траектории, делая ее пикообразной, что приводит к снижению интенсивности пластической деформации. Дальнейший нагрев металла обеспечивает высокую степень деформации, выглаживание поверхности и отсутствие трещин в покрытии. Траектория точки контакта шарика с обрабатываемой поверхностью имеет минимальную длину и приобретает синусоидальный характер. Нагрев поверхностного слоя тормозит вращение и уменьшает длину траектории шарика, что приводит к снижению интенсивности пластической деформации.

Таким образом, управлять процессом деформирования позволяет термическое воздействие и дополнительное вращение шарика.

По структурному строению в упрочненном слое после комбинированного термомеханического упрочнения в электромагнитном поле можно выделить три зоны: наплавленную, диффузионную и зону термического влияния (рисунок 5).



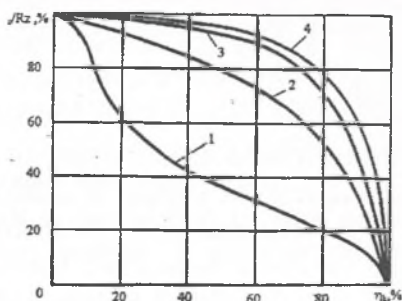
**Рис. 5.** Фотографии микроструктур (x200) поверхностного слоя, упрочненного ферробором ФБ-1: стали 45 после МЭУ (а); стали 20 после МЭУ и ППД (б)

Микроструктура упрочненного слоя, обеспечивающая его физико-механические параметры, определяется химическим составом упрочняющего порошка и материала основы [4]. Так, например, при упрочнении стали 45 ферробором ФБ-1, основными структурными составляющими поверхностного слоя являются закалочный мартенсит, сорбит и комплексные бориды на основе  $FeB$  и  $Fe_2B$ . Наплавленный слой содержит большое количество мелкодисперсных боридов с микротвердостью до 20 ГПа. Диффузионная зона представляет собой  $\alpha$  - твердый раствор бора в железе с микротвердостью 8,0...11,4 ГПа. На границе между наплавленным и диффузионным слоем заметен тонкий боридный слой. В матрице на границе с диффузионной зоной обнаружено повышенное содержание углерода на глубине около 100 мкм. Таким образом, при ЭМН поверхностный слой формируется в результате взаимодействия материалов

ферропорошка и детали с образованием твердых растворов и взаимным диффузионным проникновением.

Влияние геометрических параметров на эксплуатационные характеристики поверхностных слоев деталей определяется высотой и формой неровностей, а также топографией поверхности. Важнейшей характеристикой топографии поверхности с точки зрения эксплуатационных свойств деталей является опорная кривая, характеризующая распределение металла по высоте в шероховатом поверхностном слое. Изучение опорных кривых показывает [4], что комбинированное упрочнение значительно увеличивает опорную поверхность (рисунок 6). Так, до половины высоты профиля опорная поверхность после ППД, совмещенной с МЭУ, увеличивается в 2-3 раза (рис. 6).

После шлифования и магнитно-абразивной обработки величина опорной поверхности еще более увеличивается. Однако для сохранения толщины нанесенного покрытия предпочтительно применять бесстружковые методы последующей обработки упрочненных поверхностей. Поэтому, где это возможно, при механической обработке упрочненных и восстановленных деталей следует обходиться без операций шлифования.



**Рис. 6.** Опорные кривые поверхностей упрочненных поверхностей:

- 1 – МЭУ, 2 – МЭУ+ППД, 3 – МЭУ + шлифование, 4 – МЭУ + шлифование + магнитно-абразивная обработка;  $h_z$  – высота рассматриваемого уровня;  $Rz$  – высота неровностей;  $\eta_k$  – отношение отрезков внутри контура ко всей длине

## Заключение

Термомеханическая обработка, заключающаяся в комбинированном воздействии на металл пластическим деформированием и термическим упрочнением, является эффективным технологическим процессом повышения свойств и однородности структуры покрытий, наносимых в электромагнитном поле. Совмещение процессов упрочнения обеспечивает улучшение показателей качества упрочненных и восстановленных деталей: шероховатость поверхности не превышает Ra 5,0...6,3 мкм, опорная поверхность увеличивается в 2–3 раза, в поверхностном слое возникают сжимающие остаточные напряжения. Осуществляя рациональную последовательность технологических операций, переходов и воздействий с использованием термомеханической обработки в электромагнитном поле можно прогнозировать и создавать требуемые физикомеханические параметры качества деталей.

Рекомендуется для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственных машин, работающих в условиях абразивного загрязнения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сенюць, Т.Б. Поверхностное упрочнение деталей с помощью энергии магнитного поля / Т.Б. Сенюць, Д.И. Сырковаш, М.А. Рощеня, Л.М. Акулович // Промышленность Белоруссии. – 1975. – № 2. – С. 94.
2. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
3. Акулович, Л.М. Определение коэффициента использования порошка при магнитоэлектрическом упрочнении изделий / Л.М. Акулович, М.Т. Забавский, Л.М. Кожуро // Порошковая металлургия. Вып. 10. – Минск, 1986. – С. 3 – 6.
4. Акулович, Л.М. Самоорганизация процессов упрочняющей обработки / Л.М. Акулович, В.С. Ивашко, М.Л. Хейфец. – Минск: Народная книга, 2008. – 236 с.

## НАДЕЖНОСТЬ ПОГРУЖНЫХ СКВАЖИННЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

*Ивашко В.С., д-р. техн. наук, проф.,  
Козорез А.С., директор*

*(Гродненский государственный аграрный университет  
г. Гродно, ЗАО «ГМС – Промбурвод», г. Минск)*

Погружные центробежные насосы для откачки воды из скважин и глубоких колодцев впервые появились в 1900-е годы. Такие насосы пришли на смену поршневым. Надёжность таких насосов была очень низка.

Надёжность является важнейшим технико-экономическим показателем качества любого технического устройства, в том числе погружных электронасосных агрегатов. Технический уровень производства электронасосных агрегатов в большей степени определяется надёжностью этих агрегатов. Отказы погружных электронасосных агрегатов наносят значительный материальный ущерб в системах водоснабжения. Надёжная работа погружных электронасосных агрегатов оказывает существенное влияние на снижение эксплуатационных расходов и сокращение вынужденных простоев в системах водоснабжения.

Классифицировать отказы погружных электронасосных агрегатов можно по следующим признакам. По причине возникновения отказы разделяют на следующие виды: расчётно-конструкторские, производственно-технологические и эксплуатационные, а по видам их классифицируют на конструкционные, производственные и эксплуатационные. По времени возникновения различают отказы в гарантийный период, при нормальной эксплуатации и эксплуатации в режиме аварийного изнашивания.

Система обеспечения качества на ОАО «Завод Промбурвод» предусматривает комплексные показатели надёжности

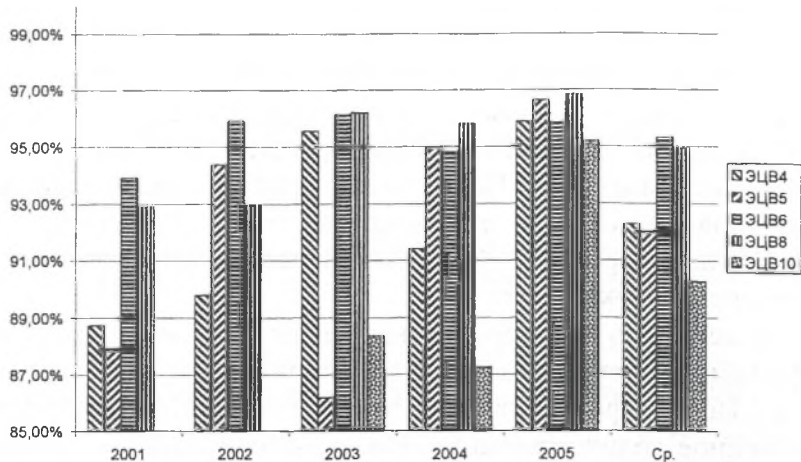
погружных электронасосных агрегатов. По этим параметрам характеризуют надежность агрегатов и качество изготавливаемой продукции. Оценку надежности по комплексным показателям проводят для всех типоразмеров электронасосных агрегатов при их производстве и в гарантийный период эксплуатации. Все изготавливаемые агрегаты проходят приемосдаточные испытания. После этого проводят анализ причин возникновения отказов и выхода из строя погружных электронасосных агрегатов. Для оценки используют следующие комплексные показатели.

Надежность электронасосных агрегатов определяют коэффициентом дефектности, изготовленных за календарный месяц. Под коэффициентом дефектности понимается среднее взвешенное количество дефектов, приходящихся на единицу продукции.

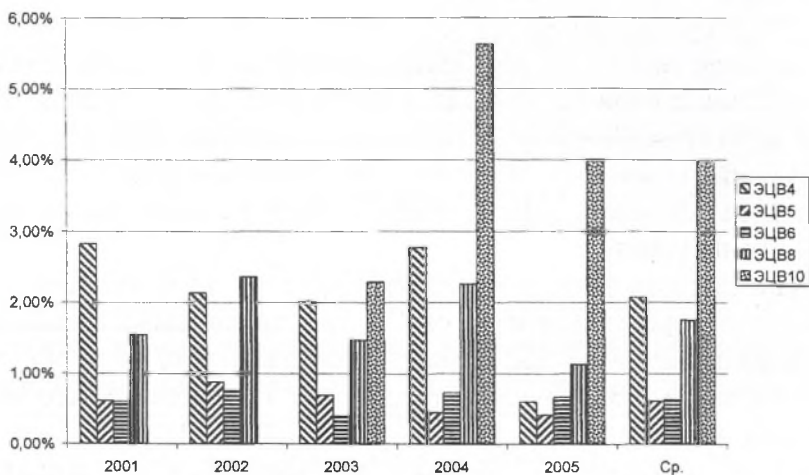
На ОАО «Завод Промбурвод» проведена статистика отказов по показателям надежности за 2001–2005 годы производства электронасосных агрегатов [1].

На рисунке 1 представлены гистограмма средних показателей надежности по критериям возвратов и процент сдачи продукции с первого предъявления за пять лет по типоразмерам агрегатов. Для электронасосных агрегатов ЭЦВ 6 и ЭЦВ 8 данный показатель относительно стабильный на протяжении пяти лет, а для ЭЦВ 4, ЭЦВ 5 и ЭЦВ 10 наблюдается его стабильный рост.

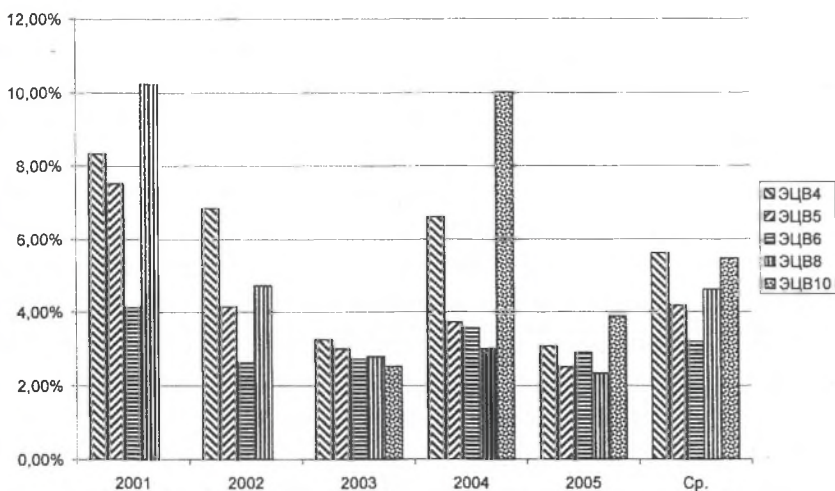
Надежность электронасосных агрегатов по критериям дефектности представлена на рис. 2, где гистограмма позывает среднее значение коэффициента дефектности за пять лет по типоразмерам. Значительные дефекты присущи электронасосным агрегатам ЭЦВ 4, ЭЦВ 5 и ЭЦВ 10. На рис. 3 представлена гистограмма среднего коэффициента рекламаций или брака в гарантийный период изготовленных электронасосных агрегатов за пять лет по типоразмерам. Стабильность по данному коэффициенту наблюдается у электронасосных агрегатов ЭЦВ 5 и ЭЦВ 6. Значительные рекламации присущи электронасосным агрегатам ЭЦВ 10.



**Рис. 1.** Процент сдачи продукции с первого предъявления по типоразмерам электронасосных агрегатов



**Рис. 2.** Коэффициент дефектности по типоразмерам электронасосных агрегатов



**Рис. 3.** Коэффициент рекламаций изготовленных электронасосных агрегатов по типоразмерам

Повышение надежности связано с определенными материальными затратами, поэтому обоснованное решение этой проблемы должно содержать экономическое исследование вопроса. Для каждого мероприятия и конкретных условий его применения должны быть разработаны и экономически обоснованы оптимальные показатели надежности и долговечности. Такие показатели следует выбирать с учетом физического и морального износов, себестоимости изделия, расходов на обслуживание, ремонт и ряда других факторов, среди которых особое место занимает фактор безопасности, когда он связан с надежностью работы оборудования.

Проблема надежности электронасосных агрегатов может быть решена только общими усилиями исследователей, проектировщиков, конструкторов, технологов, контролеров и эксплуатационников. Путь решения этой проблемы – создание новых высоконадежных электронасосных агрегатов; разработка научно обоснованных норм и требований к качеству продукции, материалов и комплектующих; повышение общей культуры производства и эксплуатации.

Для уменьшения влияния износowych отказов на надежность электронасосных агрегатов нужно в период их длительной эксплуатации предусматривать периодические плановые профилактические ремонты для своевременной замены деталей и частей, подвергающихся износу.

Два периода в «жизни» электронасосных агрегатов – период нормальной эксплуатации и период износа – характеризуют соотношение работоспособности и надежности его с внезапными и износowymi отказами в работе. Период нормальной эксплуатации соответствует работе устройств как однократного, так и многократного использования, период же износа относится только к ремонтируемым устройствам многократного использования.

Последние периодически проходят необходимый ремонт, во время которого производится замена изношенных или дефектных частей. Эти два периода в «жизни» электронасосных агрегатов являются главными для характеристики их надежности.

Однако, кроме внезапных и износowych отказов в работе электронасосных агрегатов, существуют еще приработочные отказы, которые могут также оказывать некоторое неблагоприятное влияние на их надежность.

Во время контрольных испытаний электронасосных агрегатов нередко возникают приработочные отказы, которые носят случайный характер. Они обуславливаются кратковременной перегрузкой деталей, технологическими дефектами при изготовлении агрегатов или же другими причинами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Козорез, А.С. Повышение надежности погружных скважинных электронасосных агрегатов с применением новых материалов и износостойких покрытий / А.С. Козорез, В.С. Ивашко, Т.А. Козорез.– Минск: Народная книга, 2008.– 250 с.

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*В.К. Ярошевич, д.т.н., профессор,  
А.С. Гурский, к.т.н., доцент*

*(Белорусский национальный технический университет)*

Современные автомобили оборудованы огромным количеством электронных систем, которые значительно улучшают экономические, экологические, эргономические и др. показатели функционирования. Для надежной работы всех электронных устройств необходимым является поддержание энергопитания на требуемом стабильном уровне напряжения, с достаточной мощностью и минимальным уровнем помех. Производители автомобилей стремятся различными способами выполнить указанные требования: установка аккумуляторных батарей большой мощности и большого пускового тока; увеличение частотного режима работы генераторной установки; улучшение электромагнитных свойств материалов, используемых в генераторных установках; использование дополнительных диодов в выпрямителях; использование различных способов модулирования тока в обмотке возбуждения.

Однако достижение требуемых условий возможно только при полностью исправной системе электроснабжения. Для выявления неисправностей системы электроснабжения на предприятиях автосервиса используются в основном методы общего и поэлементного диагностирования генераторных установок. Общее диагностирование включает проверку величины напряжения генераторной установки без снятия с автомобиля. Со снятием с автомобиля производится проверка генератора на начало отдачи, проверка генератора на номинальную мощность, проверка начальной частоты возбуждения генератора без нагрузки, проверка начальной частоты

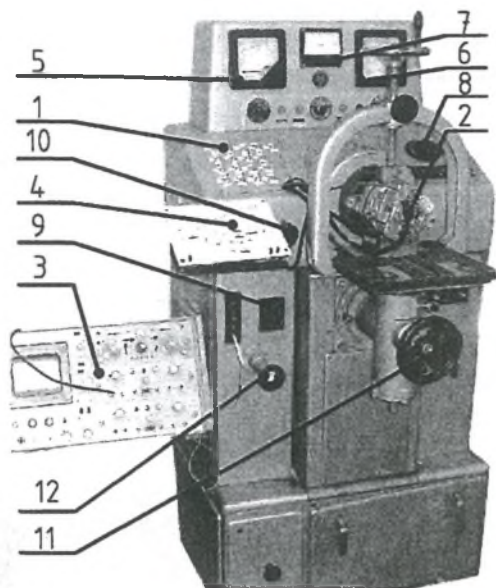
возбуждения генератора под нагрузкой, проверка регулятора напряжения. После проведенных испытаний результаты сравниваются с техническими условиями и определяется исправность генераторной установки в целом. И только предположительно можно определить конкретную неисправность.

Для определения конкретной неисправности используется метод поэлементного диагностирования генераторных установок с полной их разборкой. Зачастую после полной разборки генераторной установки и проверки всех элементов устанавливается исправность всех элементов генераторной установки. После сборки и проверки генераторная установка не удовлетворяет требованиям технических условий. Иногда неисправность возникает в цепях коммутации дополнительном оборудовании, а определить эту неисправность измерением силы тока и напряжения невозможно.

Для усовершенствования процесса проведения диагностирования с возможностью выявления конкретной неисправности без снятия генераторной установки с автомобиля предлагается использовать осциллограф. Достоинством использования осциллографического метода является отображение рабочих процессов в генераторной установке в режиме функционирования. Причем измерение производится только на силовом выводе генераторной установки при работающем двигателе внутреннего сгорания при подключенной или отключенной аккумуляторной батарее с соблюдением всех требований безопасности при проведении работ. Для определения неисправности генераторной установки необходимо сравнить осциллограммы полученные при проверке с эталонными. Эталонные осциллограммы можно получить путем сбора статистической информации путем проверки неисправных генераторных установок или с помощью стенда с возможностью имитации неисправностей генераторной установки.

Внешний вид переоборудованного стенда 532М для проверки генераторных установок с возможностью имитации неисправностей и возможностью снятия осциллограмм представлен на рис. 1. Стенд включает блок управления имитаци-

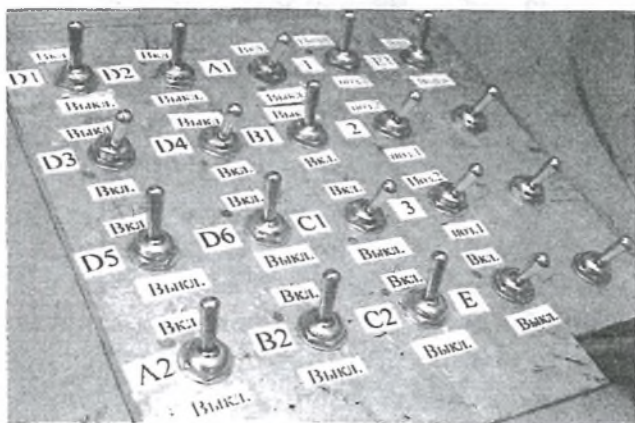
ей неисправностей и переключением режимов работы генераторной установки 1, генераторную установку 2, осциллограф 3, регулятор напряжения 4, вольтметр 5, амперметр 6, тахометр 7, рычаг включения нагрузки 8, рычаг включения стенда 9, выключатель питания стенда 10, регулятор частоты вращения приводного вала 11, регулятор нагрузки 12.



**Рис. 1.** Стенд 532М, переоборудованный для имитации неисправностей с осциллографом

Блок управления имитацией неисправностей и переключением режимов работы генераторной установки представленный на рис. 2 включает следующие: выключатель имитирующий обрыв положительного диода первой фазы трехфазного двухполупериодного выпрямителя D1, выключатель имитирующий обрыв отрицательного диода первой фазы трехфазного двухполупериодного выпрямителя D2, выключатель имитирующий обрыв положительного диода второй фазы трехфазного двухполупериодного выпрямителя D3, выключатель имитирующий обрыв отрицательного диода второй фазы трехфазного двухполупериодного выпрямителя D4,

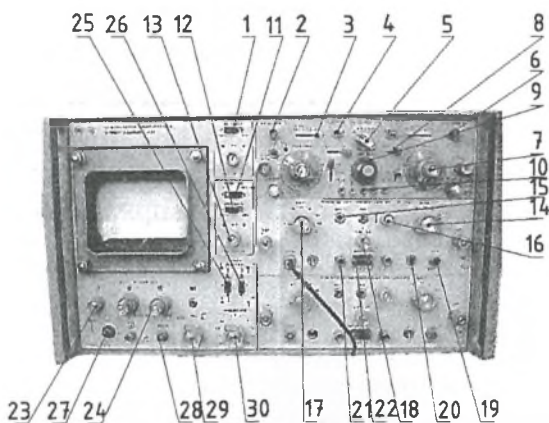
выключатель имитирующий обрыв положительного диода третьей фазы трехфазного двухполупериодного выпрямителя D5, выключатель имитирующий обрыв отрицательного диода третьей фазы трехфазного двухполупериодного выпрямителя D6, выключатель имитирующий межвитковое замыкание в обмотке первой фазы A1, выключатель имитирующий обрыв в обмотке первой фазы A2, выключатель имитирующий межвитковое замыкание в обмотке второй фазы B1, выключатель имитирующий обрыв в обмотке второй фазы B2, выключатель имитирующий межвитковое замыкание в обмотке третьей фазы C1, выключатель имитирующий обрыв в обмотке третьей фазы C2, переключатель первого вывода обмотки возбуждения с интегрального регулирования на электронный 1, переключатель второго вывода обмотки возбуждения с интегрального регулирования на электронный 2, переключатель питания с интегрального регулятора на электронный 3, выключатель имитирующий межвитковое замыкание в обмотке возбуждения E, блокиратор регуляторов напряжения E1.



**Рис. 2.** Блок управления имитацией неисправностей и переключением режимов работы генераторной установки

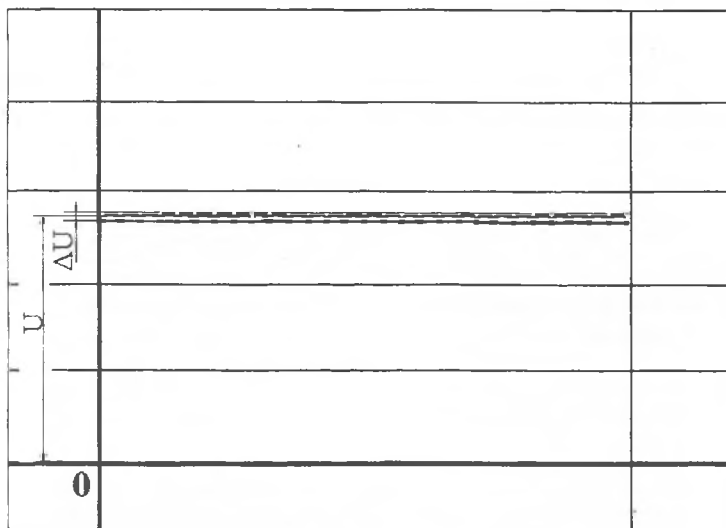
Основными элементами осциллографа, представленного на рис. 3 являются: переключатель растяжки осциллограмм-

мы 1, входного разъема синхронизации А 2, переключателя вида синхронизации 3, переключателя уровня синхронизации 4, переключателя внешней синхронизации 5, входного разъема синхронизации В 6, переключателя длительности развертки 7, переключателя частоты синхронизации 8, регулятора задержки синхронизации 9, разъемов выходных сигналов различных форм 10, переключателя вида разверток 11, переключателя степени растяжки 12, регулятора коррективы нижнего луча 13, переключателя уровня входного напряжения второго входа дифференциального усилителя 14, регуляторов баланса и корректировки луча по вертикали 15, регулятора вертикального отклонения 16, переключателя уровня входного напряжения первого входа дифференциального усилителя 17, регулятора калибровки вертикального отклонения 18, входной разъем источника сигнала 19, переключатель рода входного сигнала 20, разъем заземления осциллографа 21, разъем подключения пробника 22, выключатель подсветки экрана 23, регуляторов яркости и фокусировки лучей 24, переключателя запуска развертки луча А 25, переключателя запуска развертки луча В 26, выключатель питания осциллографа 27, выходной сигнал осциллографа 28, переключатель калибровки выходного сигнала 29, переключатель уровня выходного сигнала 30.

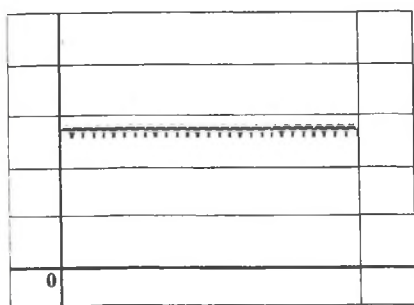


**Рис. 3.** Внешний вид осциллографа

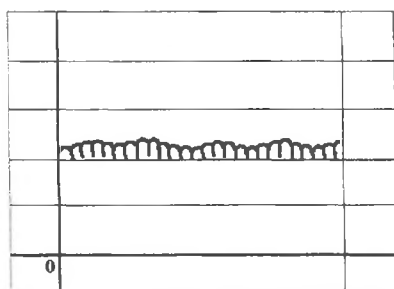
При определении эталонных осциллограмм анализируем осциллограмму исправной системы электроснабжения приведенной на рис. 4, а также с помощью блока управления имитацией неисправностей и переключением режимов работы генераторной установки поочередно включаем различные режимы работы генераторной установки и фиксируем осциллограммы соответствующих неисправностей, наиболее часто встречающиеся из которых представлены на рисунках 5-7. На осциллограмме в первую очередь определяется уровень напряжения  $U$ , кривизну линии, указывающей на стабильность работы генераторной установки в целом, а также определяется уровень пульсаций  $\Delta U$ , указывающий на характер возникающих помех.



**Рис. 4.** Осциллограмма выходного напряжения исправной системы электроснабжения



a)

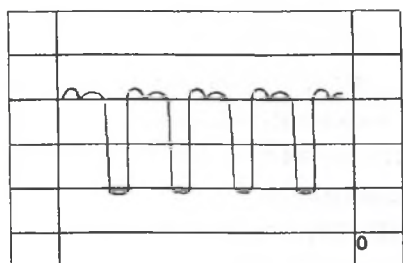


б)

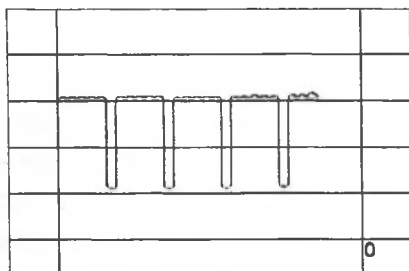
**Рис. 5.** Осциллограммы выходного напряжения:

a) исправной генераторной установки при ухудшении работоспособности цепей коммутации или отключении аккумуляторной батареи;

б) неисправной генераторной установки (нарушение работы щеточного узла).



a)

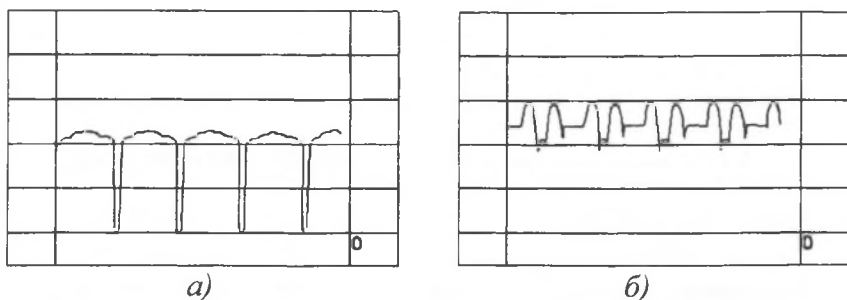


б)

**Рис. 6.** Осциллограмма выходного напряжения неисправной генераторной установки:

a) обрыв фазной обмотки;

б) обрыв одного положительного диода в выпрямителе.



**Рис. 7.** Осциллограмма выходного напряжения генераторной установки с неисправным выпрямителем:

- а) замыкание одного положительного диода;
- б) обрыв двух положительных диодов.

Представленные осциллограммы показывают наиболее часто встречающиеся неисправности, однако помимо них существует огромное количество неисправностей и сочетание нескольких неисправностей, а также соответствующих им осциллограмм. Правильно идентифицировав осциллограмму можно определить с высокой степенью вероятности неисправность и зачастую причину появления данной неисправности. После проведения диагностирования с использованием осциллографа значительно сокращается время на поэлементное диагностирование и устранение неисправностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Савич Е.Л., Болбас М.М., Ярошевич В.К. Обслуживание и ремонт легковых автомобилей. - Мн., 2000.
2. Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей. - М., 1987.
3. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей /Р.А. Попржединский, А.М. Харазов, В.Г. Карцев, З.Г. Евсева. - М., 1988.
4. Савич Е.Л., Ярошевич В.К., Гурский А.С. Обслуживание и ремонт легковых автомобилей. Лабораторный практикум. - Мн., 2005.

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. *Лабушев Н.А.*  
ПРОИЗВОДСТВО НОВОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ РО «БЕЛАГРОСЕРВИС» 4
2. *Самосюк В.Г., Азаренко В.В., Володкевич В.И.*  
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 9
3. *Сайганов А.С., Дрозд Л.Я.*  
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА 18
4. *Бурдыко В.М., Ващула А.В.*  
ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАВЕСНЫХ УСТРОЙСТВ ТРАКТОРА В СОСТАВЕ РАЗНЕСЕННОГО ЭШЕЛОНИРОВАННОГО АГРЕГАТА 23
5. *Рабеко А.А.*  
ПРОИЗВОДСТВО НОВОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ОАО «КАЗИМИРОВСКИЙ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД» 28
6. *Козорез А.С.*  
ПРОИЗВОДСТВО ПОГРУЖНЫХ СКВАЖИННЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ В ОАО «ЗАВОД ПРОМБУРВОД» 31
7. *Шило И.Н., Агейчик В.А., Романюк Н.Н., Агейчик М.В.*  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛУГА 36
8. *Декевич А.П.*  
НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЛУГОВ ДЛЯ ГЛАДКОЙ ВСПАШКИ 41
9. *Шило И.Н., Агейчик В.А., Романюк Н.Н., Федорова А.В.*  
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ РАБОЧИЙ ОРГАН 45

<i>10. Шило И.Н., Бетенья Г.Ф., Литовчик Д.П., Сушко И.С., Штуро Н.В.</i>	
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	49
<i>11. Яроцкий Я.У.</i>	
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА УРОВНЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОРЫВА	56
<i>12. Миклуш В.П., Круглый П.Е., Авсейка А.В.</i>	
ОБОСНОВАНИЕ ПОЛНОКОМПЛЕКТНОГО РЕЗЕРВА ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» В ГАРАНТИЙНЫЙ ПЕРИОД	58
<i>13. Хитрюк В.А., Трубилов А.К., Арешко Д.М.</i>	
ПРОБЛЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	63
<i>14. Клыбик В.К., Юркевич Е.А.</i>	
ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС ДОИЛЬНЫХ ЗАЛОВ В АСПЕКТЕ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ МОЛОКА	68
<i>15. Колончук М.В., Миклуш В.П., Карпович С.К.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ОБКАТКИ ПЛАСТИНЧАТЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	74
<i>16. Девойно О.Г., Кардаполова М.А.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	78
<i>17. Капцевич В.М., Кусин Р.А., Лисай Н.К., Витязь А.А., Кривальцевич Д.И., Закревский И.В.</i>	
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ И ФИЛЬТРЫ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ	84

<i>18. Акулович Л.М., Миклуш В.П., Миранович А.В.</i> ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ В ЭЛЕКТОМАГНИТНОМ ПОЛЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	93
<i>19. Ивашко В.С., Козорез А.С.</i> НАДЕЖНОСТЬ ПОГРУЖНЫХ СКВАЖИННЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ	104
<i>20. Ярошевич В.К., Гурский А.С.</i> ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	109

Научное издание

**Современные проблемы освоения  
новой техники, технологий, организации  
технического сервиса в АПК**

Доклады республиканской  
научно-практической конференции  
на 18-й Международной специализированной выставке  
«Белагро-2008», г. Минск, 12 июня 2008 г.

Редактор-корректор Е.В. Русинова  
Компьютерная верстка О.Е. Королько

Подписано в печать 18.05.2009 г. Формат 60х84/16 . Бумага офсетная.  
Гарнитура «Таймс». Ризография.  
Уч.-изд. л. 4,31. Усл. печ. л. 6,98.  
Тираж 215 экз. Заказ 33.

Издатель и полиграфическое оформление:  
УП «ГИВЦ Минсельхозпрода».  
ЛИ № 02330/0150343 от 05.09.2008.  
Ул. Кропоткина, 44, 220002, г. Минск,  
тел./факс: 334-36-71.