

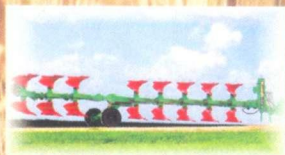
445688
Республиканское объединение



БЕЛАГРОСЕРВИС

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИЙ, ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

Доклады республиканской
научно-практической конференции
на 21-й Международной
специализированной выставке
“Белагро-2011”
(г. Минск, 9 июня 2011 г.)



МИНСК
2012

**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 21-й Международной специализированной выставке
«Белагро-2011»
(г. Минск, 9 июня 2011 г.)*

**МИНСК
ГИВЦ Минсельхозпрода
2012**

УДК 631.17(082)

ББК 40.72я43

C56

Редакционная коллегия:

генеральный директор РО «Белагросервис» Н.А. Лабушев;
генеральный директор РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства» В.Г. Самосюк;
зам. директора по научной работе Института системных исследований
в АПК НАН Беларуси А.С. Сайганов;
декан факультета «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, техно-
C56 **логий, организации технического сервиса в АПК : докл. респ.**
науч.-практ. конф. на 21-й Междунар. специализир. выст. «Бе-
лаго-2011» (г. Минск, 9 июня 2011 г.) / М-во сел. хоз. и продо-
вольствия Респ. Беларусь, РО «Белагросервис», УО «Белорус.
гос. аграр. техн. ун-т» ; редкол.: Н.А. Лабушев и [др.]. – Минск :
ГИВЦ Минсельхозпрода, 2012. – 252 с.

ISBN 978-985-6920-14-4.

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 978-985-6920-14-4

©Оформление УП ГИВЦ Минсельхозпрода, 2012

Уважаемые коллеги!

Республиканское объединение «Белагросервис» предлагает Вашему вниманию очередной (седьмой) выпуск сборника трудов, подготовленного по материалам докладов 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, других организаций, ученых России, Украины, Казахстана, Польши на 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-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства и учреждений образования, представители министерства промышленности, средств массовой информации, зарубежные гости.

Рассматривались проблемы, связанные с производством новой техники, освоением инновационных технологий в сельскохозяйственном производстве, повышением эффективности использования машин и оборудования, совершенствованием системы технического сервиса в АПК.

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

Как показывает практика, проведение ежегодных научно-практических конференций способствует дальнейшему развитию и совершенствованию агротехнического сервиса в Республике Беларусь, интеграции науки и производства.

Генеральный директор
РО «Белагросервис»



Н.А. Лабушев

О РАБОТЕ РО «БЕЛАГРОСЕРВИС» ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

*Лабушев Н.А., генеральный директор
РО «Белагросервис», г. Минск*

В сельскохозяйственных организациях республики используется свыше 48,6 тыс. тракторов (из них 2,6 тыс. – импортного производства), 12,1 тыс. зерноуборочных комбайнов (из них 2,2 тыс. импортных), 4,7 тыс. кормоуборочных комбайнов (из них 0,7 тыс. импортных), а также ряд другой сложной сельскохозяйственной техники для механизации процессов в растениеводстве и животноводстве.

Для поддержания исправного состояния имеющегося парка машин и оборудования, обеспечения их работоспособности в течение всего периода эксплуатации (гарантийного и послегарантийного) необходима эффективная система технического сервиса.

На основании концепции развития технического сервиса в АПК Республики Беларусь на перспективу до 2020 г., разработанной РО «Белагросервис» в содружестве с учеными БГАТУ, принята программа на основании которой совместно с Министерством промышленности проводится целенаправленная работа по оптимизации количества дилерских технических центров на базе организаций агросервиса, их техническому оснащению и повышению эффективности производственной деятельности. Эти вопросы были рассмотрены на совместной коллегии Министерства промышленности и Министерства сельского хозяйства и продовольствия.

Материальной базой сервисных структур по-прежнему остаются существующие ремонтно-обслуживающие организации агросервиса. В настоящее время они включают 116 станций по техническому обслуживанию машинно-тракторного парка, 79 станций технического обслуживания оборудования животноводческих ферм, 18 ремонтных заводов.

Дилерская сеть РО «Белагросервис» и предприятий изготовителей сельскохозяйственной техники насчитывает 95 организаций, в т.ч. ПО «МТЗ» – 29 дилерских центров, РУП «МАЗ» – 11; ОАО «Бобрыйскагромаш» – 17; ОАО «Лидагропромаш» – 9; ПО «Гомсельмаш» – 18; ОАО «Амкдор» – 11 (таблица 1).

Таблица 1 - Технические центры РО «Белагросервис» и предприятий изготовителей по обслуживанию сельскохозяйственной техники и оборудования

Наимен. организации	Наименование организаций агросервиса					
	Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	Минская область	Могилевская область
1	2	3	4	5	6	7
ПО «МТЗ» 29 дилерских центров	1. ОАО «Кобринагро-маш»; 2. ОАО «Лунинецкий райагросервис»; 3. ОАО «Ивацевичский райагросервис»	1. ОАО «Западно-Двинский МРАС»; 2. ОАО «Оршанский райагросервис»; 3. ОАО «Верхнедвинский райагросервис»; 4. ОАО «Докшицкий райагросервис»; 5. ОАО «Поставский райагросервис»; 6. РУП «ВЗТЧ».	1. ОАО «Буда-Кошелевский райагросервис»; 2. ОАО «Гомельоблагросервис»; 3. ОАО «Мозырягропромснаб»; 4. ОАО «Светлогорский райагросервис»; 5. ДРУП «НЗГА» ¹ .	1. ОАО «Новосельнянский межрайагросервис»; 2. ДП «Мостовский ремзавод»; 3. ДП «Новогрудская сельхозтехника»; 4. ДП «Вороновская сельхозтехника»; 5. ДП «Берестовицкая сельхозтехника»; 6. Филиал РУП «МТЗ» «Сморгоньтрактосервис»; 7. ЧТУП «Обухово-Сервис».	1. ОАО «Воложинская райагропромтехника»; 2. ОАО «Солигорский райагросервис»; 3. ОАО «Дзержинский райагросервис»; 4. ОАО «Минск облагросервис»; 5. ОАО «Борисовский авторемзавод».	1. ОАО «Здненпровский межрайагросервис»; 2. ОАО «Кировский райагропромтехснаб»; 3. ОАО «Костюковичский райагропромтех-энерго»
РУП «МАЗ» 1 дилерских центров	1. КУТП «Березарайагросервис».	1. ОАО «Докшицкий райагросервис»; 2. КУТП «Шумилинский райагросервис».	1. ОАО «Светлогорский райагросервис»; 2. ОАО «Мозырягропромснаб».	1. ДП «Мостовская сельхозтехника».	1. ОАО «Борисовская райагропромтехника»; 2. ОАО «Носовицкий райагросервис»; 3. Филиал «Фанипольская база».	1. ОАО «Шкловский агросервис»; 2. ОАО «Быхов райагропромтехснаб».
ОАО «Бобруйскагро-маш» 17 дилерских центров	1. ОАО «Пинский мехтралис»; 2. ОАО «Жабинковская сельхозтехника»; 3. КУТП «Березарайагросервис».	1. ОАО «Глубокский райагросервис»; 2. ОАО «Западно-Двинский МРАС»; 3. ОАО «Оршанский райагросервис».	1. ОАО «Гомельоблагросервис»; 2. ОАО «Мозырягропромснаб»; 3. ОАО «Светлогорский райагросервис»; 4. ОАО «Житковичский райагросервис».	1. ОАО «Ивьевская сельхозтехника»; 2. ОАО «Щучинский РЗ»	1. ОАО «Борисовская райагропромтехника»; 3. РО «Белагросервис»; 4. ОАО «Смолевичский райагросервис»; 6. ОАО «Промышленная группа СХТ».	1. ОАО «Агромашсервис г. Бобруйска».

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
ОАО «Лидагропромаш» 9 дилерских центров	-	1.ОАО «Оршанский райагросервис»; 2.ОАО «Глубокский райагросервис»; 3.ОАО «Западно-Двинский МРАС».	1.ОАО «Светлогорский райагросервис».	1.ОАО «Ошмянская агропромтехника»; 2.ДП «Слонимская сельхозтехника»	1.ОАО «Минскоблагросервис»; 2.РО «Белагросервис»	1.ОАО «Могилевская сельхозтехника».
ПО «Гомсельмаш» 18 дилерских центров	1.ОАО «Жабинковская сельхозтехника» ² ; 2.ОАО «Пинский мехтранс»; 3.ОАО «Ивацевичский райагросервис»	1.ОАО «Западно-Двинский МРАС»; 2.ОАО «Оршанский райагросервис»; 3.ОАО «Глубокский райагросервис»	1.ОАО «Мозырьагропромснаб»; 2.ОАО «Гомельоблагросервис»; 3.ОАО «Светлогорский райагросервис»	1.ДП «Щучинский ремонтный завод»; 2.ОАО «Ошмянская агропромтехника»	1.ОАО «Минск облагросервис»; 2.ОАО «Борисовская райагропромтехника»; 3.ОАО «Случайский райагросервис»; 4.ПКЧУП «Промтехсервис».	1.ОАО «Заднепровский межрайагросервис»; 2.ОАО «Кировский райагропромтехснаб»; 3.ОАО «Костюковичский райагропромэнерго».
ОАО «Амкодор» 11 дилерских центров	1.ОАО «Жабинковская сельхозтехника» ² ; 2.ОАО «Пинский мехтранс»; 3.ОАО «Ивацевичский райагросервис».	1.ОАО «Верхнедвинский райагросервис»	1.ОАО «Гомельоблагросервис»; 2. Филлал ЗАО «Амкодор-Спецсервис»	1.ДП «Щучинский ремонтный завод».	1.ЗАО «Амкодор-Спецсервис».	1.ОАО «Заднепровский межрайагросервис»; 2.ОАО «Кировский райагропромтехснаб»; 3.ОАО «Костюковичский райагропромэнерго».

¹ ДРУП «ПЗГА» - сервисный центр на базе прочих предприятий.

² ОАО «Жабинковская сельхозтехника» - сервисный центр на базе предприятия агросервиса.

Дилерские центры обеспечивают выполнение объемов работ по техническому сервису машин и оборудования, как в гарантийный, так и в послегарантийный периоды эксплуатации. Средний срок устранения отказов по сложной сельскохозяйственной технике в основном (90%) составляет не более одних суток, в остальных случаях не более 5.

В настоящее время в сельскохозяйственных организациях республики эксплуатируется более 700 комплектов современного доильного оборудования отечественного и импортного производства. Наличие доильных залов в разрезе областей Республики следующее: Брестская область – 142, Витебская область – 53, Гомельская область – 100, Гродненская область – 139, Минская область – 114, Могилевская область – 186.

Для технического сервиса животноводческого оборудования на базе райагросервисов создано 30 дилерских центров (Брестская область – 6, Витебская – 4, Гомельская – 5, Гродненская – 5, Минская – 5, Могилевская – 5) (таблица 2). Дилерскими центрами заключены договора на гарантийное и послегарантийное обслуживание доильных залов, выпускаемых ОАО «Гомельагрокомплект», ОАО «Завод Промбурвод» и зарубежной фирмы «Вестфалия».

Таблица 2 - Базовые предприятия РО «Белагросервис» по сервисному обслуживанию доильных залов и холодильного оборудования отечественного и импортного производства

Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	Минская область	Могилевская область
1	2	3	4	5	6
ОАО «Брестский райагросервис»	ОАО «Верхнедвинский райагросервис»	ОАО «Гомельагрокомплект»	ОАО «Гроднопромотехника»	МОУП «Минская ПМК»	ОАО «Агропромналадка»
ОАО «Ивановский райагросервис»	ОАО «Витебский райагросервис»	ОАО «Мозырьагросервис»	ДП «Берестовицкая сельхозтехника»	ОАО «Молодеченский райагросервис»	ОАО «Глуцкий райагропромтехснаб»
ОАО «Пружанский райагросервис»	ОАО «Глубокский райагросервис»	ОАО «Светлогорский райагросервис»	ОАО «Лидаагротехсервис»	ОАО «Несвижский райагросервис»	ОАО «Горецкая райагропромтехника»
ОАО «Столинский райагросервис»	ОАО «Оршанский райагросервис»	ОАО «Гомельэнерго-техсервис»	ДП «Слонимская сельхозтехника»	ОАО «Случский райагросервис»	ОАО «Климовичская ПМК Сельспецмонтаж»
ОАО «Ивацевичи райагросервис»		ОАО «Петриковский агро-сервис»	ОАО Сморгоньагросервис»	МОУП «Столбцовская ПМК»	ОАО «Шкловский агро-сервис»
ОАО «Ляховичский райагросервис»					

Для технического оснащения дилерских центров РО «Белагросервис» облагросервисами закуплено и поставлено 395 единиц диагностического и ремонтно-технологического оборудования (стендов, приборов, наборов инструментов) на сумму более 10 млрд.рублей. В т.ч.: стенды Э-250-07 для контроля и ремонта электрооборудования; стенды КП-2817 – для испытания и регулировки форсунок и насос форсунок дизелей; приборы КИ-28204 – для диагностирования турбокомпрессоров дизелей; модули контроля и регулирования рабочих органов и электрооборудования зерно- и кормоуборочных комбайнов КИ-28129М.01; установки для раздачи и замены трансмиссионных и других жидких масел С-233-1; комплекты средств для проверки и регулировки гидроагрегатов тракторов и самоходных с/х машин КИ-28084М; стенды СДМ-12-03-15 для испытания и регулировки ТНВД дизельных двигателей; ремонтные комплекты для разборки и сборки тракторов «Беларус»-2522/2822/3022 и их модификаций (Н3380-00.000); стенды для обкатки узлов трансмиссии тракторов «Беларус»-2522/2822/3022; устройства для контроля системы топливоподачи (КИ-2810), шиномонтажные стенды; установки для зарядки аккумуляторов (Э411 М-220), электровулканизаторы камер; модули газосварки и газорезки. Поставлены полуприцепы тяжеловозы АПС 554421 (для перевозки тракторов), специальные автомобили фургонь с кузовом мастерской (АФМ 4370 «Любава»).

Примером эффективной работы является многофункциональный дилерский центр ОАО «Заднепровский межрайагросервис» [REDACTED]. На гарантийном учете центра находится 242 трактора «Беларус»-3022 ДЦ1, 478 тракторов серийного производства РУП «МТЗ», 52 трактора производства ОАО «Мозырский машиностроительный завод», 42 трактора производства РУП «Сморгонский агрегатный завод», 98 тракторов производства РУП «БЗТДиА», 56 погрузчиков производства ОАО «Амкодор» и 409 единиц техники производства ПО «Гомсельмаш». В 2011 г. было устранено 4645 отказа гарантийной техники, проведено 1169 технических обслуживаний двигателей марки «DetroitDiesel» и «Deutz» и 312 шасси тракторов «Беларус»-2522/2822/3022. Для 304 единиц техники проведено предпродажное обслуживание, реализовано потребителю запасных частей на сумму 10203 млн. рублей.

В состав дилерского центра входят участок предпродажной подготовки, участок гарантийного обслуживания, технический обменный пункт, отдел снабжения и маркетинга. Для выполнения поставленных задач дилерский центр оснащен 24 специализированными автомобилями, которые укомплектованы необходимым инструментом, диагностическим и ремонтно-технологическим оборудованием, обеспечены системой спутникового

контроля, что позволяет оперативно координировать их работу и устранять последствия отказов.

Созданы участки по диагностике и восстановлению интегральных блоков, ремонту редукторов ВОМ, передних мостов, пластмассовых топливных баков тракторов «Беларусь»-2522/2822/3022, а также участок по ремонту крупногабаритных сельскохозяйственных шин. Для проверки работоспособности и ремонта инжекторов двигателя «DetroitDiesel» серии 40Е разработан и внедрен в практику специальный стенд.

Согласно перечню рекомендуемого инструмента и оборудования, необходимого дилерскому центру для досборки, обкатки, технического обслуживания и гарантийного ремонта сельскохозяйственной техники, разработанному заводами-изготовителями, в наличии имеются необходимое специализированное оборудование, диагностические приборы и инструменты. Только за последние два года на приобретение оборудования, стендов, приборов, автотранспорта, погрузчиков, грузозахватных приспособлений, средств малой механизации и специализированного инструмента израсходовано 950 млн. рублей.

На рисунке 1 приведена структурная схема организации технического обслуживания тракторов «Беларусь»-2522/2822/3022 в организациях агро-сервиса Витебской области. Имеется ряд других примеров эффективной деятельности дилерских центров в составе агросервисных организаций.

РО «Белагросервис», облагросервисами будет продолжена работа по оснащению дилерских технических центров недостающим технологическим и диагностическим оборудованием, укомплектованию расходными материалами. Рациональное использование этого потенциала в интересах сельскохозяйственных организаций может и должен дать ощутимый положительный результат. Наличие специального оборудования, высококвалифицированных кадров позволяет сервисным организациям РО «Белагросервис» выполнять на высоком уровне такие работы, которые в условиях хозяйств выполнить невозможно.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства, когда агротехнические сроки проведения работ диктуют максимальное использование всего технического потенциала машинно-тракторного парка, как показывает опыт, дилерских центров явно не недостаточно. В соответствии с резолюцией Президента Республики Беларусь от 16.02.2010г. № 40/ЗП155 по докладной записке Администрации Президента Республики Беларусь от 08.02.2010г. № 401 необходимо до 2015г. расширить их сеть исходя из расчета обслуживания одним таким центром хозяйств, расположенных не более чем в трех административных районах.

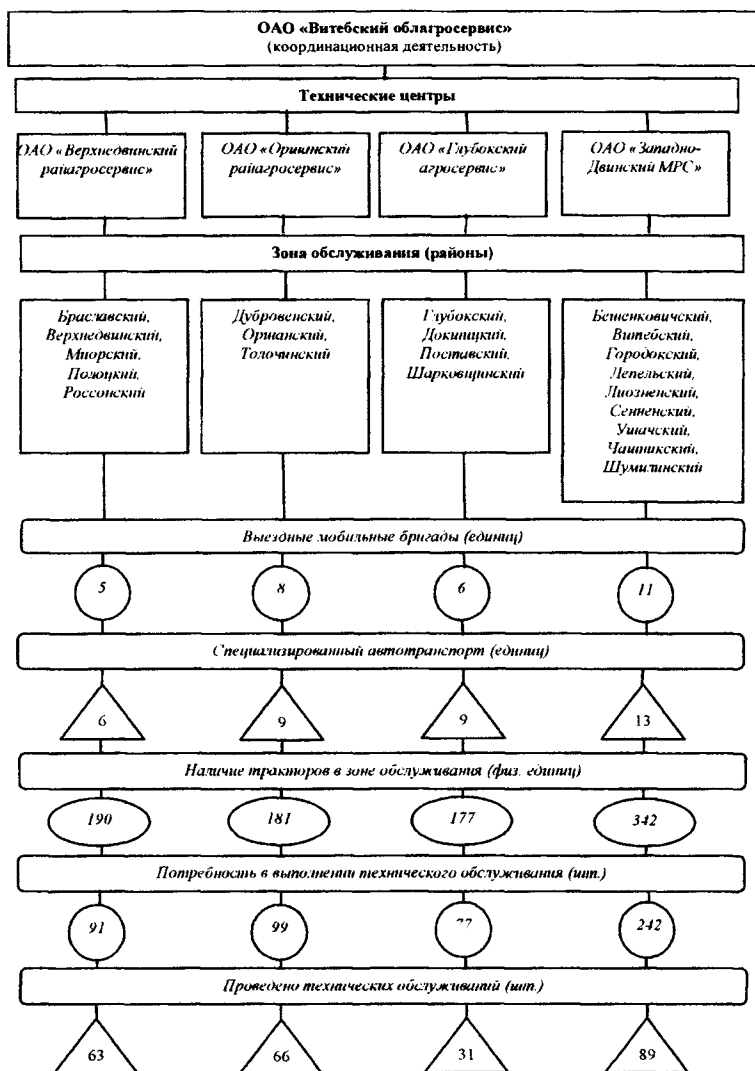


Рис. 1. Схема организации технического сервиса тракторов «Беларусь»-2522/2822/3022 в организациях агросервиса Витебской области

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

¹Лабушев Н.А., генеральный директор;

²Миклуш В.П., к.т.н., профессор; ³Сайганов А.С., д.э.н., профессор

¹РО «Белгросервис», г. Минск

²«Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск

³Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, г. Минск

Современное инновационное сельскохозяйственное производство базируется на четырех профессиональных составляющих: агрономической, зоотехнической, инженерно-технической системах и финансово-экономической службе.

При построении инновационной экономики преобладающая роль должна принадлежать инженерно-технической системе, как группе специальностей, отвечающих за формирование на селе индустриально-технологических методов производства продукции.

В обеспечении надежного функционирования машинно-технологической системы АПК важную роль играет инженерно-технологическая сервисная инфраструктура.

В настоящее время объем работ в стоимостном выражении, выполняемых различными предприятиями сервисной инфраструктуры АПК, составляет не более 25% стоимости производимой отраслью продукции, в то время как в зарубежных странах она превышает 40% и более.

В стоимость этих работ включаются:

- услуги, по выполнению технологических операций при производстве сельскохозяйственной продукции;

- технический сервис машин, включающий техническое обслуживание и ремонт (в том числе в гарантийный период эксплуатации);

- энергетическое обеспечение потребителей сельского хозяйства топливо-смазочными материалами и электроэнергией;

- транспортное обеспечение сельскохозяйственных товаропроизводителей;

- специальные услуги, в том числе связанные с применением техники (мелиоративные работы, агрохимическое обслуживание, обеспечение семенами и т.п.);

- формирование рынка поддержанной техники (вторичного рынка);

- услуги по повышению квалификации специалистов сельскохозяйст-

венных предприятий (информационно-консультационная служба, целевая подготовка кадров по информационному обслуживанию, технологическому проектированию производства и т.д.).

В перспективе будут наращиваться услуги сельскому хозяйству в абсолютном денежном выражении (в 2-3 раза к текущему уровню) и доля их в стоимости производимой продукции возрастет до 35-40%.

Деятельность передовых агросервисных предприятий республики, а также мировой опыт в развитии сферы услуг для села показывают, что эффективный сервис позволяет существенно снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции и повысить конкурентоспособность отечественного АПК.

Технический сервис представляет собой совокупность услуг и работ по обеспечению эффективного использования по назначению и поддержания машин и оборудования в исправном состоянии в течение всего срока службы или ресурса.

Организация технического сервиса требует наличия рынка технических средств, рынка услуг, обеспечение полной зависимости от спроса и предложения; организационно-экономические и правовые гарантии качества услуг.

Совокупность взаимосвязанных средств, нормативной документации и исполнителей услуг и работ по обеспечению эффективного использования по назначению и поддержанию машин и оборудования в исправном состоянии в течение всего срока службы или ресурса образует *систему технического сервиса*.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства основными проблемами, сдерживающими широкомасштабное развитие технического сервиса в нашей стране, являются:

1) уменьшение плановых инвестиций в развитие ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) АПК, что привело к функциональной непригодности ее объектов для качественного ремонта современной сельскохозяйственной техники как отечественного, так и импортного производства. Так если в 80-90-х годах XX-го века на развитие РОБ выделялось до 20% денежных средств, затрачиваемых на приобретение новой техники, то в настоящее время такая статья расходов практически отсутствует;

2) морально устаревшая нормативная база по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники, которая не может быть использована для современных технических средств, поскольку имеющиеся нормативные материалы не корректировались более 20 лет;

3) отсутствие в полной мере необходимых законодательных актов, определяющих правовые основы взаимоотношений изготовителей технических средств, сельскохозяйственных товаропроизводителей и предприятий торговой и сервисной инфраструктуры, а также особенностей функциони-

рования и государственного регулирования их деятельности, основанных на принципах рыночной экономики;

4) ликвидация созданной в советские времена и успешно функционирующей системы централизованного технического обслуживания машинно-тракторного парка и оборудования животноводческих ферм и комплексов;

5) недостаточная координация единой технической политики, проводимой РО «Белагросервис» на республиканском, областных и районных уровнях, в сфере развития и совершенствования системы технического сервиса в АПК;

6) административные методы управления дилерской системой технического сервиса, осуществляемые без должного технико-экономического обоснования ее функционирования и выделения приоритетов в инвестициях.

Основой установления и совершенствования экономических взаимоотношений партнеров по организации технического сервиса является максимальное использование рычагов товарного производства, рыночных условий хозяйствования, с развитием многовариантности звеньев и связей между исполнителями и потребителями агросервисных услуг.

В настоящее время разработана Программа развития технического сервиса в АПК, включающая комплекс мер и механизмов, направленных на совершенствование ремонтно-обслуживающей базы в сельском хозяйстве на всех ее уровнях, развития дилерских (технических) центров сервисного сопровождения машин и оборудования.

Основными задачами Программы являются:

- разработка основных направлений развития технического сервиса в АПК Республики Беларусь;

- модернизация трехуровневой структуры ремонтно-обслуживающей базы сельского хозяйства с выделением приоритетов в ее развитии;

- создание оптимальной сети дилерских технических центров по техническому обслуживанию и ремонту машин и оборудования в сельском хозяйстве;

- техническое перевооружение дилерских технических центров на базе современного диагностического, ремонтно-технологического оборудования и оснастки, передвижных средств технического сервиса машин и оборудования;

- повышение технологического уровня и качества выполнения ремонтно-обслуживающих работ на предприятиях технического сервиса, позволяющий отремонтированные машины, агрегаты и узлы по уровню надежности сопоставить с новой техникой;

- модернизация производственной базы сельхозпредприятий с приоритетным развитием агрогородков;

– обеспечение высокого уровня эксплуатационной надежности машин и оборудования, сокращение потерь от простоев техники в периоды проведения сельскохозяйственных работ;

– разработка предложений по совершенствованию управления сервисной инфраструктурой в АПК Республики Беларусь нормативного, правового и информационного ее обеспечения;

– формирование благоприятных условий для привлечения инвестиций в развитие объектов сервисной инфраструктуры.

Результаты проведенных многими авторами исследований показывают, что главный путь, по которому следует развивать систему технического сервиса – это кооперация и специализация.

Кооперирование в сфере технического сервиса представляет собой объективный экономический процесс совместной деятельности ряда предприятий в целях создания эффективных условий машиноиспользования и получения высокой результативности. Эффективность кооперирования проявляется в снижении затрат на проведение ремонтно-обслуживающих работ, повышении эксплуатационной надежности сельскохозяйственной техники. Экономический эффект для изготовителя машин проявляется в увеличении объема продаж, для ремонтно-обслуживающих предприятий – в использовании потенциальных резервов производства, для потребителей – в снижении эксплуатационных расходов и повышении долговечности технических средств.

Для развития технического сервиса необходимы три основных условия: высокое реальное качество машин и оборудования; гарантированное обеспечение запасными частями в течение всего периода эксплуатации; право выбора потребителем форм и методов технического сервиса и экономических взаимоотношений.

По аналогии с зарубежными странами в республике развивается фирменное обслуживание, при котором завод-изготовитель через центры фирменного технического сервиса или через дилерские предприятия может осуществлять продажу своей техники, ее техническое обслуживание, ремонт, обеспечение запасными частями. В свою очередь дилерские предприятия, расширяя круг своих клиентов и зону обслуживания, могли бы успешно развивать свой деятельность, увеличивая номенклатуры предоставляемых услуг, качество услуг и обеспечивая своевременность выполнения работ.

Организация сети обслуживающих предприятий должна быть такой, чтобы время простоя машин на обслуживание было минимальным с целью уменьшения затрат хозяйств, связанных с потерями продукции, особенно в период полевых работ.

Учитывая, что решающим условием является наличие соответствующего технологического оборудования, квалифицированного персонала,

складов запасных частей и т.д., месторасположение дилерского центра должно удовлетворять условию наиболее полной загрузки мощностей предприятия путем обслуживания наибольшего числа машин в регионе.

Как показывает практика, создание технических центров в каждом районе республики требует значительных инвестиций, что для небольших по количеству обслуживаемых парков высокопроизводительной техники (мощных тракторов «Беларусь»-2522/2822/3022, самоходных комбайнов ПО «Гомсельмаш» и ОАО «Лидагропроммаш», автомобилей ОАО «МАЗ», техники производства ОАО «Бобруйскагромаш» и ОАО «Амкор» др.) экономически нецелесообразно. Это связано с необходимостью оснащения их сложным и дорогостоящим технологическим оборудованием и невозможностью обеспечения его эффективной загрузки. Кроме того, в небольших по мощности технических центрах достаточно сложно использовать в полной мере квалифицированных специалистов-ремонтников и обеспечить создание требуемого уровня материальных запасов.

В связи с изложенным, возникает необходимость поиска оптимальных решений по обоснованию производственных мощностей и размещению дилерских технических центров многоцелевой направленности на межрайонном уровне.

Создание многоцелевых технических центров не исключает наличие ремонтно-обслуживающей в каждом административном районе базы (филиалы дилерских технических центров, специализированные цехи и участки по ремонту агрегатов и узлов и т.п.) и в хозяйствах (ПТО, ЦРМ), которые должны работать в тесной связи друг с другом.

Анализ характера работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту вскрывает тяготение к централизации одной ее части и обуславливает создание и развитие ремонтно-обслуживающей базы на разных уровнях.

На дилерских технических центрах целесообразно выполнять работы по предпродажной подготовке, гарантийному и послегарантийному техническому обслуживанию и ремонту машин. При этом на основании проведенных ранее исследований установлена эффективность централизации работ по выполнению сложных видов технического обслуживания (для тракторов – ТО-3, автомобилей – ТО-2) и текущего ремонта, связанного с применением дорогостоящего диагностического оборудования. Кроме того необходимо развивать специализацию дилерских предприятий по ремонту отдельных агрегатов и узлов (агрегаты трансмиссии и ходовой части, топливная аппаратура, гидравлические и электронные системы и др.).

Несложные виды технических обслуживаний и текущих ремонтов (устранение отказов первой и второй групп сложности) следует выполнять на

производственной базе хозяйств, эксплуатирующих сельскохозяйственную технику.

Маркетинговые исследования спроса и предложения на услуги ремонтно-обслуживающих предприятий показывают: для того чтобы потребитель сделал выбор между приобретением нового агрегата (узла) и отремонтированного, он должен сопоставить информацию об удельных затратах средств на единицу восстановленного ресурса в сравнении с новым аналогом. При этом интерес потребителя выражается в том, чтобы затраты средств на ремонт агрегата (узла), в расчете на восстановленный ресурс, в эксплуатации были меньше или равны удельному значению цены нового (в расчете на установленный ресурс заводом-изготовителем).

Необходимо отметить, что предприятия технического сервиса являются сложными техническими системами и перейти на рыночную концепцию управления за короткий период времени достаточно сложно. Эта задача организации и управления устойчивой работой предприятия ориентирована на долгосрочную стратегию. Те предприятия, которые вовремя не успеют адаптироваться к потребности потребителей в качественных услугах, будут вытеснены с рынка конкурентами. В этой связи особое место для предприятий технического сервиса занимает технологическая подготовка производства, способная быстро реагировать на изменение номенклатуры услуг технического сервиса.

Технологическая подготовка производства (ТПП) - совокупность мероприятий обеспечивающих технологическую готовность производства, которая определяется наличием на предприятии полных комплектов технологической документации, средств технологического оснащения и квалифицированных кадров, необходимых для осуществления заданных объемов сервисных работ (услуг) с установленными технико-экономическими показателями. Система технологической подготовки производства по сервисному сопровождению сложной сельскохозяйственной техники, кроме организации и управления процессом производства, предусматривает широкое применение прогрессивных наукоемких ресурсосберегающих технологий. Поэтому предприятия небольшой мощности будут не в состоянии обеспечить производственные процессы технического обслуживания и ремонта техники на высоком техническом, технологическом и организационном уровне.

Таким образом, совершенствование организационных форм и экономических взаимоотношений предприятий технического сервиса с потребителями услуг, должно быть направлено на взаимную заинтересованность, обеспечение материальной и правовой ответственности за выполняемые работы в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации техники. При этом должно быть обеспечено равновыгодное сотрудничество на паритетной основе, выбор более экономически целесообразных ва-

риантов партнерства, гарантированное обеспечение потребности в необходимых услугах.

Развитие и совершенствование технического сервиса должно осуществляться поэтапно, исходя из имеющегося в Республике Беларусь опыта функционирования трехуровневой структуры ремонтно-обслуживающей базы АПК, предприятий материально-технического обеспечения и других сервисных организаций. Первоочередными задачами развития системы технического сервиса, как организационной структуры являются:

1) модернизация и техническое перевооружение объектов ремонтно-обслуживающего производства на основе выделения приоритетов инвестирования в их развитие и технологическое дооснащение:

- специализированные ремонтные предприятия по реализации наукоемких технологий при ремонте двигателей, агрегатов трансмиссии, топливной аппаратуры, гидравлических и электронных систем и других составных частей машин;

- производства по восстановлению изношенных деталей;

- предприятия по изготовлению диагностического, ремонтно-технологического оборудования и оснастки;

- районные агросервисные предприятия, представляющие широкий спектр услуг технического сервиса, включая организацию стационарных пунктов и выездных бригад по диагностированию и техническому обслуживанию машин;

- ремонтно-обслуживающие базы хозяйств, в том числе участки для очистки и мойки машин, диагностирования, выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту, восстановления деталей широкой номенклатуры;

2) развитие сети дилерских предприятий с увеличением доли их участия в оказании услуг сельским товаропроизводителям. На первом этапе, по мере насыщения парка, в каждой области республики могут функционировать 4-5 дилерских центров производителей наиболее сложных машин (тракторов ПО «МТЗ», комбайнов РУП «Гомсельмаш» и др.). В дальнейшем целесообразно увеличить их количество с условием обслуживания одним дилерским центром до 3-х районов. Наиболее рационально размещение этих центров на базе специализированных ремонтных (в особенности профильной специализации) и районных агросервисных предприятий, имеющих соответствующий производственный потенциал и квалифицированные кадры;

3) широкомасштабное внедрение централизованного технического обслуживания современной сельскохозяйственной техники, совершенствование агрегатного метода ремонта машин на основе использования стратегии управления их техническим состоянием с помощью периоди-

ческого диагностирования и показателей бортовых систем непрерывного контроля;

4) формирование оптимальной системы обеспечения сельскохозяйственной техники запасными частями с учетом принятой стратегии технического обслуживания и ремонта машин и использования логистических функций;

5) развитие вторичного рынка сельскохозяйственной техники путем приобретения сервисными предприятиями подержанной (списанной) техники, ее восстановления, включая модернизацию и продажу по льготным ценам с гарантией качества;

6) лицензирование ремонтно-обслуживающих предприятий, сертификация выполняемых ими работ и услуг, обеспечение экологической и технической безопасности отремонтированных машин, создание системы защиты сельских товаропроизводителей от приобретения недоброкачественной техники;

7) совершенствование организации производства, включая его технологическую подготовку, рациональное построение производственных процессов, научную организацию труда, аттестацию рабочих мест, развитие вспомогательного производства и системы технического нормирования;

8) увеличение объемов производственного обслуживания сельских товаропроизводителей механизированными отрядами и машинно-технологическими станциями;

9) развитие информационно-консультационного обеспечения АПК с применением современных информационных технологий, способствующих принятию оптимальных экономических решений на основе объективной и своевременной информации;

10) реализация программы кадрового обеспечения инженерно-технической сферы АПК на основе создания системы непрерывного обучения кадров, улучшения качества подготовки специалистов для повышения их конкурентоспособности на рынке труда, интеграции с международными образовательными и научными центрами.

Ключевым звеном технического сервиса является система технического обслуживания и ремонта (ТОР), направленная на поддержание техники в работоспособном состоянии, обеспечение высокой степени технической готовности машинно-тракторного парка (МТП) к выполнению сельскохозяйственных работ, снижение доли приведенных затрат в себестоимости производимой продукции. Совершенствование системы ТОР является одним из наиболее важных элементов программы развития технического сервиса в АПК, позволяющее обеспечить поддержание исправного состояния имеющегося парка машин и оборудования и подготовить условия для рационального использования современной техники.

Наиболее эффективная стратегия технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в сельском хозяйстве, на современном этапе и в перспективе, направлена на управление их техническим состоянием по результатам диагностирования. При этом значительное внимание уделяется мерам профилактического характера, направленным на максимально возможное уменьшение случаев нарушения работоспособности машин. На основании измеренных параметров технического состояния каждой машины, своевременно должен осуществляться предупредительный (упреждающий) ремонт составных частей пока он не трудоемок, не сложен и не потребует крупных затрат ресурсов и длительного простоя машин.

Основной организационной и производственной формой технического сервиса выступают дилерские структуры, совмещающие, как правило, деятельность по реализации технических средств, запасных частей, материалов и др. с сервисным сопровождением машин и оборудования. Высшей формой их функционирования является полная интеграция торговой, ремонтно-обслуживающей и производственно-обслуживающей деятельности при участии фирмы-производителя техники. В обозримом будущем это составит единую систему продаж и обслуживания машин и оборудования.

Важное значение в совершенствовании ремонтно-обслуживающей базы на всех ее уровнях, повышении эффективности ремонта, отводится развитию производств по восстановлению деталей. Международная практика свидетельствует о том, что доля восстанавливаемых деталей в общем объеме потребления запасных частей достигает в развитых зарубежных странах 30-35%. Этот показатель практически был достигнут в республике в начале 80-х годов прошлого столетия.

Таким образом, целесообразно возродить высокотехнологичные производства по восстановлению и упрочнению деталей, как на специализированных ремонтных предприятиях (мотороремонтных заводах, цехах и участках по ремонту агрегатов трансмиссии и ходовой части машин и др.), так и в мастерских при райагросервисах и дилерских центрах.

В перспективе прогнозируется следующее распределение ремонтно-обслуживающих работ между уровнями ремонтно-обслуживающей базы АПК:

- объекты ремонтно-обслуживающей базы хозяйств: центральные ремонтные мастерские хозяйств, ПТО (несложный ремонт, техническое обслуживание и хранение техники) – 50-70%;

- районные ремонтные мастерские и дилерские центры (ремонт и техническое обслуживание сложной сельскохозяйственной техники, монтаж и обслуживание машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов, транспортное и агрохимическое обслуживание) – 15-25%;

– специализированные ремонтные предприятия регионального и республиканского уровня (капитальный ремонт и модернизация машин, высокоресурсный ремонт агрегатов, восстановление деталей, изготовление диагностического, ремонтно-технологического оборудования и оснастки) – до 20%.

Создание эффективной системы технического сервиса в АПК, развитие межрайонных многоцелевых дилерских технических центров, позволит повысить производительность машинно-тракторных агрегатов на 12-15%, сократить удельные затраты на техническое обслуживание и ремонт на 35-40%, увеличить технический ресурс узлов и агрегатов машин на 15-20%, повысить уровень технической готовности парка машин до 96-98%.

1. Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 годы. Указ Президента Республики Беларусь № 342 от 1 августа 2011 г.

2. Миклуш, В.П. Организация технического сервиса в АПК: Монография / В.П. Миклуш. – Мн.: БГАТУ, 2004. – 296 с.

3. Организация и функционирование рыночной системы технического агросервиса / В.Г. Гусаков [и др.]. – Мн. Институт экономики НАН Беларуси, 2007. – 192 с.

УДК [631.171+631.3]:636] 476

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЕДИНОГО ТАМОЖЕННОГО ПРОСТРАНСТВА РОССИИ И БЕЛАРУСИ

¹Морозов Н.М., академик РАСХН; ²Самосюк В.Г., к.э.н.;

²Передня В.И.; д.т.н., проф.; ²Володкевич В.И., зав. лабораторией
ГНУ ВНИИМЖ

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

Введение

Современный этап развития аграрного сектора экономики, в том числе и животноводства, характеризуется отсутствием государственного регулирования производства и рыночными условиями сбыта продукции, в основе которых лежат спрос, стоимость и качество выпускаемой продукции. Однако осуществить производство животноводческой продукции невозможно без средств механизации, автоматизации и роботизации. В связи с функционированием Союзного государства, созданием Таможенного союза, налаживанием широких торговых отношений, целесообразно или даже

необходимо, чтобы технические и другие требования на разработку, изготовление машин и технологического оборудования, а также выпускаемой продукции были едины с учетом требований ЕС. Проще всего эти требования начать осуществлять через создание единой Системы машин России и Беларуси.

Для получения единицы продукции животноводства в наших странах расходуется значительно больше труда, топлива и кормов в сравнении с передовыми странами. Особенно велики затраты труда на выращивание телят молочного периода, где почти все работы выполняются вручную. Уровень комплексной механизации в Беларуси остается низким и составляет: на молочно-товарных фермах – около 50%, на откормочных – 20%. Основные причины низкого уровня механизации в скотоводстве: большое количество устаревших и нетиповых помещений, недостаточная обеспеченность современной техникой, наличие большого количества машин и оборудования с запредельным сроком службы, отсутствие эффективных машин для ряда технологических операций. Комплексную механизацию сдерживает отсутствие технических средств для выполнения вспомогательных операций, которые осуществляются вручную. В секторе производства свинины велик удельный вес ручного труда, составляющий на откорме около 50% и при получении поросят более 80%. Ручной труд преобладает при очистке станков от навоза, раздаче кормов свиноматкам и поросятам, при перемещении свиней и их взвешивании, проведении зооветеринарных обработок, на погрузке и разгрузке кормов [1].

Вследствие недостаточного оснащения ферм техникой в России сдерживается применение ресурсосберегающих технологий, возрастают затраты труда и кормов на производство продукции, обслуживание животных. Так, например, затраты кормов на центнер молока составляют 1,22-1,30 ц корм. ед., привеса скота – 13,9-14,2 ц корм. ед., привеса свиней – 6,4-6,8 ц корм. ед., в т.ч. концентратов соответственно 0,35-0,43 и 5,9-6,0 ц корм. ед. Затраты электрической энергии на получение молока составляют 45-50 кВт·ч и 7-9 кг. По удельным затратам кормов на производство продукции России превосходят западные страны в 1,3-2,0 раза, рабочего времени и электроэнергии в 2,5-3,5 раза. Продуктивность коров, привесы скота на откорме и привесы свиней в 1,6-2,2 раза ниже, чем в странах западной Европы и США. Несмотря на принятые в последние годы в России меры государственной поддержки, направленные на возрождение отрасли животноводства, она не обеспечивает потребности страны в высококачественных продуктах питания, а доля импорта в обеспечении мясной продукции различных типов мяса в 2010 г. составила 29-36% (мясо птицы – 36,0%, свинины – 28,8%, говядины – 34,2%), а в отдельных регионах достигало 55-60%, молока и молочных продуктов свыше 20% (22,2%). На закупку продовольствия и сельскохозяйственного сырья в по-

следние годы затрачивается от 28 до 37 млрд. долларов США. Без технического переоснащения объектов эти задачи не могут быть выполнены. Техническая и технологическая модернизация требуют существенных затрат инвестиций, осуществления прямых дотаций государства на эти цели [2]. Однако современное финансовое положение сельских товаропроизводителей не позволяет им осуществлять самостоятельно техническое оснащение и модернизацию ферм, особенно в условиях постоянного роста цен на приобретаемую технику без действенной государственной поддержки и выделения целевых дотаций. По итогам за 2010 года 30,7% сельхозорганизаций России даже с учетом господдержки являются убыточными, на 18% возрос уровень просроченной кредиторской задолженности. Задолженность по займам сельхозорганизаций превышает годовой объем производства товарной продукции в 1,5 раза, а размер прибыли в 20 раз. Имеющийся крайне низкий уровень рентабельности продукции животноводства не позволяет хозяйствам осуществлять самостоятельно модернизацию и техническое переоснащение объектов, а без этого не может быть обеспечена продовольственная безопасность страны, конкурентоспособность производимой продукции, улучшена социально-экономическая ситуация в аграрном секторе экономики.

В целях изменения нынешнего экономического состояния отраслей животноводства, его кардинального улучшения, увеличения производства конкурентоспособной продукции необходимо внедрение новых энергоресурсосберегающих машинных технологий, повышение продуктивности скота и снижение себестоимости получаемой продукции. Первоочередной задачей развития механизации отрасли животноводства по-прежнему является организация производства недостающего оборудования, осуществление технического переоснащения животноводческих ферм и комплексов, что экономически целесообразно в рамках единой Системы машин.

Главной целью Системы машин в прошлые годы было – повышение производительности труда. Целью совместной российско-белорусской Системы машин должна быть прибыль, получаемая при производстве животноводческой продукции, с минимальным сроком окупаемости машин и оборудования (не более 2 лет).

Система машин должна стать основой для:

- формирования планов НИР, ОКР и заказов аграрного сектора на создание новой техники (осуществление технической политики);
- подготовки специалистов различного уровня (вузов, колледжей и т.п.);
- разработки и освоения новой техники конструкторскими организациями и машиностроительными предприятиями;
- разработки проектов новых, реконструкции старых ферм и комплексов и их технического оснащения.

Цель исследования по разработке и формированию Системы машин для животноводства является технологическое, а затем инженерно-экономическое обоснование рациональных средств и способов механизации, автоматизации и роботизации технологических процессов, обеспечивающих малозатратное производство продукции, охрану окружающей среды, улучшение социальных условий труда работников, выполнение соответствующих стандартов обеих стран и требуемых ЕС.

При разработке, формировании и реализации Системы машин необходимо предусмотреть решение следующих задач:

- изучить по операционное выполнение машинных технологий и технологических процессов, что позволит минимизировать количество операций, а, следовательно, машин и оборудования и увязать их технологические линии;

- определить и обосновать параметры комплектов технических средств, отдельных новых машин, средств автоматизации и управления, обеспечивающих механизированное выполнение всех процессов и операций при производстве продукции животноводства, обслуживанию животных и птиц, производству комбикормов, переработки навоза, погрузочных, транспортных и др. работах;

- обосновать рациональное использование кормов, энергию, топлива и других затрат на базе реализации малозатратных машинных технологий производства продукции животноводства и птицеводства;

- создать и освоить новые автоматические комплекты машин и поточных линий, автоматизированные точные технологии на основе использования манипуляторов, роботов, микропроцессорной техники, обеспечивающие автоматическое управление режимов выполнения процессов и создание условий для более полной реализации продуктивного потенциала животных и птиц;

- обеспечить максимальную технологическую универсализацию технических средств и на этой основе существенно сократить номенклатуру машин и оборудования и тем самым уменьшить общую потребность в них.

На обоснование состава машин и оборудования, экономические и качественные показатели производства продукции при их использовании, формирование Системы машин, ее структуру влияют организационные, экологические, ветеринарно-санитарные и другие факторы, а также объемно-планировочные размеры ферм и зданий и их взаимная увязка в единую систему. Полнота учета этих факторов составляет одно из ключевых положений методологии разработки системы машин.

Оптимизация номенклатуры и параметров машин, потребность в них с учетом организации использования технических средств, их технико-экономических и качественных показателей целесообразно определять с помощью математического моделирования, реализующего методологию

системного анализа. Одним из предполагаемых вариантов комплексной модели представлен на рисунке 1.

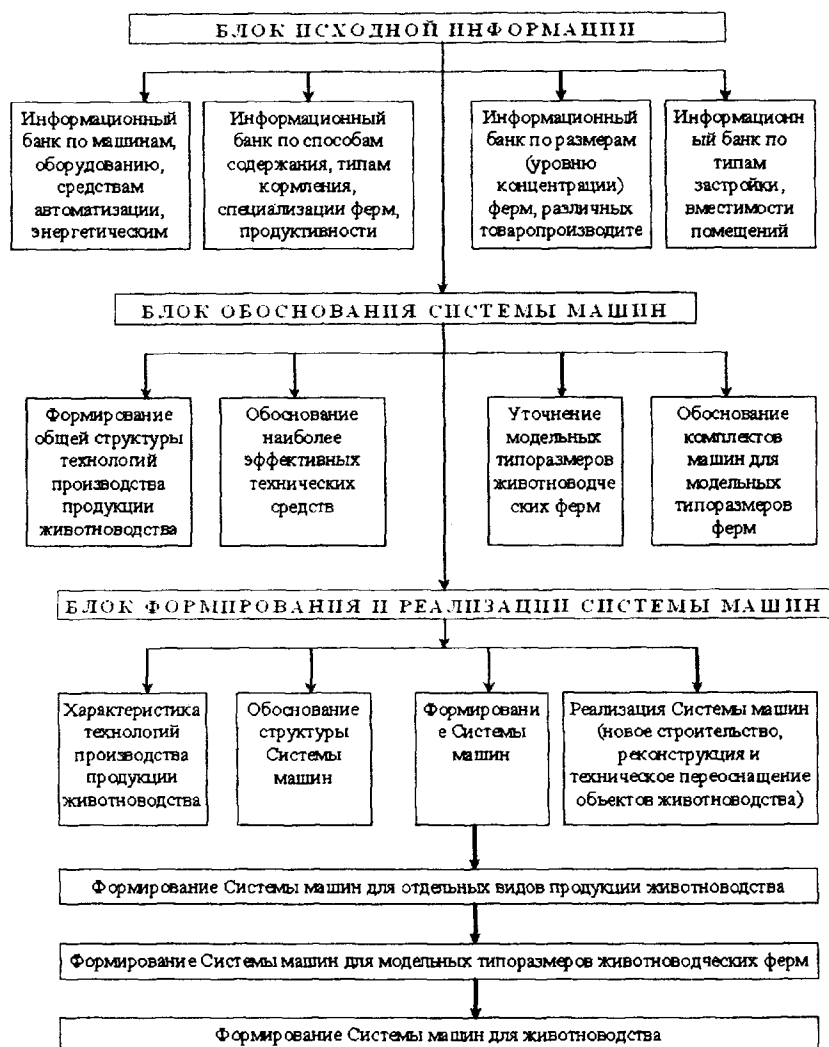


Рис. 1. Комплексная модель разработки российско-белорусской Системы машин для животноводства

Комплексная модель разработки Системы машин, по-видимому, будет состоять из трех крупных блоков, внутри которых будут содержаться несколько частных моделей.

На основе сформированной Системы машин станет возможным осуществление комплексной механизации и автоматизации выполнения технологических процессов и операций производства высококачественной продукции животноводства и птицеводства

1. Организационно-технологические нормативы производства продукции животноводства и заготовки кормов: сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики, Центр аграр. экономики, рук. работы: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 283 с.: ил.

2. Морозов, Н.М. Опыт эффективного использования техники в молочном животноводстве / Н.М. Морозов, Л.М. Цой, Ю.Н. Морозов; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Рос. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. по инженер.-техн. обеспечению агропрод. комплекса. – М.: Росинформагротех, 2006. – 142 с.: ил.

УДК 631.173

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИЛЕРСКИХ ЦЕНТРОВ ПО СЕРВИСНОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

¹Миклуш В.П., к.т.н., профессор; ²Барташевич Л.В., к.т.н., доцент;

²Барташевич А.Л.; ¹Вайнилович М.В., магистрант

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

²РУП «Минский тракторный завод», г. Минск

В настоящее время в Республике Беларусь используется свыше 55 тыс. тракторов с торговой маркой «Беларус», из них около 5000 энергонасыщенных моделей «Беларус»-2522/2822/3022. Кроме того, на РУП «МТЗ» осваиваются новые модели тракторов «Беларус»-3023 и «Беларус»-3522.

Наращивание выпуска современных энергонасыщенных тракторов, оборудованных электронными и автоматизированными системами управления, предполагает совершенствование методов и средств их сервисного сопровождения в процессе эксплуатации. Основной упор делается на подготовку квалифицированных кадров, обеспечение дилерских (технических) центров современным диагностическим, ремонтно-технологическим оборудованием, и оснасткой, внедрение компьютерных информационных систем и др.

Для своевременного обслуживания обширной гаммы тракторов и специальной техники Минским тракторным заводом создана сервисная сеть, включающая 30 дилерских (технических) центров, обеспечивающих предпродажную подготовку и техническое обслуживание тракторной техники «Беларус» в 118 районах 6-ти областей, т.е. на всей территории Республики Беларусь (рис. 1). Из общего количества дилерских центров – 2 являются фирменными.

Фирменный технический сервис можно определить как систему взаимоотношений между изготовителем и потребителем, который характеризуется личным участием изготовителя в обеспечении эффективного использования тракторов в течение всего жизненного цикла, в поддержании их в постоянной технической готовности. В основе этой системы лежит ответственность изготовителя за организацию обслуживания выпущенной им техники в течение всего его срока службы.

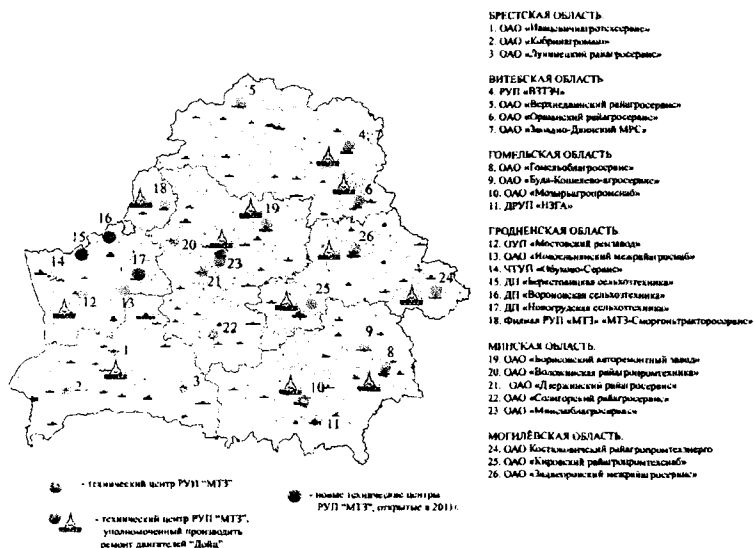


Рис. 1. Дилерская сеть по сервисному сопровождению тракторов «Беларус»

Основными преимуществами фирменного технического сервиса являются:

– возможность повышения уровня индустриализации работ по техническому обслуживанию и ремонту на основе применения современного

диагностического, ремонтно-технологического оборудования и оснастки, рекомендуемого фирмой-изготовителем;

- осуществление постоянного мониторинга за качеством изделий на всех этапах их жизненного цикла и повышение на этой основе эффективности конструкторских решений;

- предоставление потребителям комплекса услуг, связанных с консультированием по эксплуатации техники, обеспечением запасными частями, информацией о технических новинках;

- рационализация процессов утилизации техники, которая отработало свой срок и усиление на этой основе ориентации на источники вторичных ресурсов при изготовлении продукции.

В настоящее время дилерские (технические) центры являются самостоятельными организациями и работают на основании отдельно заключенных договоров как с РУП «МТЗ», так и с другими производителями сельскохозяйственной и специальной техники.

Договора, заключаемые РУП «МТЗ» с дилерскими (техническими) центрами, регламентируют порядок сотрудничества при техническом сопровождении как тракторов, выпускаемых уже длительный период времени, так и новых энергонасыщенных моделей, а также лесохозяйственных и коммунальных машин.

Исходя из того, что энергонасыщенные тракторы комплектуются импортными двигателями «Детройт» и «Дойц», на данный момент в сервисной сети РУП «МТЗ» выделено 13 центров со специализацией на гарантийное обслуживание и ремонт двигателей «Дойц». Для кадрового обеспечения этих центров было проведено обучение инженерно-технического персонала в количестве 50 человек в учебном центре фирмы «Дойц» в г. Тверь (Россия).

В соответствии Указом Президента Республики Беларусь № 186 от 27 марта 2008 г. «О некоторых мерах по повышению ответственности за качество отечественных товаров» для поддержания работоспособности тракторов «Беларус», укомплектованных двигателями «Детройт» РУП «МТЗ» приобрело для реализации мотороремонтным заводам и потребителям запасные части по номенклатуре, включающей 174 позиции. Создан обменный фонд полнокомплектных двигателей. Ежедневно на СП «Вестерн Технолоджиз» (эксклюзивного представителя «Детройт Дизель» в Республике Беларусь) направляются заявки на приобретение запасных частей к двигателям для пополнения неснижаемого запаса.

Сервисная сеть тракторной техники в Республике Беларусь сформирована по схеме, приведенной на рис. 2.

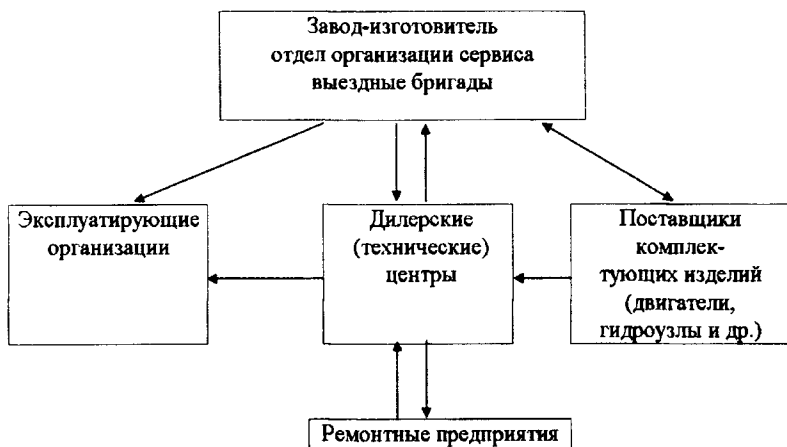


Рис. 2. Схема взаимодействия структурных составляющих сервисной сети

Как видно из схемы, основной структурной единицей в осуществлении гарантийного и послегарантийного сервиса является дилерский (технический) центр, который производит:

- техническое обслуживание и текущий ремонт тракторной техники в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации;
- техническое обслуживание и текущий ремонт импортных комплектующих (двигателей «Детройт» и Дойц», гидросистемы «Бош» и др.) с участием специалистов фирм-производителей.

При необходимости выполнения сложного по трудоемкости ремонта, производится разборка, принятого у потребителя трактора, а затем неисправные узлы и агрегаты передаются на соответствующие специализированные предприятия для ремонта. По возвращении отремонтированных узлов, трактор собирается, проверяется и передается потребителю.

Согласно условиям договора между РУП «МТЗ» и дилерским (техническим) центром за проведение предпродажной подготовки и гарантийное обслуживание, завод выплачивает исполнителю 5,2% от цены обслуживаемой машины любой модели (за исключением тракторов «Беларус»-2522/2822/3022).

За указанную сумму дилерский (технический) центр обязан:

- осуществлять предпродажную подготовку тракторной техники в соответствии с регламентом работ, предусмотренным руководством по эксплуатации и сервисной книжкой;

– производить гарантийное обслуживание техники, состоящей на гарантийном учете, в том числе и техники, приобретенной потребителем у третьих лиц (не у дилерского центра и не у завода непосредственно), на основании письменного распоряжения завода-изготовителя. При этом гарантийное обслуживание тракторной техники должно производиться в возможно короткие сроки (средний срок устранения отказов должен быть не более одних суток, в отдельных случаях не позднее сроков, установленных «Положением о гарантийном сроке эксплуатации сложной техники и оборудования от 27.06.08 №952, утвержденного Постановлением Совета Министров РБ и Указом Президента Республики Беларусь «О некоторых мерах по повышению ответственности за качество отечественных товаров» от 27.03.08 №186);

– содержать за свой счет постоянный, неснижаемый запас запчастей (резервный фонд) в объеме, необходимом для проведения гарантийного обслуживания техники «Беларус»;

– развивать производственно-техническую базу и оснащать ее необходимым оборудованием, для использования при проведении предпродажной подготовки и гарантийного обслуживания тракторов;

– при обнаружении нарушения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания, условий хранения, а также в случае самовольного переоборудования трактора потребителем, либо побывавшего в ДТП, делать соответствующую отметку в сервисной книжке, и рассматривать такие отказы, как не гарантийные;

– направлять ежемесячно на завод – изготовитель отчет об устранении отказов гарантийной техники, произошедших по вине завода, и выявленных в процессе предпродажной подготовки и при эксплуатации у потребителей с указанием полных затрат на устранение отказов, в т.ч. и стоимости замененных деталей;

– по требованию завода-изготовителя доставлять на завод дефектные детали для проведения лабораторных исследований и определение причины отказа;

– в случае отсутствия в резервном фонде дилера деталей или узлов для замены вышедших из строя, немедленно направлять заводу-изготовителю заявку на приобретение и обеспечить оперативное получение нужных запчастей на основании отдельных договоров;

– оказывать консультационные услуги потребителям по вопросам эксплуатации новых и сложных видов техники, при необходимости, организовывать на договорной основе с потребителями практические занятия по обучению эффективным приемам использования техники.

Для энергонасыщенных тракторов «Беларус»-2522/2822/3022 завод-изготовитель выплачивает дилерскому (техническому) центру за предпродажную подготовку и гарантийное обслуживание 3,2% от цены и предос-

тавляет на основе отдельно заключенного договора комплект запасных частей (обменный фонд) для оперативного восстановления гарантийной техники.

С целью повышения оперативности и качества восстановления гарантийной техники, снижения убытков от простоев тракторов в ремонте, особенно в напряженные периоды выполнения сельскохозяйственных работ, на РУП «МТЗ» внедрены дополнительные меры технического сопровождения гарантийной техники, включающие:

1. Для оказания помощи дилерским (техническим) центрам при устранении сложных отказов на сформировано 7 выездных бригад, на базе сервисных автомобилей, оснащенных необходимым диагностическим, ремонтно-технологическим оборудованием и оснасткой (рис. 3).

2. Для снижения потерь в хозяйствах из-за простоев гарантийных энергонасыщенных тракторов при устранении сложных отказов создан обменный фонд, включающий 18 полнокомплектных тракторов «Беларусь»-2822/3022, которые выделяются хозяйствам на время ремонта принадлежащей им машины.

3. Для ремонта импортных комплектующих (двигатели «Дойц» и «Детройт», гидравлика «Бош» и др.) привлекаются специалисты организаций, представляющих эти фирмы в РБ («Вестерн технолоджиз», «Моторы и трансмиссии», «Линтера»).

4. Для оперативного восстановления сложных агрегатов и узлов тракторов как в гарантийный, так и послегарантийный периоды, на РУП «МТЗ» организован ремонт трансмиссий, узлов гидравлики, двигателей «Дойц».

5. Распространена практика продления гарантии тракторов на время их простоя в гарантийном ремонте.

6. Проводится непрерывное обучение специалистов и ремонтно-обслуживающего персонала эксплуатирующих организаций на базе созданного в РУП «МТЗ» учебного центра, в том числе и с выездом непосредственно в хозяйства.

В период проведения интенсивных полевых работ на РУП «МТЗ» организовано двухсменное дежурство специалистов по сервису на рабочих местах, работа в выходные и праздничные дни, как специалистов отдела сервиса, так и бухгалтерии и складов. Налажена система обратной связи с дилерскими (техническими) центрами по ежедневному учету отказов энергонасыщенной техники в гарантийный период, оперативное пополнение гарантийного комплекта запасных частей. В настоящее время находится в режиме тестирования единая информационная база для работы с дилерскими (техническими) центрами в интерактивном режиме.



Рис. 3. Фирменный технический сервис с участием выездных бригад

По результатам полученной информации об отказах тракторов «Беларус» от дилерских (технических) центров принимаются все необходимые меры для предотвращения их в дальнейшем.

С целью дальнейшего совершенствования технического РУП «МТЗ» разработана «Программа развития в 2011-2015 гг. сети центров технического обслуживания и ремонта тракторов «Беларус», согласованная с Минсельхозпродом РБ и утвержденная Минпромом РБ.

Программой предусмотрено:

- дальнейшее развитие и расширение сервисной сети «Беларус» за счет увеличения количества дилерских (технических) центров из расчета - один центр на три административных района;
- активизация работы по оснащению сервисных (технических) центров современным диагностическим, ремонтно-технологическим оборудованием и оснасткой;
- обеспечение наличия неснижаемого запаса запчастей на дилерских (технических) центрах для восстановления гарантийной техники;
- разработка эксплуатационной и ремонтной документации для всей номенклатуры выпускаемой техники тракторов «Беларус»;
- расширение системы послегарантийного сервиса тракторной техники на основе заключенных договоров с потребителями;

– создание фирменных сервисных центров на базе филиалов РУП «МТЗ» и предприятий, входящих в ПО «МТЗ», как базовых пунктов сервисной сети тракторной техники «Беларус»;

– совершенствование работы по развитию сервиса сложных импортных комплектующих тракторной техники на основе создания обменного фонда составных частей, развития сервисных сетей поставщиков комплектующих, установление с ними договорных отношений на выполнение работ по техническому сервису;

– организацию на дилерских (технических) центрах учебных классов и обеспечение их необходимыми средствами обучения;

– пересмотр действующих на РУП «МТЗ» стандартов по порядку организации сервиса и требованиям к дилерским (техническим) центрам. Проведение ежегодных обследований и аттестаций дилерских центров на соответствие требования завода-изготовителя;

– вводе в эксплуатацию автоматизированной системы управления сервисным сопровождением техники «Беларус» на территории РБ.

Предложенные в программе мероприятия направлены на обеспечение коэффициента готовности техники к посевной и уборочной компаниям не менее 95%, сокращение простоев техники по отказам 1-2 групп сложности до 1-го дня, 3-й группы сложности до 3-х дней. Реализация их должна способствовать совершенствованию технического сервиса «Беларус» с учетом передовых достижений мировых производителей тракторной техники.

1. «О некоторых мерах по повышению ответственности за качество отечественных товаров» - Указ Президента Республики Беларусь №186 от 27 марта 2008 г.

2. «Положение о гарантийном сроке эксплуатации сложной техники и оборудования», Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27.06.08г. №952 в редакции

3. Постановление Совета Министров от 30.08.08г. №1261.

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

¹Лабушев Н.А., генеральный директор; ¹Трофимчик В.Н., начальник отдела кадров и организационных вопросов; ²Романюк Н.Н., к.т.н., доцент; ²Миклуш В.П., к.т.н., профессор

¹РО «Белагросервис», г. Минск

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

Преобразования в агропромышленном комплексе связаны, в первую очередь, с технологическим реформированием всех его звеньев. Сегодня в обществе формируется понимание приоритетной роли высокопроизводительного труда в АПК, как стратегического фактора для достижения конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей, обеспечения продовольственной безопасности страны. Перевод производства сельскохозяйственной продукции на инновационные технологии дает мощный толчок росту экономики. Высокопроизводительные технологии – это путь интенсификации производства. Именно используемые на практике технологии определяют уровень продуктивности производственной сферы, отдачу от затрат и использования ресурсов – людских, технических, материальных, энергетических, финансовых, и др.

Активное внедрение инновационных технологий в аграрное производство, появление на рынке как в мире, так и в нашей стране новых разнообразных средств технического обеспечения процессов производства и переработки сельскохозяйственной продукции, в которых нашли воплощение последние достижения конструкторской мысли, ставят перед производителями, агросервисными организациями и учреждениями образования большие задачи, связанные с подготовкой и переподготовкой кадров для АПК.

Главной задачей является подготовка таких специалистов, которые по своим профессиональным качествам отвечали бы не только сегодняшним, но и завтрашним требованиям. Это значит, что мы в какой-то мере должны опережать время, обучая студентов с учетом тенденции развития аграрной науки, техники и технологии. Не секрет, значительное время уровень подготовки специалистов-агровых отставал от развития технологий и производства. Техническое оснащение кафедр, лабораторий вузов оставляло желать лучшего. Нередко выпускники получали возможность изучать новые образцы техники только на производстве, уже будучи инженерами, энергетиками и технологами. К счастью БГАТУ удалось избежать такого перекоса в образовательной деятельности.

Белорусский государственный аграрный технический университет является и остается признанным центром агроинженерного образования в Республике Беларусь, благодаря современной материально-технической базе, наличием высококвалифицированного профессорско-преподавательского состава, внедрению в образовательный процесс инновационных методов обучения, а также интеграции науки, образования и производства.

Выпускаемые в университете специалисты играют важную роль в развитии агропромышленного комплекса, определяющего благополучие и здоровье нации.

Обеспечение высокого уровня работоспособности современной сельскохозяйственной техники и соответственно качества выполняемых агротехнических работ во многом зависят от развития системы технического сервиса и ее кадрового обеспечения.

Мощные тракторы нового поколения «Беларусь»-2522/2822/3022 класса 5, широкозахватные зерноуборочные и кормоуборочные комбайны, выпускаемые ПО «Гомсельмаш», ОАО «Лидиагромаш», автомобили «МАЗ», техника других белорусских предприятий (ОАО «Бобруйск-агромаш», ОАО «Амкодор»), машины и оборудования в животноводстве, требует надлежащего сервисного сопровождения, как в гарантийный, так и послегарантийный периоды эксплуатации, на основе применения современных технических средств диагностики, ремонтно-технологического оборудования и оснастки. Управлять техническим состоянием этой сложной техникой должны квалифицированные практико-ориентированные специалисты.

Подготовка специалистов для технического сервиса осуществляется на единственном в республике факультете «Технический сервис в АПК» по двум специальностям: 1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве и 1-74 06 06 Материально-техническое обеспечение АПК.

Благодаря созданной в университете материально-технической базе, в процессе обучения студенты по специальности 1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве изучают конструкции современных тракторов, комбайнов, автомобилей, доильного и холодильного оборудования, другой сложной сельскохозяйственной техники, осваивают самое современное оборудование для диагностики двигателей, топливной аппаратуры, гидравлических, электрических и электронных систем. Учатся на практике выявлять и устранять неисправности, возникающие в различных системах, агрегатах и узлах, прогнозировать их ресурс.

Студенты специальности 1-74 06 06 Материально-техническое обеспечение АПК осваивают управленческие процессы организации и планирования материально-технического обеспечения АПК, сервисные услуги, торгово-закупочные процессы. *Развитие логистических методов управления материальными потоками в АПК невозможно без подготовки высококвалифицированных специалистов. Логистика и инфраструктура являются фундаментом развития экономики.*

Основная задача логиста – нахождение оптимальных вариантов принятия решений по организации, планированию и управлению материальными потоками, информацией и финансами. В рамках указанной выше специальности намечена подготовка специалистов по специальности «Логистика агросервиса».

На специалиста в области логистики возлагаются следующие функции:

- осуществление работы по материально-техническому снабжению и закупкам;
- участие в планировании производства продукции, товаров (работ, услуг), управлении производственными процессами;
- организация и осуществление складской деятельности;
- осуществление работы по распределению продукции, товаров (работ, услуг);
- управление транспортировкой продукции (товаров);
- организация и непосредственное осуществление таможенного оформления и растаможивания товаров;
- управление рисками в логистике.

Все эти принципы логистики трансформируются относительно системы ресурсобеспечения сельского хозяйства с учетом его особенностей, вытекающих из специфики аграрного сектора. К этому нужно добавить такую специфическую особенность сельскохозяйственного производства, как большое влияние на его результаты природных факторов, поскольку объектом этого производства являются растительный и животный мир, требующий соблюдения объективно обусловленных технологий выращивания растений и содержания животных (несоблюдения рационов кормления, растянутость сроков проведения работ, их отсутствие или несвоевременность выполнения), зависимость от погодных условий и т.д. приводят к уменьшению объемов производства сельхозпродукции.

Отсюда повышенные требования к срокам материально-технического обеспечения производителей сельскохозяйственной продукции. Если в промышленности процесс производства может быть растянут во времени или перенесен на более поздние сроки (кроме непрерывных производств), то в сельском хозяйстве такой перенос практически невозможен, поскольку агротехнические требования выращивания продукции отрасли расте-

ниеводства, сезонность, природные и другие факторы, требуют проведения работ в строго определенные сроки.

Во многих ВУЗах нашей республики и стран дальнего и ближнего зарубежья созданы центры (филиалы) обучения на производственных базах профильных предприятий и организаций, осуществляющих подготовку студентов соответствующей специальности в своих стенах. Некоторые учебные дисциплины студенты изучают не в аудиториях и не в учебных лабораториях, а непосредственно на предприятиях, где можно наблюдать за работой современных образцов новой техники, уникального оборудования и опробовать свои силы в профессии.

В 2004 г. по инициативе университета и с одобрения руководства объединения образован филиал кафедры «Ремонт тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин» в РО «Белагросервис».

Цель филиала – современная подготовка практико-ориентированных специалистов для агротехнического сервиса в АПК.

Задачи филиала:

- проведение учебных занятий со студентами и слушателями курсов повышения квалификации по актуальным проблемам организации технологии производства с привлечением ведущих специалистов РО «Белагросервис»;

- подготовка будущих специалистов в период производственных практик к практической и организационной работе на производстве;

- разработка вопросов, определяющих содержание и методическое обеспечение учебного процесса, осуществление идейно-воспитательной работы со студентами;

- ориентация курсового и дипломного проектирования на решение конкретных инженерных задач, связанных с запросами производства;

- производство научно-исследовательских работ по проблемам совершенствования организации и технологии агротехнического сервиса, внедрение ресурсосберегающих технологий при изготовлении, восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственных машин и оборудования;

- обеспечение научного руководства аспирантами и соискателями по совместно проводимым научно-исследовательским работам;

- организация совместных научно-практических конференций по современным проблемам освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса машин и оборудования в АПК;

- пропаганда научно-технических знаний, проведение профориентированной работы среди молодежи;

Приказами по РО «Белагросервис» и университета назначены ответственные за организацию учебного процесса на филиале. В их обязанности включается: составление годового плана работы и организации его вы-

полнения, составление расписания занятий; организация выездных занятий, производственных практик; организация защиты дипломных проектов на производстве.

Сотрудниками кафедры совместно со специалистами объединения проанализированы программы специальных дисциплин и определены темы, требующие более углубленного изучения с точки зрения практической направленности, современных требований и перспективы развития отрасли. Это позволило определить круг вопросов и подобрать специалистов-практиков для преподавания отдельных разделов дисциплин: «Технология ремонта машин», «Организация технического сервиса», «Организация материально-технического обеспечения АПК», «Логистика».

Для проведения занятий со студентами руководство РО «Белагросервис» предоставило специальное помещение, оборудованное под лекционных зал. Практические занятия проводятся непосредственно на производстве. Учебный класс оборудован также на филиале РО «Белагросервис» «Фанипольская база».

На филиале проходят обучение студенты старших курсов (4-го и 5-го) специальностей: 1-74 06 03 «Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве»; (квалификация – инженер); 1-74 06 06 «Материально-техническое обеспечение в агропромышленном комплексе» (квалификация – инженер-менеджер).

В учебном процессе участвует управленческий аппарат и руководители структурных подразделений РО «Белагросервис», ведущие преподаватели университета.

В процессе обучения студентов концентрируется внимание на подготовку специалистов, владеющих не только интенсивно адаптированными технологиями современного агропроизводства и переработки сельскохозяйственной продукции, но и способных к разработке и реализации маркетинговых стратегий, финансового менеджмента, лизинга, вексельного обращения, материально-технического обеспечения, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин.

В рыночных условиях работники сферы снабжения, сервиса и ремонта сельскохозяйственной техники должны знать экономику и юриспруденцию, уметь работать с поставщиками и клиентами, изучать конкурентов, владеть информационной базой и грамотно ее использовать.

В период проведения занятий студентам и слушателям курсов повышения квалификации читаются лекции по актуальным проблемам развития агросервиса: «Организационная структура РО «Белагросервис» и задачи, стоящие перед службой агросервиса»; «Организация ремонта и изготовления новой сельскохозяйственной техники на предприятиях системы «Белагросервис»; «Организация дилерской системы технического сервиса АПК»; Современная служба материально-технического обеспечения

АПК»; «Роль лизинга в техническом оснащении сельского хозяйства»; О правовом обеспечении агросервисных предприятий»; «Проведение закупок с использованием информационной системы «Тендеры» и информационно-аналитического бюллетеня «Конкурсные торги в Беларуси и за рубежом».

По отдельным разделам специальных дисциплин «Организация материально-технического обеспечения», «Логистика», «Организация технического сервиса», «Экономика технического сервиса», «Товароведение» читаются проблемные лекции, проводятся деловые игры с погружением в реальную производственную ситуацию.

Организованы практические выездные занятия на ремонтно-обслуживающих предприятиях, технических обменных пунктах и базах материально-технического обеспечения.

В системе РО «Белагросервис» по соглашению с университетом определены базовые предприятия для прохождения производственных практик студентами факультета «Технический сервис в АПК», стажировок и повышения квалификации преподавателей, магистров и аспирантов. Таких предприятий насчитывается 56. Как правило, это лучшие районные агросервисные организации и ремонтные предприятия (ОАО «Березовский мотороремонтный завод»; ОАО «Дрогичинский трактороремонтный завод»; ОАО «Ивацевичрайагросервис»; ОАО «Глубокский райагросервис»; ОАО «Верхнедвинский райагросервис»; ОАО «Витебский мотороремонтный завод»; ОАО «Светлогорский агросервис»; ОАО «Гомельагрокомплект»; ОАО «Гомельский мотороремонтный завод»; ДП «Щучинский ремонтный завод»; ДП «Минейтовский ремонтный завод»; ДП «Мостовская сельхозтехника» УП «Облсельхозтехника»; ДП «Слонимский мотороремонтный завод»; ОАО «Минский райагросервис»; ОАО «Несвежский райагросервис»; ОАО «Кировский райагропромтехснаб»; ОАО «Заднепровский межрайагросервис»; Бобруйское ОАО «Агромашсервис» и др.), на которых ежегодно проходят практику 100-125 студентов.

В рамках сотрудничества РО «Белагросервис» совместно с БГАТУ в период проведения Международных специализированных выставок «Белагро» проводятся научно-практические конференции «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». По результатам конференций опубликовано 6 сборников научных трудов, включающих более 200 докладов. Изданы монографии, учебные пособия и рекомендации. Разработана концепция развития технического сервиса в АПК на период до 2020 г. Многие студенты принимают активное участие в работе выставок.

За участие в международных выставках «Белагро» инновационный подход в подготовке практико-ориентированных специалистов ряд со-

трудников филиала, Главного управления науки и кадров Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, УО БГАТУ отмечены дипломами и памятными медалями.

Деятельность филиала была заслушана и одобрена на расширенном выездном заседании комиссии по аграрным вопросам Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь (январь 2006 г.) на тему: «Роль аграрных высших учебных заведений в кадровом обеспечении АПК в рамках реализации Государственной программы «Возрождение и развитие села».

Как показал более чем шестилетний опыт работы филиала, его деятельность позитивно сказалась на качестве подготовки специалистов.

Проведенный опрос студентов и выпускников факультета позволил констатировать, что выбранное направление подготовки практико-ориентированных специалистов заслуживает признания и дальнейшего совершенствования. Студенты получили дополнительные знания и хорошие впечатления от встречи с руководителями предприятий, чьи имена достаточно хорошо известны в республике. Лучшие выпускники направлены по распределению в РО «Белагросервис», передовые СПК, районные агросервисные организации и ремонтные предприятия.

Вместе с тем не все выпускники после окончания вуза имеют достаточный уровень практической подготовки для активного включения в производство. Анализ действующих государственных образовательных стандартов и учебных планов показывает, что на прохождение учебных и производственных практик отводится 20-23 недели, что составляет не более 9% от общего бюджета времени на подготовку специалиста. Этого явно недостаточно для того, чтобы инженер получил достаточные практические навыки по реализации наукоемких технологий производства сельскохозяйственной продукции, обеспечению работоспособности сложной сельскохозяйственной техники, управлению материальными потоками с использованием логистических методов и др.

На наш взгляд целесообразно после завершения теоретического обучения (4-го курса) провести распределение студентов по местам работы с участием будущих работодателей, а затем предусмотреть поэтапную преддипломную практику (стажировку): на передовых предприятиях отрасли, научно-практических центрах, месту будущей работы. Продолжительность такой практики должна быть не менее 22-25 недель. При этом до начала практики необходимо закрепить за выпускником тему дипломного проекта (желательно по заявкам предприятия). После завершения практики проводится государственный экзамен по специальности и начинается дипломное проектирование, заканчивающееся защитой проекта на ГЭК в состав которой должны входить высококвалифицированные специалисты АПК и научно-практических центров НАН Беларуси.

На основании накопленного в БГАТУ положительного опыта необходимо расширять подготовку специалистов по сокращенной форме обучения за счет выпускников профильных колледжей, а также увеличить прием студентов по целевым договорам с организациями АПК.

Таким образом, подготовка практико-ориентированных компетентных специалистов требует координации совместных усилий учреждений образования и потенциальных работодателей. Это позволит обеспечить не только новый качественный уровень специалистов, но и разработать оптимальную компетентностную модель специалиста для сферы агротехнического сервиса в АПК.

1 Государственная программа устойчивого развития села на 2011 – 2015 годы. Указ Президента Республики Беларусь № 342 от 1 августа 2011 г.

2. Лабушев, Н. и др. На занятия в «Белагросервис» приходят студенты БГАТУ / Н. Лабушев, Н. Романюк, В. Миклуш, В. Трофимчик // Беларуская ніва – 2011. – №228 – 20 декабря – С. 4.

УДК 631.173

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АГРОСЕРВИСНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Сайганов А. С., д.э.н., профессор

Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, г. Минск

Практика показывает, что в настоящее время многие сельскохозяйственные организации независимо от форм собственности и хозяйствования еще недостаточно оснащены специализированной техникой для выполнения работ собственными силами по агрохимическому обслуживанию. Как следствие, это не позволяет им в оптимальные агротехнические сроки и на высоком качественном уровне проводить весь комплекс механизированных работ по повышению плодородия сельскохозяйственных земель при возделывании различных полевых культур. В этой связи сельскохозяйственные товаропроизводители вынуждены пользоваться услугами механизированных отрядов (формирований), созданных и функционирующих на базе агросервисных предприятий. Отсюда для потребителей таких услуг первостепенное значение имеет их экономическая целесообразность. С этой целью разработана методика определения эффективности агрохимических работ (услуг), выполняемых механизированными отрядами

ми. Для оценки эффективности работ по агрохимическому обслуживанию рекомендуется использовать следующие показатели:

- прибавка урожайности (дополнительная урожайность) сельскохозяйственной культуры от проведения агрохимического работ (услуг);
- чистый доход от прибавки урожая;
- окупаемость затрат на проведение агрохимического обслуживания;
- рентабельность выполнения агрохимических работ.

Для определения величины прибавки урожайности сельскохозяйственных культур от агрохимического обслуживания разработана соответствующая корреляционно-регрессионная модель. При установлении зависимости урожайности сельскохозяйственной культуры от проведения агрохимического обслуживания использованы данные сельскохозяйственных организаций Несвижского (высокое плодородие почв), Клецкого (среднее) и Пуховичского (низкое плодородие почв) районов Минской области за 2004–2009 гг. Исследования проводились по группе зерновых, а также по подгруппам – озимым и яровым культурам. Выборка включает по зерновым культурам 330, озимым – 303 и яровым – 329 наблюдений, что в целом составило 962 наблюдения и позволяет приравнять ее к генеральной совокупности хозяйств (то есть в масштабах республики) по уровню плодородия земель сельскохозяйственного назначения для выполнения подобного рода расчетов. Для обоснования модели расчета урожайности зерновых культур из отобранных факторов проведен многошаговый регрессионный анализ (рассчитываются уравнения регрессии, критерии Стьюдента для каждого фактора, затем исключаются факторы, для которых фактическое значение t -критерия ниже табличного). В результате анализа было установлено, что зависимость между факторами является линейной или близкой к ней.

Учтено, что урожайность сельскохозяйственной культуры складывается из урожайности, полученной от естественного плодородия почвы и дополнительной урожайности в результате проведения комплекса агрохимических работ ($Y_{\text{пр}}$). При этом, урожайность, получаемая за счет естественного плодородия почвы, зависит от качества почвы (балла пашни) и цены балла (количества урожая с одного балла). Дополнительная урожайность (прибавка урожайности) сельскохозяйственной культуры формируется в результате применения органических и минеральных удобрений, использования средств защиты растений и выполнения агротехнических мероприятий по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками.

Зависимость урожайности сельскохозяйственной культуры от выполнения агрохимического обслуживания (Y) можно представить в виде следующего уравнения:

$$Y = a + \sum_{i=1}^n b_i x_i, \quad (1)$$

где a – свободный член, определяющий значение урожайности сельскохозяйственной культуры, если все переменные x_i равны нулю;

b – коэффициент регрессии, характеризующий чувствительность урожайности сельскохозяйственной культуры к изменению i -го фактора;

i – фактор, от которого зависит урожайность сельскохозяйственной культуры.

Исходя из описанных выше требований к подбору факторов, в модель включены следующие:

Y – урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га;

x_1 – балл пашни;

x_2 – доза внесения органических удобрений, т/га;

x_3 – доза внесения азотных удобрений, кг д.в./га;

x_4 – доза внесения фосфорных удобрений, кг д.в./га;

x_5 – доза внесения калийных удобрений, кг д.в./га;

x_6 – дозы внесения средств защиты растений, кг/га.

Все перечисленные факторы допускают количественные изменения, но ни один из них не является составной частью другого. На основе полученных зависимостей выведено уравнение для определения естественной урожайности и прибавки урожайности. В результате экономико-математического моделирования из ряда полученных формул для практических расчетов наиболее приемлемой является формула:

$$Y = -10,075 + 0,08084 x_1 + 0,1482 x_2 + 0,0585 x_3 + 0,0734 x_4 + 0,0153 x_5 + 0,0377 x_6. \quad (2)$$

Апробация предлагаемой формулы расчетов на предмет применения ее в практических целях произведена в СПК «Сергеевичи», присоединенного к ОАО «Пуховичский райагросервис». При этом использовались исходные следующие данные за 2009 г.:

– балл пашни – 29;

– посевная площадь зерновых – 1086 га;

– урожайность зерновых – 21,6 ц/га;

– средняя цена реализации зерна – 29 тыс. руб./ц;

– внесено органических удобрений под зерновые – 15435 т;

– стоимость навоза – 8 тыс. руб./т.

В расчетах использованы также данные, касающиеся объемов выполненных работ для СПК «Сергеевичи» по видам, цены приобретения минеральных удобрений, калькуляции расценок за услуги по ОАО «Пуховичский райагросервис».

Порядок расчета эффективности работ (услуг) на внесении органических удобрений.

1. Рассчитывается стоимость механизированных работ при внесении органических удобрений.

Затраты на внесение органических удобрений зависят от состава машинно-тракторных агрегатов (МТА), амортизационных отчислений, расстояния перевозки грузов и др. [1, 2]. В этой связи в расчет принята расценка на внесение органических удобрений согласно калькуляции стоимости механизированных работ на внесении органических удобрений МТА МТЗ-80 (82) + РОУ-6 (ПРТ-7) с топливом, при среднем расстоянии перевозки 3–5 км, равная 3140 руб./т (см. табл. 1).

Таблица 1 - Калькуляция стоимости механизированных работ на внесении органических удобрений МТА МТЗ-80 (82) + РОУ-6 (ПРТ-7)

Статьи затрат	Рублей на тонну
Заработная плата (основная и дополнительная)	319
Отчисления в фонд социальной защиты населения (34%)	108
Отчисления в страховой фонд (1%)	3
Отчисления в фонд профессионального пенсионного обеспечения	7
Горюче-смазочные материалы	908
Амортизационные отчисления	168
Текущий ремонт (241%)	533
Накладные расходы (148%)	327
<i>Итого</i>	<i>2373</i>
Отчисления в инновационный фонд (0,25%)	6
Полная себестоимость	2379
Плановая прибыль (при рентабельности 10%)	238
Отпускная цена без налога на добавленную стоимость	2617
Налог на добавленную стоимость (20%)	523
Отпускная цена с налогом на добавленную стоимость	3140

Тариф на погрузку груза II класса принимается в расчет по прейскуранту с налогом на добавленную стоимость 1243 руб./т.

Предельный тариф на перевозку жидких органических удобрений берется в расчет по прейскуранту и включает: забор навоза из жижеборника и хранилища, транспортировку его к месту выгрузки, возвращение МТА к месту забора жидких органических удобрений и принят в расчет при среднем расстоянии перевозки 3–5 км с налогом на добавленную стоимость в размере 11448 руб./т.

Предельный тариф на перевозку органических удобрений тракторами устанавливается также по действующему прейскуранту. В состав работ включено: движение МТА с грузом и без груза, взвешивание груза, очистка кузова, оформление документов, ежесменное и техническое обслуживание, подготовка МТА к переезду. С учетом сказанного в расчет принят

тариф на перевозку груза II класса при среднем расстоянии 3–5 км с налогом на добавленную стоимость 4888 руб./т.

Таким образом, общая стоимость механизированных работ на внесении органических удобрений ($Z_{\text{мех.о.у.}}$) по расчету составляет 181,49 млн руб. (см. табл. 2)

Таблица 2 - Расчет стоимости механизированных работ по внесению органических удобрений

Состав МТА	Объем внесения, т	Погрузка		Перевозка		Внесение		Стоимость всего, млн руб.
		руб./т	млн руб.	руб./т	млн руб.	руб./т.	млн руб.	
1	2	3	4 (гр.2·гр.3)	5	6 (гр.2·гр.5)	7	8 (гр.2·гр.7)	9 (гр.4 + гр.6 + гр.8)
МТЗ-1221 +МЖТ-10	5840	–	–	11448	66,86	4398	25,68	92,54
МТЗ-82 + РОУ-6	7664	1243	9,53	4888	37,46	3140	24,06	71,05
МТЗ-82 +ПРТ-7	1931	1243	2,40	4888	9,44	3140	6,06	17,90
Итого	15435	–	11,93	–	113,76	–	55,80	181,49

2. Рассчитывается стоимость внесенных органических удобрений ($C_{\text{о.у.}}$), которая составляет 123,48 млн руб. ($15435 \text{ т} \cdot 8 \text{ тыс. руб.}$).

3. Рассчитываются общие затраты ($Z_{\text{общ.о.у.}}$), включающие затраты на выполнение механизированных работ на их погрузку, перевозку и внесение ($Z_{\text{мех.о.у.}}$) и стоимость органических удобрений ($C_{\text{о.у.}}$). Их суммарная величина равна 304,97 млн руб. ($123,48 \text{ млн руб.} + 181,49 \text{ млн руб.}$), которая составляет на гектар посева 280,82 тыс. руб. ($304,97 \text{ млн руб.} / 1086 \text{ га}$), а на центнер зерна 13,00 тыс. руб. ($280,82 \text{ тыс. руб.} / 21,6 \text{ ц}$).

4. Окупаемость работ (услуг) по внесению органических удобрений ($K_{\text{ок.о.у.}}$) различными МТА рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ок.о.у.}} = C_{\text{пр.о.у.}} / Z_{\text{пр.о.у.}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{пр.о.у.}}$ – стоимость прибавки урожая, тыс. руб.

$Z_{\text{пр.о.у.}}$ – общие затраты в части прибавки урожая, тыс. руб.

Для этого поэтапно рассчитываются:

а) прибавка урожая за счет внесения органических удобрений. По данным обследуемого объекта под зерновые культуры было внесено 14 т ($15435 \text{ т} / 1086 \text{ га}$) навоза на гектар посева. Подставив эти значения в формулу 2 и умножив на коэффициент 0,1482, получим прибавку урожайности ($Y_{\text{пр.о.у.}}$) от внесения органических удобрений равную 2,1 ц/га ($0,1482 \cdot 14 \text{ т}$);

б) стоимость прибавки урожая ($C_{\text{пр.о.у.}}$) при цене реализации зерна 29 тыс. руб. будет составлять 60,90 тыс. руб. ($2,1 \text{ ц} \cdot 29 \text{ тыс. руб.}$);

в) общие затраты в части прибавки урожая ($З_{\text{пр.о.у.}}$) будут равны 27,30 тыс. руб. ($2,1 \text{ ц} \cdot 13,00 \text{ тыс. руб.}$);

г) чистый доход ($ЧД_{\text{о.у.}}$) от прибавки урожая может быть получен в размере 33,60 тыс. руб. ($60,90 \text{ тыс. руб.} - 27,30 \text{ тыс. руб.}$).

Таким образом, коэффициент окупаемости общих затрат на выполнении работ (услуг) по внесению органических удобрений выручкой ($K_{\text{о.к.о.у.}}$) составит 2,2 ($60,90 \text{ тыс. руб.} / 27,30 \text{ тыс. руб.}$), а рентабельность работ (услуг) от внесения органических удобрений ($R_{\text{о.у.}}$) соответственно - 123% ($33,60 \text{ млн руб.} / 27,30 \text{ млн руб.} \cdot 100$).

Порядок расчета эффективности работ (услуг) на внесении минеральных удобрений

Окупаемость работ (услуг) на внесении минеральных удобрений ($K_{\text{о.к.м.у.}}$) рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{о.к.м.у.}} = C_{\text{пр.м.у.}} / Z_{\text{пр.м.у.}} \quad (4)$$

где $C_{\text{пр.м.у.}}$ – стоимость прибавки урожая, тыс. руб.

$Z_{\text{пр.м.у.}}$ – общие затраты в части прибавки урожая, тыс. руб.

Для этого, используя фактические данные хозяйства за соответствующий период, поэтапно выполняются следующие расчеты.

1. Рассчитывается стоимость механизированных работ по внесению минеральных удобрений.

Затраты на внесение минеральных удобрений изменяются под воздействием различных факторов, оказывающих прямое влияние на результаты производства и зависят от состава МТА, амортизационных отчислений, стоимости горюче-смазочных материалов и других условий. характерных для этого вида услуг [1, 2].

При обосновании эффективности данных работ в расчет принята расценка согласно калькуляции стоимости механизированных работ на внесении минеральных удобрений МТА МТЗ-80 (82) + МВУ-6 с топливом, равная 8906 руб./га (см. табл. 3), при выполнении работ МТА МТЗ-1221 (1523) + МВУ-6 соответственно – 10531 руб./га (см. табл. 4).

Тариф на погрузку груза II класса принимается в расчет по прейскуранту с налогом на добавленную стоимость в размере 2694 руб./т. Предельный тариф на перевозку минеральных удобрений включается в расчет по прейскуранту. С налогом на добавленную стоимость на тонну груза он равен 1036 руб. Затраты на перегон МТА калькулируются по традиционной методике в разрезе статей, включают налоговые и неналоговые платежи, прибыль (при уровне рентабельности 10%). С налогом на добавлен-

ную стоимость расценка равна 11963 руб./час. Объемы по этим видам работ принимаются в расчет по данным бухгалтерского учета.

Таким образом, общая стоимость механизированных работ на внесении минеральных удобрений ($Z_{\text{мех.м.у.}}$) по расчету составляет 52,70 млн руб., в том числе с использованием МТА, принадлежащих СПК «Сергеевичи» 7,15 млн руб. (см. табл. 5).

Таблица 3 - Калькуляция стоимости механизированных работ на внесении минеральных удобрений МТА МТЗ-80 (82) + МВУ-6

Статьи затрат	Рублей на га
Зарботная плата, всего	697
в том числе (основная)	466
Отчисления в фонд социальной защиты населения (34%)	237
Отчисления в страховой фонд (1%)	6
Отчисления в фонд профессионального пенсионного обеспечения	16
Топливо (1,5 кг · 2035 руб.)	3038
Смазочные материалы 6,8% к основному топливу	206
Амортизационные отчисления	717
Текущий ремонт (241%)	1123
Накладные расходы (148%)	690
<i>Итого</i>	6730
Отчисления в инновационный фонд (0,25%)	17
Полная себестоимость	6747
Плановая прибыль (при рентабельности 10%)	675
Отпускная цена без налога на добавленную стоимость	7422
Налог на добавленную стоимость (20%)	1484
Отпускная цена с налогом на добавленную стоимость	8906

Таблица 4 - Калькуляция стоимости механизированных работ на внесении минеральных удобрений МТА МТЗ-1221 (1523) + МВУ-6

Статьи затрат	Рублей на га
Зарботная плата, всего	771
в том числе (основная)	525
Отчисления в фонд соц. защиты населения (34%)	262
Отчисления в страховой фонд (1%)	6
Отчисления в фонд профессионального пенсионного обеспечения	18
Топливо (1,5 кг · 2035 руб.)	3645
Смазочные материалы 6,8% к основному топливу	248
Амортизационные отчисления	966
Текущий ремонт (241%)	1265
Накладные расходы (148%)	777
<i>Итого</i>	7958
Отчисления в инновационный фонд (0,25%)	20
Полная себестоимость	7978
Плановая прибыль (при рентабельности 10%)	798
Отпускная цена без налога на добавленную стоимость	8776
Налог на добавленную стоимость (20%)	1755
Отпускная цена с налогом на добавленную стоимость	10531

2. Рассчитывается стоимость минеральных удобрений ($C_{м.у.}$) на возделывание зерновых культур. По расчету с налогом на добавленную стоимость под зерновые культуры в СПК «Сергеевичи» внесено минеральных удобрений на общую сумму 143,05 млн руб. (см. табл. 6).

3. Рассчитываются общие затраты ($Z_{общ.м.у.}$), которые включают стоимость минеральных удобрений ($C_{м.у.}$) и затраты на выполнение механизированных работ на их погрузку, перевозку и внесение ($Z_{мех.м.у.}$). В сумме они равны 195,75 млн руб. (143,05 млн руб. + 52,70 млн руб.), соответственно на 1 га посева 180,24 тыс. руб. (195,75 млн руб. / 1086 га); на центнер зерна – 8,35 тыс. руб. (180,24 тыс. руб. / 21,6 ц).

Таблица 5 - Расчет стоимости механизированных работ на внесении минеральных удобрений

МТА	Объем работ, га	Погрузка и перевозка удобрений, перегон машин и др.	Внесение		Стоимость всего, млн руб.
			руб./га	млн руб.	
1	2	3	4	5(гр.2+гр.4)	6(гр.3+гр.5)
СПК «Сергеевичи»					
МТЗ-80 (82) + РДУ-1,5	2006		3564	7,15	7,15
ОАО «Пуховичский райагросервис»					
МТЗ-1221 + МВУ-6	80		10531	0,84	0,84
МТЗ-82 + ОП -2000	424		8906	3,78	3,78
МТЗ-952 + МВУ-6	1559		8906	13,88	13,88
МТЗ-82 + МВУ-6	1156		8906	10,30	10,30
Итого	3219	16,75	~	28,80	45,55
Всего	5225	16,75	~	35,95	52,70

Таблица 6 - Расчет стоимости минеральных удобрений под зерновые культуры

Вид удобрений	Цена за т, руб.	Внесено под зерновые		Стоимость, млн руб.	
		т	т д.в.	без НДС	с НДС
Карбамид-аммиачно-селитровая смесь (КАС)	374448	83,4	25,0	31,23	37,48
Хлористый калий	114730	61,1	18,3	17,00	8,40
Суперфосфат	741302	50,4	19,9	37,36	44,83
Суперфосфат аммония	812934	17,9	13,1	14,55	17,46
Аммиачная селитра	567845	51,2	17,7	29,07	34,88
Итого	—	264,0	94,0	119,20	143,05

4. Рассчитывается прибавка урожая за счет внесения минеральных удобрений. По расчетам в хозяйстве было внесено под зерновые культуры минеральных удобрений 86,5 кг д.в. на гектар, из них азотных – 39,3, фосфорных – 30,4, калийных – 16,8 кг д.в. Подставив эти данные в формулу (2) и умножив на соответствующие коэффициенты, получим прирост урожайности с гектара за счет азотных удобрений 2,3 ц (0,0585 · 39,3 кг д.в.), фосфорных 2,2 ц (0,0734 · 30,4 кг д.в.), калийных

0,3 ц ($0,0153 \cdot 16,8$ кг д.в.). Как видно, что в целом общая прибавка урожайности ($U_{пр.м.у.}$) от внесения минеральных удобрений будет равна 4,8 ц/га гектара. Что касается стоимости прибавки урожая ($C_{пр.м.у.}$), то она составит 139,20 тыс. руб ($4,8$ ц $\cdot$ 29 тыс. руб.), а затраты на прибавку урожая ($З_{пр.м.у.}$) будут равны 40,08 тыс. руб. ($4,8$ ц $\cdot$ 8,35 тыс. руб.). Чистый доход ($ЧД_{м.у.}$) от прибавки урожая будет получен в размере 99,12 тыс. руб. ($139,20$ тыс. руб – $40,08$ тыс. руб.)

Коэффициент окупаемости минеральных удобрений выручкой ($K_{ок.м.у.}$) составит 2,5 ($99,12$ тыс. руб. / $40,08$ тыс. руб.), а рентабельность работ (услуг) на внесении минеральных удобрений ($R_{м.у.}$) соответственно – 247% ($99,12$ млн руб. / $40,08$ млн руб. $\cdot$ 100).

Сравнительный анализ и оценка окупаемости затрат на внесение органических и минеральных удобрений под зерновые культуры свидетельствует, что даже при фактических дозах внесения удобрений ниже нормативного уровня почти в 2 раза, затраты на выполнение агрохимических работ МТА агросервисных предприятий окупаются на 123 и 247% соответственно (см. табл. 7).

Таблица 7 - Эффективность агрохимических работ (услуг), выполненных механизированным отрядом ОАО «Пуховичский райагросервис»

Показатели	Единица измерения	За счет внесения удобрений	
		органических	минеральных
Прибавка урожая	ц/га	2,1	4,8
Стоимость прибавки урожая	тыс. руб	60,90	139,20
Затраты на прибавку урожая	тыс. руб.	27,30	40,08
Чистый доход от прибавки урожая	тыс. руб.	33,60	99,12
Окупаемость затрат выручкой	коэффициент	2,2	2,5
Рентабельность работ (услуг)	%	123	247

В аналогичной последовательности осуществляется расчет окупаемости затрат и других видов агрохимических работ (услуг), выполняемых различными МТА агросервисных предприятий. Достоверность расчетов достигается при достаточно выверенных исходных фактических данных выполненных работ (услуг) МТА хозяйств и сторонних организаций, при методически выдержанных расчетах и соответствующей нормативной базе.

Таким образом, разработанная методика определения эффективности агрохимических работ (услуг), выполняемых специализированными механизированными отрядами, как показала накладка и проведенные расчеты на примере СПК «Сергеевичи», присоединенного к ОАО «Пуховичский райагросервис», является, во-первых, научно обоснованной; во-вторых, ее можно принять в качестве типовой и использовать для подобных расчетов и в других регионах республики с учетом соответствующей корректировки.

ки на местные условия по действующим нормативам; в-третьих, по данной методике можно проводить расчеты по обоснованию эффективности агрохимических работ, выполняемых не только агросервисными подразделениями, но и техникой самих сельскохозяйственных товаропроизводителей.

1. Основные положения по составу затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг) от 03.03.1998 № 72/5/77/22 (с изменениями и дополнениями) // Консультант Плюс: Беларусь. Версия 3000 03.13 [Электронный ресурс] // ООО «ЮрСпектр». Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь – Минск, 2008.

2. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства 2-е перераб. и доп.: под ред. В.Г. Гусакова. Сост. Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов. – Минск: БелНИИ аграрной экономики, 2002. – с. 62–63, 72–75

СРАВНЕНИЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ С РАЗЛИЧНЫМИ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Клочков А.В., д.т.н., профессор; Гусаров В.В., инженер

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки*

Для повышения производительности уборки урожая зерновых, зернобобовых и крупяных культур, а также кукурузы и подсолнечника, минимизации потерь зерна и повышения качества обмолота, ведущие комбайностроительные фирмы мира, а также отечественные производители почти ежегодно предлагают новые более совершенные модели комбайнов. Основные возможности комбайнов определяет конструкция молотильно-сепарирующего устройства (МСУ). Различные варианты МСУ могут быть классифицированы по способу воздействия рабочих органов на обмолачиваемый материал. В соответствии с данным признаком они разделены на группы, отличающиеся между собой схемами технологического процесса и конструктивным исполнением (рис. 1).

К первой группе относятся молотильные устройства, оказывающие на обрабатываемый материал вытирающее воздействие. К ним относятся дисковые, ленточные, вальцовые, роторные и шнековые. Дисковые молотильные устройства представляют собой гофрированные диски, вращающиеся относительно друг друга. Степень выделения семян у этих устройств – до 96 %. Но эти устройства имеют следующие недостатки: высокую энергоемкость процесса обмолота; невысокую производитель-

ность (до 0,3 т/ч); снижение качества процесса обмолота при увеличении влажности обрабатываемого материала.

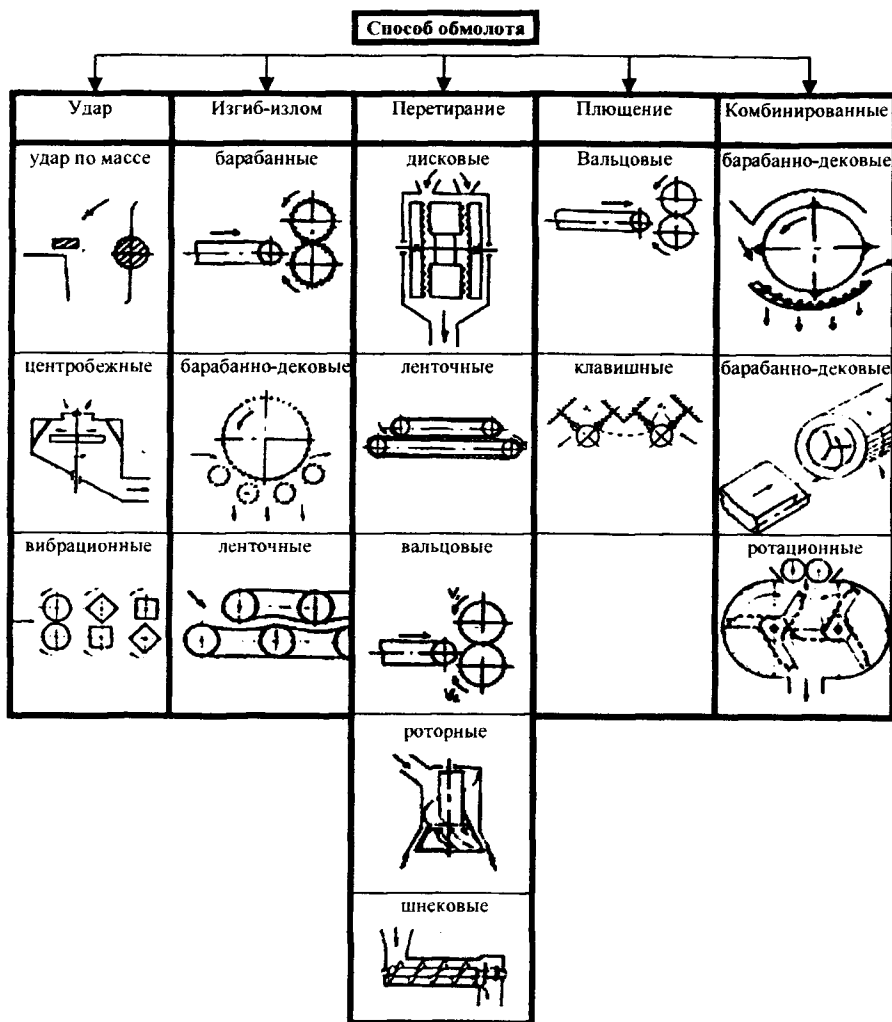


Рис. 1. Классификация молотильно-сепарирующих устройств.

Молотильные устройства вальцового типа имеют два и более вальца, вращающихся навстречу друг другу. Степень выделения семян у этих устройств составляет 94...98%, а при увеличении влажности вороха свыше 18% она резко снижается. Это объясняется тем, что при неравномерной толщине слоя вороха, поступающего на обмолот, происходит увеличение зазора между вальцами по всей длине рабочей поверхности.

Молотильные устройства центробежного типа осуществляют обмолот за счет центробежных сил. Такие устройства состоят из вращающегося диска с радиальными направляющими. Обрабатываемый материал подается на вращающийся диск. За счет возникающих центробежных сил масса ударяется о рабочую поверхность, благодаря чему и происходит обмолот.

Молотильные устройства, обмолачивающие материал за счет энергии удара, воздействия вибрации или центробежных сил, выполнены в основном барабанного типа. Молотильный аппарат ударного типа, представляющий собой барабан с качающимися зубьями и активную роликовую деку, был разработан и исследован П.И. Бородиным. Однако, такие молотильные устройства не нашли применения из-за повышенного измельчения соломенной массы.

К молотильным устройствам, оказывающим на обрабатываемый материал вибрационное воздействие, относятся устройства, которые производят обмолот в результате колебаний, возникающих в слое обрабатываемого материала при вращении молотильного барабана.

К молотильным аппаратам, оказывающим на обрабатываемый материал плющильное воздействие, относятся вальцовые и клавишные. Вальцовые в свою очередь делятся на гладкие и рифленые. Применение таких устройств способствует более эффективному выделению семян из семенных коробочек. Их недостатком являются жесткие требования к влажности и физико-механическим свойствам обрабатываемого материала.

Молотильные устройства, работающие по принципу обмолота материала посредством «изгиба-излома», делятся на барабанные, барабанно-дековые и ленточные. Недостатком таких молотильных устройств является неполное выделение семян и высокая степень их травмирования.

К молотильным устройствам, оказывающим на обрабатываемый материал комбинированное воздействие, относятся барабанно-дековые, роторные и ротационные. Вальцовые МСУ бывают эластичные и жесткие, гладкие и рифленые. Наиболее распространенными являются барабанно-дековые молотильные устройства, которые могут иметь бильные, штифтовые, молотковые, планетарные или конические барабаны.

В барабанно-дековых молотильных аппаратах на обрабатываемый материал оказывается ударное и вытирающее воздействие. Сильное вытирающее воздействие оказывают на материал барабаны роторного типа с винтовыми направляющими каналов и рифленой терочной

поверхностью. Однако, в результате такого воздействия степень измельчения соломы у них в 2...3 раза выше, чем у молотильных аппаратов с бильным барабаном. Это приводит к значительному увеличению объема материала, поступающего на сепарацию, и, как следствие, увеличению нагрузки на решета. При обработке длинносоломистой массы могут образовываться жгуты, приводящие к забиванию ротора. У молотильных аппаратов с молотковыми барабанами обмолот производится в основном за счет ударного воздействия. Поэтому такие молотильные устройства имеют высокую степень травмирования и низкую степень выделения семян.

Анализ существующих способов обмолота различных материалов позволяет сделать вывод, что наиболее эффективным, с учетом физико-механических свойств зерновых культур, является комбинированное воздействие рабочих органов на обрабатываемый материал.

Конструкции современных комбайнов по технологической схеме используемых МСУ можно разделить на три основных типа: **классическую, роторную и комбинированную.**

В комбайнах классической схемы обмолот и сепарация хлебной массы осуществляется бильным барабаном и клавишным соломотрясом.

В роторных комбайнах процесс обмолота и сепарации происходит в одном органе, который одновременно обмолачивает и сепарирует и зерно, и количество поступающей хлебной массы они полностью обмолачивают, выделяя практически все зерно. За счет интенсивности процесса сепарации в роторных рабочих органах обеспечиваются минимальные потери зерна даже при высокой урожайности культур, повышенной влажности и наличии сорняков.

Преимущество роторных комбайнов – обмолот с меньшей, по сравнению с классическими комбайнами, линейной скоростью бил, которая уменьшает дробление и микроповреждение зерен, а также позволяет сохранить его посевные качества. Большая часть зерна в роторных МСУ выделяется за счет вытирания из колосков, а не ударом бил, как в традиционных молотильных аппаратах. По своему конструктивному исполнению различают роторные комбайны с аксиальной и тангенциальной подачей хлебной массы.

В комбинированных МСУ для обмолота и сепарации хлебной массы используется классическая МСУ, а сепарация грубого (соломистого) вороха осуществляется за счет роторных соломосепараторов с аксиальной подачей.

подавляющее большинство моделей зерноуборочных комбайнов имеет молотилку «классического» типа (рис.2). Основной частью такой молотилки является «классическая» молотильно-сепарирующая система (МСС), состоящая из барабанно-декового молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) и клавишного или комбинированного

(роторно-клавишного, клавишного с различными активизаторами) соломосепаратора.

Молотилки с аксиально-роторными МСС и МСС совмещенного типа (состоят из барабанно-декового МСУ и аксиально-роторного соломосепаратора) встречаются пока редко.

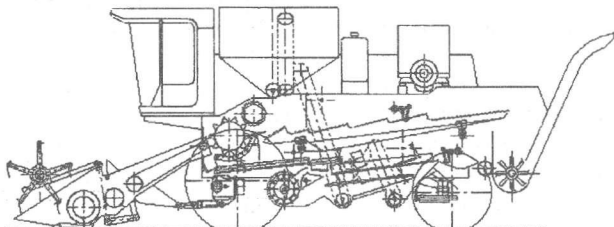


Рис. 2. Зерноуборочный комбайн с барабанно-дековым МСУ и клавишным соломосепаратором

В классических комбайнах серии 9000 WTS фирма JOHN DEERE полагается на один барабан и битев, который имеет сравнительно небольшое подбарабанье и функцию транспортирования соломистого вороха на соломотряс (рис. 3). Для обеспечения полного выделения зерна в одnobарабанных комбайнах необходимо увеличение длины соломотряса для внедрения дополнительных активаторов сепарации соломистого вороха.

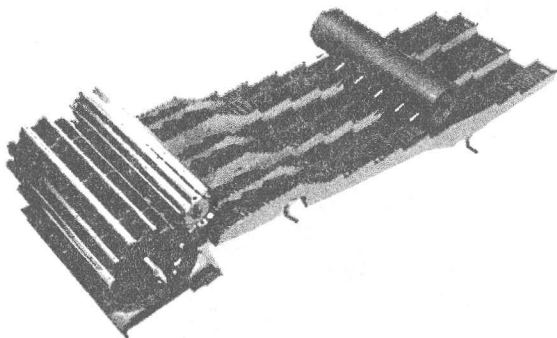


Рис. 3. Молотильно-сепарирующее устройство комбайнов JOHN DEER серии WTS

В комбайнах этой серии, по сравнению с предыдущими моделями, увеличен диаметр барабана (660 мм). Благодаря этому увеличена площадь подбарабанья, обмолот осуществляется на более мягких режимах, меньше повреждается зерно и ломается солома.

Для молотильного аппарата комбайнов серии WTS разработаны три типа подбарабаша: два универсальных и одно специальное, которые отличаются размером сепарирующих отверстий. Наиболее удобным в пользовании является универсальное подбарабаше для обмолота зерновых, зернобобовых и кукурузы. При переходе с обмолота одной культуры на другую изменение подбарабаша не требуется. Обмолоченная солома после молотильного барабана подается прямым потоком на бите, который транспортирует грубый ворох на соломотряс. Соломотряс вначале имеет три специальные ступеньки, которые отводят солоmistую массу от молотильного аппарата и подают ее на восемь каскадов, где зерно отделяется от соломы. Чтобы улучшить выделение зерна, на последних трех каскадах применяется пальцевый разрыхлитель соломы, расположенный над соломотрясом перед последними тремя каскадами. Этот рабочий орган ворошит солоmistую массу, которая в результате движения по соломотрясу частично уплотнилась, из-за чего ухудшалось выделение зерна из соломы.

Пальцы разрыхлителя прочесывают уплотненный пласт соломы, повышают его скорость продвижения по соломотряс, делая его, таким образом, более тонким и разреженным, что обеспечивает сепарацию остатка зерна.

В новых классических комбайнах серии ACTIVA, BETA и CEREА фирмы MASSEY FERGUSON применяются МСУ разных конструкций, основой которых является 8-бильный молотильный барабан.

В МСУ комбайнов серии ACTIVA применяется однобарабанная схема с активным подбарабашем, расположенным под отбойным битером (рис. 4). Конструкции барабана, подбарабаша соломотряса аналогичны конструкции комбайнов серии BETA.

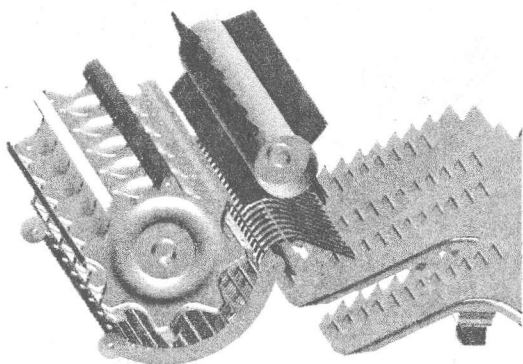


Рис. 4. Молотильно-сепарирующее устройство комбайнов MASSEY FERGUSON серии ACTIVA

Комбайны с барабанно-дековым МСУ и ротационным соломосепаратором с тангенциальной подачей (рис. 5) также выпускаются, но получили относительно небольшое распространение из-за малой пропускной способности.

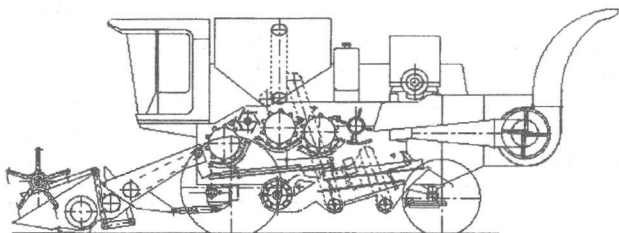


Рис. 5. Комбайн с барабанно-дековым МСУ и ротационным сепаратором.
Опытный образец КЗС-9М1

Мощные комбайны классической схемы уже достигли предельных габаритных размеров. Дальнейшее развитие конструкций самых мощных комбайнов осуществляется на основе использования роторных молотильно-сепарирующих устройств (МСУ) (рис. 6), которые при значительно меньших линейных размерах обеспечивают высокую пропускную способность комбайна при минимальных потерях зерна (до 1%).

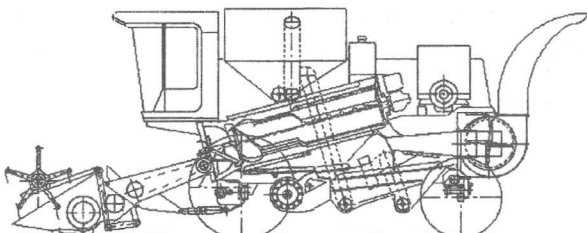


Рис. 6. Комбайн зерноуборочный самоходный с аксиально-роторной молотилкой.
Опытный образец КЗСР-9М

Совмещение простоты конструкции, надежности и высокой производительности – характерный признак роторных комбайнов фирмы MASSEY FERGUSON MF 9690 и 9790, на которых применена система передовых технологий АТР. Она обеспечивает мягкий режим обмолота, повышение производительности, улучшает обмолот и сепарацию, снижает энергозатраты на обмолот. В МСУ этих комбайнов (рис. 7) используется самый длинный, расположенный горизонтально ротор с гидростатическим

приводом. Равномерную подачу хлебной массы из наклонной камеры в приемную часть ротора осуществляет подающий битер, оборудованный винтообразными лопастями. Они, в свою очередь, забирают обмолачиваемую массу от битера и плавно подают ее в молотильную часть. Конструкция ротора комбайнов MF 9690 и 9790 выполнена так, что каждый последующий элемент ротора и подбарабана обеспечивают «растяжение» даже увлажненной и засоренной массы. Таким образом предотвращается ее скручивание и забивание ротора. Эта система подачи обеспечивает равномерную загрузку ротора и уменьшает затраты энергии на обмолот. Гидростатический привод ротора поддерживает постоянную выбранную скорость вращения в двух диапазонах скоростей и благодаря стабильной передаче потока энергии практически исключает забивание ротора.

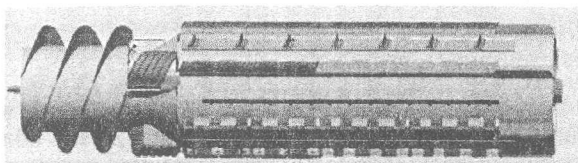


Рис. 7. Молотильно-сепарирующее устройство и система очистки зерна комбайнов MASSEY FERGUSON серии 9000

Фирма NEW HOLLAND приступила к серийному выпуску роторных комбайнов в США в 1976 году. МСУ этих комбайнов, известных под серией TR, используют два ротора с аксиальной подачей хлебной массы. Постоянно совершенствуя систему обмолота и сепарации, фирма начала серийное производство двух моделей новой серии CR. Технологический процесс обмолота моделей предусматривает использование двух роторов с небольшим диаметром и повышенной окружной скоростью, которая обеспечивает выделение зерна под действием центробежных сил (рис. 8).

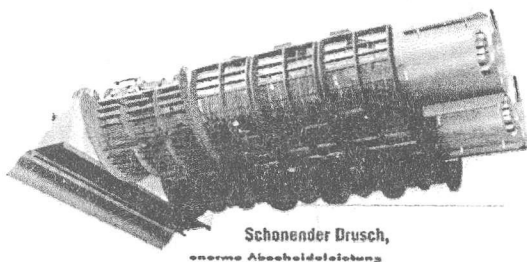


Рис.8. Молотильно-сепарирующее устройство комбайнов NEW HOLLAND серии CR

Конструкция двойных роторов позволяет максимально использовать ширину молотилки, и равномерно распределять зерно на стрясную доску. Скошенная масса подается наклонным транспортером под шнеки ротора, которые синхронно и поочередно загружают ее в молотильную зону роторов, предварительно придав необходимую скорость. Для окончательного отделения зерна и соломистого вороха на выходе из роторного МСУ располагается четырехугольный битер, который вспушивает обмолоченную массу и через подбарабанье подает зерно на верхнее решето очистки.

В конструкции роторных комбайнов важным элементом является защита от попадания в МСУ камней или других инородных тел, повреждающих роторы. Оригинальная система защиты от попадания инородных тел используется в комбайнах серии CR. Если камень или другое инородное тело попадают на дно наклонной камеры, срабатывает система, открывающая люк в дне, через который камень выпадает.

Одними из первых на европейском рынке появились роторные комбайны фирмы CASE IH серии AF. В настоящее время фирма выпускает усовершенствованную модель серии AF 2388 и новую мощную модель AFX 8010. В конструкции этих комбайнов применяется однороторное МСУ (рис. 9).

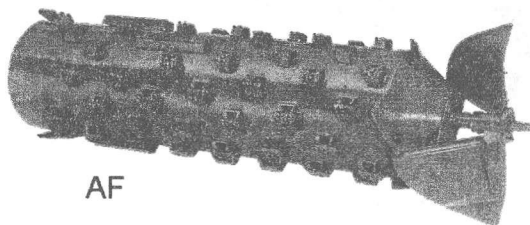


Рис. 9. Роторное молотильно-сепарирующее устройство комбайнов CASE IH серии AF 2388 и AFX 8010

Увеличение пропускной способности данных комбайнов происходит за счет усовершенствования роторного МСУ и наращивания мощности двигателя. При этом основные конструктивные параметры ротора (длина и диаметр) остаются неизменными. На обмолачивающей поверхности ротора по винтовой линии размещены короткие билы, которые более активно, чем сплошные, воздействуют на обмолачиваемую массу, разрыхляют солому и улучшают сепарацию зерна. Около половины длины цилиндра, в котором располагается ротор, занимает трехсекционное подбарабанье, где и происходит процесс обмолота и сепарация зерна (масса проходит несколько раз). Вторая половина цилиндра – сепарирующая решетка, величина отверстий в которой может изменяться за счет специальных пла-

нок, закрепляющихся извне. Внутри цилиндрической поверхности по винтовой линии располагаются направляющие планки, продвигающие хлебную массу в МСУ. Обмолоченное зерно через подбарабанье падает в шнековый транспортер, расположенный непосредственно под ним. Шнеки перемешивают зерновой ворох и подают его на очистку. Солома, пройдя через ротор, удаляется из комбайна разгрузочным битером, и может укладываться в валки, или разбрасываться по полю с помощью центробежных разбрасывателей.

В роторных комбайнах серии STS фирмы JOHN DEER для обмолота и сепарации используется роторное МСУ с аксиальной подачей хлебной массы (рис. 10). МСУ располагается вдоль оси комбайна под углом к горизонту. Процесс обмолота и сепарации начинается с подачи хлебной массы с помощью питающего бitera, направляющего ее тремя равномерными потоками в приемную часть ротора.

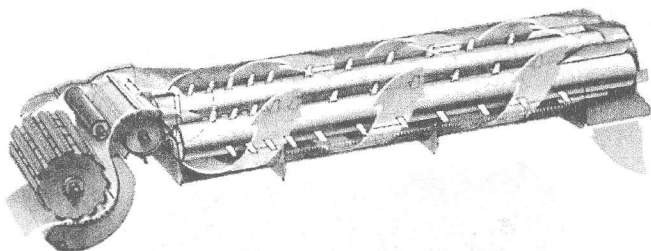


Рис. 10. Молотильно-сепарирующее устройство и система очистки зерноуборочных комбайнов JOHN DEER серии STS

Ротор, обеспечивающий обмолот хлебной массы и сепарацию зерна, в комбайнах STS имеет три сектора, которые выполняют функции подачи, обмолота и сепарации. Первый сектор конусообразной формы с винтовыми лопастями подает обмолочиваемую массу в молотильную часть, имеющую 27 или 15 молотильных элементов, расположенных по винтовой линии на поверхности ротора. Во избежание скручивания массы и забивания ротора комбайнов серии STS, диаметр корпуса ротора увеличивается по возрастающей (самый малый - в питающей части, самый большой - при выходе соломистой массы). В нижней части корпуса

располагаются легко меняющиеся секции подбарабанья, а ротор имеет диаметр 750 мм. На поверхности ротора в третьей части располагаются шесть рядов штифтов. Диаметр корпуса в этой части увеличен до 834 мм. Привод ротора осуществляется через двухступенчатый редуктор и клиноременной вариатор, позволяющий быстро переналаживать комбайны на уборку разных культур.

В конструкции МСУ комбайнов серии БЕТА (рис. 11) для увеличения пропускной способности МСУ введен дополнительный пальцевый бите́р перед транспортером наклонной камеры, обеспечивающий равномерное распределение потока обмолачиваемой массы по ширине наклонной камеры, равномерную ее подачу в молотильный барабан, эффективный обмо́лот и сепарацию зерна. В отличие от других комбайнов с ротационным соломосепаратором, в конструкции МСУ комбайнов БЕТА подбарабанье ротационного сепаратора имеет два положения – активное и пассивное. В случае, когда нет необходимости интенсифицировать обмо́лот, подбарабанье возвращается и располагается над сепаратором. Клавиши соломотряса комбайнов серии БЕТА – закрытого типа с вертикальными штампованными решетками, разделяющими ступени клавиш.

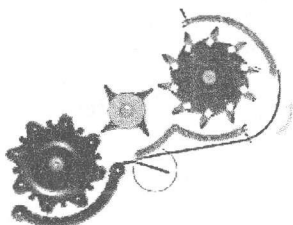


Рис. 11. Молотильно-сепарирующее устройство комбайнов MASSEY FERGUSON серии БЕТА

Для интенсификации процесса сепарации в комбайнах серии CEREА (рис. 12) используется усовершенствованная конструкция подбарабанья с увеличенными вдвое размерами сепарирующих отверстий на последних четырех планках.

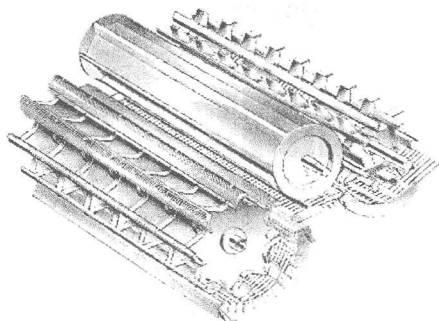


Рис. 12. Молотильно-сепарирующее устройство комбайнов MASSEY FERGUSON серии CEREА.

Основа новой серии комбайнов CX фирмы NEW HOLLAND – молотильно-сепарирующее устройство с барабаном большого диаметра (750 мм), ротационным сепаратором и двумя бiteraми, расположенными один между барабаном и сепаратором, другой – за этим сепаратором. Увеличение диаметра барабана и относительно небольшой угол обхвата барабана дают возможность выполнять обмолот на «мягких» режимах и выделять наиболее полноценное зерно на первых участках подбарабья, и избежать таким образом дробления и микроповреждений зерна. Ротационный сепаратор имеет собственное подбарабье, увеличивает зону принудительного обмолота, обеспечивает дополнительное разделяющее действие, повышающее эффективность работы комбайна на 20%. Процесс сепарации ротационным сепаратором проходит более интенсивно. Прежде чем попасть на соломотряс, обмолоченная масса попадает в зону действия бitera Straw Flow, главные задачи которого – динамическая отсадка этой массы на начало клавиш соломотряса и изменение траектории движения массы, результатом чего является повышение эффективности работы соломотряса (рис. 13). Для эффективной работы комбайна в разных условиях уборки предусмотрено двухпозиционное регулирование подбарабья бitera.

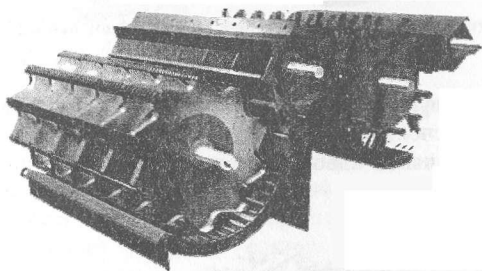


Рис. 13. Молотильно-сепарирующее устройство комбайнов NEW HOLLAND серии CX

При уборке труднообмолачиваемых хлебов, а также при повышенной влажности массы комбайнер уменьшает зазор между бiteraми и подбарабьем бitera, а при благоприятных условиях – увеличивает, избегая тем самым лишнего перебивания соломы и дополнительной загрузки решет очистки мелкой соломой.

В высокопроизводительных моделях комбайнов серии LEXION фирмы CLAAS (рис. 14) и серии CTS фирмы JOHN DEER (рис. 15) применяются комбинированные МСУ, в которых функцию соломотряса выполняют роторные соломосепараторы с тангенциальной подачей.

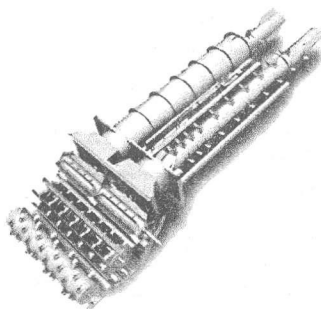


Рис. 14. Система сепарации грубого вороха ROTO PLUS комбайнов CLAAS серии LEXION 600, 580, 570, 570C

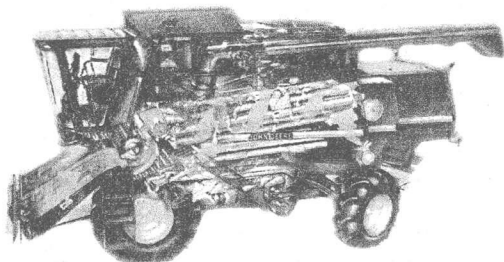


Рис. 15. Комбинированное МСУ комбайнов JOHN DEER серии CTS

Наиболее перспективной схемой МСС в дальнейшем комбайностроении можно считать систему сепарации грубого вороха ROTO PLUS комбайнов CLAAS, совмещающую систему обмолота и сепарации APS и двух аксиально-роторных соломосепараторов.

За 2006-2010 годы в хозяйствах Беларуси произошла принципиальная переориентация в структуре парка зерноуборочных комбайнов (табл. 1) с использованием различных МСУ. Если в 2006 году удельный вес работавших машин зарубежных моделей составлял почти 58%, то в 2010 году их доля не превышала 24%. Характерны тенденции изменения количественного состава комбайнового парка, которые отражают увеличение машин белорусского производства. Следует обратить особое внимание на структурные сдвиги, имевшие место в составе комбайнового парка Беларуси в 2010 году по сравнению с 2009 годом. Эти изменения нацелены на дальнейшее совершенствование количественного и качественного состава зерноуборочной техники. Продолжается активный поиск рациональных моделей комбайнов, которые по своим техническим возможно-

стям в сочетании с оптимальным числом машин позволяют проводить уборочные работы в лучшие агротехнические сроки с минимальными потерями урожая.

Таблица 1 - Виды и количество работавших зерноуборочных комбайнов

№ п/п	Комбайны	2006 г.		2008 г.		2010 г.		Коеф. роста 2010г. к нач. году
		штук	%	штук	%	штук	%	
1	КЗС-1218	-	-	589	5,1	2522	21,9	32,75
2	КЗС-10К	845	6,5	2448	21,3	3353	29,1	3,07
3	Лида-1300	1227	9,4	1534	13,4	1458	12,6	1,19
4	Лида-1600	-	-	-	-	157	1,4	1,57
5	КЗР-10	1992	15,2	1974	9,4	78	0,7	0,04
6	КЗС-7	1439	11,0	1505	13,1	1241	10,8	0,86
7	Дон-1500	6017	46,0	2665	23,2	1043	9,0	0,17
8	Акрос-530	-	-	-	-	147	1,3	1,00
9	LEXION	228	1,7	341	3,0	380	3,3	1,67
10	MEGA	261	2,0	296	2,8	296	2,6	1,13
11	DOMINATOR	-	-	-	-	15	0,1	2,14
12	MEDION	-	-	-	-	8	0,0	0,32
13	JOHN DEERE	216	1,7	274	2,4	279	2,4	1,29
14	NEW HOLLAND	-	-	26	0,2	38	0,3	1,46
15	MDW (CASE)	79	0,6	95	0,8	65	0,6	0,82
16	CF-80	127	1,0	123	1,1	116	1,0	0,91
17	BIZON	555	4,2	462	4,0	312	2,7	0,56
18	Другие	84	0,6	39	0,3	22	0,2	0,26
ИТОГО		13070	100,0	11,471	800,0	11,530	100,0	0,88

Разнообразие моделей зерноуборочных комбайнов, работавших на полях Беларуси, позволяет оценивать и сравнивать их технические, технологические, производственные и экономические характеристики, выявлять положительные стороны и недостатки каждой модели. Уникальные условия для этого можно найти в хозяйствах Гродненского района. Там в течение 2005-2010 годов осуществляется постоянный мониторинг использования зерноуборочных комбайнов различных моделей (табл. 2). Это зерновое поле Беларуси можно считать своеобразным полигоном для разностороннего изучения количественных и качественных характеристик различных типов МСУ. Комплексная оценка производилась по удельным показателям расхода топлива на тонну намолоченного зерна, а также намолота зерна на единицу мощности комбайна. Последний показатель позволяет объективно сравнивать и оценивать обобщенные показатели работы комбайнов различных типов.

Таблица 2 - Средние значения удельных показателей расхода топлива на тонну зерна и намотов на единицу мощности двигателя в хозяйствах Гродненского района за 2005-2010 годы

Модель комбайна	Удельный расход топлива на тонну зерна		Удельный намот зерно на единицу мощности	
	среднее значение, л/т	коэффициент вариации, %	среднее значение, т/кВт	коэффициент вариации, %
Mega-208	3,94	7,9	7,94	18,6
Mega-218	3,43	16,9	9,14	20,2
Mega-360	3,89	13,1	9,29	8,8
Lexion-440	3,95	4,3	9,09	25,4
Lexion-480	4,51	11,7	6,48	23,3
Lexion-560	5,00	6,0	6,55	20,3
Lexion-580	5,61	9,6	6,29	18,0
John Deere 2264	4,82	13,1	6,87	25,3
John Deere 2266	4,22	10,7	7,27	18,8
John Deere 9640STS	4,93	8,5	6,93	15,6
John Deere 9660WTS	5,06	9,9	6,38	17,5
John Deere 9680WTS	5,27	12,7	6,45	20,6
John Deere 9780CTS	4,94	18,6	5,68	21,3
John Deere 9880STS	4,55	9,0	5,80	22,4
Дон-1500	5,71	16,8	4,33	27,9
КЗС-10К	6,20	5,8	4,56	16,7
КЗС-1218	5,10	17,2	5,55	22,2
Лида-1300	5,10	8,8	4,80	21,9
Лида-1600	5,00	1,9	4,20	6,7
CASE CF-80	4,74	9,1	5,19	26,0
КЗР-10	7,36	30,2	2,50	33,6
Среднее	4,92	-	6,25	-

Для заключительного анализа имеющихся данных (табл. 2) выделены следующие группы молотильных устройств в сочетании с различными соломосепараторами:

1. Однобарабанное МСУ, имеющее классическую систему с барабаном, отбойным битем и клавишным соломотрясом.
2. Однобарабанное МСУ с клавишным соломотрясом и активатором.
3. Многобарабанное МСУ с ускорителем потока и клавишным соломотрясом (система APS фирмы CLAAS).
4. Роторное МСУ.
5. Многобарабанное МСУ с комбинированным соломосепаратором.
6. Комбинированное МСУ типа GIBRID SYSTEM, имеющее многобарабанную молотильную систему и роторный соломосепаратор.

По обобщенным данным построены диаграммы (рис. 16, 17) по удельному намоту (т/кВт) и удельному расходу топлива (л/т) для шести выделенных типов МСУ.

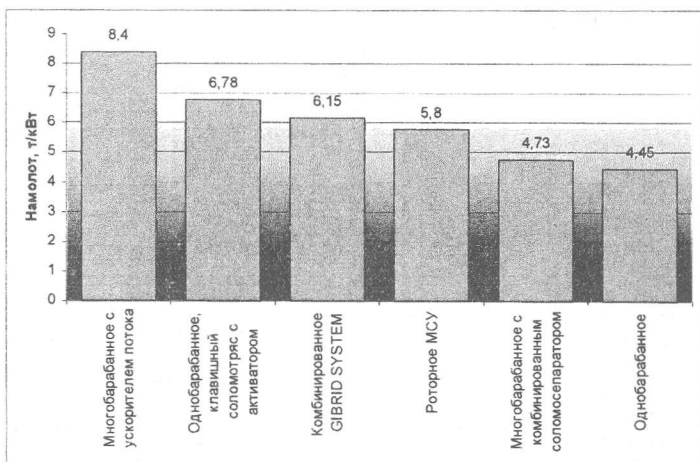


Рис. 16. Средние значения удельных намотов на единицу мощности комбайнами с различными типами МСУ в хозяйствах Гродненского района за 2005-2010 года

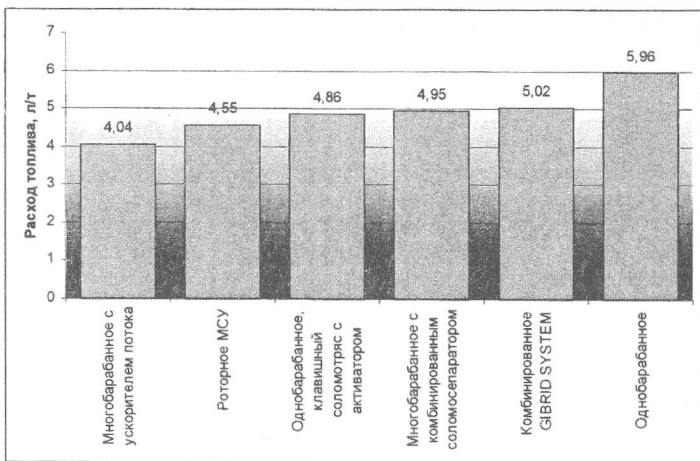


Рис. 17. Средние значения удельного расхода топлива комбайнами с различными типами МСУ в хозяйствах Гродненского района за 2005-2010 года

Из диаграмм видны преимущества машин, имеющих многобарабанное молотильное устройство с ускорителем потока. Связано это с тем, что данное молотильное устройство имеет дифференцированную систему обмолота, более равномерное распределение массы по всему молотильному аппарату и повышенную скорость прохождения обмолачиваемой массы через молотильный аппарат. Как более энергоемкая и низкопроизводительная система, выделяется однобарабанная, имеющая клавишный соломотряс без дополнительных устройств. К данным машинам относятся зерноуборочные комбайны Дон-1500, КЗС-10К, имеющие силовые установки, проигрывающие зарубежным аналогам по экономичности. Машины, имеющие роторное МСУ и комбинированное находятся примерно в середине группы, однако в разрезе производительности данные машины превосходят остальные.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ СУШИЛОК ЗЕРНА С ПЕРЕВОДОМ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

¹Добышев А.С., д.т.н.; ¹Пузевич К.Л., ст. преподаватель;

²Крупенько А.А.

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки

²ОАО «Могилевагрокомплект», г. Могилев

В Республике Беларусь ежегодно требуют сушки или досушивания до 80% намолачиваемого зерна. Сушка является наиболее надежным способом долгосрочного консервирования сельскохозяйственных продуктов. В тоже время это один из наиболее энергоресурсоемких процессов в сельскохозяйственном производстве. Так, на сушку зерна приходится около 30-40% расхода топлива, 15-20% расхода металла и около 10% трудозатрат при его производстве в республике. Это, примерно, в 1,3-1,5 раза выше, чем потребление ресурсов на тех же процессах в схожих по природно-климатическим условиям странах Западной Европы.

Поэтому перевод зерносушилок для работы на местных видах твердого топлива является важной государственной задачей.

Солома сельскохозяйственных растений является важным побочным продуктом растениеводства. В общем балансе использования соломы в республике для подстила, силосования и на корм скоту используется около 58%. Примерно 23% соломы рекомендуется измельчать и запахивать. По данным, полученным в результате специального анкетирования слушателей факультета повышения квалификации БГСХА в хозяйствах Мо-

гилевской, Гомельской и Витебской областях в среднем 24% соломы используется неэффективно.

Необходимо отметить, что энергетическая ценность соломы, по принятым оценочным показателям, достаточно высокая (таблице 1), а теплотворная способность 1 т сухого вещества соломы эквивалентна 445 кг сырой нефти. По показателю теплотворности пшеничная солома (15,5 Мдж/кг) приближается к дровам (14,6-15,4 Мдж/кг) и превосходит бурый уголь (12,5 Мдж/кг). При использовании соломы с площади 1 га в качестве топлива для сушки зерна, она способна заменить 1200-1600 л жидкого топлива. Солома, убранная с 1 га, в количестве 3 т содержит количество энергии, эквивалентное энергии содержащейся в 1000 л мазута или в 2,7 тыс. м³ природного газа.

Таблица 1 – Сравнительная энергетическая ценность соломы

Энергоносители	Ед. изм.	Энергетический эквивалент, Мдж	Теплотворность, Мдж
Солома	кг	24,3	14,2-17,2
Дрова	кг	23,5	14,6-15,9
Мазут	кг	50,0	40,2-42,7
Дизельное топливо	кг	52,0	42,0
Газ природный	м ³	40,0	31,7-36,2

На кафедре механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства УО «БГСХА» проведены расчеты по определению теоретической низшей теплоты сгорания соломы (15,491 Мдж/кг), остатков золы (4,5%), количества воздуха, необходимого для сжигания 1 кг соломы (5,6-8,0 м³/кг), необходимого количества соломы для сушки 1 т зерна (таблица 2), а также проведены лабораторные исследования процесса получения теплоносителя при сжигании соломы.

Таблица 2 – Количество соломы, необходимое для сушки 1 т зерна до влажности 15%

Влажность зернового вороха, %	Масса испаряемой влаги, кг	Количество соломы для сушки 1 т зерна
		Шахтная зерносушилка
25	117,6	38,2-44,6
20	58,8	19,1-22,2
18	35,3	11,5-13,4

Проведенные исследования подтвердили возможность использования соломы в качестве топлива для получения теплоносителя и использование его для сушки зерна.

Технология уборки соломы для этих целей не отличается от традиционной. Солома, уложенная зерноуборочным комбайном в валки, подбирается подборщиками любого типа. При этом солома должна быть доста-

точно сухой. Затем прессованная солома складывается вблизи места использования.

Расчет экономической эффективности использования соломы в качестве топлива подтверждает рациональность её использования (таблице 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность использования соломы в качестве топлива

Топливо	Стоимость энергоносителя, руб./кг (м ³)	Теплотворность, МДж/кг (м ³)	Стоимость единицы полученной энергии, руб./МДж
Мазут	480,0	42,7	11,24
Природный газ	257,0	31,7	8,1
Дрова	74,2-133	15,0	5,0-8,7
Дизельное топливо	1640	42,0	39,05
Солома	8,0-25,0	14,3	0,6-1,8

По существующей схеме работы КЗС процесс переработки зерна осуществляется следующим образом: из автомашины зерно с помощью авто-мобилеразгрузчика ГУАР-15 Н (П) выгружается в питатель-дозатор, из бункера которого оно поступает в приемные лотки передаточного транспортера.

Из передаточного транспортера зерно поступает в нижнюю головку загрузочной норрии НПЗ-50, которой оно поднимается вверх и по зернопроводам направляется в питающее устройство машины предварительной очистки МПО-50.

Пройдя предварительную очистку от легких и крупных примесей, зерно самотеком по зернопроводам направляется в нижнюю головку второй загрузочной норрии НПЗ-50, поднимается вверх и по зернопроводам направляется в бункера временного хранения, которые имеют систему аэрации.

Из емкостей зерно через передаточный транспортер и норрию НПЗ-50 подается в нижнюю головку норрии сушиллки М 819. Норрия сушиллки М 819 поднимает зерно в приемный бункер сушиллки.

Сушка зерна производится воздухом, нагреваемым топкой сушиллки М 819 работающей на жидком топливе с расходом до 160 кг/час.

Из сушиллки сухое зерно через выгрузной шнек поступает через ленточный или шнековый транспортер в нижнюю головку норрии 2НПЗ-20, которая поднимает зерно в бункер резерва сухого зерна.

Из бункера резерва зерно посредством второй норрии НПЗ-20 подается в машину первичной очистки ЗВС 20А.

Пройдя предварительную очистку, зерно посредством норрии НПЗ-20 подается в триерные блоки для окончательной очистки и из бункера вывозится автомашиной на склад.

По предлагаемой схеме работы КЗС процесс переработки зерна осуществляется следующим образом: из автомашины зерно разгружается в завальную яму или на площадку (с площадки загрузка производится ковшовым погрузчиком).

Из завальной ямы зерно самотеком поступает в нижнюю головку норрии НПЗ-50, которой оно поднимается вверх и по зернопроводам направляется в питающее устройство машины предварительной очистки МПО-50.

Пройдя предварительную очистку, зерно самотеком по зернопроводам подается в нижнюю головку норрии сушилки М 819. Нория сушилки М 819 поднимает зерно в бункер сушилки М 819.

Сушка зерна осуществляется воздухом, нагреваемым воздухом нагревателем ВНС-1,5 работающим на соломе с расходом соломы до 600 кг/час. Из сушилки сухое зерно через выгрузной шнек поступает в нижнюю головку норрии НПЗ-20, которая подает зерно в выгрузной бункер или на машину первичной очистки зерна ЗВС-20А. Из бункера зерно вывозится автомашиной на склад.

При использовании предлагаемой схемы переработки зерна исключаются следующие механизмы:

1. Автомобилеразгрузчик ГУ АР - 15 Н (П)
масса – 3834кг, электродвигатель – 10 кВт
2. Питатель-дозатор
масса – 590 кг, электродвигатель – 2,2 кВт
3. Передаточный транспортер
масса – 546 кг, электродвигатель 4,0 кВт
4. Нория НПЗ- 50 – 1 шт.
масса – 1047 кг, электродвигатель 5,5 кВт
5. Отделение временного хранения с системой аэрации
масса – 11564 кг, электродвигатель 16 кВт
6. Нория НПЗ-20 – 1 шт.
масса – 860 кг электродвигатель 2,2 кВт.

За счет уменьшения количества передаточных механизмов увеличивается надежность работы КЗС, уменьшается расход электроэнергии и время загрузки сушилки. Теплотворная способность 3...3,5 кг соломы равна 1 кг жидкого топлива. Экономический эффект за счет использования в качестве топлива соломы составит 5-7 USD на 1 тонну зерна. Выделение вторичной очистки зерна в отдельную схему позволит существенно увеличить производительность КЗС.

Данная сушилка может применяться для работы как на фуражном зерне, так и на семенном материале.

Техническая характеристика воздухом нагревателя ВНС-1,5 приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Техническая характеристика воздухонагревателя

№	Наименование показателя	Значение показателя
1.	Тип воздухонагревателя	стационарный
2.	Тип тяги	принудительный
3.	Номинальная тепловая мощность при сжигании прессованной соломы влажностью до 18% и Q'_{II} не менее 14300 кДж/кг, кВт	1500±10%
4.	Расход топлива при номинальной тепловой мощности, кг/ч, не более	600
5.	Удельный расход топлива, кг/кВт, не более	0,45
6.	Коэффициент полезного действия, % не менее	75
7.	Температура топочных газов в жаровом канале, С	300-600
8.	Продолжительность рабочего цикла между загрузками топлива, ч, не менее	0,7
9.	Габариты, мм, не более - длина - ширина - высота	15000 11500 5000
10.	Масса воздухонагревателя с футеровкой, кг, не более	34000
11.	Установленная мощность электродвигателей, кВт, не более	15
12.	Удельный расход электроэнергии, кВтч/кВт, не более	0,1
13.	Пределы регулирования температуры воздуха, С	50-110
14.	Температура уходящих дымовых газов, С, не менее	60
15.	Количество обслуживающего персонала, чел.	2

Показатели надежности воздухонагревателя ВНС-1,5 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели надежности воздухонагревателя

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1.	Наработка на отказ, ч, не менее	350
2.	Ресурс до списания, ч	10000
3.	Срок службы, лет, не менее	10
4.	Удельная суммарная оперативная трудоемкость технических обслуживании, чел- ч/ч	0,1
5.	Оперативное ЕТО, чел-ч	0,15
6.	Коэффициент готовности, не менее	0,98

Опыт эксплуатации воздухонагревателей показал, что при влажности соломы более 15% необходимо после сгорания каждого рулона соломы через дверцу топки разрушать кочергой слой шлака на колосниковой решетке и, при необходимости, удалять этот шлак, а после 12 ч работы топки удалять шлак через дверцы зольника.

Эксплуатация опытной партии воздухонагревателей ВНС-1,5 показала также, что наибольшая эффективность их работы достигается при непрерывной работе всего зерноочистительно-сушильного комплекса. В конструкции воздухонагревателя в качестве материала стен и аккумулятора те-

пловой энергии используется огнеупорный кирпич (24 т). При неисправностях зерносушилки и использованием ее с большими перерывами в работе по организационным причинам, тепло, аккумулированное топкой, не используется и увеличивается расход соломы на последующий разогрев топки. Поэтому при переводе зерноочистительно-сушильных комплексов на использование в качестве топлива соломы необходимо не только восстанавливать теплообменник зерносушилки М 819, но и оборудование зерносушилки и комплекса в целом.

Кроме того, эксплуатация зерносушилок М 819 показала, что обслуживающий персонал не обучен правилам их эксплуатации: технологии сушки зерна, регулировкам, правилам технического обслуживания и ремонта, что приводит к неэффективному использованию зерносушильного комплекса в целом.

Так, интенсивность сушки зерна зависит, главным образом, от двух факторов: температуры и количества подаваемого воздуха. Температура воздуха тесно связана с температурой нагрева зерна. Сушка зерна при слишком высокой температуре отрицательно влияет на его биохимические свойства. В зависимости от культуры и степени влажности зерна должны выбираться рациональные температуры сушки.

При сушке зерна важным является правильное регулирование подачи количества воздуха, от которого зависит интенсивность испарения влаги. Поэтому количество подаваемого воздуха следует регулировать до максимальных значений, т.е. немного ниже предела «укоса зерна». Вышеуказанная регулировка проводится посредством рычагов, расположенных в каналах прохода воздуха. Четыре вентилятора сушилки служат как для подвода горячего, так и охлаждающего воздуха, поэтому после регулирования количества нагретого воздуха следует отрегулировать количество подаваемого охлаждающего воздуха и наоборот.

Охлаждение является необходимой операцией, так как предохраняет зерно от вторичного увлажнения во время складирования. Зерно должно охлаждаться до температуры от 5°C до 10°C выше температуры окружающей среды. В случае высокой влажности атмосферного воздуха (свыше 70%) интенсивность охлаждения следует уменьшить, чтобы не допустить вторичного увлажнения зерна. Для каждого вида и степени влажности зерна надо соответственно отрегулировать количество подаваемого воздуха.

Во время работы зерносушилки с открытыми клапанами вентиляторов камеры охлаждения и сушки зерна должны быть заполнены зерном, а в бункере должен находиться запас зерна, который контролируется сигнализатором. Слой зерна должен быть высотой не менее 0,5 м. В противном случае будет наблюдаться «укос зерна» и выбрасывание его воздухом из зерносушилки через фильтры.

Зерно, направляемое в зерносушилку, должно быть очищено от примесей не только с целью предотвращения неэффективного использования топлива, а прежде всего из-за возможного прекращения прохода зерна через колонну сушки. Самыми опасными в этом отношении являются длинные примеси, т.е. веревки и длинная солома. Минимальная чистота зерна, предназначенного для сушки - 94%, а у кукурузы - 90%. Содержание в зерне соломы длиной не более 50 мм не должно превышать 0,2%. Влажность, при которой гарантируется правильный процесс сушки, не должна превышать 30% у зерна хлебных злаков и 40% - у зерна кукурузы.

Во время сушки необходимо контролировать: влажность зерна перед сушкой и после нее; температуру нагретого воздуха; температуру нагрева зерна; температуру газов в жаровом канале; температуру газов в дымовой трубе; температуру зерна после охлаждения; периодически очищать от загрязнений мешки, находящиеся под фильтрами и разравнивающим устройством.

В 2007 и 2008 гг. были проведены ГУ «Белорусская МИС» приемочные испытания опытной партии ВНС-1,5.

В 2009 г. утверждены ТУ на воздушнонагреватель и получен сертификат соответствия.

В Могилевской области на начало года по данным облсельхозпрода имелось 192 зерносушильных комплекса с сушилками М 819, работающими на жидком топливе.

Зерносушилки М 819 являются наиболее приемлемыми для перевода их на работу с использованием в качестве топлива соломы по конструкции теплообменника, производительности, возможности регулирования объемов горячего воздуха для сушки и холодного для охлаждения зерна.

Перевод данных зерносушилок в Могилевской области на работу с использованием соломы в качестве топлива и при условии переработки 4-5 тыс. т зерна в год каждой позволит просушить 750-950 тыс. т зерна в год, сэкономить до 6000 т жидкого топлива и получить экономию до 8,5 млрд. руб. в год.

Для проведения этой работы необходимо доработать конструкцию воздушнонагревателя, отремонтировать топки и зерносушилки М 819, произвести ремонт или замену норий, машин предварительной очистки комплекса.

Стоимость ремонта топки в зависимости от состояния — 15-25 млн. руб., воздушной системы (вентиляторы, клапана, фильтра, циклоны, бункера для пыли) — 5-15 млн. руб. Без проведения этих работ перевод сушилок на солому не имеет смысла.

Стоимость работ по ремонту и переводу сушилки М 819 на солому с ремонтом топки и вентсистемы составит 120-140 млн.руб. (на 1.01.2010 г.)

Примерно 30% сушилок вследствие сильной коррозии или возгорания требуют ремонта всех узлов сушилки. Стоимость ремонта таких сушилок без монтажа составит 60-90 млн.руб., с монтажом 120-150 млн.руб.

Имеются сушилки, которые по ряду причин несколько лет не эксплуатировались, частично разукомплектованные, но с хорошими секциями для сушки. Для укомплектования и ремонта таких сушилок необходимо от 25 до 60 млн. руб. Это позволит продлить срок службы комплексов с зерносушилкой М 819 на 10 лет и уменьшит потребность республики в приобретении новых зерноочистительно-сушильных комплексов.

В настоящее время назрела необходимость перевода и менее мощных зерносушильных комплексов на сушку зерна с использованием в качестве топлива соломы (СЗК-10, СЗК-8). Для этого был спроектирован теплогенератор ВНС-0,75. Такой воздушонагреватель может найти применение и при обогреве производственных и бытовых помещений.

По итогам работы воздушонагревателей за 2009 год сэкономлено 940,1 т дизельного топлива, а экономический эффект составил 300 тыс. USD.

По итогам работы внедренных установок в 2010 году экономический эффект составил около 1 млн. USD.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ЗЕРНА

¹*Михайловский Е. И., к.э.н., доцент; ¹Михайловский В. Е.;*

²*Ус С.Н., директор*

¹*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

²*ЗАО «Сельэнерго», г. Смолевичи*

В Республике Беларусь ежегодно требуют сушки или досушивания до 80% намолачиваемого зерна. Хранение зерна влажностью более 14% приводит к его самосогреванию, создаются благоприятные условия для развития плесневых грибов и бактерий, снижается всхожесть семян и качество фуражного зерна.

Сушка является наиболее надежным способом долгосрочного консервирования сухого зерна. В тоже время это один из наиболее энерго-ресурсоемких процессов в сельскохозяйственном производстве. Так, на сушку зерна приходится около 30-40% расхода топлива, 15-20% расхода металла и около 10% трудозатрат при его производстве в республике. Это,

примерно, в 1,3-1,5 раза выше, чем потребление ресурсов на тех же процессах в схожих по природно-климатическим условиям странах Западной Европы.

Применяемые на практике технологии сушки зерна не отвечают современным возрастающим требованиям к обеспечению полной сохранности качества высушиваемого зерна и снижению энергозатрат на сушку. Повсеместно при сушке зерна присутствует человеческий фактор. Несоблюдение, а порой и не знание оператором технологического процесса сушки зерна, приводит к негативным последствиям: к пересушиванию зерна, а иногда – к возгоранию зерносушилок.

В настоящее время при сушке зерна в зерносушилках, имеющихся в хозяйствах страны, производится контроль температуры теплоносителя на входе в сушилку и отработанного, температуры нагрева зерна (основной контролируемый параметр). Регулирование процесса сушки зерна по этим трем параметрам производится оператором вручную. Это помогает только избежать нагрева зерна до аварийной температуры. Однако производительность зерносушилки, как правило, снижается при недостаточной квалификации оператора.

Наиболее оптимальным является измерение влажности зерна в потоке. Контроль влажности во время сушки в настоящее время осуществляет оператор, который с определенной периодичностью берет пробы зерна из зерносушилки и измеряет ее влажность с помощью переносного прибора, принцип работы которого основан на диэлькометрическом (емкостном) методе.

Необходимо отметить, что при измерении влажности сыпучих материалов емкостным методом наилучшие результаты по точности измерения достигаются при полном устранении влияния переменной объемной массы (натуры): при уплотнении постоянной массы контролируемого материала между электродами емкостного датчика до постоянного объема, т.е. при обеспечении постоянной плотности.

В случае измерения влажности зерна зерновых культур (пшеницы, ржи, тритикале, ячменя, овса, рапса и кукурузы) использовать непосредственно этот способ с большой точностью не удастся по той причине, что зерновые при низкой влажности не сжимаются и уплотнению не поддаются; т.е. если на зерноток приходит зерно одной культуры и с одинаковой влажностью, но с разных частей поля, с разной степенью созреваемости (структура зерна отличается), а также с разным относительным биологическим составом (белки, жиры, углеводы и другие вещества, получаемые зерном в процессе созревания из почвы) отличается диэлектрическая проницаемость, что имеет большое значение при данном способе измерения. Погрешность измерения может быть до $\pm 2\%$.

Поэтому, даже опытный оператор не всегда сумеет вовремя выявить отклонения параметров от заданных по технологическому процессу, поломку механизмов или критическую температуру нагрева. В итоге, зерно на выходе из сушилки будет либо пересушенным (до 5% от требуемой влажности), либо недосушенным (до 3%), что влечет за собой снижение качества зерна, перерасход топлива и, в случае если зерно пересушено, потерю массы за счет избыточной отдачи влаги зерном.

Автоматизированная система управления (АСУ) процессом сушки зерна, разработанная специалистами ЗАО «Сельэнерго» (г. Смолевичи, Минской области), в отличие от действий оператора вручную, быстро и эффективно справляется с этой задачей и производит процесс коррекции параметров для восстановления оптимального режима сушки, а в непредвиденной ситуации – включает аварийную остановку зерносушилки, в то время, как в ручном режиме на это необходимо затратить некоторое время, которого будет достаточно для получения некондиционного зерна (рис. 1, рис. 2).

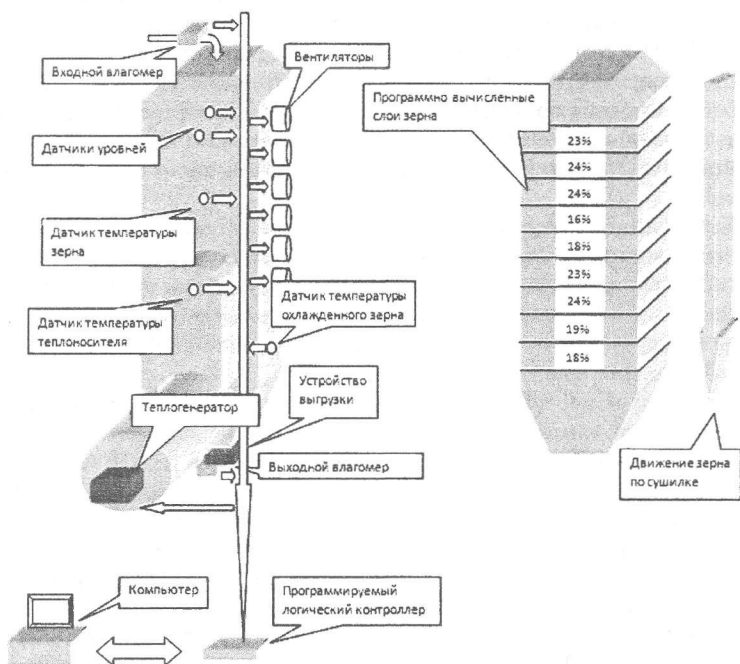


Рис. 1. АСУ процессом сушки зерна

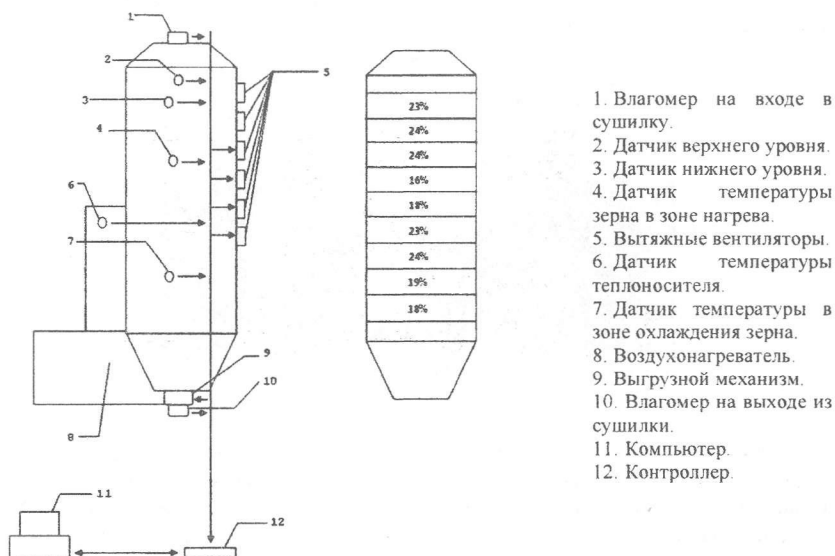


Рис. 2. Технологическая схема АСУ процессом сушки зерна

Известна система АСУ сушки зерна (фирма «GSI», США) для сушилок шахтного типа, но и она имеет свои недостатки:

- система является статической (не имеет возможности выстроить реальную картину о процессах происходящих в шахте зерносушилки), а следовательно не может ввести коррекцию параметров, влияющих на процесс сушки зерна;

- система достаточно хорошо себя ведет только в случае, если на вход зерносушилки поступает зерно одной влажности. Если влажность порции зерна при загрузке сушилки разная, то механизм регулирования системы уходит за пределы установленных параметров (резко изменяются то в одну, то в другую сторону параметры температуры теплоносителя и скорости движения зерна). Указанные недостатки устранены при разработке ЗАО «Сельэнерго» АСУ процессом сушки зерна, не имеющей прямых зарубежных и отечественных аналогов. Запуск процесса сушки зерна сводится к выбору оператором типа культуры, влажности отгружаемого зерна из зерносушилки и нажатия кнопки «Старт» на компьютере (рис. 3). Режим сушки выбирает компьютер. Система, вычисляя время заполнения сушилки зерном и скорость выгрузки его из сушилки, определяет с большой точностью скорость прохождения зерна по сушилке. Исходя из этого,

система определяет точное месторасположение и движение по сушилке слоев зерна с определенной влажностью.



Рис. 3. Рабочее место оператора зерноочистительно-сушильного комплекса РУП «Совхоз-комбинат «Заря» Мозырского района Гомельской области

Проанализировав полученные данные о местонахождении слоев зерна определенной влажности и используя данные получаемые от поточных измерителей влажности, датчиков температуры и уровня зерна в сушилке, значений температуры и влажности окружающего воздуха, АСУ процессом сушки определяет необходимые режимы работы воздухогенератора, вытяжных вентиляторов, выгрузного механизма, а также определяет маршрут движения зерна. Система отдаст предпочтение в выборе параметров сушки тому слою, у которого влажность ближе к заданной, и выберет параметры режима сушки с учетом технологического процесса данной культуры и экономической выгоды. При этом полностью исключается пересушивание зерна в сушилке (рис. 4).

Если за один проход снятие определенного количества влаги зерна не представляется возможным, то система задает параметры сушки (температура теплоносителя, скорость движения зерна по сушилке и скорость движения теплоносителя) таким образом, что бы получить максимальную производительность, не нарушая технологического процесса для данной культуры. Выбор приоритетного слоя зерна, на показания влажности которого будет опираться механизм регулирования, осуществляется путем поиска из сформированных, «предполагаемых» слоев зерна, слоя с наименьшей влажностью.

При воздействии на зерно теплоносителя, влага отдается с определенной интенсивностью и, в случае, если реальная влажность слоя зерна, предварительно выбранного как «приоритетный», отличается от «предполагаемой», которую необходимо было получить на выходе из сушилки, система вносит коррекцию параметров управления воздухонагревателем, выгрузным механизмом и вытяжными вентиляторами, для того, чтобы при

следующем цикле получить на выходе из сушилки зерно, с показаниями влажности более близкими к предполагаемым. Таким образом, спустя некоторое время, система выйдет в установившийся режим.

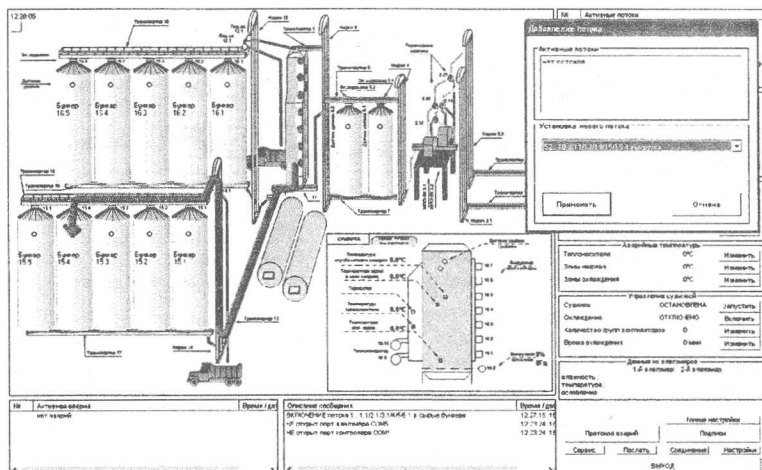


Рис. 4. Технологический процесс автоматизированного управления зерноочистительно-сушильным комплексом на экране монитора компьютера

Влажность зерна, получаемого на выходе из сушилки, будет близка к заданным параметрам с точностью до десятых долей процента. Такая точность показаний влажности зерна достигается благодаря использованию поточных измерителей влажности, метод измерения которых, основан на применении микроволн.

В отличие от вышеуказанного метода измерения влажности (емкостной), измеряется только количество влаги в определенном объеме, структура зерна не имеет значения.

Ведущийся в АСУ процессом сушки зерна архив (рис. 5) хронологии работы, записанный в специальный файл, позволяет в любой момент времени отследить работу оператора, проверить соответствие параметров заданным в технологическом процессе, вовремя заметить начинающиеся отклонения в работе.

Присутствующая в разработанной системе сигнализация позволяет зафиксировать повышение температуры рабочей зоны сушилки до начала возгорания и управлять исполнительными механизмами (световая, звуковая сигнализация, система оповещения, система охлаждения, система аварийной выгрузки зерна и т.п.).

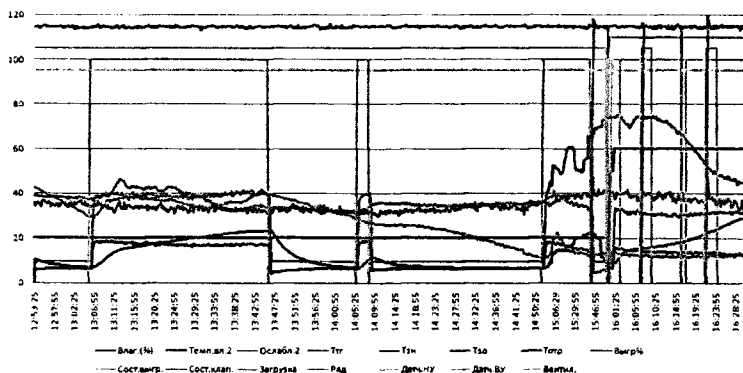


Рис. 5. Графики численных значений технологических параметров и действия оператора

Предусмотрена возможность виртуального поиска неисправностей и сбоях программы, способов их быстрого устранения при помощи скоростного интернета. Оператору достаточно просто связаться со службой технической поддержки ЗАО «Сельэнерго» и в онлайн-режиме получить оперативную консультационную помощь.

Данная АСУ процессом сушки зерна обеспечивает сокращение расходов топлива на 10-25%, за счет того, что система не допускает пересушивания зерна в среднем более чем на 0,5%, что при управлении процессом сушки в ручном режиме сделать невозможно. Среднее значение влажности, на которое пересушивается зерно, в ручном режиме, составляет 2-2,5%. Для снятия 1% влажности зерна с 20% затрачивается 0,9-1 л дизельного топлива, а для снятия 1% влажности зерна с 13% — 1,2-1,3 л.

При пересушивании 1 т зерна на 2% дополнительно затрачивается около 2,5 л дизельного топлива. Для средней сельскохозяйственной организации при высушивании за сезон 10 тыс. т зерна будет сэкономлено около 25 тыс. л дизельного топлива. Зерно не будет пересушиваться и хозяйство дополнительно получит еще 200 т зерна. Себестоимость сушки зерна снизится в 1,1-1,2 раза.

Система позволит также увеличить эксплуатационную производительность всего оборудования комплекса в целом, исключить возгорание зерносушилок и влияние человеческого фактора на технологический процесс. Срок окупаемости системы составит 0,2-0,5 сезона.

АСУ процессом сушки зерна внедрена в 2009 г. в РУП «Совхозкомбинат «Заря» Мозырского района Гомельской области на зерноочистительно-сушильном комплексе производительностью 40 пл. т/ч с зернохранилищем силосного типа на 20 тыс. т зерна.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛУГА С КОМБИНИРОВАННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

*Мисуно О.И., к.т.н., доцент; Легенький С.А., инженер;
Оскирко А.И., инженер*

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

Самая энергоемкая операция в растениеводстве — пахота. Снижение энергоемкости пахоты решается наращиванием единичной мощности тракторов, используемых с более широкозахватными и скоростными агрегатами, а также созданием новых и усовершенствованием существующих почвообрабатывающих орудий и технологий. Применяемые в настоящее время на пахоте лемешно-отвальные плуги обладают рядом существенных недостатков. Они не всегда обеспечивают нужное качество крошения пласта, необходимую степень заделки пожнивных остатков, не дают ровной поверхности вспаханного поля. Необходимое качество крошения почвы при подготовке под посев достигается проведением дополнительных операций: культивация, боронование, прикатывание и др., требующих значительных дополнительных затрат. При этом многократные проходы по полю агрегатов ведут к уплотнению почвы, изменению ее структуры, снижению урожайности по следу колес.

Повышение производительности и качества работы пахотных агрегатов, уменьшение массы тракторов, рациональное и полное использование мощности двигателей требуют совершенствования технологии вспашки, создания новых орудий и способов передачи энергии от двигателя к рабочей машине. Одним из рациональных направлений является применение в составе пахотных агрегатов плугов с комбинированными рабочими органами.

Комбинированные рабочие органы (рисунок 1) устанавливаются на раме плуга, каждый из которых, сочетает пассивный корпус, имеющий укороченную лемешно-отвальную поверхность 1, с активным рабочим органом — ротором 2, вращающимся вокруг вертикальной оси от индивидуального гидравлического мотора. Привод гидромоторов осуществляется от регулируемого гидронасоса, монтируемого на тракторе и приводимого во вращение от ВОМ. Активный рабочий ротор посредством кронштейна 4 монтируется на грядиле корпуса 3.

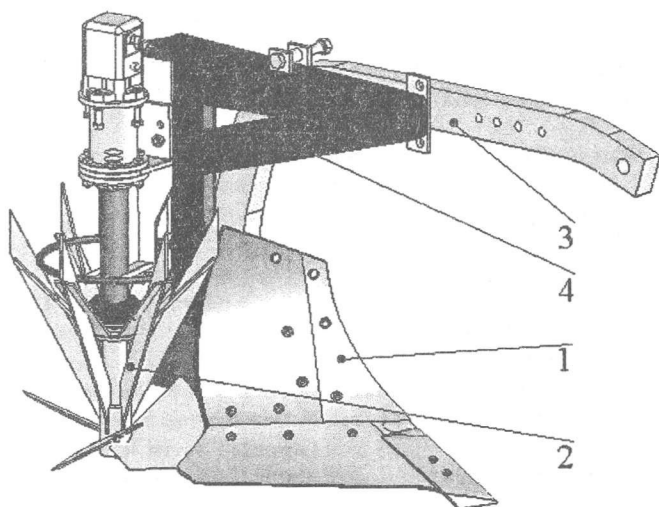


Рис. 1. Комбинированный рабочий орган

Активный рабочий орган (рисунок 2) представляет собой усеченный конус, образующими которого являются шесть лопаток. В нижней части устанавливаются три нижние подрезающие лопатки, поверхность которых располагается под углом α_n ко дну борозды. Верхние наклонные лопатки располагаются радиально под углом α_v к оси вращения. Нижние спиралевидные лопатки при вращении поднимают нижние слои почвы вверх, а верхние наклонные лопатки воздействуют на верхние слои почвы и направляют их вниз. В этом случае ротор равномерно перемешивает слои почвы и заделывает растительные остатки.

В технологическом процессе вспашки пассивный корпус отрезает пласт от дна и стенки борозды, частично разделяет его на крупные глыбы и направляет на вращающийся ротор. Ротор верхними лопатками сбрасывает верхние слои почвы на дно борозды. Одновременно нижние наклонные лопатки сообщают вертикальное перемещение нижним слоям пласта почвы. Совместное действие нижних и верхних лопаток осуществляет крошение, перемешивание, оборот и укладку пласта в борозду. Таким образом, в технологическом процессе, выполняемом комбинированными рабочими органами, только процесс отделения пласта от массива осуществляется пассивным корпусом за счет тягового усилия трактора, а операции крошения, перемешивания, оборота и укладки пласта в борозду производится активным ротором за счет мощности двигателя, передаваемой через вал отбора мощности (ВОМ) трактора.

В настоящее время актуальной задачей является повышение эксплуатационных показателей работы плугов с комбинированными рабочими органами в агрегате с тракторами «Беларус». К числу важнейших эксплуатационных показателей работы пахотного агрегата относится производительность, которая, как известно, определяется количеством выполненной в единицу времени работы определенного качества.

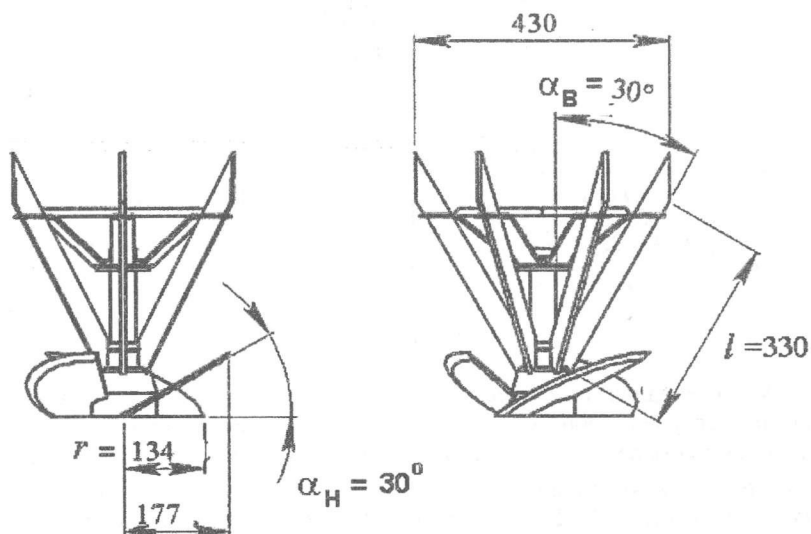


Рис. 2. Конструкция ротора плуга

Наибольшая производительность пахотного агрегата может быть достигнута при определенной скорости движения и ширине захвата плуга. Скорость движения, ширина захвата плуга с комбинированными рабочими органами выражаются из уравнения (1) баланса мощности двигателя энергетического средства, представляющего распределение эффективной мощности на преодоление различного рода сопротивлений и на полезную работу.

$$\begin{aligned}
 & \left(N_n \eta_n - \frac{aB(l(2,3+1,133v)^3 + dv^2)}{\eta_a} \right) \eta_{mp} = \\
 & = \frac{1}{1 - a_0 \left(\frac{\frac{aB(k_0 + \varepsilon v^2)}{(M_m + 0,3(qB^2 + m_0))g} + f}{\phi_{\max}} \right)^3 - } \times \\
 & \times \frac{(aB(k_0 + \varepsilon v^2) + M_m g f) v}{-b_0 \left(\frac{\frac{aB(k_0 + \varepsilon v^2)}{(M_m + 0,3(qB^2 + m_0))g} + f}{\phi_{\max}} \right)^2 - c_0 \left(\frac{\frac{aB(k_0 + \varepsilon v^2)}{(M_m + 0,3(qB^2 + m_0))g} + f}{\phi_{\max}} \right)},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где N_n — номинальная мощность двигателя; η_n — степень загрузки двигателя; a — глубина обработки почвы; B — ширина захвата плуга, м; v — скорость движения, м/с l, d — эмпирические коэффициенты, определяющие удельную мощность, потребляемую активными рабочими органами плуга; η_{mp} — КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии трактора; η_a — КПД, учитывающий механические потери при передаче мощности от двигателя к активным рабочим органам плуга; k_0, ε — эмпирические коэффициенты, определяющие удельное тяговое сопротивление плуга; M_m — масса трактора; g — ускорение свободного падения; q, m_0 — эмпирические коэффициенты массы плуга; a_0, b_0, c_0 — постоянные коэффициенты, определяемые из кривых буксования; f — коэффициент сопротивления качению; $\phi_{\max}$ — максимальное значение коэффициента использования сцепного веса.

Выявленные энергетические и эксплуатационные показатели тракторов «БЕЛАРУС» (номинальная мощность двигателя, масса, кривые буксования, сопротивление перекачиванию, потери в трансмиссии) и плуга с комбинированными рабочими органами (тяговое сопротивление, мощность, потребляемая активными рабочими органами и потери в их приводе) позволяют установить основные параметры и режимы работы пахотного агрегата.

Для получения высоких эксплуатационных характеристик агрегата необходимо, чтобы наибольшая производительность достигалась при наибольшем общем коэффициенте полезного действия (КПД) трактора, представляющим отношение мощности затраченной на выполнение технологического процесса к эффективной мощности двигателя

$$\eta = \frac{aB((1(2,3+1,333v)^3 + dv^2) + (k_o + \varepsilon v^2)v)}{N_n \eta_n} \quad (2)$$

Выражая из уравнения (1) скорость движения агрегата при заданной ширине захвата плуга определяется производительность пахотного агрегата, общий коэффициент полезного действия (КПД) по формуле (2) и строятся графические зависимости производительности от скорости движения. В расчетах использованы данные [1, 2] и характеристики тракторов «БЕЛАРУС». Результаты расчетов представлены на рисунке 3, в виде потенциально-эксплуатационных характеристик, и в таблице 1.

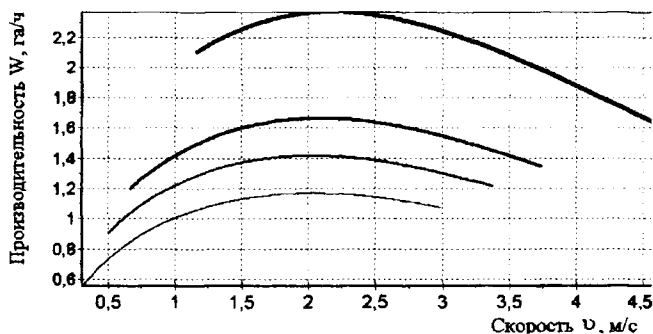


Рис. 3. Зависимость от скорости движения производительности плуга с комбинированными рабочими органами в агрегате с трактором:

— БЕЛАРУС 1021; — БЕЛАРУС 1221; — БЕЛАРУС 1523; — БЕЛАРУС 2022.

Анализ результатов расчета (рисунок 3, таблица 1) показывает, что у пахотного агрегата, включающего плуг с комбинированными рабочими органами и трактор «БЕЛАРУС» наибольшая производительность и наибольший общий КПД будут достигаться практически при одной и той же скорости движения, т.е. обеспечиваются повышенные эксплуатационные показатели. В таблице 1 представлены рекомендации по выбору ширины захвата плуга с комбинированными рабочими органами и передачи КПП трактора для достижения высоких эксплуатационных показателей пахотных агрегатов.

Таблица 1 - Результаты расчета эксплуатационных характеристик плуга с комбинированными рабочими органами в агрегате с тракторами «БЕЛАРУС»

Марка трактора	Наибольшая производительность агрегата		Наибольший общий КПД трактора		Рекомендация	
	Скорость движения v , м/с	Ширина захвата плуга B , м	Скорость движения v , м/с	Ширина захвата плуга B , м	Передача КПП трактора	Ширина захвата плуга B , м
БЕЛАРУС 1021	2,02	1,61	2,04	1,59	2п 2д	1,6
БЕЛАРУС 1221	2,02	1,95	2,05	1,92	2п 2д	2,0
БЕЛАРУС 1523	2,17	2,13	2,30	2,01	3п 2д	2,0
БЕЛАРУС 2022	2,38	2,75	2,64	2,46	1п 3д	2,4

Таким образом, дальнейшая работа по созданию и использованию для основной обработки почвы плугов с комбинированными рабочими органами в агрегате с энергонасыщенными тракторами «БЕЛАРУС» будет представлять собственное направление в сельскохозяйственном машиностроении Республики Беларусь и позволит сэкономить в масштабе страны огромное количество энергии и материальных средств непроизводительно расходующихся на многократные проходы тракторных агрегатов по полю с целью доведения качественных показателей вспашки до требуемых агротехникой.

1 Мисуно О.И. Влияние скорости движения и ширины захвата плуга на энергетические и качественные показатели агрегата на основе МЭС // Совершенствование почвообрабатывающих машин и агрегатов. Сб. научн. трудов, Горки, 1990

2. Повышение эффективности работы тракторов «Беларус» на вспашке/ Мисуно О.И., Легенький С.А., Осирко А.И. «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». — Мн., 2007. С. 142-148.

УДК 631.312.044

НЕ РАНО ЛИ ВЫБРАСЫВАТЬ ПЛУГ?

Мисуно О.И., к.т.н., доцент; Легенький С.А., инженер;

Осирко А.И., инженер

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

Ежегодно только на подготовку почвы к посеву у нас в стране затрачивается не менее 310 тыс. т дизельного топлива, а на возделывание и уборку одного гектара (га) зерновых при урожайности 30 ц/га расходуется от 140 до 160 кг топлива. Поэтому с целью снижения затрат на производство продукции в последние годы многие хозяйства все активнее переходят на различные варианты «минимальной» и даже «нулевой» обработки

почвы всячески стараясь отказаться от плуга. Именно в нем некоторые агрономы видят основного виновника своих бед. Сама идея минимальной обработки почвы хороша и очень заманчива. А вот за этой заманчивостью иногда и не видно дальнейших проблем возникающих или могущих возникнуть у нас. Между тем сама практика ставит множество острейших вопросов, и, прежде всего – как должны в этих условиях измениться системы обработки почвы и защиты растений? К великому сожалению, должной научной оценки данного явления у нас ещё не дано.

И сейчас задается почти извечный крестьянский вопрос: «Так все же пахать или не пахать?» И не случайно из-за этого вопроса уже десятки лет спорят ученые и практики и не только в Беларуси, но и в России и других странах, и эта дискуссия особенно обострилась сейчас, когда сельское хозяйство страны находится на переломе. Рыночная экономика заставляет крестьян искать все возможные пути для снижения затрат в земледелии, отсюда такой большой интерес к «нулевке» и «минималке».

Обработка почвы должна создать благоприятные условия для появления всходов, размещения корневой системы, сохранения влаги, для получения максимального эффекта от внесенных удобрений. Кроме того, обработка почвы необходима также для более полного уничтожения вредных объектов. Таким образом, правильная обработка почвы как бы создает фундамент, каркас для всех последующих мероприятий. И наоборот, если вспахать кое-как, с большими глыбами и огрехами, а потом ещё и кое-как посеять – то все последующие вложения сил и средств не дадут должного эффекта.

Еще в 60-х годах прошлого века было доказано, что «минималка» сокращает сроки обработки и затраты в растениеводстве в 2 – 3 раза. В большинстве случаев повышения урожайности сельскохозяйственных культур нет вообще, а чаще всего дает даже меньший урожай, но при этом и затраты меньшие, а в целом получается примерно полутора кратный экономический эффект. Таким образом, основным и определяющим фактором применения минимальной обработки почвы сейчас является экономическая сторона — себестоимость единицы продукции.

Основными доводами сегодня сторонников минимальной обработки являются, во-первых, что плуг не подготавливает поле к посеву за один проход, и, убирая его из технологического процесса, мы просто сокращаем количество проходов техники по полю, и уже одно это снимает множество проблем - происходит естественное разуплотнение почвы и под действием климатических факторов, она достигает равновесной плотности. И тогда возможно за весь сезон обойдемся, чуть ли не одной предпосевной культивацией. И вот здесь наступает заблуждение. Мы стараемся оторвать, заменить одну операцию (в данном случае пахоту) на другую в дальнейшем не меняя всей технологии. «Минималка» потому и называется

ся технологией, так как все звенья её от обработки почвы посева-посадки и до уборки урожая тесно увязаны между собой.

Следует отметить, что на почвах с содержанием гумуса менее 3,7%, а это почти все минеральные почвы Беларуси, даже однократное уплотнение приводит к значительной плотности и последующие за ним замораживания, оттаивания и высушивания изменяют ее незначительно. Иногда необходимо несколько лет, чтобы почва пришла в равновесное состояние. Почв с высоким содержанием гумуса, легких по механическому составу в Беларуси очень мало. А преобладающие у нас тяжелосуглинистые и глинистые дерново-подзолистые, серые лесные, бурые и другие почвы даже после однократного сильного уплотнения верхнего пахотного слоя сами уже не восстановятся. Американцам, от которых сначала в Западную Европу, а затем и к нам пришла минимальная технология, в этом отношении повезло значительно больше. Там преобладают почвы с высоким содержанием гумуса, которые по природе своей способны к естественному разуплотнению за более короткий срок. Вот поэтому не стоит слепо переносить американские технологии на наши поля. И даже те технологии, которые у наших соседей хорошо и успешно применяются, например в Саратовской или Ростовской областях у нас вполне могут не пойти из-за совсем других природно-климатических, экономических и почвенных условий.

При длительном применении «минималки» существует опасность изменения в худшую сторону фитосанитарной ситуации на полях. При такой технологии происходит искусственная концентрация семян сорняков и возбудителей болезней в верхнем слое почвы. Так, например, при вспашке уничтожается до 65 % малолетних сорняков – заделанные на глубину борозды, они не могут прорасти до поверхности почвы, то при «минималке» они остаются на поверхности поля, где успешно прорастают. Кроме того, семена и корневища многолетних корнеотпрысковых сорняков при такой обработке накапливаются на поверхности почвы. Для этого можно привести такой пример, о котором либо не знают, либо сознательно умалчивают сторонники-проповедники минимальной обработки почвы. В 80-х годах, пионер отказа от отвального плуга, почетный академик ВАСХНИЛ, дважды Герой Социалистического Труда Т. С. Мальцев приезжал в Тимирязевскую академию, к ведущему ученому по борьбе с сорняками Г. С. Груздеву с просьбой-мольбой: «Подскажите, что делать?! Пашню душат осоты!». И это было на паровых участках, где за сезон поле обрабатывали до 8, а то и 10 раз «мальцевскими» безотвальными агрегатами! А пример Мальцева скорее не исключение, когда поля напрочь зарастали сорняками.

Конечно же, многие могут возразить тем, что во времена Мальцева не было таких мощных гербицидов как сейчас, а химпрополкой теперь можно легко заменить одну механическую обработку почвы, а то и 2–3. Но

сколько же при этом будет экономия денежных средств и времени! На это возразить можно тем, что уже давно опытным путем доказано — химобработка заменяет не более двух механических операций и только в борьбе с сорняками, а ведь есть ещё операции направленные на решение других задач — рыхление, например.

И коль мы ранее затронули США, то стоит напомнить о существовании там Службы охраны почв, которая не только очень хорошо развита и имеет огромный авторитет, но и обладает широчайшими правами в наложении больших штрафов, которые буквально разоряют нерадивого земледельца. И фермеры привыкли прислушиваться к рекомендациям этой службы и неукоснительно их выполняют, иначе в случае деградации почв, сильного засорения и т.д. они могут просто «вылететь в трубу». А теперь сравните с Беларусью, где в 43 районах в 2002 году был зафиксирован отрицательный баланс гумуса, или с Россией, где на большей части площади отмечается отрицательное сальдо гумуса. В США такие явления в принципе невозможны - когда целые поля забрасываются, зарастают бурьянами и становятся рассадниками сорняков. У нас же это происходит, увы, сплошь и рядом. А с этих заброшенных массивов в дальнейшем идет постоянное возобновление засоренности обрабатываемых полей.

Ученые России отмечают, что при отказе от применения плуга существенно изменяется агроценоз - на смену одним сорнякам, с которыми уже научились бороться, приходят другие, ранее неведомые нам. Такое уже отмечалось на целине в 60-х годах прошлого века при внедрении плоскорезов.

Уже на второй и третий год в посевах появляются многолетние сорняки. Становится проблемой, например, выюнок полевой. Поверхностная обработка почвы создает благоприятные условия для размножения этого сорняка. А сильных послевсходовых гербицидов против него фактически нет, к тому же выюнок появляется обычно после гербицидной обработки. Корневая система у него мощная, и когда мы оставляем нетронутым подпахотный слой, он прекрасно перезимовывает. А сейчас, когда из-за финансовых трудностей многие хозяйства вынужденно отказываются от плуга, овсюг появился даже в Подмоскowie, где его никогда ранее не было.

При постоянном возделывании зерновых в верхнем слое распыляются структурные агрегаты почвы, тем самым ухудшаются ее физические свойства, снижается плодородие, поскольку из года в год именно отсюда растения «тянут» питательные вещества. Нижележащие слои остаются уплотненным, и корневой системе растений с каждым годом все труднее и труднее пробиться туда. Таким образом, мы фактически при этом не используем потенциальный баланс плодородия почвы по глубине слоя.

В подтверждение наших слов можно напомнить про опыты, проведенные в МСХА им. Тимирязева в 80-х годах прошлого столетия под руко-

водством А.И. Пупониной, в которых в типичном севообороте сравнивались различные системы обработки почвы, в том числе отвальная, минимальная и нулевая. В них установлено, что уже на 5–7-й годы минимальной обработки плодородие дерново-подзолистой почвы достоверно снижалось на 13 – 15 %, а с ним и урожай. При этом было четко показана причина, по которой это происходит. Верхняя часть пахотного слоя при однородной обработке постепенно истощается и здесь снижается микробиологическая активность, потому что при уплотнении почвы начинают преобладать анаэробные процессы, накапливаются семена сорняков и возбудители болезней. Так вот, вспашка, хотя бы раз в три-четыре года, позволяет снова отрегулировать эти процессы и восстановить почву для будущих урожаев.

Не будем забывать и об экологическом аспекте отвальной обработки. При «минималке» вопросы экологии обостряются. При такой обработке остаточные количества примененных пестицидов (по опытным данным — от 50 до 75 %) накапливаются в самом верхнем слое почвы. Они разносятся ветром и смываются дождем, от чего усиливают загрязнение окружающей среды. Поэтому отвальная вспашка необходима так же и для того, чтобы более равномерно распределить эти остатки во всем пахотном горизонте и этим ускорить их разложение.

Если же рассмотреть существующие сельскохозяйственные машины, то можно сделать заключение о том, что отечественные орудия в большинстве своем к «минималке» непригодны. Или нулевая обработка с прямым посевом в стерню — для этого нужна соответствующая сеялка, очень дорогая, да и ее непросто применить, для ее нормальной работы нужно выполнить массу требований, прежде всего, иметь хорошо выровненные поля и т. д. В целом, в большинстве своем наши хозяйства пока не готовы к правильному внедрению минимальной технологии обработки почвы, не говоря уж о нулевой. А с разбитым парком устаревшей отечественной техники за внедрение «минималки» лучше не браться. Да, мы на выставках любимся замечательными западными машинами, которые иногда действительно позволяют до минимума сократить количество проходов по полю, но добиться того же разбитыми, морально устаревшими отечественными орудиями — невозможно. Только землю покалечим и дискредитируем хорошую идею. Нельзя техникой, которая была создана для совсем других условий земледелия, пытаться внедрить новую современную эффективную ресурсосберегающую технологию.

Таким образом, реальное сельскохозяйственное производство должно вестись в рамках целостной системы земледелия, и успех достигается, когда в ней все звенья сбалансированы. Нельзя выхватывать какое-то отдельное звено, пусть и очень важное, наспех заменять его другим и при этом рассчитывать на большой успех.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА С УЧЕТОМ СОЦИАЛЬНОЙ ПОТРЕБНОСТИ

*Мисун Л.В., д.т.н., профессор; Гурина А.Н., аспирантка
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

Деятельность специалиста по охране труда является принципиально инновационной, так как имеет характерную особенность – разновидность преобразующей деятельности, доминирующей в техногенном обществе. Динамизм современного мира обуславливает сокращение границ применения деятельности репродуктивной, ориентированной на традицию и освоенные технологии, и расширяет применимость инновационной активности в обеспечении безопасности труда [1].

Специалист по охране труда должен обладать способностью синтезировать и осуществлять нововведения, пополнять свои знания в течение всей трудовой жизни и адаптироваться к быстрым технологическим изменениям на мировом рынке. Актуальность развития перечисленных способностей диктуется особенностями рыночной экономики, в условиях которой профессиональное будущее человека не столь определено, в силу чего учебным заведениям приходится предлагать подготовку по профессиям, имеющим более широкую сферу приложения [2]. Уже в обучении предусматривается необходимость многократной смены профессиональной деятельности, быстрого освоения новых видов навыков и выполнения различных функций.

Непрерывное обучение охране труда является неотъемлемой частью профессиональной подготовки и переподготовки всех работников независимо от стажа их работы, характера и опасности производства, тем более, что большинство несчастных случаев с тяжелыми последствиями на объектах агропромышленного комплекса вызваны недостатками в обучении работников безопасным приемам труда, невыполнением требований по организации и управлению производственной безопасностью на рабочих местах.

Система непрерывного обучения представляет собой единый комплекс, действующий на основе взаимосвязи и координации основных и параллельных, базовых и дополнительных учреждений и предприятий. Это открытая, гибкая и развивающаяся система, позволяющая каждому работнику, на любом этапе его жизни, подключиться к образовательному процессу. Обеспечивается это, прежде всего, преемственностью всех структурных элементов системы (таблица 1) на основе утвержденных единых об-

разовательных стандартов, взаимодополнением различных типов и форм обучения. Такой подход ориентируется на перспективы развития общества и производства, сближение и взаимопроникновение сферы образования и сферы профессиональной деятельности, рассматривает в качестве важнейшего фактора и условия развития этой деятельности повышение образованности каждого человека, развитие его способностей и задатков, их реализацию.

На наш взгляд, существующая система обучения охране труда имеет и ряд недостатков:

- система не обладает четкой организационной структурой;
- не имеет определенных критериев своего функционирования;
- не имеет достаточно жесткого регламента по регулированию учебного процесса;
- звенья обучения (в учебных заведениях; на производстве; при повышении квалификации) носят фрагментарный характер, не представляют собой систему планомерного обучения.

Таблица 1 — Характеристики основных звеньев процесса непрерывного обучения

Аспект рассмотрения	Характеристика основных звеньев процесса непрерывного обучения
1. Цель обучения	Ориентируется на целостное развитие субъекта деятельности на протяжении всей его жизни, на повышение возможностей трудовой и социальной его адаптации в быстроменяющемся мире. Имеет целью развитие способностей работника, его стремлений и возможностей самосозидания, разностороннего саморазвития.
2. Содержание обучения	Содержание обучения ориентируется на опережающее отражение проблем развития общества, производства, науки, культуры, других сфер социальной практики. Предполагает преемственность и многовариантность профессионального обучения, основу которого составляет фундаментализация обучения, а также усиление внимания к методологической его составляющей. Помимо самих знаний, умений, навыков в содержание входит сам процесс, опыт их приобретения и практического применения, пути и способы самостоятельного добывания, поиска и открытия, самообразования – «личностный опыт» как компонент содержания обучения.
3. Методы и формы непрерывного обучения	Обучающийся является преимущественно субъектом производственного процесса. Доминируют продуктивные, активнотворческие методы обучения, предполагающие самостоятельную и творческую деятельность проблемно-практического характера, имеющие целью дать не только знания, но и опыт их самостоятельного добывания. Обучение позволяет двигаться вперед, осваивая необходимое содержание и технологии в соответствии с государственными образовательными стандартами.
4. Результат	Готовность к универсальной деятельности.

Важнейшим направлением повышения безопасности агропроизводства является совершенствование процесса обучения работников АПК по охране труда, а особенностью такого подхода является то, что даже при относительно высоких знаниях всех обучаемых и низких знаниях всего одного-двух из них, последние могут косвенно, но с большой вероятностью привести к несчастным случаям. Поэтому для оценки знаний специалиста по охране труда непосредственно на производстве не должен применяться критерий «знает плохо», тем более «не знает». Адаптация такого подхода системы подготовки по охране труда должна осуществляться по двум параметрам – состоянию знаний обучаемого и скорости усвоения материала [3]. Осуществляющий подготовку (переподготовку) преподаватель по охране труда должен научить обучаемых тому, что знает и умеет сам, что требуют нормативно-правовые и другие документы по охране труда. Для реализации такого подхода необходимы не только высокие профессиональные знания, но и знания педагогики, психологии, методики обучения.

Для реализации обучающей системы, с учетом социальной потребности, должны быть поставлены и решены следующие андрагогические задачи [4]:

- формирование установки на субъектную позицию в процессе профессионального становления;
- помощь в самоопределении будущего специалиста в профессиональном пространстве;
- овладение логикой продвижения в профессии;
- предъявление будущему специалисту эталонных моделей профессионального поведения, деятельности, отношений, служащих ориентиром для самооценки и самосовершенствования;
- формирование в ходе обучения опыта партнерства, сотрудничества;
- стимулирование процессов (само)воспитания, ориентированного на осознанную наработку и закрепление необходимых в профессии личностных качеств и характеристик;
- создание комплексных предпосылок к непрерывному образованию.

Одной из важнейших задач подготовки (переподготовки) работников АПК по охране труда является нахождение оптимальной совокупности факторов, позволяющей добиться высоких результатов при обучении. Большое число факторов различной природы, влияющих на эффективность подготовки (переподготовки) по охране труда, делает целесообразным постановку отсеивающих экспериментов. Отсеивающие эксперименты позволяют выявить существенные факторы, влияющие на эффективность подготовки (переподготовки) кадров по охране труда. На первом этапе исследований были определены оптимальные профессиональные и личностные параметры «идеальных» слушателей, обладающих высокой способностью к усвоению теоретических и практических знаний по охра-

не труда. Определяющим качеством слушателей является инженерное базовое образование. Это связано с тем, что глубокое понимание принципа работы машин и механизмов позволяет инженеру по охране труда проводить эффективные трудовоохранные мероприятия. Личный опыт инженера по охране труда, определяемый, в первую очередь, общим стажем работы и стажем работы в должности инженера по охране труда, также способствует получению хороших знаний в процессе подготовки (переподготовки) и эффективной работе на производстве [3].

На втором этапе исследований была поставлена задача – создать математическую модель, которая позволит управлять и оптимизировать процесс подготовки (переподготовки) кадров по охране труда. В обучающей системе подготовки (переподготовки) специалиста по охране труда одно из условий эффективности его обучения — это максимальное приближение к профессиональной деятельности по методам и средствам, содержанию, постановке целей. Правильная постановка андрагогических задач, а также учет закономерностей обучения взрослых позволяют преподавателю повышать эффективность учебного процесса при постановке целей, построении содержания, выборе методов и средств обучения, а следовательно, способствовать формированию профессиональных компетенций специалистов.

В результате проведенного эксперимента было определено, что наилучшие результаты по усвоению теоретических и практических знаний по охране труда имеют слушатели с базовым инженерным образованием (например, инженер-механик) в возрасте не старше 45 лет и стажем работы в должности инженера по охране труда не менее 5 лет. Была также разработана математическая модель обучающей системы подготовки (переподготовки) кадров по охране труда. Максимальная эффективность усвоения учебного материала ($94,6 \pm 0,6\%$) достигается при интенсивности обучения 52 ч/нед, объеме учебной дисциплины 47 ч и практической составляющей подготовки слушателей $\approx 67\%$ [3].

1. Вавилова, Л.Н. Педагогическая технология повышения эффективности обучения специалистов по охране труда / Л.Н. Вавилова // Геоинформационные технологии в решении региональных проблем: сб. науч. тр. Всероссийский. науч.-практ. конф., М.-Тула, 2002 – С. 71-72.
2. Девисилов, В.А. Подготовка высших профессиональных кадров по безопасности труда: состояние, перспективы развития и совершенствования, требуемые компетенции специалистов / В.А. Девисилов // Организация и учебно-методическое обеспечение обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. – М.: ФГУ «ВУОТ» Росздрав, 2007. – С. 34–53.
3. Мисун, Л.В. Производственный травматизм в агропромышленном комплексе Республики Беларусь и эффективная система обучения охране труда / Л.В. Мисун, А.Н. Леонов, А.Н. Макар // Агропанорама. – 2011. – №3. – С. 43 – 48.
4. Громкова, М.Т. Андрагогика: теория и практика образования взрослых: учеб. пособие для студентов вузов / М.Т. Громкова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 495 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДОИЛЬНЫХ ЗАЛОВ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ. ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

¹Козорез А.С., директор; ²Арешко Д.М. начальник управления;

¹Козорез А.А., инженер

¹ЗАО «ГМС-Промбурвод» г. Минск

²РО «Белагросервис», г. Минск

Животноводство является важной отраслью сельского хозяйства, дающей более половины его валовой продукции. Значение этой отрасли так же определяется большим влиянием на экономику сельского хозяйства, на уровень обеспечения важными продуктами питания. Современный промышленный животноводческий комплекс по производству молока – это высокоавтоматизированное и механизированное предприятие.

Наступает время не только строительства, но и модернизации, реконструкции и расширения работающих животноводческих комплексов и ферм - это задачи ближайшего будущего.

Для решения этих задач ОАО «Завод Промбурвод» имеет:

- опыт в проведении модернизации любой степени сложности и глубины проработки;
- конструкторско-технологическое бюро, гибкость которого позволяет проводить модернизацию молочно-товарных ферм в рамках любых строительных проектов: от старых советских до современных;
- постоянно наращиваемую базу производимых собственными силами запасных частей, которые позволяет существенно снижать затраты на проведение модернизации, ремонта и плановых ТО;
- круглосуточную сервисную службу с собственной связью, транспортом, диагностическим оборудованием;
- специалистов для проведения постоянной работы по обучению персонала как самих молочно-товарных ферм, так и сервисных центров.

Для животноводческой отрасли ОАО «Завод Промбурвод» проектирует, производит и поставяет системы:

- автоматизации доения;
- автоматизации удаления навоза;
- автоматизации водоснабжения и поения;
- санитарного ухода за животными;
- приготовления жидких питательных смесей и сухое кормление в доильных залах.

Остановимся только на одном направлении деятельности – автоматизации доения. Автоматизация доения - это современная электронная система, не требующая установки дополнительных плат управления на доильном месте. Эта система находится в непосредственной связи с персональным компьютером и позволяет реализовывать самые современные программы доения.

Полная информация о процессе доения (например, «запрет доения», «запрет молока») передаётся с персонального компьютера на прибор управления доильным местом и постоянно находится в распоряжении обслуживающего персонала. Все показания выводятся на дисплей. После нажатия кнопки «старт» весь процесс доения проходит автоматически.

ОАО «Завод Промбурвод» развивает свои технологии на основе потребностей животных, операторов и фермеров. Предприятие не гналось за производством самого дешевого оборудования, но и в то же время обращало свое внимание на реализацию наиболее экономически выгодного продукта. На основе этого совместно с фирмой Ites Германия разработало высококачественные и высокотехнологические доильные установки с высоким технологичным содержанием при явной экономической выгоде. Оснащает свои установки системами компьютерного управления стадом.

Наше предприятие предлагает и производит современные, высокотехнологичные установки доения:

- в молокопровод с применением компьютерного управления;
- передвижные с применением молокоохладителя и компьютерного управления;
- типа Ёлочка и Ёлочка с быстрым выходом;
- типа Параллель и Карусель.

Производимое доильное оборудование рассчитано на работу с дойными стадами с поголовьем от 200 до 1200 голов и продуктивностью свыше 4000 кг молока за лактацию.

Установки доения в молокопровод применяется в стадах с поголовьем от 50 до 200 голов. В зависимости от желания заказчика доильные установки в молокопровод комплектуются доильными аппаратами с различными приборами управления доением. Приборы управления доильным местом в зависимости от модели обладают различным набором функций. Также существует возможность оснащения доильных аппаратов цилиндром съёма, что значительно облегчает работу доярки и ускоряет процесс доения.

Применение компьютера для управления процессом доения в доильных установках типа «молокопровод» даёт широкие возможности контроля надоя молока, его количества и прочих показателей. Работы компьютера в данных типах доильных установок налажена по аналогии с работой компьютера в доильных установках «Ёлочка». Процесс проходит по сле-

дующему алгоритму: перед надеванием доильного аппарата номер животного вводится при помощи клавиатуры; после дойки информация о количестве надоенного молока и номер животного сохраняются прибором; во время промывки приборы присоединяются к компьютеру для передачи данных; компьютер автоматически сохраняет все данные, зафиксированные приборами; обработка данных в компьютере производится по той же программе, что и в доильных установках «Ёлочка», возможна обработка данных по каждому животному, обработка данных по группам животных даёт возможность контролировать работу доярки.

Передвижные доильные установки предназначены для доения коров на пастбище, охлаждению молока и его временного хранения до перевозки на дальнейшую переработку. Установка имеет автоматическую промывку молокоохладительной системы, промывку доильного оборудования и молокопровода. В передвижных доильных установках также применены те же приборы и компьютера для управления процессом доения.

Доильные установки «Ёлочка» – классический вариант залов доения для современного молочного хозяйства, в течение десятилетий доказывающий свою прочность и эффективность, благодаря преимуществам индивидуального оснащения доильного места и отличной пропускной способности. Блочная система оборудования делает возможной реализацию различных размеров залов доения от 2х4 до 2х18 мест.

Следует отметить высокую пропускную способность производимых нашим предприятием доильных установок. Средняя пропускная способность одного доильного места доильной установки 2х12 составляет 5 проходов в час. Соответственно время доения стада из 400 голов составит 3 часа [1].

Пропускная способность доильных установок может быть увеличена посредством применения системы быстрого выхода (УДА-Ё-БВ). Эта система представляет собой фронтальное ограждение, поворачивающееся на 360 градусов. Она позволяет животным одновременно покидать доильное помещение. При больших доильных помещениях и поголовье это обеспечивает существенную экономию времени. Для привода системы используется тормозной двигатель с червячной передачей. Вращение системы направлено в противоположную от животных сторону.

Весьма важным фактором является то, что, конструкция доильной установки разработана с учётом физиологических особенностей животных. Расположение металлоконструкций в доильном зале даёт возможность свести до минимума вероятность травматизма животных. Это особенно важно на стадии привыкания животных к доильному залу, поскольку именно на этом этапе отмечается наиболее высокий уровень травматизма животных.

Возможность доения на низком уровне вакуума также благоприятно сказывается на здоровье животных, в частности на здоровье вымени. Щадящее доение позволяет избежать заболеваний вымени, приводящих к снижению надоев и ухудшению качества молока [2].

Все узлы и системы доильной установки находятся в постоянном взаимодействии друг с другом. Безотказная работа каждой из этих систем в частности обеспечивает безукоризненную работу доильной установки в целом.

Оборудование доильной установки включает в себя молочные посты, систему управления процессом доения и промывки, вакуумную установку и молокоприемник.

И подводя итоги по доильным установкам «Елочка», еще раз определим их преимущества:

- наилучшее решение относительно комфорта оператора и физиологических особенностей животного;
- высокая пропускная способность, особенно с быстрым выходом;
- низкий риск травмирования доярок.

И как недостаток этих установок – ограничения по длине и площади.

Доильные установки «Параллель» предназначены для автоматизированного доения стада с поголовьем более 400 голов и поставляется в различных вариантах технического оснащения с количеством мест доения от 2х4 до 2х24, а при необходимости и большего количества доильных мест.

Доильные установки «Параллель» обеспечивают высокую пропускную способность, благодаря широкой зоне входа, быстрому выходу и коротким рабочим путям доярки. Условия труда для доярок являются удобными и безопасными.

Преимущества доильных установок «Параллель»:

- минимальная потребность в производственных площадях для доильного зала;
- высокая пропускная способность, благодаря быстрому выходу и быстрой смене групп животных;
- надежная фиксация животных;
- самые стабильные соотношения вакуума, благодаря очень короткому молочному шлангу;
- хорошая производительность доения;
- короткие рабочие пути для доярки;
- наилучшее решение для оптимизации пространства;
- нет теоретических ограничений по количеству мест.

Недостаток: менее естественное доение для животных.

Доильная установка «Карусель» - воплощение конвейерного типа производства молока. Главное отличие такой доильной установки – умень-

шенный до нуля фронт доения за счет того, что животное само подъезжает к оператору на подвижной платформе, в то время как оператор подключает доильные аппараты, оставаясь на своем месте.

Доильная установка «Карусель» облегчает работу с группами животных, упрощает работу оператора машинного доения, снижает затраты на сервисное обслуживание.

Наиболее высокая эффективность доения на карусели может быть достигнута при выравнивании стада по строению вымени и скорости молокоотдачи.

Преимущества доильной установки «Карусель»:

- высокая интенсивность работы или индустриализация процесса доения;
- поточная технология;
- максимальная производительность из расчета обслуживаемого поголовья одним оператором в единицу времени;
- эффективная работа, не зависящая от численности зоотехнических групп в стойловом помещении;
- может гарантировать высокое количество голов в час (в зависимости от количества мест);
- необходимо использовать как минимум трех операторов.

Недостатки доильной установки «Карусель»:

- повышенные требования к проведению строительных работ;
- повышенные требования к выравниванию стада по продуктивности, молокоотдаче и строению вымени;
- высокая стоимость из расчета на один доильный пост;
- риск упустить животных из поля зрения в процессе доения.

Автоматизированные доильные установки производства ОАО «Завод Промбурвод» соответствуют высоким техническим стандартам. Все узлы и составные компоненты являются надёжными в работе и не требуют частого и трудоёмкого технического обслуживания, обладая при этом высоким уровнем ремонтопригодности. Совокупность этих факторов делает продукцию весьма конкурентоспособной и востребованной на белорусском рынке.

1. Козорез А.С. Доильное оборудование, изготавливаемое на ОАО «Завод Промбурвод» // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. Доклады республиканской научно-практической конференции на 17-й Международной специализированной выставке «Белагро-2007», г. Минск, 6-7 июля 2007 г. ч.2. Минск, 2008. С. 114...120.

2. Колончук М.В., Миклуш В.П., Самосюк В.Г. Доильное и холодильное оборудование: особенности конструкций и технический сервис. – Мн.: УМЦ Минсельхозпрода. 2006. – 242 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ФЕРМЫ КРС УЧХОЗА УО «БГСХА»

*Добышев А.С., д.т.н., профессор; Гайшун И.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки*

Одна из специфических сфер использования электрической энергии - искусственное освещение сельскохозяйственных помещений, облучение и обогрев живых организмов и растений. На предприятиях сельскохозяйственного производства для этого в среднем расходуется 15-25% потребляемой электрической энергии.

В спектре электромагнитных излучений, объединяющим все известные нам электромагнитные волны от самых коротких (гамма-лучей) до самых длинных (частота переменных токов), имеется оптическая часть. Она включает в себя видимые человеческим глазом излучения от фиолетового до красного цвета, а также невидимые - ультрафиолетовые и инфракрасные. Длина волны оптической части спектра составляет: ультрафиолетовые излучения (УФ) - 10-380 нм, видимые (ВИ)-380-760 нм, инфракрасные (ИК) - 760-34000 нм (1 нм = 10^{-9} м). Совокупность выше названных излучений данного источника света называют лучистым потоком. Часть потока излучения, вызывающая световое ощущение, называется световым потоком. При оценке источников света и осветительных установок пользуются основными световыми величинами и единицами их измерения:

– световой поток F сквозь площадку S численно равен количеству энергии W через неё в единицу времени t и коэффициенту пропорциональности K – $F = KW/t$;

– плотность светового потока по освещаемой поверхности определяет освещенность E – $E = F/S$;

– пространственная плотность светового потока в данном направлении определяет силу света I ;

Имеем размерности: световой поток - люмен (лм), освещенность – люкс (лк), сила света - кандела (кд).

В ходе исследований по влиянию света на животных, в частности, на крупнорогатый скот (КРС) было выявлено, что здоровье, плодовитость, обмен веществ и продуктивность животных в значительной мере зависит от света и это влияние нельзя недооценивать. При увеличении продолжительности светового дня до 16 часов в сутки, особенно в осенне-

зимний период, происходит рост молочной продуктивности в среднем на 8%. Дальнейшее увеличение продолжительности светового дня свыше 14-16 часов не даёт позитивных результатов, а ведет лишь к увеличению затрат на электроэнергию. Согласно нормативам продолжительность освещения за счёт применения искусственного света не должна превышать 16 часов в сутки. Эффект повышения молочной продуктивности от увеличения продолжительности светового дня до 16 часов наступает не сразу, а только по истечению 2-4 недель. Необходимо отметить и то, что потребление корма возрастает на 6-8%, поскольку за счёт увеличенной продолжительности светового периода коровы дольше активны и поэтому чаще потребляют корм. Кроме того установлено, что для сухостойных коров, в отличие от лактирующих, оптимальной является продолжительность светового дня 8 часов с последующим переводом на 16-часовой световой день. Определяющей для воздействия света на организм животных является величина освещённости. Увеличение освещённости коровника с 10 до 100 люкс приводит к росту молочной продуктивности коров на 8%. Освещённость должна составлять у поилок и кормового стола от 200 до 300 люкс, а в боксах для отдыха лактирующих коров на уровне головы около 200 люкс. Для тёмного времени суток предполагается свет от экономичных светильников красного цвета мощностью около 10 Вт, обеспечивающие беспрепятственное передвижение коров, а также позволяющее выполнять контрольный обход и не беспокоить при этом отдыхающих животных.

Наряду с позитивным влиянием освещённости на здоровье и продуктивность животных необходимо во всех случаях учитывать вопросы обеспечения безопасности труда обслуживающего персонала. В животноводстве, как и в целом в сельском хозяйстве, необходимо ещё многое сделать в этом направлении. Свет оказывает также влияние на качество выполнения работ как внутри коровника, так и на доильной установке. Освещение помещений должно по возможности осуществляться за счёт естественного света. Поэтому при планировании новых или реконструкции старых помещений необходимо обращать внимание на то, чтобы через достаточно большие световые проёмы в коньке крыши и боковых стенах помещения во все участки коровника, включая и те, которые предназначены для отела, проникало как можно больше естественного света.

Исходя из выше изложенного, и была поставлена задача определения фактической освещённости различных участков молочной фермы КРС Учхоза «БГСХ» (таблица 1).

Таблица 1 - Фактическая освещенность и нормы освещенности участков фермы (люкс)

Наименование объекта	Расстояние от пола, м	Утренняя дойка 06.07.2010 г.		Вечерняя дойка 07.07.2010г.		Минимальные нормы освещенности
		Естественная освещенность	Искусственная освещенность (лампы накаливания)	Естественная освещенность	Искусственная освещенность (лампы накаливания)	
Коровник привязного содержания						
1. с дойкой в стойлах						
- на вымени коровы	0,5	-	23	-	21	20
-в кормушках	0,5	-	22	-	20	15
2. с дойкой на доильной площадке						
-по оси навозного прохода	0,5	-	22	-	21	15
Коровник беспривязного содержания						
-на поверхности автопоилок	0,5	1	14	-	12	10
-на всей остальной площади	0	-	13		13	5
Телятники и помещения для молодняка						
- в проходе	0	11	-	10	-	10
- в центре отсеков и клетках	0	18	-	15	-	10
Доильная площадка						
- на полу	0	-	21	-	21	30
-на вымени	0,5	-	20	-	20	20
Молочный блок						
-помещение для первичной обработки и хранения молока		-	25	-	25	30
-моечная в ванне для фляг	0,5	-	45	-	45	30
-вакуум- насос	0	-	60	-	60	30
Пункт искусственного осеменения	0,8	-	30	-	30	100
Родильное отделение						
-на вымени коровы	0,6	14	-	12	-	20
-в кормушке	0,5	15	-	14	-	15
Профилакторий для животных (на поверхности тела животных)	-	17	-	15	-	30
Пункт ветеринарного осмотра животных (на поверхности тела)	-	-	26	-	25	30
Помещение для санобработки животных						
-на рабочих поверхностях	0,8	11	-	11	-	30
-на туловище животных	1,0	12	-	12	-	30
Помещение для отдыха обслуживающего персонала	0,8	-	70	-	70	50
Склад для хранения грубых кормов	0	13	-	12	-	5
Фуражир	0	17	-	15	-	5
Хранилище для картофеля и корнеплодов	0	16	-	16	-	10
Кубовая	0	-	25	-	25	3
Наружная освещенность		3600				

Анализируя полученные данные, можно сделать выводы: требования к осветительным установкам можно разделить на светотехнические и экономические. По светотехническим показателям освещённость в большинстве случаев не соответствует допустимым нормам по участкам фермы: доильная площадка, молочный блок, пункт искусственного осеменения, родильное отделение, профилакторий для животных, пункт ветеринарного осмотра, помещение для санобработки животных, а в остальных случаях освещённость завышена. По экономическим соображениям при применении ламп накаливания приходится много платить за расход электроэнергии на освещение.

Увеличение светового периода до рекомендуемых 16 часов возможно за счёт применения современных экономичных светильников с источниками света в виде люминесцентных ламп, светодиодов,

С использованием электронных реле времени для включения искусственного освещения в утренние и вечерние часы возможно автоматическое, без участия оператора, регулирование длительности светового дня, например, в зимние месяцы утром с 4 до 8 часов и вечером с 16 до 20 часов. Все это приносит и производственно-экономические преимущества, позволяющие увеличить продуктивность животных и получить выгоды в энергосбережении.

1. Применение электрической энергии в сельскохозяйственном производстве. Справочник/под. Ред. П.Н.Листова. М: Колос, 1974-623с.

СКАРИФИКАЦИЯ СЕМЯН МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

Добышев А.С., д.т.н.; Янушко С.В., к.т.н.;

Пузевич К.Л., ст. преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки

Семенной материал многолетних бобовых трав содержит много твердокаменных семян. Твердокаменность семян как биологический признак полезен, так как обеспечивает устойчивость видов бобовых компонентов в травостоях, ведет к появлению новых молодых растений в травостоях в последующие годы по мере прорастания твердокаменных семян. Однако, как хозяйственный признак появления всходов в последующие годы при семеноводстве многолетних бобовых трав нежелательно, так как повлиять на семенную продуктивность эти растения не могут.

Твердокаменность семян необходимо учитывать при определении нормы высева семян. Так свежесобранные семена люцерны посевной,

галеги восточной, донников содержат большой процент семенных бобиков (30-60 %). Они не набухают, но и не загнивают при обычном проращивании. Твердокаменность объясняется непроницаемостью оболочек и рубчика для воды.

Существует определенная зависимость между количеством твердых семян и сроком уборки семян и сроком уборки семенников. Как правило, во втором укосе образуется несколько больше твердых семян, чем в первом.

Многие исследователи считают, что образование твердых семян у люцерны – явление положительное, так как потомство, получаемое от них, обладает повышенной жизнеспособностью и высокой продуктивностью. В почве такие семена могут находиться в жизнеспособном состоянии длительное время. После суровых зим, когда травостой сильно изрежен, начинается массовое прораствание твердых семян и благодаря этому восстанавливается травостой и поддерживается его долголетие.

Результаты исследований многих ученых показывают, что всхожесть свежееубранных семян очень низкая. Число проросших семян с посевов второго года жизни к моменту летнего пожнивного посева составляет 22-36 %. Следовательно, свежееубранные семена люцерны из-за высокого содержания твердых семян нельзя использовать для посева без дополнительной обработки. Наибольшее число твердых семян образуется у растений широкорядного посева. Это объясняется лучшими условиями освещения и более быстрой потерей влаги семенами в период созревания. Количество твердых семян в образцах, в связи с нарушением герметичности оболочек постепенно снижается. После трехмесячного хранения количество твердых семян уменьшается на 20-28, после шести месяцев – на 35-45%. Через шесть месяцев по всем показателям посевных качеств преимущество остается на стороне семян широкорядного и летнего пожнивного посевов. Следовательно, эти способы посева обеспечивают не только урожай семян, но и хорошие посевные качества. Аналогичные результаты были получены при проращивании семян люцерны со второго укоса. Лучшими посевными качествами также обладают семена с пожнивного и широкорядного посевов.

В результате проведенных наблюдений И.А. Довнар установлено, что существенное увеличение процента проросших семян козлятника восточного в лабораторных условиях отмечается при обработке концентрированной серной кислотой в течении 60-90 минут (70,5-84,7%), Несмотря на столь продолжительное воздействие кислотой, выход аномальных проростков не превышал 3%.

В результате скарификации наждачной бумагой прорастало 53,5-69% семян, а при обработке на клеверотерке – 78-84,5%. Воздействие на семена высокой температурой при их погружении в кипящую воду дает высо-

кие результаты только с их последующим охлаждением в холодной воде. Наиболее высокие результаты прорастания (до 68%) были получены при шестикратной обработке мелких партий семян в следующем режиме: погружение на 5 секунд в воду при температуре + 95°C с последующим охлаждением в воде в течении 5 секунд при температуре + 2°C. В 2001 г. изучалась эффективность скарификации путем механического удара семян, помещенных в мешочки, о твердую поверхность. В результате установлено, что прием «импакция» способствовал повышению лабораторной всхожести в 2,9-3,4, полевой – в 3,1 раза.

Аналогичными были результаты и при изучении влияния описанных методов скарификации на полевую всхожесть семян.

Полевая всхожесть семян, обработанных концентрированной серной кислотой, находилась в пределах 30,5-66,5%, а на контрольном варианте – 16,3-18%. При механическом воздействии всхожесть была на уровне 38-59%. В результате обработки семян кипятком (режим 5 секунд) полевая всхожесть составила 45,8-47,3%. Установлено, что при хранении семян после скарификации в течении 30 дней проявляются тенденции к снижению их полевой всхожести.

Чтобы повысить всхожесть свежесобранных семян для летнего посева, их необходимо скарифицировать на специальных машинах (скарификаторе или клеверотерке) которые нарушают твердую оболочку и после этого семена во влажной почве быстро набухают и прорастают.

В настоящее время приемы скарификации семян методом температурной обработки кипятком с последующим охлаждением холодной водой, а так же обработка концентрированной серной кислотой и метод импакции не нашли широкого применения на практике. Отечественная промышленность не наладила производство скарификаторов семян многолетних бобовых трав. В хозяйствах республики применяются скарификаторы польского производства, а также клеверотерки российского производства.

Клеверотерка для проведения скарификации семян клевера состоит из электрического привода, циклона для засасывания клеверного вороха, молотильного барабана с бичами и деками, сепарирующего циклона.

В результате работы засасывающего вентилятора полова клевера воздушным потоком подается в подбарабанье молотильного барабана, где и происходит ее домолот. Освобождение от цветочных оболочек семена клевера через решетку подбарабанья, а также клеверная полова, поступают в циклон-распределитель, где и происходит разделение семян от половы.

В результате вращения барабана бичи ударяют по семенам, вследствие чего бобики разрушаются, а семена освобождаются. Нарушение твердой оболочки семян происходит в результате импакции (удара).

Недостатком этого устройства является отсутствие возможности скарификации голых семян, так как в результате большой частоты вращения барабана они сильно травмируются.

Диаметр деков (отверстий) рассчитан на скарификацию твердокаменных семян клевера и при проведении обработки более крупных по размеру семян, они не проваливаются в решетку деков и сильно травмируются, (размалываются). Наборы деков для скарификации различных по размеру семян не предусмотрены и семена козлятника восточного, люцерны обрабатывать на данном устройстве не представляется возможным.

Известное устройство весьма энергоемко и металлоемко (электродвигатель 7 кВт).

Кафедрой кормопроизводства совместно с кафедрой механизацией животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства разработано принципиально новое устройство для скарификации семян. Результат, достигаемый данным скарификатором, заключается в следующем:

- достигается мягкий режим нарушения твердокаменной оболочки семян различных по размеру многолетних трав;
- снижение металлоемкости и энергоемкости (электродвигатель мощностью 2 и менее кВт);
- повышается эксплуатационная надежность;
- имеется возможность регулировать степень нарушения твердокаменной оболочки в зависимости от вида семян обрабатываемой культуры.

Указанные цели достигаются тем, что на изобретенном скарификаторе нарушение твердокаменной оболочки семян происходит не только за счет удара (импакции) семян крыльчаткой, а так же и за счет скольжения семян по шероховатой поверхности диска, но и удара и скольжения о шероховатую поверхность колец семяприемника.

На рис. 1 показана схема устройства для скарификации семян бобовых трав.

Скарификатор состоит из металлического корпуса цилиндрической формы, внутри которого находится вращающийся вал с закрепленными на нем наждачными дисками. Наждачные диски стянуты флянцами и сжаты распорными втулками, которые зафиксированы гайкой вверху вала. На флянцах горизонтальных дисков приварены крыльчатки. На первом валу – прямая крестообразная; на последующих – изогнутые по ходу движения, S-образные.

На уровне вращения дисков на распорных устройствах закреплены три семяуловителя, выполненных из жести на которых закреплены съемные наждачные полосы. Вся конструкция легко разбирается после ослабления гайки, которая фиксирует диски на валу.

Количество съемных дисков на валу, а также количество съемных наждачных колец на семяприемниках позволяет регулировать степень нарушения твердой оболочки семян (скарификации) в зависимости от вида обрабатываемой культуры. Степень вращения оси с наждачными дисками также можно изменить за счет замены шкивов.

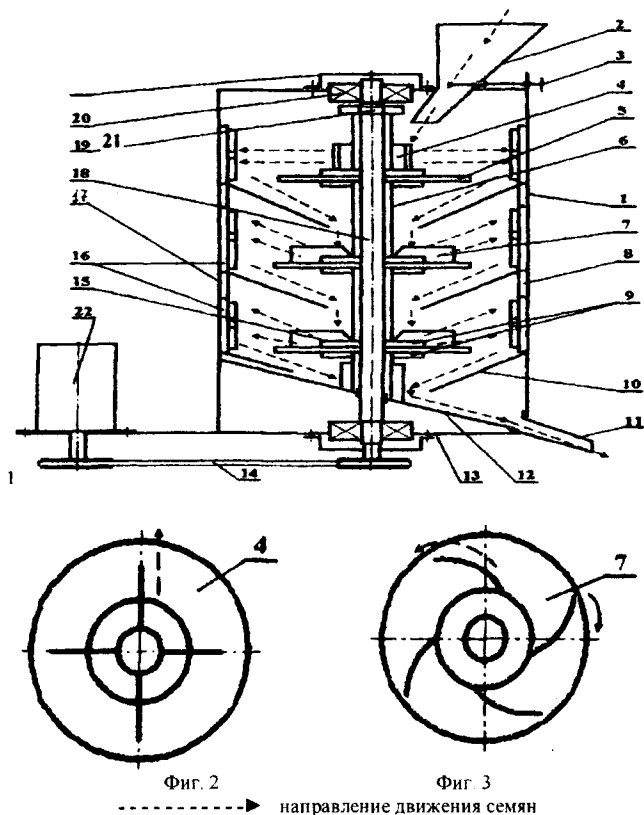


Рис. 1. Схема устройства для скарификации семян бобовых трав:
 1- корпус; 2 - засынная горловина; 3 - задвижка регулировки потока семян; 4 - крыльчатка прямая, крестообразная для равномерного распределения семян; 5 - диск наждачный; 6 - распорная втулка (8 - образная); 7 - крыльчатка изогнутая для скольжения семян; 8 - распорная втулка распределителей семян; 9 - флянцы; 10 - распределитель семян; 11 - съемный лоток; 12 - скатывающий лоток; 13 - основание; 14 - ременная передача; 15 - направляющие канавки; 16 - ленты наждачные для скарификации семян; 17 - распорная втулка; 18 - вал; 19 - зажимная гайка; 20 - подшипник; 21 - крышка подшипника; 22 - электродвигатель 1000 об/мин., 2 КВт

В процессе работы семена многолетних трав попадают на первую распределительную крыльчатку и по наждачному диску скользят, и равномерно распределяясь, ударяются о шероховатую поверхность колец семяприемника. Затем по наклонной поверхности приемника семян, скрываются на S-образную крыльчатку следующего диска. S-образная крыльчатка среднего диска за счет центробежной силы заставляет семена скользить большее расстояние по диску, ударяется о кольца наждачного семяприемника. В результате повреждается твердокаменная оболочка не только за счет удара о шероховатую стенку семяприемника, но и за счет скольжения по наждачному кольцу семяприемника.

На нижнем диске, процесс повторяется, затем семена скатываются по наклонной поверхности в приемник.

Для изучения эффективности работы скарификатора на кафедре кормопроизводства и в Учхозе БГСХА были проведены исследования. Скарификацию проводили на скарификаторе кафедры кормопроизводства и клеверотерке К-0,5. Скарификации подвергались семена многолетних бобовых трав, клевера лугового, галеги восточной, люцерны посевной (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты скарификации семян многолетних бобовых трав на скарификаторах различного типа

Показатели качества семян	Клевер луговой			Галега восточная			Люцерна посевная		
	Контроль	К-0,5	Скарификатор	Контроль	К-0,5	Скарификатор	Контроль	К-0,5	Скарификатор
Энергия прорастания	62	60	66	62	57	79	68	50	80
Всхожесть, в т.ч.	87	80	88	81	59	83	84	57	85
всходов	68	73	86	64	53	77	64	52	80
тврдокаменных	19	7	2	17	6	6	20	5	5
невсхожих	13	20	12	19	41	17	16	43	15
травмированных	4	12	5	4	20	4	3	37	4

Скарификация семян проводилась на клеверотерке в Учхозе БГСХА и совхозе-комбинате «Горки». Показатели качества семян исходного материала соответствовали посевным стандартам и являлись контролем для проведения исследований. В опыте были два варианта обработки исходного материала на клеверотерке К-0,5 и скарификаторе изготовленном на кафедре и работающем в Учхозе БГСХА, д. Паршино. В результате обработки семян установлено, что при обработке клевера лугового на скарификаторе К-05 всхожесть семян была ниже контрольного варианта. Несмотря на снижение твердокаменности с 19,1 до 7% всхожесть снизилась на 7% за счет увеличения числа невсхожих семян, которая вызвана высокой травмированностью семян. Такие же закономерности отличаются на семе-

нах галеги восточной и люцерны посевной. Обработка семян скарификатором, устройство которого предложено кафедрами кормопроизводства и МЖ и ЭСХП, увеличила число всхожих семян на 16% у люцерны посевной, на 13% у галеги восточной и на 12% у клевера лугового.

Таким образом, в результате исследований установлено, что проводить скарификацию семян бобовых трав посевных стандартов на клеверотерке К-0,5 нежелательно, ввиду высокой травмированности семян, что приводит к снижению даже всхожести. На клеверотерке К-0,5 следует проводить обработку вороха семян вышеперечисленных культур, так как семена стандартной влажности (14%) сильно травмируются в результате чего снижается всхожесть.

УДК 631.512.3

ДЕФОРМАЦИЯ ПОЧВЫ РЫХЛИТЕЛЕМ-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ УДОБРИТЕЛЯ

*Нукешев С.О., д.т.н.; Есхожин Д.З., д.т.н., профессор
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан*

Для изучения характера распределения деформации в почве при воздействии на неё рыхлителя-распределителя удобрения целесообразно рассмотреть взаимодействие двугранного клина с почвой. Из механических теорий о состоянии почвы, в частности из теории разрушения почвы известно [1], что максимальные касательные напряжения действуют в плоскости сдвига и направлены под углом 45° к направлению движения рабочего органа – клина. Здесь предполагается, что действующая на клин сила совпадает с направлением движения. Однако этот вывод не учитывает внутренние механические свойства реальных тел, в данном случае почвы.

Для определения характера деформации почвы под действием ножа рыхлителя-распределителя, рассмотрим двугранный клин в плане, изображённый на рис. 1.

Двугранный клин с углом 2α и начальной предполагаемой шириной 2δ , действует на почвенный пласт нормальным давлением N и силой трения почвы о металл F . При достижении в почве предельного напряжённого состояния у носка клина возникает плоскость сдвига $S-S'$ с углом сдвига 2θ . Плоскость сдвига является условной границей между ещё ненарушенной толщей перед клином и уже деформированным слоем почвы $ABCD$.

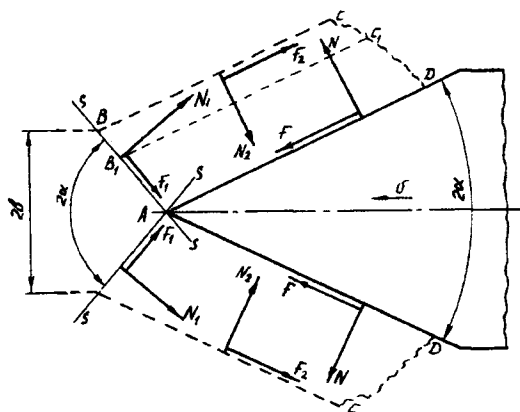


Рис. 1. К исследованию деформации почвы рыхлителем-распределителем

Ненарушенный слой почвы действует на нарушенный нормальным давлением N_1 и силой трения F_1 .

На сторону BC деформированного пласта $ABCD$ со стороны ненарушенной боковой толщи также действуют силы нормального давления N_2 и трения F_2 .

Процесс деформации почвенного пласта вертикальным клином (рис.1), очевидно, будет отличаться от деформации горизонтальным клином.

При работе вертикального клина дневная поверхность далека, плоскость сдвига её не сможет достичь. Условный почвенный пласт $ABCD$ воспринимает давление с трёх сторон – со стороны AD действует клин, со стороны AB – передний недеформированный слой, со стороны BC – боковой недеформированный слой. Лишь сторона DC лишена внешнего воздействия. При этом процесс протекающий в пласте $ABCD$ аналогичен сжатию без бокового расширения. Деформация смятия – уплотнения частиц почвы может достигать высоких величин, особенно у лезвия клина. Произойдет усадка пласта $ABCD$ как в продольном (AD и BC), так и в поперечном (AB и CD) направлениях. Скорости частиц на поверхности клина и при удалении от неё разные, максимальная на AD и минимальная на BC . Вследствие разности скоростей частиц почвы и сил сцепления и трения между ними, возникнут касательные напряжения сдвига. Когда напряжения сдвига достигнут предела прочности, связи между частицами будут разрушены, произойдет сдвиг дальних от клина слоёв частиц по отношению к ближним.

И.А. Тиме, К.А. Зворыкин и др. [2] изучая процесс резания различных пластичных материалов горизонтальным клином (когда плоскость сдвига выходит на дневную поверхность) установили зависимость угла сдвига от углов резания, внутреннего и внешнего трения.

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \frac{\phi + \phi_1 + \alpha}{2}, \quad (1)$$

где: θ – угол сдвига; ϕ, ϕ_1 – угол внешнего и внутреннего трения; α – угол резания.

Для изучения процесса деформаций почвы вертикальным клином, без бокового расширения, рассмотрим равновесие сил, действующих на условный пласт $ABCD$. Проецируя силы на направления N_1 и F_1 получим [1]:

$$N_1 + N \cos(\alpha + \theta) - F \cos\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha + \theta)\right] + F_2 \cos\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha + \theta)\right] - N_2 \cos(\alpha + \theta) = 0 \quad (2)$$

$$F_1 - F \cos(\alpha + \theta) - N \cos\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha + \theta)\right] + N_2 \cos\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha + \theta)\right] + F_2 \cos(\alpha + \theta) = 0$$

$$N \cos(\alpha + \theta) - fN \sin(\alpha + \theta) = N_2 \cos(\alpha + \theta) - f_1 N_2 \sin(\alpha + \theta) - N_1; \quad (3)$$

$$N \sin(\alpha + \theta) + fN \cos(\alpha + \theta) = N_2 \sin(\alpha + \theta) + f_1 N_2 \cos(\alpha + \theta) + f_1 N_1.$$

где f – коэффициент трения почвы о металл.

Выделим из (3) N :

$$N = \frac{N_2 [\cos(\alpha + \theta) - f_1 \sin(\alpha + \theta)] - N_1}{\cos(\alpha + \theta) - f \sin(\alpha + \theta)};$$

$$N = \frac{N_2 [\sin(\alpha + \theta) + f_1 \cos(\alpha + \theta)] + f_1 N_1}{\sin(\alpha + \theta) + f \cos(\alpha + \theta)}.$$

Приравняв последние два равенства преобразуем:

$$N_2 (f - f_1) = N_1 [(1 - ff_1) \sin(\alpha + \theta) + (f + f_1) \cos(\alpha + \theta)]. \quad (4)$$

Нормальные давления в плоскостях лобового и бокового сдвигов N_1 и N_2 в (4) можно выразить через силы трения на них:

$$\begin{aligned} F_1 &= f_1 N_1 = \tau_s \cdot S_{cd}; & N_1 &= \frac{\tau_s}{f_1} \cdot S_{cd}; \\ F_2 &= f_1 N_2 = \tau_s \cdot S_{cdб}; & N_2 &= \frac{\tau_s}{f_1} \cdot S_{cdб}. \end{aligned} \quad (5)$$

где: τ_s - касательное напряжение в плоскостях сдвига; S_{cd} - площадь плоскости лобового сдвига; $S_{cdб}$ - площадь плоскости бокового сдвига.

Площади сдвигов можно рассчитать через их параметры:

$$S_{cd} = \frac{\epsilon h}{\sin \theta}; \quad S_{cdб} = l \cdot h, \quad (6)$$

где ϵ - полуширина клина; h - глубина обработки; l - длина лезвия клина.

Подставляя (6) в (5) получим:

$$N_1 = \frac{\tau_s}{f_1} \cdot \frac{\epsilon h}{\sin \theta}; \quad N_2 = \frac{\tau_s}{f_1} \cdot l \cdot h. \quad (7)$$

Подставим (7) в (4):

$$\begin{aligned} \frac{\tau_s}{f_1} \cdot \frac{\epsilon h}{\sin \theta} \left[(1 - f_1) \sin(\alpha + \theta) + (f + f_1) \cos(\alpha + \theta) \right] &= \frac{\tau_s}{f_1} \cdot l \cdot h \cdot (f - f_1); \\ \sin \alpha \left[(1 - f_1) \sin(\alpha + \theta) + (f + f_1) \cos(\alpha + \theta) \right] &= (f - f_1) \sin \theta, \end{aligned} \quad (8)$$

где: $\sin \alpha = \frac{\epsilon}{l}$ - синус угла заострения клина.

В (8) преобразуем квадратную скобку:

$$\left[(1 - f_1) \sin(\alpha + \theta) + (f + f_1) \cos(\alpha + \theta) \right] = \rho \sin(\theta + \alpha + \tau) = \rho \sin(\theta + \chi), \quad (9)$$

где:

$$\begin{aligned} \rho &= \sqrt{(1 - f_1)^2 + (f + f_1)^2} = \sqrt{1 + f^2 + f_1^2 + (f f_1)^2}; \\ \cos \tau &= \frac{1 - f_1}{\rho}; \quad \sin \tau = \frac{f + f_1}{\rho}; \quad \chi = \alpha + \tau; \quad \operatorname{tg} \tau = \frac{f + f_1}{1 - f_1}. \end{aligned}$$

С учетом (9) выражение (8) переписывается:

$$\sin(\theta + \chi) = \frac{(f - f_1)}{\rho \sin \alpha} \cdot \sin \theta. \quad (10)$$

В (10) все величины, кроме θ , для заданного условия постоянны. Так, ρ зависит лишь от коэффициентов внешнего и внутреннего трения f и f_1 , α - конструктивный параметр, χ - зависит от α и f, f_1 .

Преобразуем (10) и получим:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\rho \sin \chi \cdot \sin \alpha}{f - f_1 - \rho \cos \chi \cdot \sin \alpha}. \quad (11)$$

Как видно из (11) угол сдвига зависит лишь от трех величин: от угла заострения клина и углов внешнего и внутреннего трения, так же как у Тиме и Зворыкина. Однако структура формулы резко изменилась.

Для проверки полученного результата вычислим угол сдвига по формуле (1) - для случая деформации без бокового давления и по формуле (11) - для случая, когда на пласт действует боковое давление.

Вначале необходимо принять значения входящих в формулы величин [3]:

- $f = \operatorname{tg} 23^\circ = 0,42$ - коэффициент внешнего трения почвы;
- $f_1 = \operatorname{tg} 31^\circ = 0,60$ - коэффициент внутреннего трения почвы;
- $\alpha = 22^\circ$ - угол резания, угол заострения клина.

Расчет без бокового давления:

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \frac{\phi + \phi_1 + \alpha}{2} = 52^\circ.$$

Расчет с боковым давлением:

$$\operatorname{tg} \tau = \frac{f + f_1}{1 - ff_1} = 1,36; \quad \tau = 53,7^\circ; \quad \chi = \alpha + \tau = 75,7^\circ;$$

$$\rho = \sqrt{1 + f^2 + f_1^2 + (ff_1)^2} = 1,26$$

$$\operatorname{tg} \theta = -1,527; \quad \theta = -56,8^\circ.$$

Из приведенных расчетов видно, что боковое давление на пласт увеличивает угол сдвига. Для принятого случая исходных данных это увеличение составляет около 5° . Это увеличение легко объясняется тем, что формула (1) получена при действии лишь N_1 и F_1 . В данном случае к ним добавились силы N_2 и F_2 , которые отклоняют линию сдвига $S - S$ назад. В подтверждение адекватности полученной величины изучаемому явлению говорит данные Н.А. Цытович [2, с.121] и Л. Шукле [4, с.422], у которых угол линии сдвига перед жестким деформатором равняется 56° , что близко к полученной нами величине. Причем, у них угол φ_1 не учтен.

Угол θ при расчёте получился с отрицательным знаком. Известно, что функция тангенса симметрична относительно горизонтальной оси, однако с отрицательным знаком. Полученный результат говорит о том, что под действием сил, действующих с правой стороны ножа рыхлителя-распределителя, возникает сдвиг почвы с левой стороны от него и наоборот.

Зависимости угла сдвига почвы, характеризующие её деформацию под действием ножа рыхлителя-распределителя от угла резания последнего и угла трения «почва – металл» при $f_1 = 0,6$ представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость угла сдвига почвы от угла резания рыхлителя-распределителя и углов трения почва-металл

f		0,364	0,3839	0,404	0,4245	0,44523	0,466	0,4877
угол резания, град	18	-0,958	-1,041	-1,138	-1,254	-1,395	-1,569	-1,79
	19	-1,014	-1,102	-1,206	-1,331	-1,482	-1,669	-1,909
	20	-1,072	-1,166	-1,277	-1,411	-1,573	-1,776	-2,036
	21	-1,132	-1,232	-1,352	-1,495	-1,670	-1,89	-2,173
	22	-1,194	-1,302	-1,43	-1,584	-1,774	-2,013	-2,324
	23	-1,260	-1,375	-1,513	-1,679	-1,885	-2,146	-2,488
	24	-1,328	-1,452	-1,601	-1,781	-2,005	-2,292	-2,671
	25	-1,401	-1,534	-1,694	-1,89	-2,135	-2,451	-2,874
	26	-1,477	-1,621	-1,795	-2,008	-2,277	-2,628	-3,103

Из него видно, что увеличение углов резания и внешнего трения приводит также к увеличению угла сдвига. Причем оно происходит интенсивнее в зависимости от угла резания.

Однако, увеличение угла трения «почва – почва» приводит к снижению угла сдвига. Это видно из таблицы 2. Путем наложения приведенных графиков приведенных таблиц можно определить оптимальный угол резания ножа рыхлителя – распределителя. Так, при известных, наиболее встречаемых значениях коэффициентов трения f и f_1 , которые равны соответственно 0,42 и 0,6, указанные графики пересекаются при угле резания $21^\circ 48'$. Следовательно, для приведенных условий оптимальный угол резания лежит в пределах $20-23^\circ$.

Таблица 2 - Зависимость угла сдвига почвы от угла резания ножа рыхлителя-распределителя и углов трения почва-почва

f		0,532	0,566	0,601	0,637	0,674	0,713	0,754
угол резания, град.	18	-1,273	-1,189	-1,116	-1,053	-0,997	-0,948	-0,904
	19	-1,345	-1,258	-1,183	-1,117	-1,059	-1,008	-0,962
	20	-1,420	-1,330	-1,252	-1,184	-1,123	-1,069	-1,021
	21	-1,499	-1,406	-1,324	-1,253	-1,190	-1,134	-1,083
	22	-1,582	-1,485	-1,401	-1,326	-1,260	-1,202	-1,148
	23	-1,670	-1,569	-1,481	-1,404	-1,335	-1,273	-1,217
	24	-1,764	-1,657	-1,567	-1,486	-1,413	-1,348	-1,289
	25	-1,864	-1,754	-1,658	-1,572	-1,496	-1,427	-1,365
	26	-1,972	-1,858	-1,755	-1,665	-1,585	-1,512	-1,446

1. Есхожин Д.З. Современные проблемы механизации обработки почвы в зоне рискованного земледелия Казахстана и пути их решения. Монография. – Астана, 2004. – 193 с.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. 3-изд., доп. – М.: Высшая школа, 1979 г. – С.47.
3. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. /Научн. ред. А.И. Буянов, Б.А. Воронюк – М.: Колос. 1970 г. – 424 с.
4. Шукле Л. Реологические проблемы механики грунтов. Пер. с англ. – М.: 1976. – 486 с.

УДК 621.929

НОВЫЙ СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ КОМБИКОРМОВ ЖИРОРАСТВОРИМЫМИ ВИТАМИНАМИ

*Славкова Л.Г., аспирант; Науменко А.А., к.т.н., профессор
Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. Петра Василенка, г. Харьков Украина*

Технологический процесс ввода жидких компонентов в малых количествах в сыпучие материалы используется в химической, пищевой и фармацевтической промышленности, а также в сельскохозяйственном производстве при обогащении комбикормов жирорастворимыми витаминами. Жирорастворимые витамины способствует росту молодняку, улучшает воспроизводительные функции и повышает продуктивность и предупреждает заболевания животных, а также снижает затраты кормов на единицу продукции улучшая ее качество [1].

В настоящее время процесс ввода жидких компонентов в сыпучие материалы является одной из наиболее острых проблем. Особенно это относится к вводу жидких добавок в сыпучие материалы в малых количествах, которые нельзя подвергать термическому воздействию.

В отечественной и зарубежной практике известны ряд способов ввода жидких компонентов в сыпучие материалы [2], отличающиеся условиями

поступления и обработки смешиваемых материалов в рабочем объеме смесителя. Наиболее простой из них – периодический, когда цикл работы включает в себя время загрузки, смешивания и выгрузки. Однако, он не может быть применен для смешивания сыпучих материалов с малыми количествами жидкости, поскольку при вступлении жидкости в контакт с сыпучим материалом, жидкость поглощается сыпучим материалом и образуются конгломераты, которые препятствуют дальнейшему распространению жидкости в объеме сыпучего материала. Попытки применения поэтапного способа смешивания [3] сыпучих материалов с малыми количествами жидкости, при котором первоначально смешиваются компоненты в соотношении 1:1, а далее эта смесь смешивается с таким же соотношением с другой порцией сыпучего материала и так далее. Однако этот способ смешивания положительного результата не дал, поскольку, как отмечалось ранее, сыпучий материал поглощает жидкость на первом этапе, что препятствует дальнейшему ее распространению во всем объеме сыпучего материала. При этом следует отметить, что применение этого способа при смешивании сыпучих материалов дает положительный результат.

Альтернативой периодическому способу смешивания, может служить непрерывный метод. В этом случае в аппарат вводятся, в определенном соотношении компоненты, и смесь непрерывно из него выводится. Этот способ более приемлем для смешивания сыпучих материалов с малыми количествами жидкости, поскольку жидкость и сыпучий материал в смесительную камеру подаются в заданной пропорции, т.е. не вся масса сыпучего материала и не все количество жидкости вступают во взаимодействие.

Наиболее распространенным способом смешивания сыпучих материалов с жидкостью является способ, при котором сыпучий материал движется с помощью транспортирующих средств [4] (шнеков, спиралей, ленточных транспортеров и др.), а жидкость в камеру смешивания подается в распыленном виде. Недостатком данного способа является то, что жидкость взаимодействует не со всем сыпучим материалом, а с его частью, что приводит к образованию конгломератов, которые зачастую не разрушаются.

Каждый из приведенных методов имеет свои преимущества и недостатки, кроме этого, большое значение при этом играет количество жидкого компонента вводимого в сыпучие материалы. Однако основную роль в получении качественной смеси сыпучего материала с малыми количествами жидкости играет не метод введения жидкости в сыпучие материалы, а способы их смешивания и устройства смесителей для осуществления этих способов.

Анализ публикаций, посвященных вопросам смешивания сыпучих материалов с жидкостью, показывает всю сложность этого механического

процесса. Основной причиной является то, что смешиваемые компоненты находятся в разных агрегатных состояниях (твердое тело - жидкость), а также то, что сыпучие материалы обладают свойством поглощения жидкости, которое препятствует ее распространению во всем объеме сыпучего материала. Для решения этой проблемы, основываясь на результатах аналитических исследований, необходимо предложить такой способ смешивания, при котором агрегатные состояния смешиваемых компонентов частично будут выровнены. Это может быть в том случае, когда сыпучему материалу придать разреженное состояние, а жидкость превратить в состояние мелкодисперсных капель, что позволит интенсивному распространению жидкости в сыпучем материале. Кроме того, разрежение смешиваемых компонентов приведет к увеличению межфазового контакта сыпучих материалов и жидкости, что также будет оказывать содействие более равномерному распределению жидкости в сыпучем материале.

Для реализации рабочей гипотезы интенсификации процесса смешивания сыпучих материалов с малыми количествами жидкости, нами предложен новый способ [5] в котором поставленная задача решается тем, что движущемуся сыпучему материалу в непрерывном режиме, придается разреженное состояние заданной объемной плотности в виде полого цилиндра, а жидкость подается в средину цилиндра в виде мелкодисперсных капель, факел распыла которых представлен в форме полого конуса с различной скоростью движения отдельных его частиц. Представление сыпучего материала в разреженном виде и жидкости в виде мелкодисперсных капель увеличивает межфазовый контакт сыпучего материала и жидкости, а придание каплям жидкости различной скорости позволяет им внедряться в слой сыпучего материала на различную глубину, обеспечивая этим равномерное их распределение в сыпучем материале. Графическая схема реализации предложенного способа представлена на рисунке 1.

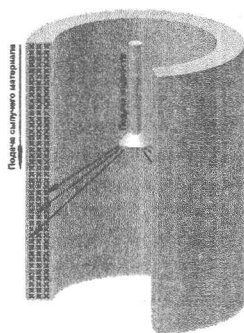


Рис. 1. Графическая схема реализации нового способа смешивания сыпучих материалов с малыми количествами жидкости

1. Попков П.А. Корма и биологически активные вещества / П.А. Попков, В.И. Фисинин, И.А. Егоров. - Минск: Беларуская навука, 2005. - 882 с.
2. Черняев Н.П. Ввод жидких ингредиентов в комбикорма / Черняев Н.П., Сухой Ф.П., Костюк П.И. - М: ЦНТИТЭИ Минзгоса СССР, 1982. - 253 с.
3. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевых производств / Г.Д. Кавецкий, Б.В. Васильев. - М: Колос, 2000 - 551 с.
4. Рудич Л.Ю. Оборудование для производства комбикормов в хозяйствах / Л.Ю. Рудич, С.П. Рыжов // Комбикормовая промышленность. - 1999. - №5. - С. 12-14.
5. Славкова Л.Г. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель: Спосіб змішування сипучих матеріалів з малими кількостями рідини. / Славкова Л.Г., Науменко О.А., Бойко І.Г. - № у 2010 13146; заявл. 05.11.2010.

УДК 631.363.21

МОЛОТКОВЫЕ ДРОБИЛКИ - ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

*Напка А.В., к.т.н., доцент; Бойко И.Г., к.т.н., профессор
Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. Петра Василенка, г. Харьков, Украина*

Важнейшим условием успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы, совершенствование средств механизации и автоматизации процесса производства и переработки кормов. Один из эффективных путей использования кормового сырья связан с рациональными техническими приёмами его обработки и, прежде всего это касается фуражного зерна, доля которого в рационах для животных достигает до 60% и более. Основной операцией при подготовке фуражного зерна к скармливанию является его измельчение.

Процесс измельчения фуражного зерна оказывает значительное влияние на технико-экономические показатели производства и качество готового продукта [1]. Учитывая современные рыночные условия сельскохозяйственного производства, которые ориентированы на энерго- и ресурсосбережение, требуют новых подходов к созданию машин для измельчения зерновых продуктов. Проблемная ситуация заключается в том, что традиционные измельчающие устройства и научные знания в этой области не могут обеспечить дальнейшее коренное совершенствование данного процесса. В связи с этим разработка и создание новых измельчителей зерновых кормов, обладающих более широкими технологическими возможностями, меньшими энергоёмкостью и металлоёмкостью, обеспечивающих хорошее качество измельчения, является актуальной задачей.

Для решения этой задачи возникает необходимость в проведении критического анализа достоинств и недостатков существующих способов измельчения и конструктивно-технологических схем измельчителей зерновых кормов и выработке основных направлений их совершенствования.

Под измельчением обычно понимают процесс физического деления, проходящий под влиянием некоторых внешних усилий, кусков материала на составные части. Иными словами, измельчение – итог суммирования внешних сил, в результате которого, в начальном объеме частицы измельчаемого материала возникает напряжение, которое по своему значению превышает силы межмолекулярного сцепления [2, 3]. При этом следует отметить, что существующее оборудование для осуществления этой операции еще столь несовершенно, что на само преодоление сил межмолекулярного сцепления материала затрачивают, даже в самых лучших конструкциях дробильных устройств, до 40% энергии расходуемой на работу машины [4].

В зависимости от способа воздействия рабочего органа машины на измельчаемый материал и вида вызываемой в нем деформации, измельчение может осуществляться плющением, стиранием, резанием, расколом и ударом. Классификацию процессов измельчения можно отобразить следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Топология способов измельчения

Как видно из схемы, представленной на рис. 1, процессы измельчения можно разделить на дробление (крупное, среднее и мелкое) и измельчение (тонкое и сверхтонкое). Что касается физической сути, то в настоящее время приоритет отдается механическим способам измельчения.

На животноводческих фермах, комбикормовых заводах, различных перерабатывающих предприятиях для измельчения зернового сырья широко используются молотковые дробилки. Кроме того, применение молотковых дробилок широко известно также в различных отраслях народного хозяйства: горной, строительной, химической, энергетической, пищевой промышленности и т.д. При этом используются множество конструкций дробилок, которые существенно отличаются между собой по принципу работы и технологическим схемам. Они делятся на решетные, универсальные и безрешетные (с рециркуляцией и без рециркуляции).

Простота конструкции, надежность в работе, широкий спектр производительностей, компактность, универсальность и высокая степень измельчения делают их незаменимыми. Конструктивные особенности и организация процесса измельчения в молотковых дробилках максимально способствуют реализации прямого центрального удара молотков по измельчаемому материалу, что сводит к минимуму скольжение продукта по поверхности молотка.

Отмечая их достоинства нельзя не выделить ряд существенных недостатков, первым из которых является высокий удельный расход энергии (15-18 кВт час/т) [5]. Повышенный расход энергии на процесс измельчения в молотковых дробилках объясняется тем, что измельченный продукт своевременно не выводится из камеры измельчения, где он вместе с не измельченными фракциями совершает длительную циркуляцию, подвергаясь многократному ударному воздействию, межслоевому трению, трению об сито и трению о деки. В результате этого возникает второй недостаток молотковых дробилок - неоднородность гранулометрического состава готового продукта (доля пылевидной фракции достигает до 20%). При этом необходимо отметить, что качество комбикорма считается тем выше, чем меньше в нем пылевидных фракций (меньше 0,25мм) и целых зерен. Использование в корм переизмельченного продукта приводит к снижению приростов, негативно влияет на пищеварение, а скармливание животным целых зерен снижает эффективность использования корма, т.к. у зерновых и зернобобовых культур оболочка препятствует воздействию пищеварительных ферментов на внутренние части зерна.

Третьим недостатком молотковых дробилок является повышенный износ рабочих органов - молотков и сит. Он также объясняется длительной циркуляцией измельченного продукта и несвоевременному выводу его из камеры измельчения. Неравномерный износ молотков вызывает дисбаланс дробильного ротора и требует больших трудовых затрат при его балансировке. Кроме всего этого следует отметить, что молотковые дробилки металлоемки, так как их удельная металлоемкость достигает до 700 кг час/т.

Выводы

В связи с изложенным, назрела необходимость в создании новых видов измельчителей, более простых в изготовлении, но превосходящих по качественным и экономическим показателям существующие образцы с принципиально иным технологическим процессом и способом механического воздействия на продукт измельчения. При этом необходимо помнить основное правило измельчения *«не измельчать ничего лишнего»* из которого можно сформулировать следующие положения:

- измельчение материала необходимо производить только до той степени, которая необходима для дальнейшей его переработки или использования;
- частички материала, измельченные до заданных размеров, должны быть немедленно удалены из зоны измельчения;
- измельчение должно быть *«свободным»* то есть не усложняться посторонними операциями, кроме преодоления сил межмолекулярного сцепления, что является полезной работой расходуемой на процесс измельчения.

1. Концепция развития механизации и автоматизации процессов в животноводстве на период до 2015года [Текст]: материалы междунар. науч.-практ. конф., 15 марта 2003 г. Подольск / редкол.: Л.М. Цой (отв. ред.) - Подольск: ГНУ ВНИИМЖ, 2003. - 100с.

2. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст] / А.Г.Касаткин. - М.: Химия, 1971. - 253 с.

3. Сиденко, П. М. Измельчение в химической промышленности [Текст] / П.М. Сиденко. - М.: Химия, 1979. - 269 с.

4. Соколов, А.Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна [Текст] / А.Я. Соколов. - М.: Колос. - 445 с.

5. Елисеев, В.А. Исследования процесса измельчения зерна ударом [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.А. Елисеев. М., 1969. - 404 с.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ АПК

*Дудников А.А., профессор; Беловод А.И., доцент;
Дудник В.В., ассистент; Канивец А.В. ассистент*

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства экономические отношения в агропромышленном комплексе Украины тесно связаны с изменением деятельности организации, предприятий, объединений. Их деятельность должна быть направлена на обеспечение сельских товаропроизводителей материально-техническими ресурсами и применение энергосберегающих технологий.

Главной проблемой технической политики в сельскохозяйственном производстве является снижение материально-технических затрат и энергетических ресурсов. Данная проблема может быть решена обеспечением каждым предприятием и фермерским хозяйством оптимального соотношения между производимыми работами и уровнем их ресурсного обеспечения.

Следует отметить, что основным источником денежных средств сельскохозяйственных предприятий для приобретения новой, высокопроизводительной техники является их прибыль и инвестиции. Надо иметь ввиду нестабильности цен на сельскохозяйственную продукцию, с одной стороны, и рост цен на сельскохозяйственную технику – с другой. Следует отметить, что происходит рост затрат на ремонт и техническое обслуживание устаревшей техники, для обновления которой области требуется ежегодного около 280 млн. гривень. Приобретение новой техники за 2004-2009 годы сократилось в 20-27 раз. Так, в Полтавской области количество тракторов сократилось в 1,4 раза; свеклоуборочных машин – в 1,54 раза.

За последние годы машиностроительными заводами налажено производство несложной сельскохозяйственной техники. Эти машины имеют высокий уровень надёжности. Однако, технологическая база для комплектации, имеет довольно низкое качество, что не может обеспечить длительную их эксплуатацию с необходимыми показателями надёжной работы, а также эффективную реализацию агротехнических приемов при выращивании сельскохозяйственных культур с использованием прогрессивных технологий.

Следует сказать, что в отечественном сельхозмашиностроении имеется недостаточное количество необходимого типоразмера ряда тракторов и комплекса машин для них.

В Украине на сегодня практически отсутствует качественная зерно- и свеклоуборочная техника.

Для внедрения энергосберегающих технологий передовые предприятия области занимаются выращиванием высокорентабельных культур, обновляют машинно-тракторный парк надёжной, высокопроизводительной техникой, в основном, зарубежного производства. Эти машины значительно дороже, требуют высокой квалификации механизаторов и инженерно-технических кадров.

Нагрузка на сельскохозяйственную технику из года в год увеличивается. Так, на один физический трактор она возросла в 1,38 раз, на зерноуборочный комбайн – в 1,41 раза.

Учитывая приведенные факторы, техническая политика в сельском хозяйстве на современном этапе должна строиться с учетом резкого снижения материально-технического и энергетического обеспечения внутреннего рынка техники.

Техническая политика в агропромышленном комплексе должна быть направлена на:

- обновление материально-технической базы сельскохозяйственных производителей;
- внедрение в сельскохозяйственное производство современных технологий и достижений науки и техники;
- организацию работы и разработку прогрессивных технологий сельскохозяйственного производства на базе новой техники и не традиционных источников энергии;
- подготовку и повышение квалификации механизаторов и инженерно-технических работников;
- эффективное использование материально-технических и энергетических ресурсов в сельскохозяйственном производстве.

Машино-тракторный парк сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств должен быть укомплектован современной сельскохозяйственной техникой, которая бы соответствовала требованиям современных, высокоэффективных энерго- и ресурсосберегающих технологий производства, переработки и сбережения продукции, требованиям техники безопасности при эксплуатации.

В последние годы сельскохозяйственные производители стали применять в производство новые энерго- и ресурсосберегающие технологии безотвальной обработки почвы (ежегодно обрабатывается 700 тыс. га). Внедрение данной обработки позволяет хозяйствам ежегодно экономить 4 тыс. тонн дизельного топлива. Применение широкозахватных почвообрабатывающих агрегатов типа «Европак» позволяет экономить до 1,5 тыс. тонн дизельного топлива. Использование широкозахватных сеялок отечественного производства ЗАО «Червона зірка»,

ОАО «Тодак» позволило в 2 раза повысить производительность труда.

Главное управление агропромышленного развития области постоянно работает над вопросами производства биодизеля в сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах.

В условиях нестабильности рынка и постоянного повышения стоимости нефтепродуктов, перевод автотракторной техники на альтернативные, нетрадиционные виды топлива является актуальным.

На основе научно-технических разработок «Института механизации и электрификации сельского хозяйства» ООО «Теплодар» г. Полтава изготавливает и внедряет заводы по производству биодизельного топлива на основе растительных масел мощностью от 300 до 50000 тонн в год.

Промышленные предприятия области изготавливают продукцию для энергосберегающих технологий:

- почвообрабатывающие агрегаты, культиваторы – ОАО «Галещина машзавод»;

- оборудование для сахарной отрасли пищевой промышленности – ОАО «Карловский машзавод»;

- Мельнично-элеваторное оборудование, зерносушилки – ОАО «Хорольский механический завод», ОАО «Карловский машиностроительный завод».

Для решения основных задач технической политики в сельском хозяйстве необходимо осуществить следующие организационно-технические и экономические мероприятия:

- организацию производства машин высокого технического уровня;
- создание с зарубежными фирмами совместных предприятий по производству высококачественной сельскохозяйственной техники;

- создание сервисных предприятий и рынка инженерно-технических услуг;

- обеспечение сельскохозяйственных предприятий научно-обоснованными рекомендациями по оптимизации машинно-тракторного парка и его эффективному использованию;

- широкое применение в сельскохозяйственном производстве новых источников энергии, альтернативных видов топлива.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УБОРКИ КОРНЕПЛОДОВ

¹Шило И.Н., д.т.н., профессор; ¹Агейчик В.А., к.т.н., доцент;¹Романюк Н.Н., к.т.н., доцент; ²Агейчик А.В., Ph. D.¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск²Университетский колледж Лондона, г. Лондон, Великобритания

Снижение безвозвратных потерь корнеплодов – существенный резерв ресурсосбережения. Для решения данной проблемы необходимо, чтобы осуществлялось качественное удаление ботвы, а также реализовывалась полная механизация процесса потерянных после прохода уборочных комплексов корнеплодов.

Наиболее качественную уборку ботвы осуществляют машины с одновременной обрезкой ботвы и доочисткой их головок в двух противоположных направлениях [1]. Для этого они содержат три независимо вращающихся в разных направлениях и расположенных на значительном расстоянии друг от друга ротора, что приводит к большой массе и значительным габаритам машин, а также повышенной энергоёмкости процесса удаления ботвы. Принципиальным решением этой проблемы является создание роторного обрезного устройства, в котором функции обрезки ботвы и доочистки её черешков с головок корнеплодов в противоположных направлениях осуществляется одновременно на одной оси вращения.

Эта задача решается на уровне изобретения [2] с помощью устройства для удаления ботвы корнеплодов на корню, содержащего (рис. 1) установленный в корпусе 1 наклоненный в сторону движения устройства (показано стрелкой Д) приводной вал 2, на котором под корпусом 1 в подшипниках 3 установлен планетарный редуктор [3], корпус 4 которого жёстко связан с корпусом 1 винтами 5 с помощью планки 6. На конце приводного вала 2 крепится ведущее колесо 7 планетарного редуктора, а дисковый нож 8 прикреплён к ведомому центральному колесу 9 и имеет центральное отверстие, через которое проходит ведомое водило 10 планетарного редуктора. К ведомому водиле 10 прикреплён параллельно плоскости дискового ножа 8 диск 11 с закреплёнными на его нижней поверхности очистительными элементами 12, выполненными в виде эластичных консольных стержней, имеющих длину, увеличивающуюся в направлении от кромки диска 11. На нижней поверхности дискового ножа 8 закреплены очистительные элементы 13 в виде консольных стержней, имеющих длину, увеличивающуюся в направлении от режущей кромки дискового ножа 8 к его оси вращения. Корпус 1 содержит подвесной подшипник, кинематически

связанный с копиром и рамой с помощью шарнирных тяг (на рис. 1 они не показаны, т.к. не являются частью серийно выпускаемых машин).

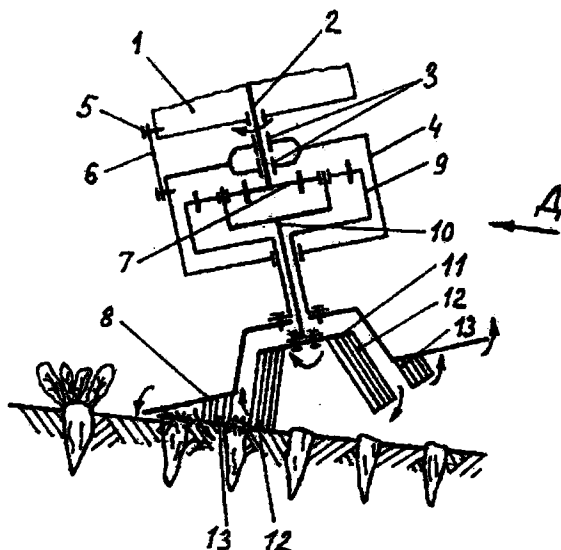


Рис. 1. Устройство для удаления ботвы корнеплодов на корню

При движении устройства в направлении стрелки Д установленный в корпусе 1 наклонённый в сторону движения устройства приводной вал 2 вращает ведущее колесо 7 установленного на нём в подшипниках 3 планетарного редуктора. Так как корпус 4 планетарного редуктора жёстко связан с корпусом 1 винтами 5 с помощью планки 6, то приводятся во вращение в противоположных друг другу направлениях центральное колесо 9 и ведомое водило 10 планетарного редуктора [2]. Прикреплённый к ведомому центральному колесу 9 дисковый нож 8 срезает ботву вместе с частью головок корнеплодов, а его очистительные элементы 13 очищают остатки ботвы главным образом с одной стороны головок корнеплодов. Затем установленные на прикреплённом к ведомому водиле 10 планетарного редуктора диске 11 и вращающиеся вместе с ним в противоположном ножу 8 направлении очистительные элементы 12 очищают остатки ботвы с другой стороны головок корнеплодов, завершая эту технологическую операцию.

В БГАТУ на уровне изобретения разработано также устройство для сбора потерь корнеплодов (рис. 2) [4].

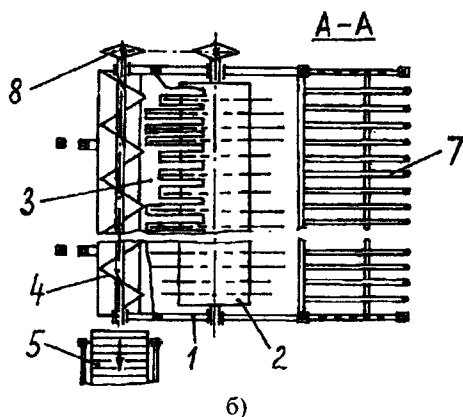
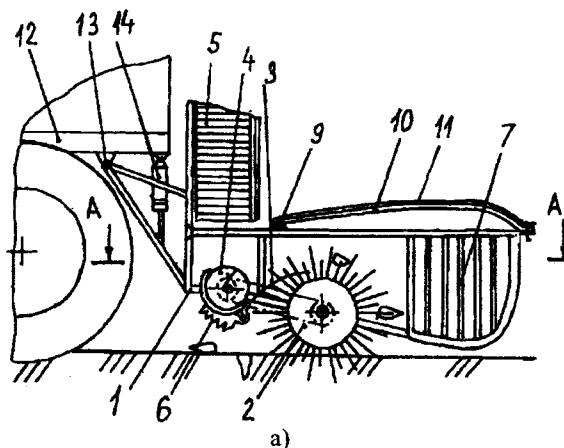


Рис. 2. Устройство для сбора потерь корнеплодов:
а) вид сбоку; б) разрез А-А

Устройство содержит смонтированный на раме 1 и установленный за выкапывающими рабочими органами поперечно направлению движения барабан 2, с закреплёнными на его поверхности накалывающими иглами, расположенными радиально кольцевыми рядами, съёмник корнеплодов 3 и транспортирующие элементы в виде шнекового транспортёра 4 и элеватора 5.

Иглы кольцевых рядов барабана 2, размещённые вслед за выкапывающими рабочими органами корнеуборочной машины, имеют большую относительно остальных рядов длину, а съёмник корнеплодов 3 выполнен в

виде изогнутой пластины с прорезями для прохода игл, шарнирно закреплённой на раме 1 и подпружиненной пружиной растяжения 6. На раме 1 за барабаном 2 с накалывающими иглами закреплён бункер – накопитель корнеплодов 7, имеющий решётчатые стенки. Барабан 2 и шнековый транспортёр 4 связаны между собой цепной передачей 8. Бункер-накопитель корнеплодов 7 закрыт сверху присоединённым к раме 1 с помощью шарнира 9 своей обрешёткой 10 отражательным тентом 11. Всё устройство навешивается сзади на корнеуборочную машину 12 (или трактор) при помощи шарнира 13 и гидроцилиндра 14, связывающего раму 1 устройства и корнеуборочную машину 12.

В процессе работы устройство перемещается вместе с корнеуборочной машиной 12, а игольчатый барабан 2 перекачивается по поверхности почвы, при этом его длинные иглы сильно заглубляются в почву и движутся по следам выкапывающих рабочих органов корнеуборочной машины 12, накалывая и извлекая из почвы невыкопанные корнеплоды и их обломленные хвостовые части. Короткие иглы при этом практически не заглубляются в почву и, перекачиваясь по её поверхности, накалывают корнеплоды, лежащие сверху.

Барабан 2 вращается благодаря сцеплению с почвой его игл. Большая часть наколотых на иглы корнеплодов или их частей поднимаются вверх, где снимаются вибрирующим, под действием пружин растяжения 6, съёмником корнеплодов 3, благодаря входу игл в его прорези. В дальнейшем эти корнеплоды и их части поступают в шнековый транспортёр 4, которым они перемещаются на элеватор 5 и далее в рядом идущее транспортное средство. Привод шнекового транспортёра 4 осуществляется от барабана 2 через цепную передачу 8. Меньшая часть корнеплодов, вследствие внецентрового накалывания их на иглы, закрепляется на них слабо. Вращаясь вместе с барабаном 2, они под действием центробежных сил срываются с его игл и, в том числе и вследствие поступательного движения устройства, попадают в расположенный сзади бункер-накопитель корнеплодов 7, часть из которых предварительно отразившись от отражательного тента 11.

После заполнения бункера-накопителя корнеплодов 7, путем подъёма за счёт поворота вокруг шарнира 9 обрешётки 10 отражательного тента 11 получают доступ к находящимся в нём корнеплодам. Они вручную подаются на элеватор 5 или прямо в транспортное средство. Перевод всего устройства из транспортного положения в рабочее (и наоборот) производится поворотом гидроцилиндром 14 вокруг шарнира 13 рамы 1.

Сбор потерь корнеплодов может осуществляться одновременно с уборкой, путём присоединения устройства к уборочному комплексу.

Использование оригинальных устройств позволит снизить потери корнеплодов в процессе уборки.

1. Доманьков, В.М. Механизированная технология поточной уборки моркови. Механизация и электрификация сельского хозяйства / В.М. Доманьков [и др.] — Выпуск 26, Минск, Ураджай, 1983. — С. 12-17.
2. Устройство для удаления боты корнеплодов корню: патент на изобретение № 11665 С2. Респ. Беларусь, МПК А 01 D 23/02 / И.Н. Шило [и др.]; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. - № а 20061262. заяв. 12.12.06; опубл.28.02.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2009 - № 1. - с. 42.
3. Кузьмин А.В., Чернин И.М. и Козинцов Б.С. Расчёты деталей машин. Минск, «Вышэйшая школа», 1986 г., стр. 188-189.
4. Устройство для сбора потерь корнеплодов : патент на изобретение № 11936 С1 Респ. Беларусь, МПК А 01 D 25/00; А 01 D 33/00 / И.Н. Шило [и др.]; заявитель Беларус. гос. аграрн. техн. ун-т. — № а 20070116. заяв. 06.02.07; опубл.30.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2009. — № 3. — С. 39

УДК 631.4

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СКАШИВАНИЯ ТРАВЫ

¹*Шило И.Н., д.т.н., профессор;* ¹*Агейчик В.А., к.т.н., доцент;*

¹*Романюк Н.Н., к.т.н., доцент;*

²*Агейчик М.В., магистр технических наук*

¹*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск*

²*Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники, г. Минск*

Полный сбор урожая трав с сохранением их питательных и вкусовых качеств является основным требованием, предъявляемым к сеноуборочным машинам. Процесс уборки трав начинают со скашивания и просушивания стеблей, применяя для этих целей в качестве основных машин косилки и грабли.

Основные агротехнические требования, предъявляемые к косилкам, относятся к высоте срезания трав, ее равномерности и расположению срезаемых растений на поверхности поля [1].

Режущий аппарат должен свободно приспособливаться к местным неровностям рельефа, обеспечивать чистый срез и высокую надежность работы косилки.

Целью данных исследований является повышение производительности технологического процесса скашивания травы за счет совершенствования режущего аппарата косилки.

Для достижения поставленной цели были проведены патентные исследования.

Известен режущий аппарат косилки травы [2], содержащий вращающийся винтовой нож и вал его привода, установленный в подшипниках на раме, ряд нижних противорежущих криволинейных элементов, установленных под режущим ножом, выполненным в виде пружины и огибающим его по наружному диаметру, причём режущий аппарат имеет расположенные над нижними противорежущими криволинейными элементами копирующие их контур верхние огибающие элементы по внутреннему диаметру ножа, что обеспечивает надёжный срез растений.

Недостатком такого режущего аппарата является его низкая производительность, так как в процессе работы он быстро забивается скошенной травой, в том числе и под действием прижимающих её к внутренним частям витков ножа центробежных сил. В этих условиях дальнейшая работа режущего аппарата возможна только после остановки уборочного агрегата и удаления скошенной травы из внутреннего объёма винта.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана и запатентована конструкция режущего аппарата косилки травы [3], с помощью которой можно достичь поставленной цели (рис. 1).

Режущий аппарат содержит вращающийся винтовой нож 1, выполненный в виде конической пружины правой навивки из плоской полосы, закреплённой меньшим основанием к валу привода с помощью закреплённого на нем диска 2. Привод закреплён на раме 3 с левой стороны по ходу направления движения агрегата, а приводной вал с закреплённым на его торце диском 2 установлен на раме 3 в подшипниковых узлах 4 с возможностью вращения глядя со стороны привода против часовой стрелки таким образом, что нижние части конической пружины 1 имеют направление скорости близкое к обратному направлению движения агрегата.

Под режущим ножом 1, выполненным в виде пружины, на раме 3 закреплён ряд нижних противорежущих криволинейных элементов 5, огибающих его по наружному диаметру. Пальцы ряда нижних противорежущих криволинейных элементов 5 имеют шаг меньший шага витков ножа 1. Над нижними противорежущими криволинейными элементами 5 по внутреннему диаметру ножа 1 закреплён на раме 3 копирующий внутреннюю поверхность конической пружины 1 ряд верхних огибающих криволинейных элементов 6. Образующая внешней конической поверхности режущего ножа 1 в виде конической пружины в нижнем положении занимает горизонтальное положение и повёрнута относительно вершины конусной поверхности со стороны привода в сторону против движения косилки на

угол равный углу между образующей и осью симметрии конической пружины имеющего численное значение 15..20 градусов. Горизонтальные проекции передних кромок ряда нижних противорежущих криволинейных элементов 5, огибающих по наружному диаметру коническую пружину 1, и копирующего их контур ряда верхних огибающих по внутреннему диаметру коническую пружину, криволинейных элементов 6 параллельны нижнему горизонтальному положению образующей внешней конической поверхности конической пружины 1. Ряд внутренних верхних огибающих элементов 6 вставляется внутрь конической пружины 1 с противоположной от вала привода стороны и крепится к ряду нижних противорежущих криволинейных элементов болтами 7, а между упомянутыми рядами 5 и 6 расположены прокладки 8, позволяющие регулировать зазоры между ними и ножом 1. К раме 3 сзади ножа 1 крепится отбойная стенка 9, длина которой меньше длины образующей внешней конической поверхности ножа в виде конической пружины 1.

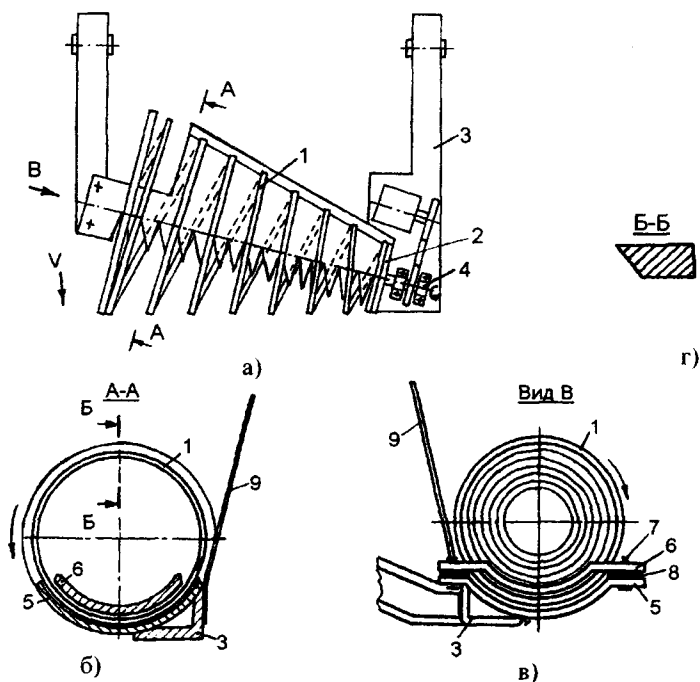


Рис. 1. Режущий аппарат косилки травы:

а) вид сверху; б) разрез А-А; в) разрез Б-Б; г) вид В по оси конической пружины

Режущий аппарат работает следующим образом.

При движении агрегата стебли травы, попадая между витками вращающегося ножа 1, подводятся к рядам противорежущих криволинейных элементов 5 и 6 и срезаются. Витки ножа 1 транспортируют срезанную траву по отбойной стенке 9 к краю устройства, образуя валок. При этом лишь малая часть травы попадает на поверхность поля, проникая между витками ножа 1 за краем отбойной стенки 9, а основная её часть попадает в валок, беспрепятственно выходя через полое большее основание конической поверхности ножа 1. При этом исключается забивание ножа 1 скошенной растительностью.

1. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Устройство и работа / М.В. Сабликов. – М., Колос, 1968. – Ч. 1. – 343 с.

2. Патент на изобретение Российской Федерации № 2384041 С1, МПК А 01 D 34/42, 2006.

3. Режущий аппарат косилки травы Секция многофункционального культиватора: патент 7050 Респ. Беларусь, МПК А 01 D 34/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, М.В. Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20100691; заявл. 02.08.2010; опубл. 28.02.2011 // Афишный бюл. / Нац. центр интеллектуал. власнасці. – 2011. – № 1. – С. 161–162.

УДК 674:621.928.93

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ИЗ БИОМАССЫ

Войтов В.А., д.т.н., профессор; Дригуля С.В., аспирант;

Бунецкий В.А., аспирант

Харьковский национальный технический университет

сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина

Актуальность. В последние годы осуществляется быстрый переход к использованию биомассы как топлива. ЕС декларирует до 2030 года замещения четвертой части потребляемого топлива для транспорта за счет жидких видов биотоплива. Это значительно снизит уровень зависимости стран ЕС от импорта ископаемых видов топлива.

По заказу Национального агентства Украины по вопросам обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов Институтом технической теплофизики НАН Украины в 2008 году был исследован и проанализирован потенциал нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и выполнена оценка сельскохозяйственных отходов, отходов деревообработки, энергетических культур, биодизеля, биоэтанола, биогаза с отходов животноводства, торфа [1]. Как показали расчеты экономический

потенциал биомассы в Украине, доступной для получения энергии, составляет 27 млн. тонн условного топлива на год [2].

Альтернативой отходам деревообработки для прессования топливных гранул (пеллет) являются сельскохозяйственные отходы (солома, лузга зерновых культур, риса, кукурузы, подсолнечника). Сельскохозяйственные отходы могут быть значительным источником твердого топлива для сельских регионов.

Теплотворная способность при сжигании соломы пшеницы составляет 17-18 МДж/кг, рапсовой соломы 16-17 МДж/кг, отходов кукурузы 18 МДж/кг. Для сравнения: теплотворная способность древесины составляет 17,5-19 МДж/кг.

Наиболее экономическим выгодным является использование твердого топлива из биомассы в виде брикетов или пеллет, т.к. это не требует замены котлов и экономит средства на транспортных расходах.

Анализ биомассы для изготовления твердого топлива в Украине

Сельскохозяйственная биомасса, которая может использоваться как топливо, имеет ряд особенностей, которые отличаются от традиционных энергоресурсов. Некоторые характеристики биотоплива, в первую очередь такие, как плотность, размер частиц, специфика поверхности, с помощью измельчения и уплотнения могут быть изменены, при этом основные топливно-энергетические характеристики принято рассматривать как постоянные.

Наиболее важной топливно-энергетической характеристикой биомассы является ее теплотворная способность, которая зависит от множества факторов: генетических особенностей энергетических растений; влияния окружающей среды; условий хранения; влажности. В таблице 1 приведена средняя теплотворная способность биомассы при влажности на уровне 20% [1].

Таблица 1 - Средняя теплотворная способность биомассы

Название биомассы	Теплотворная способность, МДж/кг
Солома зерновых культур	10,5
Стебли кукурузы	12,5
Ветки плодовых деревьев	10,5
Стебли подсолнечника	12,5
Виноградная лоза	14,5

В таблице 2 приведена сравнительная характеристика разных видов топлива и влияние влажности на теплотворную способность, а также содержание серы и золы [1].

Таблица 2 - Сравнительная характеристика разных видов топлива

Вид топлива	Влажность, %	Теплотворная способность, МДж/кг	Содержание серы, %	Содержание золы, %
Природный газ	-	35-38 МДж/м ³	0	0
Каменный уголь	-	15-25	1-3	10-35
Дизельное топливо	-	42,5	0,2	1,0
Мазут	-	42	1,2	1,5
Отходы дерева, щепы	40-45	10,5-12,0	0	2,0
Брикеты из дерева	7-8	14,8-16,5	0,1	1,0
Брикеты из соломы	8-10	12,5-14,8	0,2	4,0

Как следует из представленных таблиц 1 и 2 брикеты из отходов биомассы по теплотворной способности, а также содержанию серы и золы могут выступать хорошей альтернативой традиционным ископаемым видам топлива.

Анализ технологических процессов получения твердого топлива из биомассы

При производстве брикетов или пеллет большое значение на стоимость конечной продукции оказывает начальная влажность сырья. Анализ технической литературы позволяет выполнить ранжирование затрат при производстве твердого топлива [1, 2, 5]:

- стоимость сырья – 42,8%;
- предварительная сушка сырья – 34,2%;
- прессование – 13%;
- персонал – 2,8%;
- измельчение биомассы – 2,6%;
- общие затраты – 2%;
- хранение – 1,6%;
- охлаждение – 1,0%.

Анализ затрат показывает, что сушка сырья перед измельчением и прессованием занимает 34,2% общих затрат. Кроме того, как показывает анализ, сушка эффективна для измельченной биомассы.

Типовой технологический процесс производства брикетов и пеллет, который широко применяется в Западной Европе и Украине представлен на рис. 1, [3].

Анализ технологического процесса позволяет сделать вывод, что снижение энергозатрат на производство единицы продукции можно добиться, исключив сушку при одновременном перераспределении энергии на измельчение и прессование.

После предварительного измельчения биомассы с влажностью 20-30%, без применения сушки, выполняется тонкое измельчение. Такой путь позволяет получить уменьшение помола до значений 100-50 мкм при одновременной активации биомассы перед прессованием.

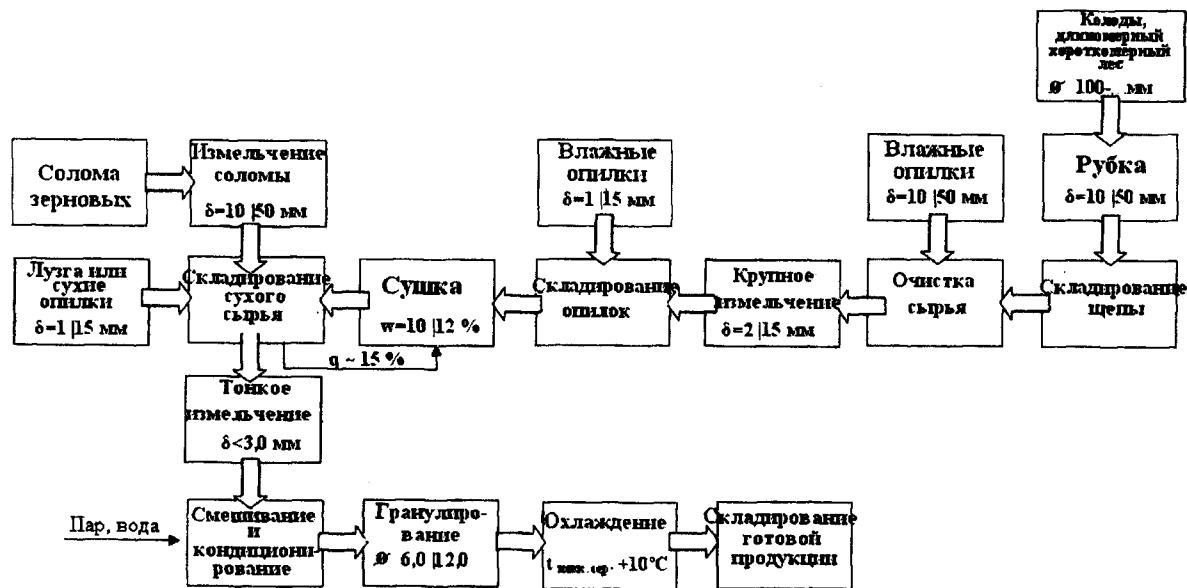


Рис. 1. Типовой технологический процесс получения твердого топлива

Мелкоизмельченная и одновременно активированная биомасса с влажностью 10-14% требует в 25 раз меньшей энергии при прессовании в шнековых прессах.

В качестве устройства для измельчения биомассы может выступать дезинтегратор [4]. Научные основы применения дезинтегратора для измельчения строительных материалов разработаны Й.О. Хинтом, однако для измельчения биомассы, имеющей влажность до 20%, например соломы, используемый принцип удара – малоэффективен.

Поэтому была разработана конструкция дезинтегратора, где используются два принципа измельчения: удар и истирание одновременно. В начале измельчения в большей степени используется удар, на конечной стадии измельчения – в большей степени используется истирание. Такая конструкция позволяет снизить энергозатраты на измельчение при одновременном повышении качества помола.

На основании гипотез Риттингера и В.Н. Кирпичева [6] о механизмах измельчения твердых тел теоретическим путем нами были получены расчетные формулы для определения мощности на измельчение за счет удара, $N_{\text{уд}}$:

$$N_{\text{уд}} = \frac{\pi^2 \sigma^2 D_{\text{ср}} n l h \left(\frac{d_n}{d_k} - 1 \right)}{60E}, \quad (1)$$

где σ – временный предел прочности измельчаемого материала, Па;

$D_{\text{ср}}$ – средний диаметр помольной камеры (рабочего колеса), м;

n – обороты ротора, об/мин;

l – ширина помольной камеры (рабочего колеса), м;

h – глубина помольной камеры (расстояние между рабочими колесами), м;

d_n, d_k – начальный и конечный диаметр частиц, м;

E – модуль упругости измельченного материала.

Минимальная скорость для измельчения материала за счет удара $U_{\text{уд}}$, определяется выражением:

$$U_{\text{уд}} = \delta \sqrt{\frac{\left(\frac{d_n}{d_k} - 1 \right)}{\rho E}}, \quad (2)$$

где ρ – плотность измельчаемого материала.

Расчеты по формулам (1) и (2) показывают, что для тонкого измельчения (до 50 мкм) биомассы (например, древесных отходов), скорость удара должна быть не менее 62 м/с, а затрачиваемая мощность составляет более 6,4 кВт.

Мощность затрачиваемая на измельчение за счет истирания:

$$N_{ис} = \frac{24\mu\pi^3 D_{cp}^2 n^2 l \left(\frac{d_n}{d_k} - 1\right)}{3600}, \quad (3)$$

где μ - динамическая вязкость помольной среды (биомасса + воздух), Па·с.

Минимальная скорость для измельчения материала за счет истирания (внутреннего трения частиц между собой):

$$U_{ис} = \frac{12\mu\left(\frac{d_n}{d_k} - 1\right)}{h\rho_c}, \quad (4)$$

где ρ_c - плотность помольной среды (биомасса + воздух).

Расчеты по формулам (3) и (4) показывают, что для измельчения по механизму истирания скорость движения рабочих колес должна быть не менее 10 м/с, а затрачиваемая мощность не более 7 кВт.

Потери на трение помольной среды о внутренние рабочие поверхности колес определяются выражением:

$$N_{тр} = \frac{0,2\rho_c\pi^4 D_{cp}^3 n^3 lh}{216000}. \quad (5)$$

Потери составляют величину соизмеримую с величиной, расходуемой на измельчение по механизму истирания.

Вид общий дезинтегратора представлен на рис. 2, из которого следует, что устройство состоит из двух, вращающихся навстречу друг другу роторов 3. Загрузка биомассы происходит через полый вал ротора с помощью шнека 7 внутрь помольной камеры 1.

Удар и истирание происходит между рабочими колесами 2, конструкция которых представлена на рис. 3.

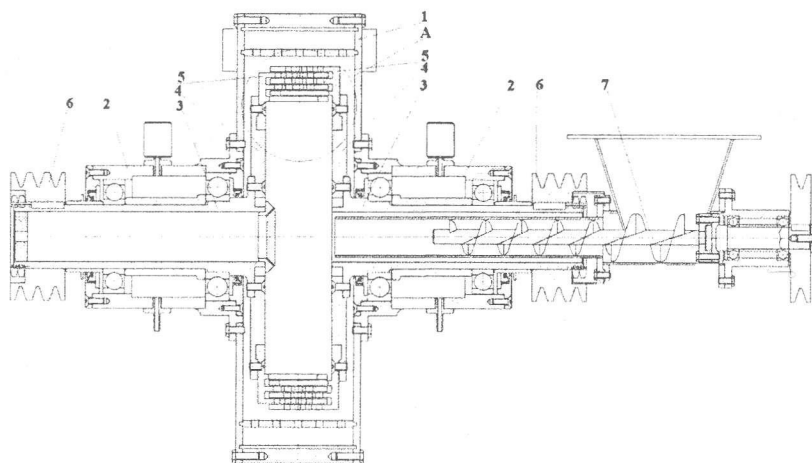


Рис. 2. Вид общий дезинтегратора: 1 – помольная камера; 2 – корпус шпинделя; 3 – опора; 4 – диск ротора; 5 – рабочие кольца; 6 – шкив; 7 – загрузочный шнек

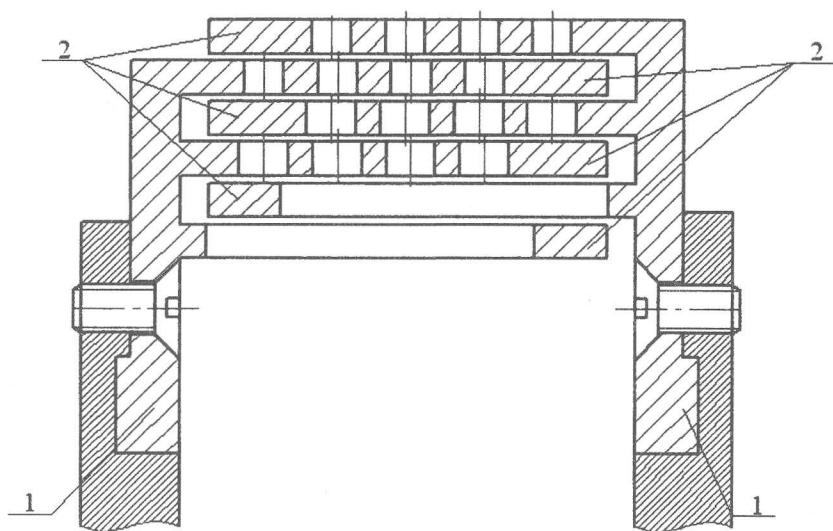


Рис. 3. Рабочие колеса дезинтегратора: 1 – рабочие диски; 2 – рабочие кольца

При столкновении биомассы с отверстиями происходит измельчение за счет удара, а в зазоре между вращающимися навстречу друг другу колесами, происходит измельчение истиранием. Внешний вид колеса представлен на рис. 4.

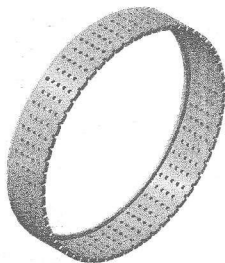


Рис.4. Рабочее кольцо

При применении для измельчения различных видов биомассы такого принципа помола средний размер тонины составляет 70 мкм при производительности 3,6 т/ч. При этом дезинтегратор потребляет мощность 18 кВт.

Новый технологический процесс исключает из цепи измельчения молотковую дробилку, вместо которой применяется дезинтегратор. Дезинтегратор может обеспечивать наноизмельчение до уровня 5...10 мкм. Кроме этого, дезинтегратор может выполнять измельчение биомассы с уровнем влажности до 40 %, что исключает из технологического процесса сушку.

Измельчение до наноуровня вызывает разрушение клеток, что приводит к снижению энергозатрат при прессовании. Конечный продукт – пеллета или брикет, имеет физико-механические характеристики на уровне древесного угля, что соответствует международным стандартам.

1. Біопалива: Технології, машини, обладнання / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло та інші – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
2. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та інші – К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.
3. Бунецький В.О. Аналіз технологічних процесів отримання твердого палива у вигляді пеллет або брикетів / В.О. Бунецький // Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області, випуск 10, 2011. – с. 328-340.
4. Пат. 2353431 Российская федерация, МПК В02С13/22. Дезинтегратор / заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Белгородский государственный технологический университет В.Г. Шухова; заявлено 01.10.2007; опубликовано 27.04.2009.
5. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві / Під ред. Кравчука В.І., Дубровіна В.О. // Укр.НДІПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке, 2010, - 184 с.
6. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Кн. 2 // Под ред. В.Г. Айнштейна. – М.: Химия, 2000. – 162 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАКТОРА ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

Тарасенко В.Е., к.т.н.

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

Нынешнее столетие характеризуется стремительным развитием новых научных направлений, основу которых составляют информационные технологии. Их развитие является предпосылкой революционного развития техники, в том числе и систем охлаждения. История развития техники свидетельствует, что она развивается в соответствии с практическими потребностями и прежде всего в направлении обеспечения или повышения эффективности работы или производства, экологической чистоты при функционировании.

Современный трактор состоит из следующих контуров теплообмена [1, 2]:

- системы охлаждения двигателя;
- охлаждения наддувочного воздуха (ОНВ);
- комбинированного радиатора (гидравлика/топливо);
- радиатора кондиционера;
- теплообменника для охлаждения трансмиссионного масла.

Наличие такого количества контуров охлаждения вынуждает конструкторов использовать нестандартные компоновочные решения: устанавливать в радиаторном отсеке последовательно несколько радиаторов (рисунки 1), располагать их сверху над двигателем (рисунок 2) [3] и др.

Если в первом случае сохраняется стандартное положение вентилятора, имеющего привод от коленчатого вала дизеля, то во втором возникает необходимость использовать электрический привод. При этом возможна установка нескольких вентиляторов, расположенные над двигателем секции радиаторов при работе вентилятора активно продуваются воздушными потоками из окружающей среды, которые, в дополнение ко всему, способствуют охлаждению блок-картера двигателя. Это обстоятельство является существенным достоинством отмеченного конструктивного решения, так как охлаждение блок-картера потоками воздуха обеспечивает установившийся температурный режим системы охлаждения двигателя трактора [4].

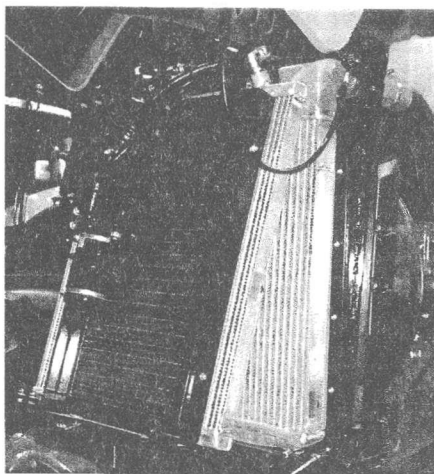


Рис. 1. Конструктивное исполнение компоновки радиаторов трактора CLAAS AXION 840

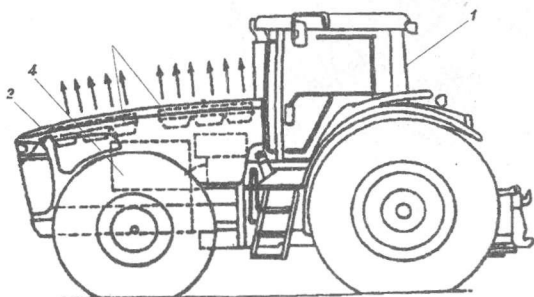


Рис. 2. Конструктивное исполнение компоновки радиаторов сельскохозяйственного трактора: 1 – сельскохозяйственный трактор, 2 – теплообменные аппараты, 3 – капот, 4 – двигатель

При работе энергонасыщенных тракторов «БЕЛАРУС» на максимальной мощности, повышенной температуре окружающей среды температурный режим системы охлаждения дизеля приобретает неустановившийся характер, что приводит к вынужденной остановке трактора и проявляется в снижении производительности агрегата. Это явилось основанием для проведения комплекса научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, направленных на создание эффективных систем охлаждения тракторов «БЕЛАРУС» высокой мощности, способных обеспечивать работу тракторного агрегата в условиях, граничащих с предельно допустимыми.

На базе испытательного центра «Трактор» РУП «МТЗ» прорабатывается вариант системы охлаждения дизеля высокой мощности с автономным расположением радиаторов ОНВ и кондиционера (рисунок 3). В предлагаемом варианте они расположены над дизелем, при этом принудительная циркуляция воздушных масс осуществляется с помощью двух автономных электровентиляторов. Такой вариант экспериментальной системы охлаждения установлен на тракторе «БЕЛАРУС»-3022ДВ тягового класса 5 (рисунок 4) [5, 6].

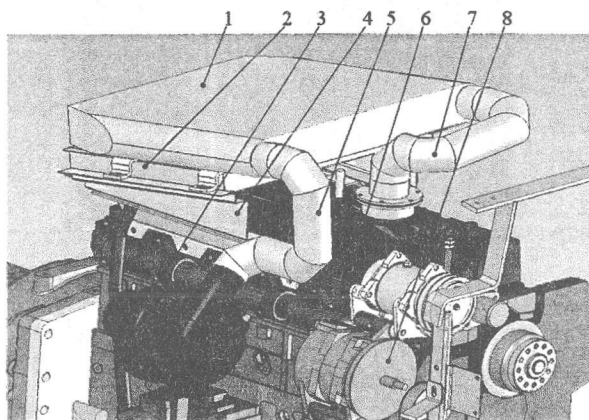


Рис. 3. Проект установки радиаторов ОНВ и кондиционера над дизелем на тракторе «БЕЛАРУС»-3022:

1 – радиатор охлаждения наддувочного воздуха (ОНВ); 2 – радиатор кондиционера; 3 – турбокомпрессор; 4 – механизм крепления блока радиаторов; 5 – патрубок подачи нагретого воздуха в радиатор ОНВ; 6 – головка блока дизеля; 7 – патрубок подачи воздуха в дизель; 8 – генератор

Данное конструктивное исполнение системы охлаждения имеет ряд существенных преимуществ:

- отсутствует подогрев воздуха перед основным жидкостным радиатором, снижающий эффективность теплопередачи;
- отсутствует дополнительное сопротивление перед жидкостным радиатором двигателя;
- освободившееся место в радиаторном отсеке подкапотного пространства двигателя позволяет выдвинуть основной жидкостный радиатор вперед и увеличить расстояние от вентилятора до радиатора на 0,07 м, улучшив этим равномерность продувки последнего воздухом;
- значительно снижена длина трубопроводов;
- убраны препятствия для радиального потока горячего воздуха от вентилятора (патрубки радиатора ОНВ и радиатора кондиционера), что по-

звolyает повысить эффективность работы вентиляторной установки, открывает возможность для более рационального исполнения элементов капотирования;

– основной жидкостный радиатор смещен вниз на 0,02 м с соответствующей доработкой диффузора, что позволило снизить верхний габарит и исключить наличие щитка между радиатором и нижним брусом;

– предложено новое исполнение крепления радиатора – верхние стяжки заменены на боковое крепление;

– образовано два параллельных потока воздуха; один через жидкостный радиатор, второй через радиаторы ОНВ и кондиционера, обеспечивающих при сохранении исходной производительности меньший шум.

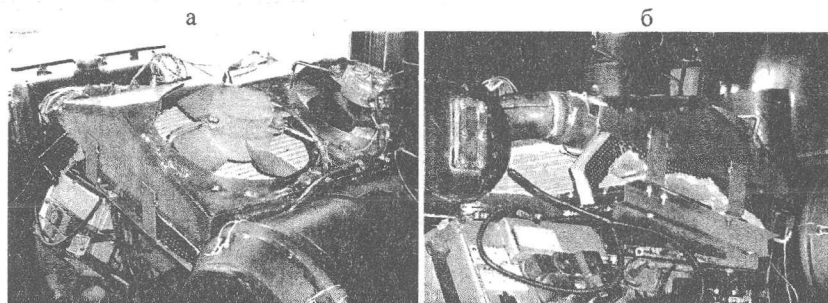


Рис. 4. Макет установки радиаторов ОНВ и кондиционера над дизелем на тракторе «БЕЛАРУС»-3022ДВ (а - вид сверху, б - вид сбоку)

Проведение указанных изменений системы охлаждения позволяет существенно улучшить обзорность за счет снижения высоты капота в передней его части, что является затруднительным при классической компоновке радиаторного отсека трактора.

Предлагаемое исполнение системы охлаждения связано с существенными конструктивными изменениями и необходимостью дальнейших глубоких исследований.

1. Fendt. Новое поколение для решения задач наивысшей сложности – Favorit 900 Vario / AGCO Gmbh & Co Fendt-Marketing.
2. Обзор конструкций зарубежной тракторной и сельскохозяйственной техники: технический отчет о служеб. команд. группы специалистов РУП МТЗ на междунар. выставку "АГРИТЕХНИКА-2005" (г. Ганновер, Германия) / РУП «Минский тракторный завод». – Минск, 2005. – 148 с.
3. Наземное транспортное средство: пат. ЕР 1496214 А1, МПК7 F 01Р 3/18, В60К 11/04 / Vuk, Carl Thomas; заявитель Deere & Company. – № 4103246; заявл. 08.07.04; опубл. 01.04.06 // Текст перевода Е.В. Исаева, З.П. Войтешкой.
4. Тарасенко, В.Е. Обеспечение температурного режима системы охлаждения дизеля сельскохозяйственного трактора совершенствованием жидкостного и воздушного контуров: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / В.Е. Тарасенко. – Минск, 2009. – 179 л.

5. Разработать и освоить производство базовой модели колесного трактора общего назначения тягового класса 6 мощностью 360–380 л.с. для выполнения энергоемких работ в сельском хозяйстве, промышленности, строительстве и других отраслях: отчет об опытно-конструкторской работе / НАН Беларуси, ГНУ «ОИМ НАН Беларуси»; науч. рук. М.Г. Мелешко. – Минск, 2007. – 87 с. – № ГР 20071860.
6. Тарасенко, В.Е. Инновационные решения в конструкции систем охлаждения тракторов «БЕЛАРУС» высокой мощности / В.Е. Тарасенко, С.В. Голод // Энергоресурсосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 25–26 августа 2010 г. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. Наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол. П.П. Казакевич (гл. ред.), О.О. Дударев. – Минск: НППЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2010. – С. 157–160.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ПОСТАВКИ ПРОДУКЦИИ И ОКАЗАНИЯ УСЛУГ В АПК БЕЛАРУСИ

*Романюк Н.Н., к.т.н., доцент; Клавсуть П.В., ст. преподаватель;
Астрахан Б.М., к.т.н., доцент; Вольский А.Л., ст. преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы предусматривает снижение энергоемкости валового внутреннего продукта в 2011–2015 на 29–32% [1]. В числе мероприятий по выполнению программы намечается «внедрение новых научно обоснованных энергоэффективных технологий» [1, с. 28].

При снабжении сельских потребителей более 45% составляют расходы на транспортирование ресурсов и услуг [2]. В ходе выполнения Государственной программы возрождения и развития села были созданы предпосылки для снижения транспортной составляющей в затратах – создана развитая дорожная сеть, обеспечивающая устойчивую транспортную связь с населенными пунктами и производственными объектами [3, 4], внедряются прогрессивные методы контроля прохождения транспортом заданного маршрута на основе GPS систем. В связи с этим особенно актуальным становится построение оптимальных маршрутов поставок сельским потребителям. Эта задача может быть решена на основе применения информационных технологий.

Одним из вариантов применения указанных технологий является использование пакета математического моделирования *MATLAB*.

Рассмотрим применение пакета на примере планирования доставки продукции из РУСПП «1-ая Минская птицефабрика» в 7 пунктов назначения в течение одного рабочего дня.

Грузоподъёмность и расход топлива для каждого автомобиля, объём заказов для каждого пункта, представлены в таблицах 1 и 2. Расстояния между всеми пунктами, внесенные в структуру *MATLAB*, представлены на рис. 1.

Таблица 1 – Характеристики автомобилей

ЗИЛ-5301	Расход топлива, л/100 км,	17
	Грузоподъёмность, т	3,5
МАЗ-4370	Расход топлива, л/100 км,	18
	Грузоподъёмность, т	6

Таблица 2 – Список пунктов и объёмы поставок

Исходные коды пунктов	Название магазина	Объёмы поставок, т
1	РУСПП «1-ая Минская птицефабрика»	Пункт отправки
2	Универсам «Северный»	1,0
3	Универсам «Фрунзенский»	1,0
4	Универсам «Юбилейный»	1,0
5	Универсам «Кунцевщина»	1,0
6	Универсам «Московский»	1,0
7	Универсам «Могилёвский»	1,0
8	Магазин №19	1,2

На первом этапе поиска решения применяется процедура *vrpsavings* в виде:

$$[rte, TC, L] = vrpsavings(C, q, Q) \quad (1)$$

где C – матрица размерности $n_0 \times n_0$ расстояний между всеми пунктами (диагональные элементы матрицы равны 0);

$q = [q(1), q(2), \dots, q(n_0)]$ – вектор размерности $1 \times n_0$ объёмов заказов в пунктах 2, ..., n_0 , ($q(1)$ соответствует базе поставки и равно 0);

Q – грузоподъёмность автомобиля;

rte (*route*) – вектор, компоненты которого описывают, какие именно пункты входят в каждый маршрут и последовательность объезда этих пунктов;

TC – тот же вектор длин соответствующих маршрутов;

L (*loads*) – вектор загрузки автомобилей, направляемых на соответствующие маршруты.

Из решения по процедуре (1) следует, что последовательность пунктов нужно разбить на два маршрута. В первый входит 5 магазинов (пункты 5, 3, 6, 7, 8). Во второй – 2 магазина (пункты 4 и 2).

Array Editor: C

File Edit View Help

Numeric format: short Size: 8 by 8

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	7.6	17.5	3.5	14	12.6	12.8	16
2	7.6	0	11	8	15	9	10	13
3	17.5	11	0	3.5	4.7	5	5.4	10
4	3.5	8	3.5	0	8.1	3.5	4	7.5
5	14	15	4.7	8.1	0	8.8	10.5	15
6	12.6	9	5	3.5	8.8	0	0.7	4.5
7	12.8	10	5.4	4	10.5	0.7	0	5.2
8	16	13	10	7.5	15	4.5	5.2	0

Рис. 1. Матрица расстояний между пунктами, км

На втором этапе для каждого маршрута следует уточнить оптимальный порядок передвижения. Это можно сделать с помощью той же процедуры *vrpsavings*, но уже в модификации:

$$[rte, TC] = vrpsavings(C) \quad (2)$$

где *C* – матрица расстояний (затрат) уже для рассматриваемого маршрута. В нашем случае это достаточно сделать для 1-го маршрута.

На третьем этапе для распределения автомобилей по маршрутам следует применить процедуру:

$$[F, V] = trans(S) \quad (3)$$

где *S* – матрица расхода топлива для вычисленных маршрутов;

F – матрица назначений автомобилей на соответствующие маршруты;

V – общий расход топлива.

Применение указанных процедур пакета позволяет снизить пробег автотранспорта и, соответственно, расходы топлива на 10-11%.

1. Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24 декабря 2010 г. № 1882. [Электронный ресурс]: Сайт. 2009. - <http://energoeffekt.gov.by/programs/basicdocuments/191-20112015-24122010-1882.html>.

2. Организация и регулирование логистических процессов и маркетинга в системе ресурсообеспечения АПК. [Электронный ресурс]: Сайт, 2009. - Режим доступа: http://www.mntabot.com/work/work_10868.html. Дата доступа: 18.07.2011.

3. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы. 1.4. Модернизация автомобильных дорог и развитие транспортного сообщения в сельской местности. [Электронный ресурс]. Сайт, 2010 - Режим доступа: <http://www.president.gov.by/press30954.html#doc>. Дата доступа: 01.03.2011.
4. Департамент «Белавтодор». Подведены итоги работы дорожной отрасли за первый квартал 2008 года. [Электронный ресурс]. Сайт, 2009. - Режим доступа: <http://belavtdor.belhost.by/archives/1>. Дата доступа: 5.04.2011.

УДК621.565.(07)

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОЧИСТИТЕЛЕЙ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ МОЛОКА

*Колончук В.М., инженер, Колончук М.В., инженер,
Миклуш В.П., к.т.н., профессор*

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

Молоко – продукт скоропортящийся. В нем происходит бурный рост микроорганизмов. Свежесцеженное молоко обладает бактерицидными свойствами, которые сохраняются 2 часа при температуре молока 37°C, а при температуре молока 10°C – до 24 часов (рис. 1). Если молоко лишается бактерицидных свойств, то в нем быстро развиваются микроорганизмы, жизнедеятельность которых повышает кислотность молока. Анализ показывает, что при температуре молока до 10°C его можно хранить кратковременно (от 1 до 10 часов), а при температуре 4°C молоко можно хранить до двух суток без существенного нарушения качества молока.

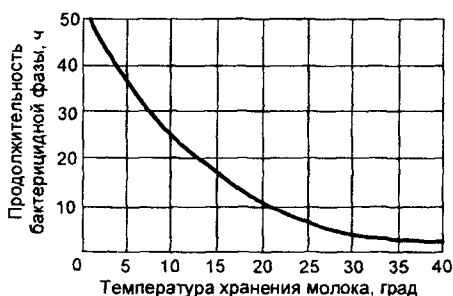


Рис. 1. Зависимость продолжительности бактериостатической деятельности молока от температуры его хранения

Хорошие результаты с точки зрения экономии электроэнергии и ресурса молокоохладительных установок, а также времени охлаждения молока дает применение пластинчатых очистителей-охладителей ОМ-1А, состоящие из сепаратора и охладителя молока. Сепаратор состоит из барабана, приводного механизма и приемно-выходного устройства. Пластинчатый охладитель представляет собой набор теплопередающих пластин, зажатых между двумя плитами стяжными болтами. Молоко, подлежащее охлаждению, поступает в коллектор, образованный отверстиями в пластинах. Из коллектора молоко подается в каждый нечетный зазор между пластинами. Холодная вода подается в каждый четный зазор между пластинами и движется в направлении, противоположном движению молока. Диаграмма, приведенная на рисунке 2, показывает, что температура молока, поступающего в пластинчатый охладитель, составляет 35°C. Охлаждающая вода имеет температуру 15°C. Теплообмен снижает температуру молока до 18°C, а температура воды поднимается до 22°C.

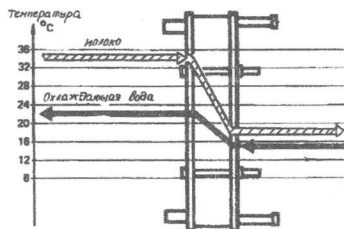


Рис. 2. Изменение температуры молока и охлаждающей воды в пластинчатом охладителе

Очистители-охладители не влияют на жирность молока, то есть потери жира не наблюдаются (табл. 1). Достоверные изменения жирности обраты не обнаружены. Жирность обраты не превышает 0,05%. Из таблицы 2 и рисунка 3 видно, что при очистке молока очистителями-охладителями ОМ-1А 1 происходит дробление жировых шариков (рис. 3), что может отрицательно повлиять на дальнейшую переработку молока и производство молочных продуктов. Также не исключено действие фермента липаза на понижение качества молока.

Таблица 1 - Показатели качества молока

Показатели	Перед очистителем-охладителем	После очистителя-охладителя
Механическая загрязненность, класс	2	1
Редуктивная проба, класс	1	1
Кислотность молока, °Т	17	17
Жирность молока, %	4,1	4,1
Жирность обраты, %	0,04-0,05	0,04-0,05

Таблица 2 - Распределение жировых шариков по диаметру, %

Пределы диаметра, мкм	До очистителя-охладителя	После очистителя-охладителя
<1,5	15,5	22,9
1,6-3,1	42,9	44,3
3,2-6,1	40,2	31,8
>6,1	1,4	1,0

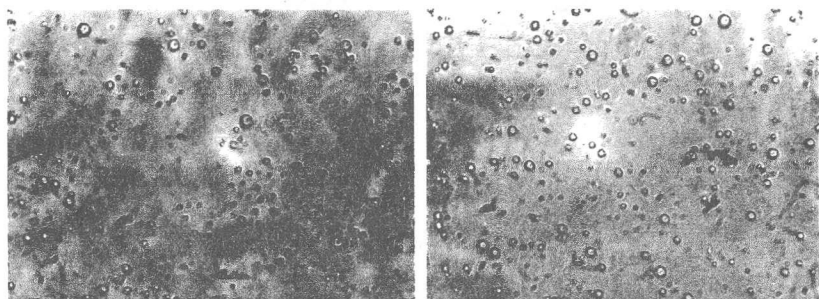


Рис. 3. Вид на жировые шарики (увеличено в 800 раз):

а) перед очистителем-охладителем; б) после очистителя-охладителя

У молочных сепараторов дефектами барабана являются износ резьбы трубки основания, шпонки и резинового кольца, повреждение тарелок и нарушение балансировки барабана. При значительном износе трубки заменяют, а при незначительном исправляют резьбу на токарном станке и изготавливают новую гайку. Ряд элементов сепараторов (бандаж и диск пускового механизма, винтовое колесо и барабан) подвергают балансировке. В соответствии с назначением и формой неуравновешенного тела применяют статическую балансировку (балансируемый предмет почти не вращается) и динамическую (вращение тела с рабочей или близкой к ней скоростью). При статической балансировке балансируемый предмет закрепляют на шлифованной оси, концы которой кладут на две горизонтально и параллельно расположенные стальные шлифовальные параллели (рис. 4). Путем прикрепления груза на противоположную сторону достигают совпадения центра тяжести с осью вращения. При этом балансируемый предмет на призмах будет находиться в состоянии безразличного равновесия.

Статическую балансировку можно применять в двух случаях: если балансируемый предмет в рабочем положении имеет небольшую скорость вращения или очень малую длину (высоту) по сравнению с диаметром. Из этого следует, что способ статической балансировки для барабанов сепараторов непригоден. Этот способ балансировки можно принять лишь

для уравнивания таких частей, как бандаж и диск пускового механизма, винтовое колесо.

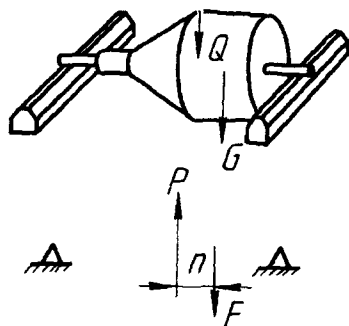


Рис. 4. Статическая балансировка

Для динамической балансировки существуют балансировочные машины различных типов. Большая часть этих машин работает при горизонтальном положении оси балансируемого предмета; их применяют для балансировки коленчатых валов, роторов и других быстровращающихся тел удлиненной формы. Для балансировки барабанов сепараторов применяют машины с вертикальным положением оси балансируемого предмета. По принципу уравнивания все эти машины разделяют на две группы: в одной из них расположение и величину неуравновешенных масс определяют по записям индикаторов; в другой устанавливают при помощи компенсирующих грузов. В том и другом случае одновременно получают сведения о месте положения и о величине добавочных грузов.

После ремонта барабан балансируют по верхней части центральной трубки и нижней части вертикального вала (рис. 5), а также на специально приспособленной станине сепараторов. При проверке сбалансированности барабану сообщают нормальную частоту вращения и после отключения от привода наносят карандашом отметки в местах наибольшего биения. Положение дисбаланса вначале определяют, касаясь карандашом внутренней поверхности центральной трубки. С противоположной стороны карандашной отметки изнутри крышки барабана наплавляют олово.

При проверке барабан должен набирать нормальную частоту вращения через 2–3 минуты, а останавливаться (без торможения) не менее чем через 3 минуты. Для опробования отремонтированного сепаратора в молокоприемник заливают 4–5 л подогретой воды. При нормальной частоте вращения вода выходит из обоих рожков. Ее уровень должен соответствовать метке, нанесенной на стенку внутри поплавковой камеры.

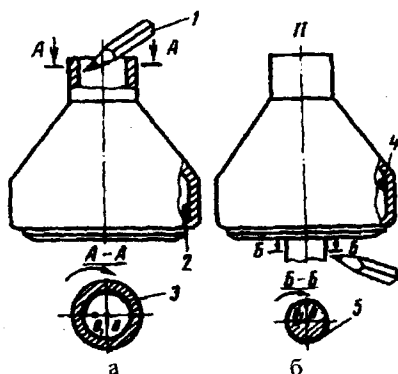


Рис. 5. Балансировка барабана: 1 — карандаш; 2 — олово; 3 — ось; 4 — олово; 5 — вал

Основными дефектами очистителя-охлаждателя являются трещины или обрывы резиновых прокладок пластин. Проверяют надежность приклейки прокладок у всех пластин путем легкого отрывания прокладки пальцем. Пластины с частично отслоенными прокладками помещают в пластмассовую ванночку и обрабатывают 10%-ой соляной кислотой до исчезновения следов отложений (молочного камня, казеина, окиси железа) с обеих сторон пластин. При этом ножом аккуратно полностью отделяют резиновую прокладку пластины и пластину протирают губкой для удаления остатков грязи. Очищенные пластины, а также резиновые прокладки промывают проточной водой для удаления остатков кислоты и протирают насухо. Ветошью, смоченной в этилацетате, удаляют с пластин остатки старого клея. Соскабливают ножом значительные затеки старого клея с поверхности резиновых прокладок (срезание клея ножом не допускается, так как при этом может быть повреждена поверхность прокладки). Поврежденные резиновые прокладки не используют, а заменяют новыми.

Приклеивание производят клеем 78-БЦС ТУ 38-105470-72 или клеем 88-НП ТУ 38-105470-73. Приклеивание рекомендуется производить двум рабочим, из которых первый наносит клей на пластину, а второй — на прокладку. Приклеивание производят в следующем порядке. Обезжиривают приклеиваемую поверхность резины и желобка пластины чистым тампоном из ветоши, смоченным в этилацетате, путем двухкратной протирки. Просушивают обезжиренные поверхности деталей в течение 10–15 минут, но не более двух часов. Наносят первый равномерный слой клея кисточкой на приклеиваемую поверхность резиновой прокладки и на приклеиваемую поверхность желобка пластины. Сушат первый слой клея в течение 15–20 минут, но не более двух часов. Наносят второй слой клея на приклеиваемые поверхности и сушат до прихода клеевой пленки в липкое

состояние. Аккуратно укладывают прокладку на приклеиваемое место пластины, слегка прижимают и тщательно прикатывают роликом десятикратным проездом, обеспечивая ровное и надежное прилегание прокладки без сдвигов в сторону. Выдерживают пластины в течение 48 часов без груза или собранные в несжатый пакет. Проверяют прочность и надежность склеивания путем легкого отрывания прокладки пальцем. При этом прокладка не должна отслаиваться от пластины.

1. Казаровец, Н.В. Современные технологии и технический сервис в животноводстве: монография / Н.В. Казаровец, В.П. Миклуш, М.В. Колончук. – Минск: БГАТУ, 2008. – 778 с.
2. Доильное и холодильное оборудование: особенности конструкций и технический сервис: пособие / Колончук М.В., Миклуш В.П., Самосюк В.Г. – Минск.: УМЦ Минсельхозпрода, 2006 – 342 с

УДК 631.173

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК УКРАИНЫ

Науменко А.А., к.т.н., профессор

*Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенка, г. Харьков, Украина*

Глобализация социально-экономических процессов свидетельствует о том, что процессы стремительного развития технического сервиса в сельском хозяйстве происходят и будут совершенствоваться в Украине.

Это связано с ростом потребления сервисных услуг в странах с высококоразвитым сельским хозяйством и промышленностью, что стало одним из наиболее выдающихся явлений экономической жизни в XXI столетии. Переориентация производства из простого создания материальных благ на предоставление услуг является фундаментальным фактором перехода общества от индустриального к постиндустриальному уровню развития [1].

Если в доиндустриальном обществе преобладали внутренние («домашние») услуги, то в индустриальном – акцент смещается в сторону услуг, которые играют вспомогательную роль относительно производства. В постиндустриальном обществе появляются качественно новые виды сервисных услуг, которые быстро начинают доминировать [2].

Индустриальный уклад воплощен в системе массового производства продукции, а характерным признаком постиндустриального уклада является экспансия сферы предоставления индивидуальных услуг.

Первой и более простой характеристикой постиндустриального общества является то, что большая часть рабочей силы уже не задействована в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности, а сконцентрирована в сфере сервисных услуг.

В данной работе трактовки технического сервиса АПК приняты в соответствии с Законом Украины №229-V «О системе инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса Украины».

Технический сервис – это обеспечение агропромышленного комплекса техническими средствами и поддержание их в технически исправном состоянии в течение всего периода эксплуатации: изучение спроса, реклама, техническая и торгово-экономическая информация, доставка, предпродажная подготовка, гарантийное обслуживание новых и отремонтированных технических средств, обеспечение запасными частями, учеба эксплуатационно-ремонтного персонала и т.д.

Сфера технического сервиса АПК Украины, безусловно, воспринимает мировые тенденции и развивается (возможно, с некоторым опозданием) как и вся мировая общественная система (табл. 1).

Таблица 1 – Этапы развития технического обеспечения АПК и эволюция концепций технического сервиса

Годы XX столетия	Отраслевая форма технического обеспечения	Концепция технического сервиса	Производственная идея
30 – 60-е	До 1959 г. – машинно-тракторные станции (МТС) 1959 - 1961 – ремонтно-технические станции (РТС)	Производственная	Обслуживание и ремонт непосредственно на сельскохозяйственном предприятии
60 – 80-е	1959 - 1961 гг. – РТС 1961 - 1978 – ВО «Союзсельхозтехника»	Товарно-снабженческая	Совершенствование техники, реализация техники, запчастей, материалов.
80 – 90-е	1978- 1991 – Государственный комитет по материально-техническому обеспечению сельского хозяйства	Снабженческо-сервисная	Создание сети предприятий по ремонту и ТО с массовым типом производства и предоставления сервисных услуг
90-е – до настоящего времени	Начало создания и развитие технических центров, снабженческо-сервисных фирм, построение основ будущей системы технического сервиса	Зарождение сервисной инфраструктуры	Удовлетворение интересов сельхозпроизводителей в индивидуализированных сервисных услугах

Тенденция очевидна – технический сервис приобретает стремительное развитие, объемы значительно увеличиваются в связи с тем, что парк машин и оборудования будет расти и возобновляться. При этом сервис ста-

новится наиболее перспективным бизнесом на рынке сельскохозяйственной техники.

В отличие от стран Евросоюза Украина находится в начале внедрения сервисной стратегии технического обеспечения АПК. Более того среди научных работников и госчиновников нет четкой констатации очевидного стратегического направления, не определены приоритеты, не делается хотя бы моральной поддержки энтузиастам сервисной деятельности [3].

Анализ эволюции концепций технического сервиса свидетельствует о том, что состоялся переход от серийного и массового типа производства предоставления сервисных услуг – к индивидуальному. Это требует пересмотра всех теоретических основ ремонтно-обслуживающего производства и создание теоретической базы основанной на индивидуализации обслуживания сельхозпроизводителей. В этих условиях ограниченное применение находят и типовые проекты производств [4].

При обосновании перспективных направлений развития технического сервиса АПК рассматриваются преимущественно следующие варианты [5]:

1) сервис – это исключительная обязанность производителя, осуществляется его персоналом, или филиалом;

2) сервис выполняется персоналом предприятия-потребителя (сельхозпроизводителя);

3) сервисные услуги предоставляются посредниками (дилерами, агентами фирмы, сервисным центром, и т.п.);

4) сервис предоставляется консорциумом производителей (или дилеров) разных видов оборудования;

5) услуги предоставляются небольшими ремонтными мастерскими и станциями технического обслуживания.

Первое направление уже десятки лет рассматривается отдельными специалистами как основное. Но реалии свидетельствуют о том, что такая система возможна при поставках небольшого количества сложных технических средств, требующих высококвалифицированных специалистов. Например, в настоящий момент по такой схеме работает завод доильного оборудования «Брацлав». Следует отметить, что потребители не совсем довольны уровнем предоставляемых услуг. Кроме того поступает огромное количество машин и оборудования бывшего в эксплуатации в других странах, которые заводы-изготовители сняли с обслуживания, что требует другой схемы обслуживания и ремонта.

Второе направление занимало приоритетное место в предыдущих системах технического сервиса. До 70% объемов ремонта и технического обслуживания сельскохозяйственной техники выполнялись непосредственно в хозяйствах. В настоящее время, как показывает анализ, вновь созданные сельскохозяйственные предприятия не создают и не планируют

создавать ремонтно-обслуживающую базу, так как это требует значительных инвестиций, которые быстро не окупятся. Хозяйства которые получили в наследство ремонтные мастерские постепенно сужают их деятельность. Это связано с тем, что сельхозпроизводители сосредоточивают все внимание на производстве продукции, а конкурировать становится все тяжелее. Ремонт машин нуждается в квалифицированных рабочих, современном оборудовании и производственных помещениях, которые при малых объемах производства окупить невозможно.

Крупные агрофирмы, которые сохранили свою ремонтно-обслуживающую базу, машинно-тракторный парк комплектуют, как правило, новыми перспективными моделями сложной конструкции, насыщенными электронными и гидравлическими системами. Они проводят регламентное техническое обслуживание, а для выполнения сложных ремонтных работ не хотят нести затраты на специализированное оборудование, технологическую оснастку и инструмент, обучение ремонтного персонала, создание складских запасов агрегатов, узлов и запасных частей.

Третье направление получило наибольшее распространение в экономически развитых странах при предоставлении услуг по техническому сервису тракторов, автомобилей, зерноуборочных комбайнов, кормозаготовительных комплексов и других сельскохозяйственных машин, особенно в гарантийный период.

Опыт посредников (дилеров) в Украине показывает, что они хорошо знают своих потребителей, условия эксплуатации техники, структуру посевов, состояние полей, квалификацию механизаторов. Поэтому сельхозпроизводители отдают им предпочтение в выполнении сервисных работ. При этом техническая база большинства дилеров в Украине развита очень слабо.

Четвертое направление существует, и будет иметь место в будущем для сельхозпредприятий, которые комплектуются оборудованием и техническими системами производства разных фирм, а иногда и стран. Например, птицефабрики, свинопредприятия, перерабатывающие предприятия.

Пятое направление получает все большее распространение. Небольшие мастерские выполняют ремонт определенной техники в послегарантийный период, а также ремонтируют (с модернизацией), приобретенные на вторичном рынке машины и оборудование. Привлекательность их для сельхозпроизводителей связана с невысокой стоимостью и оперативностью выполнения работ, а также небольшим расстоянием по расположению. Это отвечает и мировым тенденциям, где за последние 20 лет объемы работ в таких мастерских выросли почти на 20%. Ряд машиностроительных компаний для указанных мастерских разрабатывают специальное оборудование, адаптивные технологии, обучают персонал.

Организационной основой независимо от системного направления, как правило, выступает технический центр (сервисный центр, агротехсервис и т.п.).

Технический центр может иметь следующие структурные подразделения:

- продажа новой техники (тракторы, комбайны, сельскохозяйственные машины, оборудование и т.п.);
- предпродажная подготовка и гарантийное обслуживание;
- техническое обслуживание машин;
- ремонт составных частей и восстановление деталей;
- магазин запасных частей;
- перепродажная подготовка поддержанной техники бывшей в использовании;
- мойка, как отдельный вид бизнеса.

В каждом конкретном случае необходимо принимать решение по структуре технического центра и объеме работ каждого его подразделения с учетом прибыльности каждого производства, а также ограничениях по капитальным вложениям, площади территорий и помещений, энергоносителям и т.д.

Определение оптимальной структуры производства является главным элементом процесса принятия решение предпринимателем (владельцем центра).

В большинстве случаев целевая функция и зависимости затрат ресурсов выражаются линейными функциями управляющих переменных, или линейными аппроксимациями нелинейных зависимостей, что позволяет использовать эффективный и программно-реализованный аппарат линейного программирования.

Кроме того известно, что в таких задачах лучше допустить упрощения в зависимостях за счет линеаризации и использовать точные методы решения (например симплекс-метод), нежели стараться найти точные криволинейные зависимости и использовать приближенные методы решений.

Задача оптимизации состава и структуры подразделений технических центров формулируется следующим образом. Пусть требуется определить объемы работ по каждому подразделению x_i , $i=1...n$, которые обеспечивают максимальную прибыль Π , если удельная прибыль на единицу работы каждого i -го подразделения составляет p_i .

Целевая функция имеет вид:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n p_i x_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

Для организации деятельности i -го подразделения предприятия необходимы ресурсы j -го вида ($j=1...m$)- a_{ij} . Объемы ресурсов в большинстве случаев ограничены допустимой величиной j -го ресурса b_j .

Во время выполнения расчетов в зависимости от пожеланий заказчиков могут также учитываться: a_{i1} – удельные капитальные вложения, a_{i2} – удельная площадь территории, a_{i3} – удельная потребность в работниках, a_{i4} – удельная площадь помещения и т.п. Таким образом

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \leq b_j \quad (i=1...n) (j=1...m). \quad (2)$$

Исходя из возможностей региона, наличия конкурентов по каждому из видов работ (подразделений) исследуются и устанавливаются максимально возможные объемы работ – N_i . Тогда ограничение по объему работ по i -му подразделению будут иметь вид:

$$x_i \leq N_i \quad (i=1...n), \quad (3)$$

Ограничение того, что переменные положительны

$$x_i \geq 0, \quad (4)$$

Расчеты не ограничиваются получением оптимального решения, а проводится анализ путем добавления новых ограничений, проведением расчетов по разным целевым функциям, изменением отдельных параметров. Используется также взаимное увязывание с показателями смежных задач (например, оптимизации технологических процессов подразделения).

Проводится многовариантный анализ по моделям с сопоставлением разных вариантов плана и внутренней структуры каждого из полученных решений с помощью двойственных оценок и анализа на чувствительность [3].

Выводы:

1. Возрастание значения технического сервиса в АПК обусловлено стойкими объективными тенденциями развития общества.
2. Анализ эволюции концепций технического сервиса свидетельствует, что отрасль переходит к сервисной концепции с предоставлением индивидуальных услуг.
3. Переход к индивидуализации сервисных услуг требует уточнения теоретических основ ремонтно-обслуживающего производства.
4. В разработке и обоснованиях нуждаются в первую очередь второе и пятое, указанные в статье, направления развития технического сервиса в

АПК, как наиболее реальные для массового применения.

5. Использование методов математического программирования для обоснования структуры ремонтно-обслуживающего предприятия (технического центра) позволяет не только получить оптимальное решение, но и провести широкий анализ вариантов возможных направлений развития производства.

1. Кулбанова В.В. Маркетинг сервисных услуг. - СПб.: Вектор, 2006-192с.
2. Хаксвер К., Рендер Б., Рассел Г., Мердик Р. Управление и организация в сфере услуг. 2-ое изд. СПб.: Питер, 2002.-752с.
3. Организационные формы технологического сервиса и прогноз их развития в рыночных условиях ведения хозяйства в агропромышленном комплексе Украины. К., 2001., 170с.
4. Науменко А.А. Сельхозпроизводитель – ядро деятельности сервисного предприятия. Вестник ХНТУСГ. Выпуск №17 с. 3 - 5.
5. Волгин В.В. Автосервис: Создание и сертификация. Практическое пособие. - 2-ое изд. «Дашков и Ко», 2005.- 620с.
6. Технічний сервіс машин у тваринництві За ред. О.А. Науменка, В.Д. Войтюка. – Київ-Харків, 2007, 280с.

УДК 621.9-621.98

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

***Беловод А.И., доцент; Дудников А.А., профессор;
Канивец А.В., ассистент; Дудник В.В., ассистент;
Келемеш А.А., магистр***

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Оценку надежности сельскохозяйственной техники (свеклоуборочные, почвообрабатывающие, посевные и др. машины) можно проводить, по нашему мнению, по следующим показателям: наработке за сезон работы, коэффициенту технического использования, качеству производимой работы, степени повреждения рабочих органов. Эти показатели являются важными для оценки работоспособности сельскохозяйственной техники, надежная работа которых в значительной мере определяется износостойкостью их рабочих органов.

Так, в процессе работы диски копачей свеклоуборочных машин, разрушая сцепляемость корнеплода с почвой, создают вытягивающие усилия для его дальнейшего перемещения. Качество технологического процесса выкапывания корнеплодов определяется в значительной мере следующими параметрами: степенью рыхления почвы в зоне корня; материала лезвий ножей дисков; частоты вращения активного и пассивного дисков.

Степень разрыхления почвы оказывает влияние на процесс сепарации корнеплодов, потери сахарной массы в корневых остатках, повреждение плодов.

Диски копача находятся под углом к вертикальной плоскости (угол раствора) и к направлению движения (угол развала) так, чтобы передние кромки дисков были отдалены одна от другой, а задние кромки сближены между собой. Активный диск принудительно вращается с определенной угловой скоростью, а пассивный диск вращается свободно.

Свеклоуборочные машины должны обеспечить подкапывание и извлечение из грунта 98,5% корнеплодов, а количество их повреждений не должно превышать 5-8% [1].

При выкапывании свеклы дисковые ножи, подрезая слой грунта с корнеплодами, разрушают его и зажимают их в самой узкой части между дисками (в русле), где осуществляется активная ликвидация внутренних связей грунта с корнеплодами.

Увеличение степени зажатия дисковыми копачами слоя грунта с корнеплодами способствует значительному разрушению как внутригрунтовых связей, так и связей корнеплода с грунтом, что обеспечивает повышение процента выкапываемости и снижение повреждения корнеплодов.

Результаты эксплуатационных испытаний показали, что минимальный процент невыкапываемости и повреждения корнеплодов 3,5 и 3,9% имели комбайны с дисками, восстановленными приваркой сегментных шин из стали 45 с автоматической наплавкой сормайтом, упрочненные вибрационным деформированием и с новыми дисками из стали 65Г с приваркой ребер жесткости на пассивные диски (рис. 1).

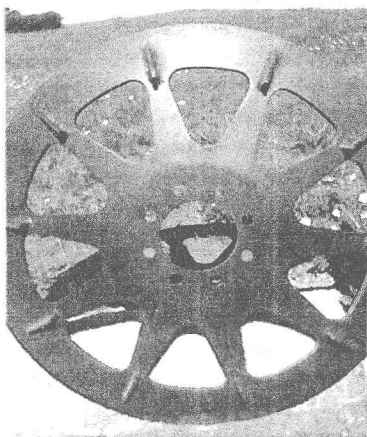


Рис. 1. Пассивный диск с приваренными ребрами

Повышение эффективности технологического процесса выкапывания и сепарации корнеплодов указанных вариантов дискового копача при одинаковых углах резания и развала можно объяснить следующими факторами.

1. Давление грунта с корнеплодами на лезвие ножа в самой узкой части русла вызывает увеличение как упругой, так и пластической деформации, что приводит к увеличению узкой части русла. Это, в свою очередь, снижает разрушение грунта и извлечение корнеплодов свеклы. Наличие упругопрочного слоя сормайта на поверхности лезвия ножа повышает его жесткость и износостойкость, что способствует большему разрушению грунта и, следовательно, создает условия для повышения эффективности выкапывания.

2. Наличие приваренных ребер на поверхности пассивного диска снижает его деформируемость при свободном перекапывании в грунте и создает одновременно вибрирующий эффект, способствующий увеличению разрушения внутренних связей в грунте и связей грунта с корнеплодами. При этом происходит процесс более полного растирания сдавленного слоя грунта. Это дополнительно улучшает процесс ликвидации внутренних взаимосвязей грунта и корнеплода и, в свою очередь, способствует сепарации грунта и очищению корнеплодов.

3. Максимальная сепарация грунта через окна дисков имела место при отношении разности большого и малого радиусов обода к высоте сферического пояса равном 3,4-3,9.

Использование дисков копачей, восстановленных по разработанной технологии и с приваркой ребер на пассивных дисках повышает их износостойкость по сравнению с новыми на 50-81%, а также снижает на 28% потери и повреждения корнеплодов свеклы за счет вибрирующего эффекта и нарушения связей грунта с корнеплодами. Это, в свою очередь, повышает техническую и технологическую надежность как самого дискового копача, так и свеклоуборочного комбайна.

Надежность работы дисковых копачей указанных вариантов может быть также оценена наработкой комбайна, приходящейся на единицу износа по радиусу лезвия ножа диска. Наибольшее значение этого показателя равное 86,2 га/мм имели диски, восстановленные по разработанной технологии, а наименьшее 43,8 га/мм – диски, восстановленные приваркой шин из стали 45 с последующей вибродуговой наплавкой сплавом Х12. Этот показатель у новых дисков составил 49,2 га/мм, т.е. в 1,75 раза меньше, чем у дисков, восстановленных по предлагаемой технологии [2].

Важным показателем надежности сельскохозяйственной техники является коэффициент технического использования, поскольку служит оценочным показателем всего используемого комплекса машин. Он количественно характеризует свойства как безотказности объекта, так и ремонт-

топригодности, и учитывает как время пребывания объекта в работоспособном состоянии, так и время на техническое обслуживание и ремонт [3].

Надежность системы может быть определена по данным ее составных элементов, так как определять этот показатель детали или агрегата проще, чем всей системы. Поэтому надежность работы сельскохозяйственной машины (свеклоуборочного комбайна, плуга, зерновой сеялки) оценивали по показателю надежности новых и восстановленных по разработанной технологии их рабочих органов: дисков копачей, плужных лемехов, дисковых сошников.

Так, коэффициент технического использования свеклоуборочных комбайнов, работающих с дисками, восстановленными по разработанной технологии, составил 0,991, а у комбайнов с новыми дисками – 0,937.

Проведенные исследования позволяют прогнозировать большую надежность всего технологического комплекса машин и заведомо планировать число ремонтов в определенный период времени для обеспечения его бесперебойной работы.

1. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.

2. Беловод А.И. Об износостойкости восстановленного дискового копателя 36. ЛДТУ Вып. 15. – Луцк: 2007. – С. 44-48.

3. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.

УДК 721.785

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

¹Бетенья Г.Ф., к.т.н., доцент; ¹Анискович Г.И., к.т.н., доцент;

²Голубев В.С., к.ф.-м.н.; ²Давидович А.Н., к.т.н.

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

²ГНУ «Физико-технический институт» НАН Беларуси, г. Минск

Условия работы деталей рабочих органов машин (ДРОМ) являются определяющими при выборе материала и технологии их изготовления. Абразивная среда (песок, глина, гравелистые частицы и камни), в которой эксплуатируются сменные ДРОМ, создает экстремальные условия для их работы. Для обеспечения длительной эксплуатации сменных ДРОМ, работающих в тяжелых условиях абразивного изнашивания, характерных для почв республики, необходимо при их производстве применять

качественные конструкционные стали и соответствующие технологии их упрочнения.

Прогнозный анализ показывает, что в обозримом будущем для изготовления ДРОМ стальной прокат останется преимущественным материалом. Потенциал стали как материала для сельхозмашиностроения совершенно не исчерпан. Практическую ценность, применительно к изготовлению ДРОМ, представляет использование сталей пониженной и регламентированной прокаливаемости (55ГП, 60ГП, 55РП и др.) В настоящее время созданы и проверены в производственных условиях технологии упрочнения различных по конструкции ДРОМ с применением отечественных материалов (рис. 1).

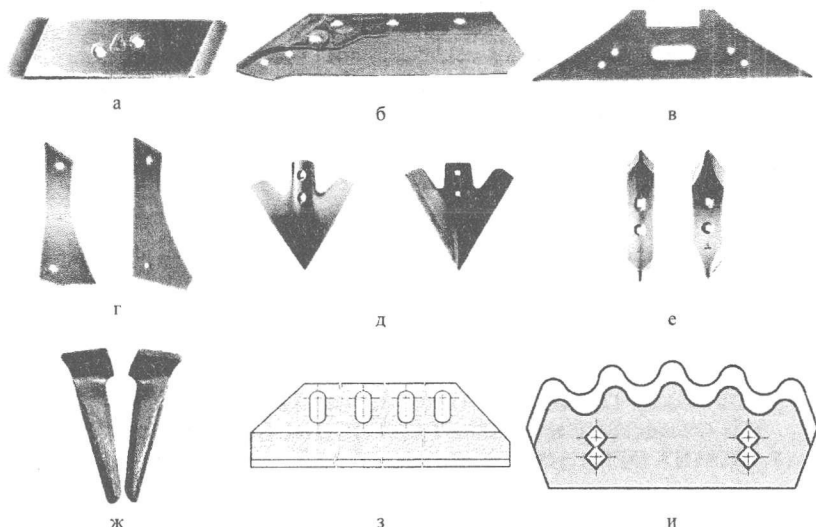


Рис. 1. Типовые представители сменных ДРОМ почвообрабатывающих и кормоборочных машин: а – долото; б – лемех; в – полевая доска; г – груди отвалов; д – стрельчатые лапы; е – оборотные лапы; ж – зубья роторных борон; з – нож измельчающего аппарата кормоборочного комбайна; и – нож измельчителей рулонов

Для изготовления ДРОМ применяются разработанные отечественные технологии, позволяющие производить конкурентоспособные изделия. К числу технологических решений относятся: технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью с печного или индукционного нагрева; технология формообразования лезвийной части термопластической обработкой на станах продольной и поперечной прокатки; технология отпуска при индукционном нагреве; плазменные (закалка, модифицирование, на-

плавка) и лазерные (закалка, модифицирование, наплавка) технологии; технология диффузионного намораживания износостойкими сплавами. Перечисленные технологии являются высокопроизводительными, экологически чистыми и отвечают требованиям по энерго- и ресурсосбережению. Они являются базовыми при изготовлении ДРОМ.

Преимущественное использование листового металлопроката при изготовлении сменных деталей рабочих органов машин, с учетом их конструктивных особенностей, предполагает получение заготовок путем раскроя металлического листа с целью их дальнейшей обработки и получения конечного продукта. С учетом достоинств и недостатков различных способов раскроя наибольший интерес представляют лазерный и плазменный способы, которые позволяют изготавливать изделия любой сложности, в любом количестве и при минимальном количестве отходов.

Конструктивной особенностью рабочих органов почвообрабатывающей и кормоуборочной сельскохозяйственной техники является наличие заостренных лезвийных частей. Формообразование заготовок с рабочей частью переменного сечения является одной из сложных технических задач. Традиционной технологией изготовления лезвий на заготовках является операция фрезерования в специальных приспособлениях, обеспечивающих получение нужного угла заострения лезвия и его толщину.

ГНУ «ФТИ НАН РБ» разработан и запатентован способ поперечно-клиновой прокатки (ПКП) лезвийных частей деталей, который является наиболее экономичным в отношении производительности и коэффициента использования металла. Процесс формообразования лезвий прокаткой осуществляют на стане, конструкции ФТИ НАН Беларуси со специальной технологической оснасткой, которая представляет собой валки, установленные на ползуне стана, и систему упоров на его нижней плите.

На базе этого способа создан комплексный технологический процесс, включающий в себя плазменную вырезку листовой заготовки, индукционный нагрев, продольно-поперечную прокатку лезвия изделия и, при необходимости, объемное пластическое формообразование его окончательной формы и размеров. После завершения операций формообразования производят закалку до температуры окончания деформации. В этом случае технологический процесс обеспечивает оптимальное соотношение прочностных и вязких характеристик изделия, необходимых в условиях ударно-абразивной эксплуатации. Такой комплекс свойств определяется образованием субмелкодисперсной мартенситной структуры в процессе ускоренного охлаждения деформированного аустенита, полученного на стадии горячего пластического формообразования изделия. То есть упрочнение материала достигается осуществлением механизмов термического и деформационного упрочнения, а в конечном итоге – процессом ячеистой фрагментации металла при термопластической обработке.

Схема осуществления ПКП показана на рис. 2а. Заготовка укладывается поперек заходной части неподвижного клиновидного инструмента. Подвижный клиновидный инструмент перемещается параллельно неподвижному, внедряется в заготовку, вызывая ее вращение. Оба клиновидных инструмента имеют боковые грани M , которые заставляют перемещаться избытки металла по направлению к торцам, тем самым удлиняя заготовку. Оставшаяся часть металла профилируется калибрующими поверхностями K инструмента, приобретая их негативный профиль. Так, непрерывно перекачивая заготовку вдоль неподвижного клиновидного инструмента, последовательно от центральной части к торцам, оформляют требуемый профиль детали.

Толщина обжимаемого валком слоя металла δ (рис. 2б) ограничивается условием поперечного захвата заготовки валком. при очень больших величинах δ возможно буксование вала о заготовку.

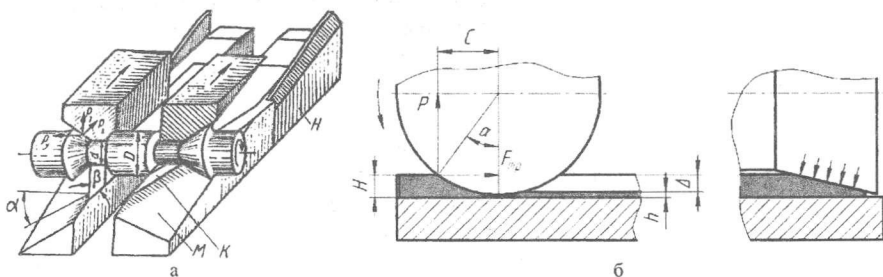


Рис. 2. Схемы поперечно-клиновой прокатки (а) и действия сил, возникающих на площадке контакта конического вала с заготовкой (б)

На заключительной стадии прокатки специальными ножами H , установленными по обе стороны инструмента, отрезают избытки металла от окончательно спрофилированной детали. Прокатанную деталь удаляют, а подвижный инструмент возвращается в исходное положение.

Геометрия клиновидного инструмента характеризуется углом заострения P и углом наклона боковой грани a . Интенсивность формоизменения при прокатке определяется степенью обжатия: $\delta = D/d$, где D — исходный диаметр заготовки; d — прокатываемый диаметр.

Применение метода поперечно-клиновой прокатки (ПКП) позволяет увеличить коэффициент использования металла до 0,98, производительность труда — в 8–10 раз по сравнению с обработкой резанием, максимально приблизить поковку к требуемым точности размеров и чистоте поверхности детали. За один проход инструмента диаметральные размеры могут быть уменьшены в 4–8 раз. При этом обеспечивается изготовление деталей или полуфабрикатов диаметром от 2 мм до 120 мм длиной от 40 мм

до 1000 мм, достигаемая точность $\pm 0,1$ мм, максимально достигаемая чистота поверхности – 0,6 Ra.

Наиболее распространенным и эффективным технологическим методом повышения конструкционной прочности и износостойкости сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин при их изготовлении является термическая обработка (закалка + отпуск). При этом, в отличие от термомеханической обработки (ТМО), не требуется применение дорогостоящего специального технологического оборудования.

В последние годы при производстве ДРОМ получила применение технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью (ТИЗОЖ). Она применяется для объёмно-поверхностной закалки сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин, преимущественно изготавливаемых из сталей пониженной прокаливаемости. Опытные образцы с применением технологии упрочнения деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники разрабатываются на базе технологического научно-производственного центра БГАТУ с последующей передачей документации предприятиям-изготовителям этой наукоемкой продукции. По результатам выполнения задания 2.1 ГНТП «Белсельхозмеханизация» (головной исполнитель УО БГАТУ) освоена ТИЗОЖ в производственных условиях для упрочнения дисков лушильников (ОАО БЭМЗ), лемехов (ОАО КЗШТ, г. Жодино), долот (РУП МЗШ), сложнопрофильных деталей (ОАО «Минский Агросервис»). По аналогии с традиционными методами термической обработки технология ИЗОЖ включает три основных этапа: нагрев; изотермическую выдержку; охлаждение заготовок в заданных параметрах этих режимов.

Технологическая схема упрочнения деталей с применением ТИЗОЖ разрабатывалась для условий печного нагрева заготовок. Стадия нагрева стальных заготовок до температуры аустенитной области при использовании печей сопротивления протекает в реальных условиях от исходной комнатной температуры со скоростью 1,5 ... 2,5 °C/с. В этой связи на технологической схеме упрочнения стальных заготовок с использованием ТИЗОЖ предшествуют две стадии: стадия нагрева до температуры аустенизации; стадия выдержки при температуре аустенизации. Данная схема представлена на рис. 3.

Охлаждение заготовок в заданных параметрах технологических режимов обеспечивается функционированием взаимосвязанных технических средств с помощью которых реализуются:

- импульсная подача охлаждающей жидкости к закалочному устройству;
- управление продолжительностью технологического цикла охлаждения;

— управление в автоматическом режиме работой бустерных насосов.

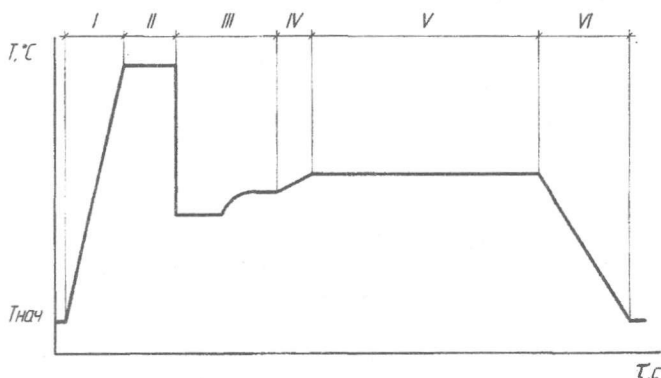


Рис. 3. Технологическая схема упрочнения стальных заготовок с применением ТИЗОЖ:

I - стадия нагрева до температуры аустенизации; II - стадия выдержки при температуре аустенизации; III - стадия охлаждения до температуры самоотпуска; IV - стадия нагрева до температуры низкого отпуска; V - стадия выдержки при температуре низкого отпуска; VI - стадия охлаждения на воздухе.

Конструкция системы закалочного охлаждения обеспечивает реализацию и воспроизводимость оптимальных технологических параметров термического цикла, позволяющих получить высокие показатели качества изделия. На первое место среди этих показателей ставится структурное состояние металла изделия, приобретаемое в процессе термической обработки.

По разрабатываемой специалистами БГАТУ технологии, включающей закалку с импульсным охлаждением жидкостью, осуществлялось упрочнение экспериментальных образцов дисков дискатора. В связи с необходимостью уточнения структурного строения проводились измерения микротвёрдости в поперечном сечении макрошлифов.

Было выявлено убывание (диссипация) значений микротвёрдости в направлении к сердцевине образца (рис. 4). Анализ численных значений микротвёрдости свидетельствует о наличии в поверхностных слоях структуры мартенсита, далее троостомартенсита, а в сердцевине — трооститной структуры (рис. 5).

Изучение микроструктурного строения показало, что в поверхностном слое образца (рис. 5 а, б) образовалась микроструктура весьма мелкоигльчатого мартенсита. По оценке металлографическим методом по ГОСТ 8233 наибольшая длина игл составляет до 1 мкм, что свидетельствует о их мелкозернистости (дисперсности и баллу между 1 и 2). При уве-

личении соответственно $\times 50000$ и $\times 100000$ выявлена фрагментация (дробление) мартенситных пластин. Их размер в поперечном сечении составляет 50-100 нм, а размер фасеток отдельных пластин мартенсита находится в пределах 20-80 нм. Такое наноструктурное строение мартенсита в поверхностных слоях плоского образца, присущее данному методу и режимам термической обработки по технологии ИЗОЖ предопределяет комплекс высоких механических свойств (твердость около 60 HRC; прочность не менее 2000 МПа; ударная вязкость свыше 1 МДж/м²; коэффициент относительной абразивной износостойкости не менее 3,0-3,5.).

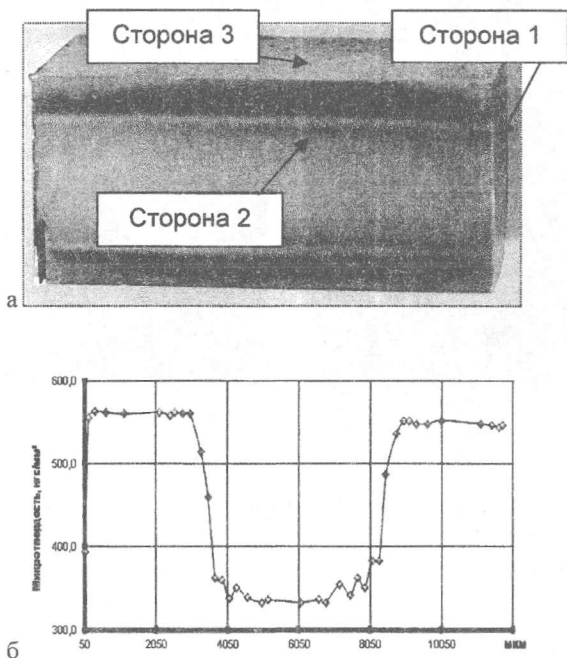
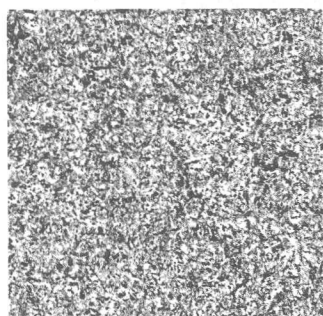
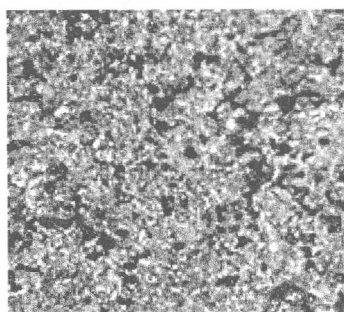


Рис. 4. Схема исследования (а) и график (б) изменения микротвердости в поперечном сечении (сторона 2) плоского образца

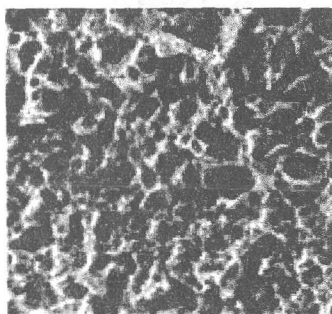
Представленные снимки микроструктуры переходного слоя – троостита в сердцевине плоского образца также свидетельствуют о его дисперсности. В поперечном сечении размеры фрагментов троостита составляют 20 – 60 нм, а длина трооститных пластин находится в пределах 120 – 500 нм.



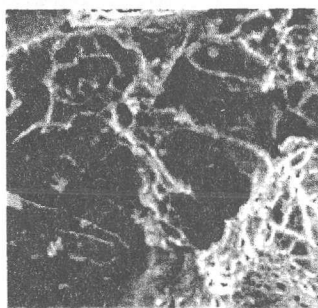
а x200



б x200



в x10000



г x10000

Рис. 5. Микроструктура внешних поверхностей (а) и сердцевины (б) и морфология ячеистого излома образца, испытанного на ударный изгиб (в-наружного слоя, г - сердцевины)

Для получения более полной информации изучалось строение упрочненных слоев методом дифракции обратно рассеянных электронов. Исследования осуществляли на образце толщиной 12 мм после закалки и низкого отпуска в зоне упрочнения и вне её на сканирующем электронном микроскопе «Mira». Была проведена оценка разориентации фрагментов зерен мартенсита при различных режимах методом обратного рассеивания вторичных электронов. В результате исследований упрочненного слоя и вязкой сердцевины выявлена повышенная концентрация малоугловых границ в крупных зернах. Наибольшее количество фрагментов характеризуются разориентировкой границ меньше 2° .

На рис. 6 представлены карта и гистограммы ориентации кристаллита с обозначенными границами зерен на участке упрочнения. Видно, что в упрочненном слое зерна разбиты на фрагменты (субзерна) с углами разориентации больше двух градусов. Преобладают зерна размером порядка 0,02–0,08 мкм. Размер субзерен меньше 0,1 мкм.

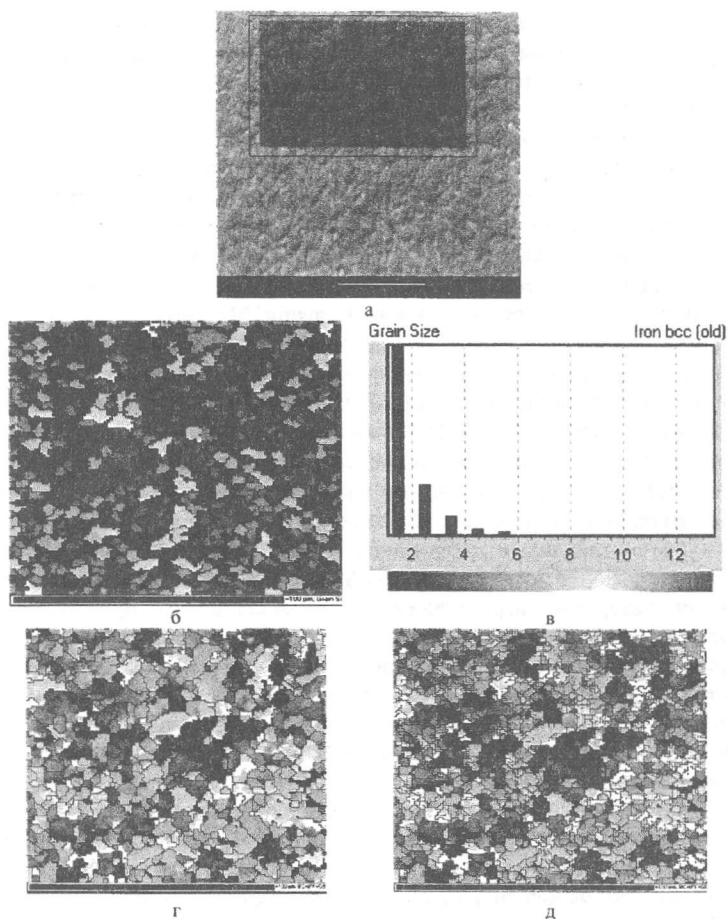


Рис. 6. Строение упрочненного слоя экспериментального образца диска дискатора: а) анализируемый участок; б) карта распределения зерен по размерам; в) гистограмма распределения зерен по размерам; г) границы зерен с углами разориентации больше десяти градусов; д) границы зерен и фрагментов – субзерен с углами разориентации больше двух градусов

Таким образом, технологией ИЗОЖ достигается формирование в плоских изделиях объёмного нанокompозиционного состояния. Оно характеризуется, во-первых, наличием диссипативного структурного строения в поперечном сечении изделия, во-вторых, субмелкокристаллическим зерном мартенсита. В ходе интенсивного закалочного охлаждения жидкостью

заготовок из сталей ПП в них формируются продукты мартенситного превращения нанометрового размера (20-80 нм). Придание такого дисперсного структурного строения ДРОМ является основой повышения их конструкционной прочности и износостойкости.

Применение стали 60 ПП для изготовления режущих элементов сельхозмашин потребовало выполнения исследований по их упрочнению СО₂-лазером непрерывного действия и плазменной дугой. Модифицирование поверхности осуществлялось путем предварительного нанесения шликерным способом порошка износостойкого состава, содержащего карбиды хрома, вольфрама, бориды и другие соединения.

Установлено, что степень упрочнения при лазерной обработке выше, т.к. при ней происходит более интенсивный вклад энергии в изделие при нагреве и последующее охлаждение с более высокими скоростями позволяет в большей степени наследовать имеющиеся дефекты кристаллического строения, искаженность кристаллической решетки. При этом уменьшается время пребывания твердого раствора в интервале аустенизации, что ограничивает рост зерен аустенита и при последующем $\gamma \rightarrow \alpha$ мартенситном превращении приводит к большей степени упрочнения. Величина максимальной твердости, полученной в результате лазерной обработки, составляет 12100 МПа, плазменной – 8850 МПа. Протяженность зоны отпуска при лазерном нагреве значительно меньше, чем при плазменной обработке.

При лазерном модифицировании на поверхности образуется износостойкий слой, содержащий легированный твердый раствор основы порошка с остаточными нерастворившимися частицами карбидных, боридных и других соединений. Легированный твердый раствор износостойкой наплавки имеет твердость ~ 12700-16000 МПа. Твердость нерастворившихся остаточных упрочняющих частиц достигает 25000-28000 МПа. Глубина наплавленного слоя ~0,2 мм, глубина упрочненного слоя подложки ~0,2 мм. На границе слой-подложка имеется узкая полоска переходной зоны со значительным снижением твердости (~4500 МПа) шириной ~0,02 мм. Это происходит, вероятно, вследствие того, что углерод приграничного слоя подложки диффундирует в наплавленный слой и откладывается на имеющихся остаточных карбидных частицах, служащих готовыми центрами кристаллизации, либо образует их в приграничной зоне, где происходит частичное оплавление подложки и смешение расплавов слоя и подложки. Суммарная глубина упрочнения при лазерном модифицировании составляет 0,4-0,5 мм. Наличие аустенитной прослойки на границе раздела слой - подложка должен оказывать положительное влияние на свойства переходного слоя, улучшая адгезию, уменьшая растягивающие и скалывающие напряжения.

В отличие от лазерной обработки при плазменном модифицировании на поверхности образцов не наблюдалось образования слоя с упрочняющими частицами. По-видимому, температуры и времени воздействия при плазменном нагреве было достаточно для расплавления нанесенного шликерным методом порошка износостойкого сплава, растворения упрочняющих частиц, конвективного перемешивания с оплавленным слоем подложки. В результате на поверхности имеется упрочненный мартенситный слой, образованный при кристаллизации областей легированного расплава и областей перекристаллизованного твердого раствора легированных первичных кристаллов аустенита. Вследствие чего образованный упрочненный слой состоит из смеси областей, в которых мартенсит различается по составу, морфологии и дисперсности. Суммарная глубина упрочнения при плазменной обработке с модифицированием поверхности составляла ~1 мм при максимальной твердости ~13000 МПа и могла достигать ~2 мм при обработке плазмой в режимах с глубоким проплавлением поверхности. Что касается переходных зон при плазменном модифицировании, то их протяженность значительно больше с характерным постепенным изменением смежных структурных составляющих и свойств по глубине.

Результаты исследований по упрочнению стали пониженной прокаливаемости 60 ПП лазерной и плазменной обработкой позволяют рекомендовать их для использования в технологиях изготовления ряда деталей сельхозмашин, например, режущих элементов, требующих повышенных характеристик эксплуатационной стойкости, когда долговечность лимитируется высокими значениями твердости, износостойкости в сочетании с повышенными значениями прочности и ударной вязкости.

Выводы

На основании полученных результатов исследований упрочняющих технологий, применяемых для изготовления деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин можно заключить следующее:

1. Применение метода поперечно-клиновой прокатки для формообразования заготовок с рабочей частью переменного сечения вместо обработки резанием позволяет увеличить коэффициент использования металла до 0,98, производительность труда – в 8–10 раз максимально приблизить поковку к требуемым точности размеров и чистоте поверхности детали.
2. Технологией ИЗОЖ достигается формирование в плоских изделиях объемного нанокомпозиционного состояния. Оно характеризуется, во-первых, наличием диссипативного структурного строения в поперечном сечении изделия, во-вторых, субмелкокристаллическим зерном мартенсита. В ходе интенсивного закалочного охлаждения жидкостью заготовок из сталей пониженной прокаливаемости в них формируются продукты мар-

тенситного превращения нанометрового размера (20-80 нм). Придание такого дисперсного структурного строения ДРОМ является основой повышения их конструкционной прочности и износостойкости.

3. При изготовлении деталей сельхозмашин требующих повышенных характеристик эксплуатационной стойкости, когда их долговечность лимитируется высокими значениями твердости, износостойкости в сочетании с повышенными значениями прочности и ударной вязкости можно рекомендовать применение сталей пониженной прокаливаемости упрочненных лазерной или плазменной обработкой.

1. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. совет: Фролов К.В. и др. М.: Машиностроение. Сельскохозяйственные машины и оборудование Т. IV-16 / И.П. Ксенович, Г.П. Варламов, Н.Н. Колчин и др.; под ред. И.П. Ксеновича. 2002. – 720с.

2 Энциклопедический справочник термиста-технолога: в 3 Т.: Т.1 / С.Б. Масленков, В.М. Ляпунов, В.М. Зинченко, Б.К. Ушаков. Под общ. ред. С.Б. Масленкова. М.: Наука и технологии, 2003. – 392с.

3 Энциклопедический справочник термиста-технолога: в 3 Т.: Т.3 / С.Б. Масленков, В.М. Ляпунов, В.М. Зинченко, Б.К. Ушаков. Под общ. ред. С.Б. Масленкова. М.: Наука и технологии, 2004. – 704с.

4 Кобаско Н.И. Закалка стали в жидких средах под давлением –К.. Наукова Думка, 1980.-208с

5 Волокушин В.Д. Металловедение и термическая обработка. Уч.-справ. пособие. Винница: Книга-Вега 2005 -504с.

6. Хроника. Второй Всероссийский семинар по проблемам закалочного охлаждения // М и ТОМ. 1997. №10. С.37-38.

7. ГОСТ 8233-56. Сталь. Эталоны микроструктуры. [Текст]. – введ. 1957 – 07-01. – М. Государственный стандарт СССР: Изд-во стандартов, 1960. – 4 с.

8. Быков Ю. А. Структура и свойства конструкционных наноматериалов // Приложение №7 к журналу «Справочник. Инженерный журнал», 2010, №7, С.1-24.

9. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2010.-320с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

¹Ярошевич В.К., д.т.н., профессор; ²Дрозд Л.Я., зам. ген. директора

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск

²РО «Белагросервис», г. Минск

Ремонтно-восстановительное производство по своей сути является ресурсосберегающим, так как при восстановлении деталей затрачивается значительно меньше материалов, энергии, трудовых ресурсов. Однако его результаты далеко не исчерпаны.

Выбор направления ресурсосбережения основан на анализе структуры себестоимости ремонта автомобилей. В настоящее время в общем объеме затрат на ремонт автомобилей на запасные части приходится 20-30%, на полуфабрикаты и материалы 15-20% [1]. Расход материалов определяет размер средств на их приобретение и зависит от полноты или многократности их использования. Экономия средств на материалы достигается различными методами.

При создании новых технологий одним из путей снижения затрат на восстановление является применение недорогих материалов отечественного производства или использование в качестве сырья отходов металлургических, машиностроительных и других производств. Большой интерес с этой точки зрения представляет порошок высокохромистого чугуна ИЧХ28Н2. Этот высоколегированный материал (28% Cr, 2,5% C, 2% Ni, 1% Mn, остальное Fe) образуется в дисперсном виде в результате электроэрозионной обработки в значительном количестве (около 60 тонн в год).

Результаты вакулометрического анализа состава порошка показали, что около 64% частиц имеют размеры до 30 мкм и они могут быть пригодными для напыления покрытий [2].

В результате исследований установлено, что газопламенное напыление не обеспечивает достаточного прогрева частиц порошка ИЧХ28Н2, а, следовательно, нанесение работоспособных покрытий этим способом невозможно.

При плазменном напылении наиболее эффективным является использование частиц порошка с размерами, не превышающими 80 мкм, при этом коэффициент использования порошка составляет 0,74 (см. рис. 1). Достаточно низкий уровень коэффициента использования порошка (0,37-0,74) можно объяснить низкой адгезионной способностью частиц порошка.

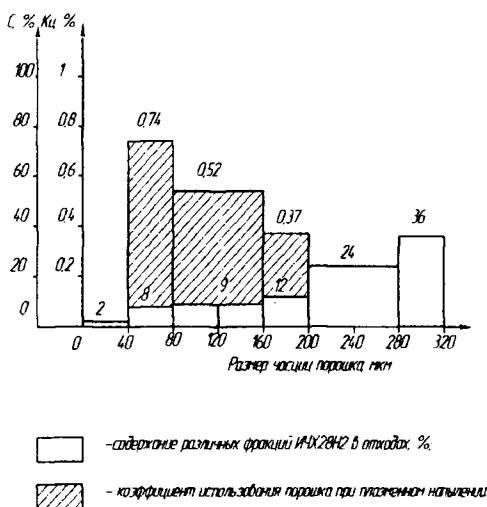


Рис. 1. Гранулометрический состав порошка ИЧХ28Н2 и коэффициент напыления различных фракций

Эксперименты по механической обработке покрытий показали, что напыленный слой имеет склонность к растрескиванию, что можно объяснить высокими внутренними напряжениями в покрытии и наличием большого количества окислов.

Одним из путей повышения качества покрытий является использование локальных источников нагрева. Лазерная обработка дает возможность получать в зоне воздействия высокую плотность мощности, недостижимую другими методами. Достаточно легкая управляемость лазерным лучом, экологическая чистота — дополнительные преимущества этого метода нагрева [3].

Микроструктура поперечного среза покрытия после лазерного оплавления свидетельствует о формировании зоны лазерного переплава и термического влияния. Зона лазерного переплава имеет характерную для лазерной закалки из жидкого состояния литую глобулярно-дендритную структуру, представляющую собой легированные мелкодисперсные дендриты, между ветвями которых расположены включения упрочняющей фазы (карбидов хрома) [4].

Относительную износостойкость полученных покрытий оценивали по сравнению с закаленной сталью 45. В условиях трения без смазки покрытия на основе ИЧХ28Н2 имели износостойкость в 2,2 раза выше, чем сталь 45, а в условиях трения со смазкой, загрязненной абразивом, — в 3,4 раза.

Это свидетельствует о высоких физико-механических свойствах плазменных покрытий из порошка высокохромистого чугуна, оплавленных лазером.

Имеются сведения о создании самофлюсующихся сплавов из порошков железа, чугуна, быстрорежущих сталей 10P6M5 и др [5], в которых флюсующие элементы (бор, кремний и др.) вводятся в поверхность каждой частицы диффузионным путем, что приводит к образованию слоя из самофлюсующегося материала эвтектического строения. Покрытия из таких частиц имеют высокую прочность сцепления с основанием, небольшие потери легирующих элементов и повышенные трибо-технические свойства вследствие наличия в слое боридных и карбидных фаз.

Другим эффективным путем ресурсосбережения является применение отходов производства в качестве материалов восстановительных покрытий. При лезвийной обработке заготовок при соответствующих режимах образуется сливная стружка, которую можно использовать для газотермического напыления. Предлагаемый способ включает механическую обработку поверхности детали путём снятия стружки, расплавление присадочного материала, состоящего из стружки и легирующих добавок, и его напыления на обработанную поверхность. На рис. 2 показано устройство для реализации предлагаемого способа.

В корпусе 1 устройства, закрепленном в резцедержателе, установлена горелка 2 с электродами 3 и 4, между которыми горит дуга. Обрабатываемую деталь 5 закрепляют в патроне токарного станка (на рисунке не показан). К корпусу прикреплен бункер 6 с легирующими порошковыми добавками. К бункеру 6 присоединены подающие патрубки 7 и 8. К электродам 3 и 4 прикреплены токопроводящие шины 9 и 10. В резцедержателе установлен призматический резец 11, снимающий при резании стружку, которая по направляющей трубке 12 поступает в зону горения дуги между электродами. Образующаяся капля расплавленного металла под действием инертного газа, подаваемого по патрубку 7, распыляется в виде конуса и наносится на поверхность детали 5 равномерным слоем. Для подачи в зону резания защитного газа служит патрубок 13.

Устройство работает следующим образом: резцом снимают сливную стружку с поверхности детали и подают ее по направляющей трубке в зону плавления, образующуюся в результате горения дуги между электродами. В зоне плавления стружка расплавляется с образованием капли. По патрубку 10 подают под давлением инертный газ, например аргон. Из бункера через патрубок засасывается смесь легирующих порошковых добавок и вместе с инертным газом их продувают через зону горения дуги. В образующемся конусе распыления происходит перемешивание легирующих добавок с расплавленной стружкой. Капли легированного металла под действием кинетической энергии и температуры наносятся на наруж-

ную поверхность предварительно обработанной детали равномерным слоем. Для защиты от окисления сливной стружки в зоне механической обработки и в направляющей трубке по патрубку 13 подают инертный газ.

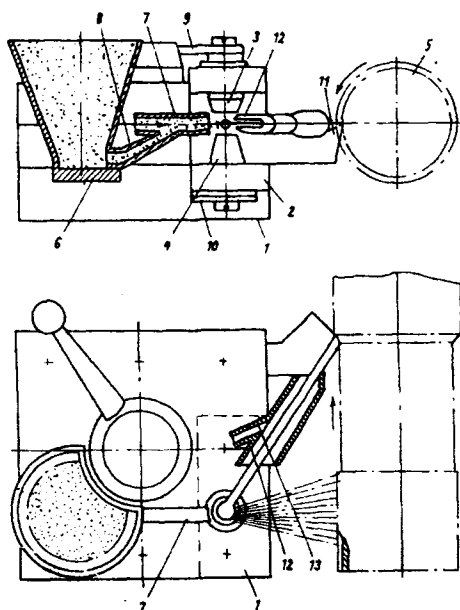


Рис. 2. Способ напыления покрытий сливной стружкой с легирующими добавками

Применение данного способа позволяет наносить легированные покрытия, применяя в качестве основы материала стружку, образующуюся в процессе предварительной механической обработки. Это позволяет экономить материал в виде проволоки или порошка, применяемых в известных способах нанесения покрытий и исключить расходы, связанные с уборкой станка, брикетированием и последующей транспортировкой стружки.

Одним из путей сбережения ресурсов является восстановление деталей, которые до недавнего времени подлежали замене новым. Это в первую очередь относится к бронзовым втулкам, широко применяемым в конструкциях автомобилей (втулки распределителя, верхней головки шатуна, поворотного кулака и др). Восстановление их возможно с сохранением исходных свойств материала детали при использовании магнитно-импульсного метода напрессовки порошка на наружную поверхность и последующего спекания детали с напрессованным слоем.

Перспективность способов магнитно-импульсного формирования фаз обусловлена возможностью создания высоких (до 1000 МПа) динамических усилий на порошковый слой, разнообразия форм восстанавливаемых деталей высокой производительностью процесса. Прессование порошкового слоя по данной технологии производится на магнитно-импульсных установках (МИУ), рабочим инструментом которых служит многовитковый индуктор соленоидного типа, а формообразование осуществляется с помощью электропроводящей оболочки (медной или алюминиевой), которая деформируется силами, возникающими при взаимодействии магнитного поля индуктора и вихревых токов, наведенных в оболочке (рис. 3).

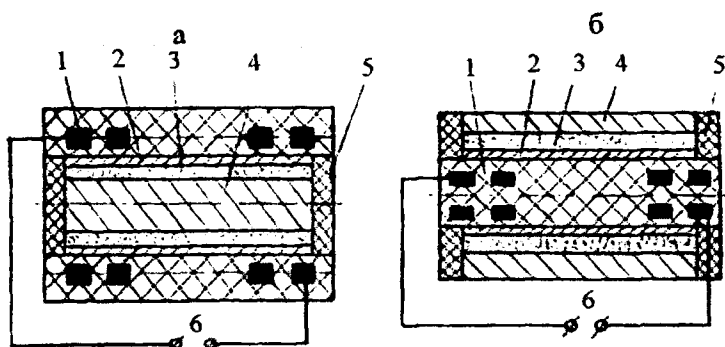


Рис. 3. Технологические схемы магнитно-импульсной напрессовки порошка методом «на обжатие» (а) и «на раздачу» (б); 1 – индуктор; 2 – электропроводящий элемент; 3 – порошок; 4 – заготовка; 5 – заглушка; 6 – генератор импульсного тока

В условиях серийного производства восстановление втулок может быть организовано на полуавтоматических устройствах роторного типа с 6-ью шпинделями. На каждой позиции выполняются подготовительные, напрессовочные, термические и иные операции (рис. 4).

Технологический процесс восстановления втулок состоит из следующих операций:

1. Мойка и очистка заготовки от эксплуатационных загрязнений.
2. Установка заготовки на шпиндель (позиция I).
3. Установка внутрь заготовки внутреннего индуктора МИУ, (позиция II). Затем осуществляется магнитно-импульсная напрессовка заготовки на оправку по схеме «на обжатие» (см. рис. 3).
4. Заполнение порошком зазора между заготовкой и наружной поверхностью МИУ осуществляется из бункера с порошком, который одновременно служит центрирующим приспособлением, совмещающим

оси заготовки и шпинделя и обеспечивающим одинаковую величину порошкового слоя по диаметру (позиция III).

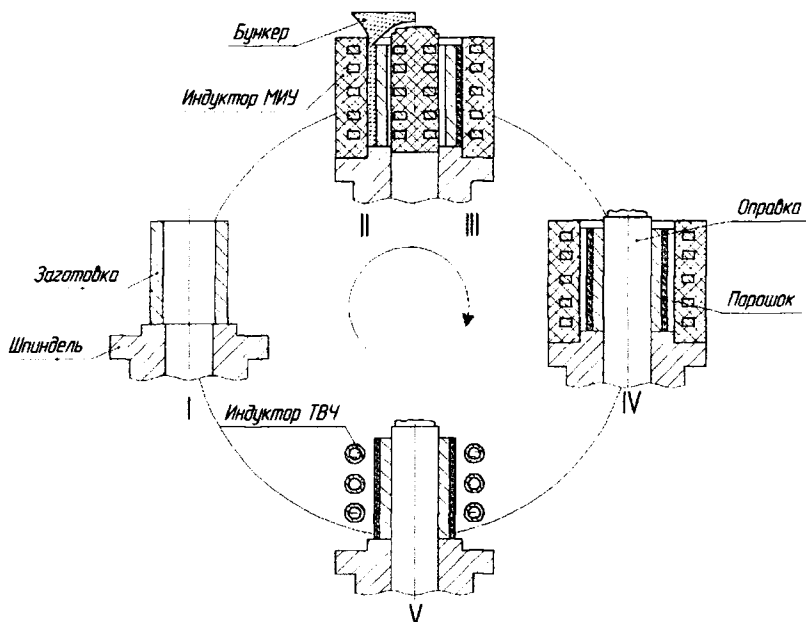


Рис. 4. Схема 4-позиционного полуавтомата для восстановления тонкостенных втулок: I – установка заготовки на шпиндель; II – заполнение порошком зазора между заготовкой и наружным индуктором; III – раздача заготовок и прессование порошка на ее наружной поверхности; IV – обжиг заготовки с порошковым слоем на оправке; V – спекание заготовки в индукторе ТВЧ.

Толщину порошкового слоя Δ можно рассчитать по формуле:

$$\Delta = k(\Delta_{\text{изн}} + \delta_n + \delta_E), \quad (1)$$

где k – коэффициент, учитывающий уплотнение порошка при магнитно-импульснойнапрессовке ($k=1,3-1,5$);

$\Delta_{\text{изн}}$ – износ втулки по внутреннему диаметру, мм;

$$\Delta_{\text{изн}} = (d_{\text{и}} - d_n)/2, \quad (2)$$

где $d_{\text{и}}$ – диаметр внутренней поверхности втулки, выбракованной по причине износа, мм;

δ_n – припуск на обработку наружной поверхности заготовки, мм.

5. Магнитно-импульсная напрессовка порошка по схеме «на раздачу» на наружную поверхность индуктора МИУ (позиция III). При этом происходит увеличение внутреннего и наружного диаметров втулки, играющей роль оболочки, а на ее наружной поверхности образуется уплотнённый слой порошка (бронзового, медного, железного или композиционного).

Для уменьшения окисления порошка при последующем спекании рекомендуется вводить небольшое количество добавок бора и кремния [6].

6. Обжатие заготовки с порошковым слоем на оправку (позиция IV), диаметр которой меньше номинального диаметра новой детали.

$$d_0 = d_H - \delta_E, \quad (3)$$

где d_0 – диаметр оправки, мм;

d_H – номинальный внутренний диаметр детали, мм;

δ_E – припуск на механическую обработку заготовки по внутреннему диаметру, мм.

7. Спекание порошка и припекание его к заготовке в индукторе ТВЧ при непрерывном вращении для обеспечения равномерности нагрева (позиция V). В результате получается заготовка с припуском на обработку как по наружному, так и по внутреннему диаметрам.

Механическая обработка наружной и внутренней поверхностей втулки, обеспечивает их номинальные размеры, а внутренняя поверхность сохраняет химический состав исходного материала и требуемую точность и шероховатость поверхности.

Восстановление втулок по описанной технологии может осуществляться многократно вплоть до полного износа основного материала.

1. Ярошевич, В.К. Технология производства и ремонта автомобилей/ В.К. Ярошевич, А.С. Савич, В.П. Иванов. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2011. – 592с.
2. Ивашко, В.С. Электротермическая технология нанесения защитных покрытий/ В.С. Ивашко, И.В. Куприянов, А.И. Шевцов - Минск: Навука і тэхніка, 1996 - 375 с.
3. Девойно, О.Г. Технология формирования износостойких поверхностей лазерным легированием/ О.Г. Девойно. – Минск: УП «Технопринт», 2001. – 180с.
4. Кардополова, М.А. Применение порошка высокохромистого чугуна для восстановления деталей автомобилей/ М.А. Кардополова, Ю.О. Девойно, В.К. Ярошевич. – Вестник Могилевского государственного технического университета, 2005. №2, с. 179-182.
5. Восстановление деталей машин: справочник/ Ф.И. Пантелеенко [и др.], под ред. В.П. Иванова. - М.: Машиностроение, 2003.- 672 с
6. Абрамович, Т.М. Теория и практика припекания порошков/ Т.М. Абрамович, А.И. Жорник, В.К. Ярошевич. - Таганрог: Изд-во ТГПИ, 2008 - 320 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Толочко Н.К., д.ф.-м.н., профессор

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

В последние годы в сельском хозяйстве все большее применение находят разнообразные наноматериалы. Из них наиболее распространенными являются нанодисперсии: нанопорошки, наносuspensions, наноэмульсии и наноаэрозоли. Их свойства в значительной мере определяются свойствами входящих в их состав наночастиц, которые, в силу малости своих размеров, отличаются высокой удельной поверхностью и связанной с ней высокой энергетической активностью, а также большой проникающей способностью.

В настоящей статье кратко рассмотрены основные направления применения нанодисперсных материалов в важнейших отраслях аграрной индустрии, обеспечивающих продовольственные потребности населения.

Растениеводство. Для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур и плодородия почвы широко используются минеральные удобрения и пестициды. При их употреблении требуется строго соблюдать нормы расхода, определяемые биологической потребностью растений и состоянием почвы. При превышении этих норм увеличивается химическая нагрузка на почву, что приводит к ее деградации. Во избежание этого применяются следующие нанотехнологические подходы: перевод минеральных удобрений и пестицидов в нанодисперсное состояние, благодаря чему повышается их биоактивность; замена пестицидов безъядными наночастицами металлов, проявляющими пестицидные эффекты; доставка минеральных удобрений и пестицидов к корням растений с помощью наночастиц, благодаря чему обеспечивается более рациональное их использование.

Разработаны различные виды нанодисперсных регуляторов роста растений, способствующих активизации роста корней, побегов и листьев растений [1]. В частности, созданы нанопрепараты, совмещенные с бактериородопсином, стимулирующим рост растений, обеспечивающие повышение устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и увеличение урожайности в 1,5-2 раза практически всех производственных (картофель, зерновые, овощные, плодово-ягодные) и технических (лен, хлопок) культур [2]. При возделывании зерновых, сахарной свеклы и других культур применяются препараты специального состава в виде наноэмульсий, об-

ладающих пестицидным действием, которые, в отличие от традиционных ядохимикатов, обеспечивают полное смачивание поверхности растений, полностью всасываются растениями, не смываются дождем, характеризуются максимальным проникновением в листья, стебли и корни активно действующих веществ [3]. Особенно перспективно применять различные композиции, содержащие наночастицы, для предпосевной обработки семян растений, что объясняется повышенной способностью наночастиц проникать сквозь довольно толстую оболочку семян. В частности, наночастицы способны оказывать значительное воздействие на семена, находясь в составе инкрустирующих композиций.

Для обработки сельскохозяйственных культур применяются нанопорошки ряда металлов, которые, будучи введенными в состав специально приготовленных препаратов суспензионного типа, создают неблагоприятные условия для патогенных микроорганизмов, обеспечивают устойчивую иммунную систему растений в течение всей вегетации и, кроме того, используются растениями как микроэлементы [4]. Так, нанопорошковая обработка семян свеклы предотвращает грибные болезни и заражение долгоносиком, а семян пшеницы – поражаемость бурой ржавчиной и септориозом; нанопорошковая обработка овощных культур способствует снижению заболеваний пероноспорозом и гнилями. Широкое применение находят нанопорошки Fe, которые, легко адсорбируясь на семенах, стимулируют их всхожесть, активизируют ферментативные системы растений, повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды. В результате их применения урожайность зерновых культур увеличивается в среднем на 15%, зеленой массы растений – на 5%, клубнеплодов – на 30% [2]. Суспензии, содержащие наночастицы Fe, Cu, Zn, обеспечивает увеличение густоты всходов пшеницы благодаря снижению поражений пшеницы корневыми гнилями [5]. Суспензии, содержащие наночастицы Fe, Cu, Co, эффективно использовать для предпосадочной обработки клубней картофеля, поскольку они способствуют повышению водоудерживающей способности листьев, снижению заболеваемости, более раннему появлению полных всходов и цветению, увеличению численности стеблей, что приводит к росту урожайности до 30% и более [6]. Наночастицы Fe, Cu, Zn и других металлов, играя роль бактерицидов, способны дополнять или усиливать традиционные средства защиты. Их бактерицидное действие состоит в том, что, находясь в почве, они окисляются, создавая условия, неблагоприятные для обитания патогенной микрофлоры. В частности, они вызывают поражение оболочек клеток бактерий, в результате чего последние погибают. Бактерицидные наночастицы эффективно применять в сочетании с ядохимикатами, что позволяет обеспечивать уменьшение доз ядохимикатов, замедление процессов приспособления

вредителей к ядохимикатам, избирательное воздействие на популяции, устойчивые к традиционным средствам защиты растений.

На основе наночастиц некоторых типов можно создавать эффективные системы доставки химических веществ, том числе пестицидов, непосредственно к корням растений, благодаря чему можно избирательно проводить подкормку, лечение или уничтожение растений. При этом химические вещества загружаются в «наноконтейнеры» со специфическими компонентами – углеводными детерминантами, обладающими сродством к корням определенных растений. Роль таких «наноконтейнеров» играют липосомы [7]. Для создания таких систем также применяются наночастицы SiO_2 . Особенно эффективно обеспечивать доставку агрохимикатов и других веществ, способных уменьшать повреждения растительных тканей, с помощью магнитных наночастиц [8]. Наночастицы перспективно использовать для доставки к растениям минеральных удобрений. Целевая доставка минеральных удобрений имеет значительные преимущества по сравнению с разбросным способом их применения. Она приобретает особую актуальность в случае организации многостадийного питания растений с использованием различных видов питательных элементов, что позволяет корректировать дозы, сроки и условия питания.

Животноводство. Важным условием успешного развития животноводства является обеспечение высокоэффективного кормления и ветеринарного обслуживания животных.

Для повышения эффективности кормления в состав кормов вводят различные добавки: премиксы, пробиотики, нутрицевтики, консерванты. Кроме того, в корма добавляют ветеринарные препараты. В последние годы все шире применяются кормовые продукты, содержащие добавки в нанодисперсном состоянии, что способствует наиболее полному и эффективному усвоению содержащихся в них биологически активных веществ [9]. Освоено производство кормовых добавок с лечебно-профилактическими свойствами на основе микроэлементов в наноразмерном состоянии, которые способствуют повышению сопротивляемости инфекционным заболеваниям и стрессам, быстрому росту, стимулированию репродуктивной функции, а также консервантов на основе использования бактерицидных свойств наночастиц Ag и фунгицидных свойств наночастиц Cu . Перевод кормовых добавок в нанодисперсное состояние позволяет не только улучшить их качество, но и снизить их расход. Большое значение имеет применение нанодисперсных кормовых добавок для борьбы с микотоксикозами – тяжелыми заболеваниями, распространенными среди животных [10]. Для предотвращения появления микотоксинов особенно эффективно использовать наночастицы серебра благодаря их бактерицидному действию.

Для повышения эффективности ветеринарного обслуживания применяются различные нанотехнологические подходы, многие из которых первоначально были разработаны и апробированы в медицине. К ним относятся: применение традиционных ветеринарных препаратов в нанодисперсном состоянии; применение в качестве ветеринарных препаратов различных типов наночастиц, обладающих терапевтическим действием; применение наносредств доставки ветеринарных препаратов в организм животных; применение наносредств ветеринарного контроля и диагностики.

Многие лекарственные средства плохо растворимы в воде и других растворителях, следствием чего являются их малая биоактивность и степень усвоения организмом животных, что снижает их терапевтическое действие. Радикальным решением данной проблемы является приготовление лекарств в виде наносуспензий и наноэмульсий. Повышение активности общепринятых ветеринарных препаратов за счет их перевода в нанодисперсное состояние, обусловлено способностью наночастиц легко вступать в химические реакции, образуя разнообразные комплексы, а также проникать в организм животных через желудочно-кишечный тракт, кожный покров и респираторную систему [11].

В последние годы расширяется спектр веществ, используемых в терапевтических целях в виде наночастиц металлов. Так, наночастицы Fe и Zn в биотических дозах ускоряют рост животных и птиц, усиливают регенерацию печени после частичной гепатэктомии, ускоряют заживление тканей [11]. В терапии различных заболеваний применяются производные фуллеренов, играющих роль противовирусных [12] и антибактериальных [13] агентов, а также фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии онкологических заболеваний [14]. Для фотодинамической терапии также применяют наночастицы оксидов металлов (TiO_2 , ZnO), полупроводников групп A4 (Ge, Si) и A2B6 (CdTe , CdSe , ZnSe , CdSe/CdS) и др. Особый практический интерес имеют магнитные наночастицы, играющие роль контрастных агентов в методах магнитно-резонансной томографии – благодаря способности улучшать качество формирования изображений органов тела, а также гипертермических агентов в методах термальной абляции и гипертермии – благодаря способности селективно нагреваться под действием высокочастотного магнитного поля [15].

Наночастицы ряда веществ обладают ярко выраженными биоцидными свойствами. Так, наночастицы оксидов некоторых металлов с присоединенными к ним активными формами галогенов, например, $\text{MgO}\cdot\text{Cl}_2$, $\text{CaO}\cdot\text{Br}_2$, при контакте с патогенными бактериями (*Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Bacillus globigii*) вызывают их гибель [16]. Сильный противомикробный эффект демонстрируют углеродные нанотрубки [17], а также наночастицы Ag, добавление которых в перевязочный материал позволяет снизить риск развития инфекционных осложнений [18]. Серебряные

наноккомпозиты на цеолитной основе эффективно применять для борьбы с желудочно-кишечными заболеваниями, на долю которых приходится до 70% причин гибели сельскохозяйственных животных [19].

Многие лекарства характеризуются низкими фармакокинетическими параметрами или обладают нежелательными побочными эффектами, поэтому является актуальной разработка методов их направленной доставки к поврежденным тканям. Также актуальна разработка наносистем для направленной вакцин, пробиотиков, нутрицевтиков, биоактивных соединений, питательных веществ. К перспективным переносчикам лекарств относятся наночастицы на основе Fe, обладающие магнитными свойствами, благодаря чему можно бесконтактно управлять их перемещением в организме с помощью внешнего магнитного поля [20]. Значительный интерес представляет разработка систем доставки лекарств на основе фуллеренов и нанотрубок благодаря возможности заполнения их внутренних полостей молекулами лекарственных веществ [21]. Фуллерены можно также использовать в качестве средства доставки вакцин для активной иммунизации животных с профилактическими и лечебными целями. Эффективность доставки лекарств может быть существенно повышена в результате их использования в составе наноэмульсий [22]. Одним из перспективных средств доставки лекарств являются наногели [22].

В практике ветеринарного контроля применяются наночастицы ряда веществ, способных флюоресцировать, благодаря чему их можно легко детектировать, что позволяет визуализировать процессы на уровне единичных молекул. Благодаря способности ферментов, адсорбированных на поверхности наноалмазов, сохранять свою каталитическую функцию, можно создавать индикаторные и диагностические тест-системы на основе комплексов типа наночастицы – маркерные белки. С помощью нанотрубок, имплантируемых под кожу животных, можно обеспечить контроль в реальном времени изменения уровня эстрадиола (наиболее активного природного эстрогена млекопитающих) в крови. Для раннего обнаружения заболеваний животных применяются биочипы – устройства, содержащие ветви искусственных ДНК, осажденные на кремниевую электронную схему [23]. Биочипы используются для анализа крови и тканей, для детектирования малых количеств химических загрязнений, вирусов и бактерий в организме животных, для идентификации животных и определения их местонахождения.

Переработка сельскохозяйственного сырья и производство пищевых продуктов. Применение нанотехнологий в производстве сельхозпродукции связано, прежде всего, с получением сырьевых материалов в нанодисперсных формах. Многие пищевые продукты содержат нанодисперсные вещества естественного происхождения. К ним относятся белки, полисахариды и липиды, размеры которых не превышают 10 нм. Успешная

переработка пищевых продуктов обусловлена наличием в перерабатываемых компонентах самоорганизующихся наноструктур, например, упорядоченных структур волокон целлюлозы в стенках растительных клеток, кристаллических структур в крахмале и т.д.

Основным направлением нанотехнологических исследований в области пищевой промышленности является разработка нанокомпозиций для получения пищевых продуктов высокого качества. Особое значение имеет разработка новых составов пищевых добавок, в производстве которых используются биологически активные вещества (БАВ), экстрагируемые из растительного сырья. Диспергирование растительного сырья до наноразмеров обеспечивает увеличение количества экстрагируемых водорастворимых БАВ, повышает их биологическую активность [24]. Нанодисперсные добавки изменяют вкус и питательные свойства продуктов питания и поэтому являются компонентами хлебобулочных изделий, шоколадных кремов, сыров и других продуктов. Они также применяются в пищевой промышленности при производстве эмульгаторов, стабилизаторов, консервантов.

Все более широкое применение в пищевой промышленности находят нанокатализаторы. Например, в масложировой промышленности для гидрирования растительного масла применяются катализаторы на основе наночастиц Pd, которые по сравнению обычными никелевыми катализаторами нетоксичны и характеризуются малой дозировкой [25]. Особенно перспективно применять биокатализаторы на основе ферментов [26], играющих ключевую роль во многих процессах пищевых производств, включая переработку зерна и крахмала, хлебопечение, пивоварение, производство молочных продуктов, вин, фруктовых соков, масел и жиров, мясopодуlктов, растительных экстрактов и т.д.

При изготовлении упаковки пищевых продуктов большая роль отводится нанокомпозитам, состоящим из матричного материала, наполненного наночастицами модифицирующих веществ. Наибольшее распространение в качестве упаковочного материала получили полимерные нанокомпозиты, содержащие наночастицы глины [27], которые ограничивают проникновение газов и тем самым обеспечивают улучшение барьерных свойств нанокомпозитов. Такие материалы применяются для упаковки мяса, сыра, кондитерских и хлебобулочных изделий, изготовления упаковочных пакетов для пищи, фруктовых соков, молочных продуктов, бутылок для пива и газированных напитков. Роль матрицы в упаковочных полимерных нанокомпозитах обычно играют полиамид, нейлон, полиолефин, полистирол, этиленвинилацетат, полиуретан, полиимид, полиэтилен-терефталат [27]. Помимо наночастиц глины, для наполнения полимерной матрицы используются наночастицы металлов (Ag, Au), оксидов металлов (оксидов Zn, Ti, Al, Fe) и других веществ, способствующих повышению

прочности и износостойкости упаковки, ее термо- и огнестойкости, технологичности и способности к рециклингу [28]. Наночастицы TiO_2 эффективно использовать в составе упаковочных нанокompозитов в качестве поглотителей УФ излучения, предотвращающих УФ деградацию пластиков [27]. Вводя в нанокompозиты фотохромные вещества, можно получать упаковку, оптическая плотность которой изменяется в зависимости от интенсивности светового потока [25]. Наночастицы Ag, находясь в упаковочных материалах, благодаря своему бактерицидному действию обеспечивают более длительную сохранность пищевых продуктов, предотвращая развитие микроорганизмов. Подобным бактерицидным действием обладают наночастицы оксидов Zn и Mg [27].

В последние годы все более актуальной становится разработка упаковочных биodeградирующих наноматериалов. Для придания упаковке способности к биodeградации ее создают на основе природных полимеров (крахмал, хитозан, полигидроксиалканоаты, производные целлюлозы и др.) или композитов из синтетических и природных полимеров. Для повышения эксплуатационных свойств такой биodeградирующей упаковки, в нее вводят нанодобавки глины и ряда других веществ [29].

1. Дарханова, В.Г. Применение нанобиокompозитов для стимуляции роста растений *in vitro* / В.Г. Дарханова [и др.] // Сб. тез. Междунар. форум по нанотехнологиям «Rusnanotech'09», Москва, 6-8 дек. 2009 г.
2. Федоренко, В.Ф. Научные разработки по нанотехнологиям в интересах агропромышленного комплекса / В.Ф. Федоренко // Нанотехника. – 2008. – №4. – С. 59-61.
3. Нестерова, Л.М. Новые технологии препаративной формы пестицидов / Л.М. Нестерова, Л.С. Елиневская, Л. А. Березина // Агрохимия. – 2009. – N 1. – С. 33-37.
4. Паничкин, Л.А. Использование нанопорошков металлов для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур / Л.А. Паничкин, А.П. Райкова // Изв. Тимирязевской сельскохозяйств. академии. – 2009. – N 1. – С. 59-65.
5. Егоров, Н.П. Разработка и проведение экспериментальной оценки эффективности применения в растениеводстве новых видов удобрений, полученных с использованием нанотехнологий / Н.П. Егоров [и др.] // Вестник Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. – 2008. – № 6. – С. 94-99.
6. Полякова, О.П. Предпосадочная обработка клубней картофеля нанокристаллическими микрорезидентами / О.П. Полякова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2000. – № 8. – С. 18-20.
7. Рогачева, С.М. Нанотехнологии в сельском хозяйстве: целевая доставка химических веществ к корням растений / С.М. Рогачева [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 1. – С. 118-121.
8. Kalpana, S.R. Nanotechnology patents as R&D indicators for disease management strategies in agriculture / S.R. Kalpana [et al.] / J. Intellect. Prop. Rights. – 2010. – Vol. 15. – P. 197-205.
9. Thornton, Ph.K. Livestock production: recent trends, future prospects / Ph.K. Thornton // Phil. Trans. R. Soc. B 27. – 2010. - Vol. 365. – No 1554. – P. 2853-2867.
10. Лимаренко, А.А. Кормовые отравления сельскохозяйственных животных. Учебное пособие / А.А. Лимаренко, Г.М. Бажов, А.И. Баранников // СПб.: Лань, 2007. – 384 с.

11. Богословская, О.А. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословская [и др.] // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2009. – № 2. – С. 124-127.
12. Schinazi, R.F. Synthesis and virucidal activity of a water – soluble, configurationally stable, derivatized C60 fullerene / R.F. Schinazi [et al.] // Antimicrob. Agents Chemother. – 1993. – Vol. 37(8). – P. 1707-1710.
13. Bosi, S. Antimycobacterial activity of ionic fullerene derivatives / S. Bosi [et al.] // Bioorg. Med. Chem. Lett. – 2000. – Vol. 10(10). – P. 1043-1045.
14. Mroz, P. Functionalized fullerenes mediate photodynamic killing of cancer cells: Type I versus Type II photochemical mechanism / P. Mroz [et al.] // Free Radic. Biol. Med. – 2007. – Vol. 43(5). – P. 711-719.
15. Arruebo, M. Magnetic nanoparticles for drug delivery / M. Arruebo [et al.] // Nanotoday. – 2007. – Vol. 2. – No 3. – P. 22-31.
16. Нанотехнологии в биологии и медицине. Коллективная монография; под ред. Е.В. Шляхто – СПб: Санкт-Петербург, 2009 г. – 320 с.
17. Lee, S.B. Self-assembly of biocidal nanotubes from a single-chain diacetylene amine salt / S.B. Lee [et al.] // J. Am. Chem. Soc. – 2004. – Vol. 126(41). – P. 13400-13405.
18. Kim, J.S. Antimicrobial effects of silver nanoparticles / J.S. Kim [et al.] // Nanomedicine. – 2007. – Vol. 3(1). – P. 95-101.
19. Онищенко, Г.Г. О концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов / Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян // Вопросы питания. – 2007. – Т. 76. – №6. – С. 48.
20. Arruebo, M. Magnetic nanoparticles for drug delivery / M. Arruebo [et al.] // Nanotoday. – 2007. – Vol. 2. – No 3. – P. 22-31.
21. Foldvari, M. Carbon nanotubes as functional excipients for nanomedicines. II. Drug delivery and biocompatibility issues / M. Foldvari, M. Bagonluri // Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine. – 2008. – No 4. – P. 183-200.
22. Koo, O.M. Role of nanotechnology in targeted drug delivery and imaging: a concise review / O.M. Koo, I. Rubinstein, H. Onyuksel // Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine. – 2005. – No 1. – P. 193-212.
23. Patil, S.S. Nanotechnology and its applications in veterinary and animal science / S.S. Patil, K.B. Kore // Veterinary World. – 2009. – Vol. 2(12). – P. 475-477.
24. Буркова, В.Н. Нанодиспергированные продукты из растительного сырья / В.Н. Буркова [и др.] // Сб. тез. Междунар. форум по нанотехнологиям «Rusnanotech'08», Москва, 3-5 дек. 2008 г.
25. Федоренко, В.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе. Науч. изд. / В.Ф. Федоренко. – М.: ФГНУ «Росинформиагротех», 2008. – 148 с.
26. Зайцева, Е.А. Развитие биокаталитических технологий в Московском университете и некоторых научно-исследовательских институтах в начале XXI века / Е.А. Зайцева, Т.А. Осипова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. – 2002. – Т. 43. – №6. – С. 340-344.
27. Chaudhry, Q. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector / Q. Chaudhry [et al.] // Food Additives & Contaminants. Part A. – 2008. – Vol. 25. – Is. 3. – P. 241-258.
28. Alexandra, M. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials / M. Alexandra, P. Dubois // Mater. Sci. & Eng. Rep. – 2000. – Vol. 28. – P. 1-63.
29. Власов, С.О. саморазлагающейся полимерной упаковке / С. Власов, А. Ольхов, А. Иорданский // Тара и упаковка. – 2008. – №2. – С. 42-47.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРОВОЙ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

¹Капцевич В.М., д.т.н., профессор; ¹Леонов А.Н., д.т.н., профессор;

¹Корнеева В.К., ст. преподаватель; ²Лисай Н.К., к.т.н., доцент;

¹Дечко М.М., к.т.н., доцент; ¹Чугаев П.С., ассистент;

¹Самкевич В.В., магистрант

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск

²ДП «Мостовская сельхозтехника», г. Минск

Долговечность и надежность работы автотракторной и сельскохозяйственной техники во многом определяется качеством работы систем фильтрации, обеспечивающих функционирование силовых агрегатов в оптимальных режимах. Эффективность фильтрующих технологий зависит от оптимального выбора структурных параметров фильтрующих материалов (ФМ) и их распределения. За счет правильного выбора можно в несколько раз повысить производительность, грязеемкость и срок службы фильтров, что в конечном итоге приводит к снижению материальных и энергетических затрат.

Оптимизация поровой структуры композиционного проницаемого материала направлена на создание фильтрующего материала, удовлетворяющего следующим основным требованиям:

1. Фильтрующие материалы должны обладать высокой проницаемостью и при этом обеспечивать требуемую тонкость фильтрации. Очевидно, что чем выше проницаемость, тем более эффективно и рационально осуществляется использование ФМ. В этом случае, например, при меньшей разности давлений может быть осуществлено пропускание необходимого количества фильтрата, возможно уменьшение габаритов фильтрующих элементов (ФЭ), а, следовательно, снижение расхода материала на его изготовление, при сохранении тех же габаритов возрастает срок службы ФМ. Для оценки оптимального сочетания коэффициента проницаемости k и тонкости фильтрации a воспользуемся известным параметром эффективности E_1 [1], изменив его следующим образом: вместо значения размера пор, входящего в выражение, будем подставлять значение тонкости фильтрации:

$$E_1 = \sqrt{k/a}.$$

2. ФМ кроме обеспечения требуемой тонкости фильтрования в течение всего процесса эксплуатации, должны обеспечивать требуемую полноту фильтрования. Полноту фильтрования многие авторы оценивают параметром E :

$$E = \frac{C_0 - C_k}{C_n},$$

где C_0 и C_k — концентрация твердых частиц в пробах жидкости до и после прохождения через ФМ.

3. ФМ должны обладать высокой задерживающей способностью и грязеемкостью, т.е. обеспечивать задержание большого количества загрязнений при сохранении высокой производительности и длительности эксплуатации.

В полной мере удовлетворять этим требованиям могут материалы с анизотропной структурой пор, в частности, многослойные проницаемые композиты, в которых каждый слой выполнен из порошкового, волокнистого, сетчатого или ячеистого материала с отличающимися друг от друга структурными, а, следовательно, и гидродинамическими свойствами.

Рассмотрим технологию создания фильтрующего материала, удовлетворяющего выше перечисленным требованиям, на примере двухслойного порошкового материала, каждый слой которого выполнен из сферических частиц диаметром соответственно, причем $D_1 > D_2$. Общая толщина такого ФМ равна l , толщина первого слоя — x_0 , и, соответственно второго — $l - x_0$ (рис. 1).

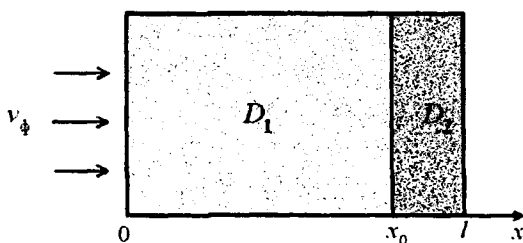


Рис. 1. Схема фильтрования в двухслойном композиционном ФМ

Коэффициент проницаемости такого двухслойного порошкового ФМ k_{ϕ} выражается через коэффициенты проницаемости первого k_1 и второго k_2 слоев следующим образом:

$$\frac{l}{k_{\phi}} = \frac{x_0}{k_1} + \frac{l - x_0}{k_2}. \quad (1)$$

Для оценки коэффициентов проницаемости k_1 и k_2 воспользуемся известным выражением Козени, согласно которому:

$$k_1 = \frac{\Pi_1^3 D_1^2}{72 \xi_1 (1 - \Pi_1)}; \quad (2)$$

$$k_2 = \frac{\Pi_2^3 D_2^2}{72 \xi_2 (1 - \Pi_2)}, \quad (3)$$

где Π_1 и Π_2 - пористость первого и второго слоя, соответственно;

ξ_1 и ξ_2 — коэффициент извилистости пор первого и второго слоя, соответственно.

Процесс глубинного фильтрования, который должен обеспечить требуемую полноту фильтрования, т.е. уменьшение концентрации частиц загрязнителя с начального значения C_0 на входе до значения C_k на выходе, описывается уравнением Ивасаки [2], решение которого для рассматриваемого нами двухслойного порошкового ФМ имеет вид:

$$C(x) = \begin{cases} C_0 e^{-\lambda_1 x}, & 0 \leq x \leq x_0; \\ C_1 e^{-\lambda_1 x_0 - \lambda_2 (x - x_0)}, & x_0 \leq x \leq l \end{cases}, \quad (4)$$

где λ_1 и λ_2 — соответственно коэффициенты фильтрования первого и второго слоя.

Коэффициенты фильтрования λ_1 и λ_2 могут быть выражены для первого слоя

$$\lambda_1 = \frac{3(1 - \Pi_1) \eta_{01} \alpha_1}{2D_1}, \quad (5)$$

и для второго —

$$\lambda_2 = \frac{3(1 - \Pi_2) \eta_{02} \alpha_2}{2D_2}, \quad (6)$$

где η_{01} и η_{02} — вероятность столкновения с частицами D_1 и D_2 первого и второго слоя соответственно; α_1 и α_2 — вероятность осаждения на частицах первого и второго слоя соответственно.

Если учесть, что основными механизмами осаждения при глубинном фильтровании являются диффузия, прямое столкновение, седиментация и инерция [3], то выражения для η_{01} и η_{02} , входящие в (5) и (6) можно записать в виде:

$$\eta_{01} = 0,9 \left(\frac{k_6 T}{\mu d D_1 v_\phi} \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{3}{2} \left(\frac{d}{D_1} \right)^2 + \frac{(\rho_\tau - \rho_*) d^2 g}{18 \mu v_\phi} + \frac{\rho_\tau d^2 v_\phi}{18 \mu D_1}; \quad (7)$$

$$\eta_{02} = 0,9 \left(\frac{k_6 T}{\mu d D_2 v_\phi} \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{3}{2} \left(\frac{d}{D_2} \right)^2 + \frac{(\rho_\tau - \rho_*) d^2 g}{18 \mu v_\phi} + \frac{\rho_\tau d^2 v_\phi}{18 \mu D_2}, \quad (8)$$

где k_6 - постоянная Больцмана, равная $1,3804 \cdot 10^{-23}$, Дж/К; T - абсолютная температура, К; μ - динамическая вязкость очищаемой жидкости, Па·с; v_ϕ - скорость фильтрации, м/с; ρ_τ и ρ_* - соответственно плотность частиц загрязнений и очищаемой жидкости, кг/м³; g - ускорение свободного падения, м/с²; d - размер частиц загрязнений, м.

Проинтегрируем уравнение (4), полагая, что при $x = l$, $C(x) = C_\kappa$. Тогда

$$\ln \frac{C_0}{C_\kappa} = \lambda_1 x_0 - \lambda_2 (l - x_0). \quad (9)$$

Введя обозначение $C_0/C_\kappa = m$, характеризующее степень очистки, запишем уравнение (9) в виде:

$$\frac{\ln m - \lambda_1 x_0}{l - x_0} - \lambda_2 = 0. \quad (10)$$

Используя приведенные зависимости (1)–(3), (5)–(8) и (10) проведем расчет структурных и гидродинамических свойств двухслойного порошкового ФМ с помощью программы Mathcad 14.0. Расчеты производились для моторного масла М14Г2ЦС при температуре $T = 323$ К ($\rho_* = 882$ кг/м³, $\mu = 0,075$ Па·с). Диаметр частиц порошка первого слоя $D_1 = n \cdot d$ (где $n = 5$); скорость фильтрации $v_\phi = 0,01$ м/с; размеры частиц загрязнений SiO_2 ($\rho_\tau = 2650$ кг/м³) $d = 3 \cdot 10^{-5}$ м, а их начальная концентрация — $C_0 = 10^{-2}$, степень очистки $m = 50$; пористость $\Pi_1 = \Pi_2 = 0,4$; вероятность осаждения $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,75$; коэффициент извилистости пор $\xi = 1,6$.

С помощью программы Mathcad 14.0 из уравнения (10) для различных значений D_1 и x_0 определяли соответствующие им значения D_2 , а затем, зная значения D_1 и D_2 , по формулам (1)–(3) рассчитывали значения коэф-

коэффициента проницаемости $k_{\gamma\phi}$ двухслойного порошкового ФМ. Полученные расчетные значения D_2 и $k_{\gamma\phi}$ графически представлены в виде изолиний в координатах D_1, x_0 на рисунках 2 и 3 соответственно.

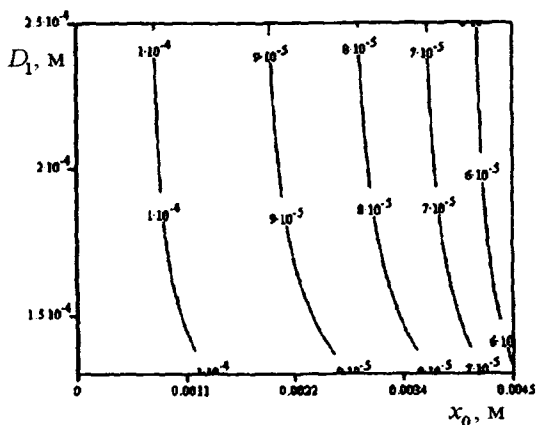


Рис. 2. Зависимость диаметра частиц второго слоя D_2 двухслойного порошкового ФМ от диаметра частиц D_1 и толщины x_0 первого слоя

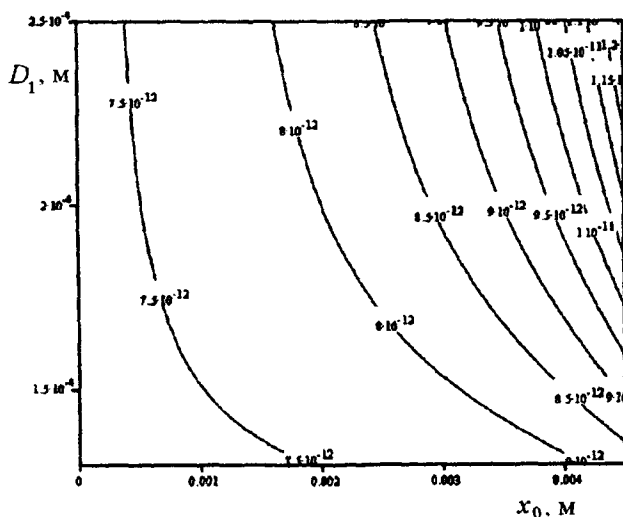


Рис. 3. Зависимость коэффициента проницаемости $k_{\gamma\phi}$ двухслойного порошкового ФМ от диаметра частиц D_1 и толщины x_0 первого слоя

Проведенные расчеты и представленные графические зависимости позволяют прогнозировать структурные характеристики двухслойного порошкового ФМ, обеспечивающего требуемую полноту фильтрования и обладающего высокой проницаемостью.

1. Витязь, П.А. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления / П.А. Витязь, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин. – Минск: НИИ ПМ с ОП, 1999. – 304 с.
2. Iwasaki, T. Some notes on sand filtration / T. Iwasaki // Jour. AWWA. – 1937. – № 29. – P. 1591–1602
3. Yao, K. Water and Waste Water Filtration: Concepts and Application / K. Yao [et al.]. // Environmental Science and Technology. – 1971. – Vol. 5. – № 12. – P. 1105–1112.

УДК 621.793

УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

*Акулович Л.М., д.т.н., профессор; Миранович А.В., инженер;
Внушко М.М., студент*

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

Для повышения износостойкости посадочных поверхностей деталей автотракторной техники и рабочих органов сельскохозяйственных машин применяют методы упрочнения, использующие высокоинтенсивные источники энергии (плазменная, индукционная, лазерная наплавки и др.). К ним относится и наплавка в электрическом и магнитном полях [1].

Известно несколько технологических схем нанесения ферропорошка в электромагнитном поле на плоские поверхности деталей машин [2]. При осуществлении наплавки по первой схеме (рис. 1, а) в рабочий зазор вводится ферропорошок в составе смазочно-охлаждающей жидкости, а по второй (рис. 1, б) – в составе пасты (смесь эпоксидной смолы и жидкого стекла). Оба варианта имеют свои преимущества и недостатки. Так, применение первой схемы приводит к уменьшению коэффициента использования ферропорошка (0,65 – 0,80), так как зерна порошка при нанесении покрытий выбрасываются из рабочей зоны в результате действия гидродинамических сил при электрических разрядах. При этом значительно уменьшается тепловая нагрузка на полюсный наконечник, благодаря чему облегчаются условия (устойчивость, стабильность процесса наплавки) и ресурс работы. В случае использования второй схемы требуется строго дозированная подача ферропорошка и пасты, что усложняет процесс нане-

сения покрытий. Однако в процессе наплавки происходит нагрев и разложение пасты с выделением значительного количества углекислого газа и водорода, которые образуют экран рабочей зоны, предохраняющий процесс от воздействия окружающей среды.

Известно [1, 3], что формирование покрытий на поверхности изделий происходит в рабочей зоне – пространстве, ограниченном полюсными наконечниками и деталью, в котором образуется многоэлектродная система из частиц ферропорошка в результате воздействия на них комбинированного электромагнитного поля. Рабочая зона установок образуется магнитной системой, представляющей собой совокупность источников электрического и магнитного полей с магнитопроводами. При этом формирование комбинированного электромагнитного поля в рабочем зазоре обеспечивается сочетанием контура наплавки и внешнего электромагнитного поля.

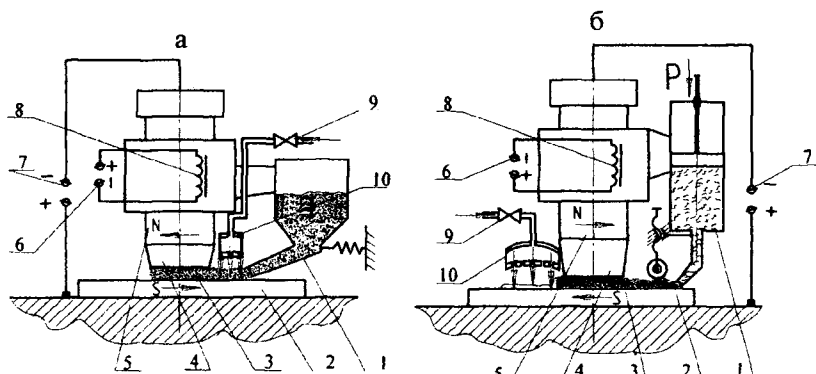


Рис. 1. Схемы наплавки ферропорошка в составе смазочно-охлаждающей жидкости (а) и в составе пасты (б) на плоские поверхности деталей машин: 1 – бункер-дозатор; 2 – изделие; 3 – ферропорошок; 4 – полюсный наконечник; 5 – сердечник; 6 – источник питания электромагнита; 7 – источник технологического тока; 8 – электромагнитная катушка; 9 – кран; 10 – спрейер

Так электромагнитное поле наплавочного контура создается током наплавки, проходящим по цепочкам-микроэлектродам в рабочем зазоре и током, протекающим по основному металлу изделия. Направления силовых линий в обоих случаях совпадают, согласно принципу суперпозиции, и индукция электромагнитного поля наплавочного контура составляет

$$B = B_{\text{ц}} + B_{\text{м}},$$

где $B_{\text{ц}}$, $B_{\text{м}}$ – индукция электромагнитного поля, создаваемого соответственно током, проходящим по цепочкам-микроэлектродам и током, протекающим по основному металлу изделия, Тл.

Согласно закону Био-Саварра индукция электромагнитного поля проводника с током определяется по формуле

$$B = \mu \frac{I}{2\pi \ell},$$

где I – ток наплавки, А; ℓ – расстояние от проводника с током (сердечника с полюсным наконечником) до изделия, м; μ – магнитная проницаемость среды, Гн/м.

Индукция электромагнитного поля наплавочного контура на расстоянии от поверхности изделия в этом случае описывается следующей зависимостью:

$$B_{\text{н}} = \mu \mu_0 \left(\frac{I}{2\pi l_{\text{ц}}} + \frac{I}{2\pi l_{\text{м}}} \right), \quad (1)$$

где μ_0 – магнитная постоянная, равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; $l_{\text{ц}}$ – расстояние рассматриваемой точки от цепочек-микроэлектродов, по которым проходит ток наплавки, м; $l_{\text{м}}$ – расстояние рассматриваемой точки по отношению к составляющей тока, протекающего по основному металлу изделия, м.

Согласно (1), индукция электромагнитного поля наплавочного контура увеличивается при повышении тока наплавки и приближении к поверхности изделия проводника с током, т.е. полюсного наконечника.

Как известно, распределение индукции в рабочем зазоре по торцу полюсного наконечника зависит от источника внешнего магнитного поля (переменного, импульсного или постоянного). В установках наплавки в электромагнитном поле в основном используются электромагниты на выпрямленном или переменном (пульсирующем) токе, которые позволяют получать периодически изменяющуюся во времени величину магнитной индукции

$$B_{\text{н}} = B_{\text{м}} \sin \omega t, \quad (2)$$

где $B_{\text{н}}$, $B_{\text{м}}$ – мгновенное и максимальное величины магнитной индукции в рабочем зазоре, Тл; $\omega = 2\pi f$ – круговая частота, Гц; t – время, с.

Бесступенчатое регулирование магнитного поля осуществляют за счет изменения величины тока в электромагнитной катушке. При этом индукция поля, создаваемого электромагнитом в рабочем зазоре, определяется по зависимости [3]

$$B = \frac{I \omega_n \mu_{cm} \mu_0}{\mu_{cm} \delta + l_{cp}},$$

где I – сила тока электромагнитной катушки, А; ω_n – число витков катушки; μ_{cm} – относительная магнитная проницаемость стали, Гн/м; δ – рабочий зазор, м; l_{cp} – длина средней магнитной линии, равная суммарной длине участков стали магнитопровода, м.

Установлено [1, 3], что для эффективных электромагнитных воздействий на расплав капле ферропорошка и, соответственно, обеспечения благоприятных условий формирования покрытий на изделиях необходимо получение равномерного распределения градиента индукции и стабильной величины временных характеристик магнитного поля в рабочем зазоре. При этом в процессе нанесения покрытий управляющим воздействием в рабочей зоне является внешнее электромагнитное поле, которое при взаимодействии с электрическим полем тока наплавки создает силы, определяющие движение капле расплава ферропорошка и расплавленного металла изделия в микролунке. Так, электромагнитные силы воздействуют на легкодеформируемые жидкие и газообразные зерна ферропорошка, изменяя их геометрические формы и движение в рабочем зазоре, определяют производительность процесса наплавки и качество формируемого покрытия. Известно, что на цепочки-микроэлектроды, выстроенные вдоль магнитных силовых линий, воздействуют:

- сила, действующая на зерна порошка со стороны более удаленных зерен в направлении вектора $\text{grad} \vec{B}$, которая определяется зависимостью

$$F_m = \frac{4}{2} \sum_{i=1}^n \frac{\mu a_i^2 b K H}{R_i + \delta}, \quad (3)$$

где n – число зерен в цепочке; R_i – расстояние от границы i -го зерна до оси упрочняемой поверхности, м; a_i , b_i – размеры большой и малой осей эллипсоида, м; μ – магнитная проницаемость материала ферропорошка, Гн/м; K – магнитная восприимчивость материала ферропорошка, Гн/м; H_i – напряженность магнитного поля у верхней границы зерна, А/м; δ – величина рабочего зазора, м;

- магнитная сила, вызванная взаимодействием молекулярных токов материала зерна ферропорошка с внешним полем

$$F_{M1} = \frac{1}{\mu_0} VB \text{grad} \vec{B},$$

где V – объем ферропорошка, м^3 ; B – магнитная индукция в точке рабочего зазора, где расположено зерно, Тл; $\text{grad} \vec{B}$ – вектор градиента магнитной индукции в рассматриваемой точке рабочего зазора;

- магнитная сила, вызванная стремлением зерна ферропорошка сориентироваться вдоль силовых линий магнитного поля.

$$F_{M2} = \left(\frac{M_M}{a} \right) \sin \alpha,$$

где M_M – момент магнитных сил, действующий на зерно ферропорошка, Н·м; a – длина наибольшей оси зерна, м; α – угол между направлением наибольшей оси зерна и силовыми линиями внешнего магнитного поля, град.;

$$M_M = c S^* a M^* \sin \alpha,$$

где $\rho = B^2 / 2\mu_0$, – магнитное давление на единичную площадку поверхности зерна, $\text{Тл}^2 \cdot \text{м} / \text{Гн}$; S^* – площадь среднего поперечного сечения эллипсоида, м^2 ; M^* – коэффициент;

- сила электромагнитного поля тока наплавки

$$F_{M3} = IB_n l_n,$$

где l_n – длина наплавочного контура, м.

Анализ параметров зависимости (2), при их взаимодействии показывает, что величина магнитной индукции оказывает влияние на интенсивность образования цепочек-микроэлектродов и их электрическую проводимость. Переменный характер магнитной индукции на границах участков с различным магнитным сопротивлением способствует хаотичному рас-

пределению ферропорошка в рабочем зазоре. В результате градиент магнитной индукции $\text{grad}\vec{B}$ на отдельных участках рабочего зазора изменяется с частотой образования разрядных цепочек из зерен ферропорошка. При таких условиях согласно (3) магнитная сила F_m , удерживающая цепочки-микроэлектроды в рабочей зоне, будет неодинакова для зерен ферропорошка. По этой причине важно было дать оценку влияния временных характеристик электромагнитного поля и распределения индукции в рабочем зазоре на процесс формирования покрытий на поверхности изделия.

Для этого проведены исследования распределения индукции внешнего магнитного поля в рабочей зоне установок наплавки с электромагнитами для схем (рис. 1, а и б). Питание электромагнитных катушек в первом случае осуществлялось от сети переменного тока промышленной частоты, а во втором — от выпрямителя, обеспечивающего частоту магнитного поля 0,5...12,5 Гц (рис. 2, а). Измерения выполняли теслаамперметром Ф4354/1 и специальными щупами с датчиками Холла, имеющими размеры 80×5,0×0,8 мм, установленными на краях и в центре рабочего зазора. По изменению величины индукции в различных точках оценивали интенсивность магнитного поля в рабочей зоне. Анализ результатов эксперимента показывает, что знакопеременные магнитные поля (частотой $\nu=0,5$, $\nu=12,5$ и $\nu=50$ Гц, индукцией в рабочей зоне $B=0,05...0,85$ Тл) не достаточно однородны (рис. 2, б, в, и г), что вызывает поперечные колебания и миграцию не только цепочек-микроэлектродов в рабочем зазоре, но и дуговых разрядов. При этом процесс наплавки происходит неустойчиво с короткими замыканиями и одиночным пульсирующим горением цепочек ферропорошка в рабочем зазоре. Это обстоятельство не обеспечивает качественного покрытия на плоских поверхностях деталей машин (шероховатость поверхности — Ra , пористость — P , толщина нанесенного покрытия — t и др.).

Известно [5, 6], что на электрическое поле контура наплавки действуют внешние управляемые продольные и поперечные магнитные поля (рис. 3). При этом продольное магнитное поле удерживает цепочки-микроэлектроды ферропорошка в рабочем зазоре, придает им требуемую жесткость и устойчивость. Поперечное магнитное поле обеспечивает вращательное движение капель расплава ферропорошка с заданным эксцентриситетом вдоль магнитных силовых линий. Так, при совпадении поперечного и электрического полей создается избыточное магнитное давление и происходит отклонение дуговых разрядов в сторону более слабого поля [7, 8]. Исключить этот недостаток возможно следующими методами: использованием вращающегося поперечного магнитного поля; шунтированием магнитного потока рассеяния в рабочей зоне; изменением полярности тока наплавки (например, с прямой на обратную); уменьшением

остаточной и наведенной намагниченности изделий, т.е. выполнением демагнитизации; использованием оптимальной конструкции магнитной системы.

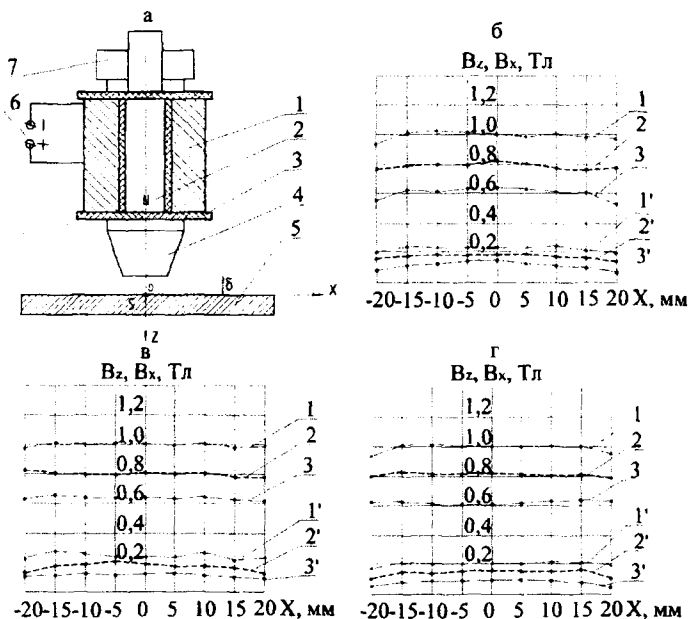


Рис. 2. Электромагнитная система установки наплавки в электромагнитном поле (а): 1 – обмотка; 2 – сердечник; 3 – изолятор; 4 – полюсный наконечник; 5 – изделие; 6 – источник питания; 7 – оправка, распределение продольной B_z и поперечной B_x составляющих магнитной индукции в рабочем зазоре ($\delta = 2,0$ мм) для электрических магнитов с частотой $\nu = 50$ Гц (б), $\nu = 12,5$ Гц (в) и $\nu = 0,5$ Гц (г) при силе тока электромагнитной катушки: 1 – 3,5 А; 2 – 2,5 А; 3 – 1,5 А; X – расстояние от продольной оси полюсного наконечника

Наиболее эффективным направлением устранения выше указанных недостатков является использование комбинированных внешних магнитных полей, которые при взаимодействии с током наплавки создают электромагнитные силы, позволяющие управлять качеством наплавляемых покрытий. Для исключения колебаний цепочек-микроэлектродов ферропорошка в рабочем зазоре перспективно использовать системы с постоянными магнитами. При использовании постоянного магнитного поля в рабочей зоне возможно получение стабильной во времени величины индукции и, соответственно, более однородного распределения магнитного потока по торцу полюсного наконечника.

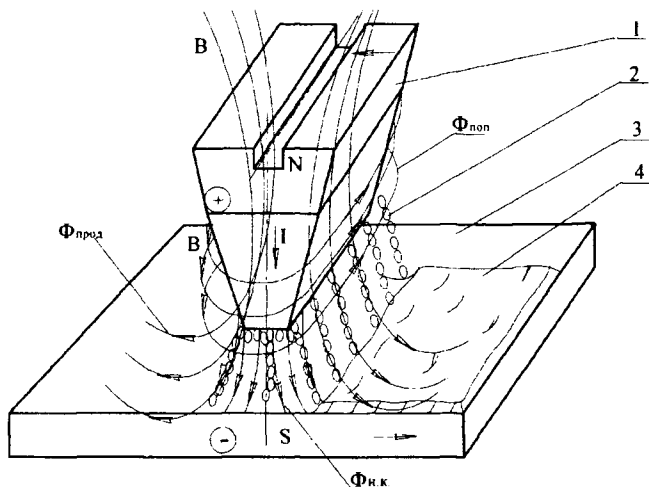


Рис. 3. Схема рабочей зоны при наплавке на плоские поверхности и комбинированного электромагнитного поля: 1 – полюсный наконечник, 2 – цепочки-микроэлектроды из ферропорошка; 3 – упрочняемая поверхность изделия, 4 – покрытие; $\Phi_{\text{прод}}$, $\Phi_{\text{поп}}$, $\Phi_{\text{н.к}}$ – направление силовых линий продольного магнитного поля, поперечного магнитного поля, магнитного поля наплавочного электрического контура соответственно

Поскольку реальные электромагнитные системы, применяемые при наплавке в электромагнитном поле, не являются осесимметричными, отклонения дуговых разрядов в рабочем зазоре от оси полюсного наконечника неизбежны. Так, стабильность процесса наплавки нарушается в том случае, если на цепочки-микроэлектроды ферропорошка в рабочем зазоре действуют поперечные магнитные поля, которые способствуют отклонению дуговых разрядов и их последующему обрыву. Для устранения этого обстоятельства используют продольные боковые магнитные поля [8, 9], направление и величина индукции которых зависит от конструкции магнитной системы. Эти магнитные поля оказывают сжимающее действие на наплавочную дугу и при отклонении ее поперек наплавляемой поверхности возвращают в центр рабочего зазора. Продольные боковые поля оказывают стабилизирующее действие на дугу в рабочей зоне.

Для определения оптимальных параметров магнитных полей в рабочем зазоре (распределение продольных и поперечных составляющих магнитной индукции и напряженности) использовалась экспериментальная установка. Она позволяла варьировать различными формами постоянных магнитов (Е-образной, призматической, прямоугольной) и ориентацией их полюсов относительно поверхности обрабатываемого изделия. Так, экспериментально установлено, что формирование продольных боковых полей

и равномерности распределения магнитного поля в рабочей зоне установки наплавки обеспечивается системой с Е-образными постоянными магнитами [9], материал которых – сплав ЮНДК (ГОСТ 17809–72). Результаты исследований [3] по выбору оптимальной конструкции магнитных систем показывают, что для обработки деталей типа валов является наиболее целесообразной схема (рис. 4, а) с расположением одноименных полюсов под углом 180° , а для обработки плоских деталей – схема с расположением одноименных полюсов под углом 90° (рис. 4, б).

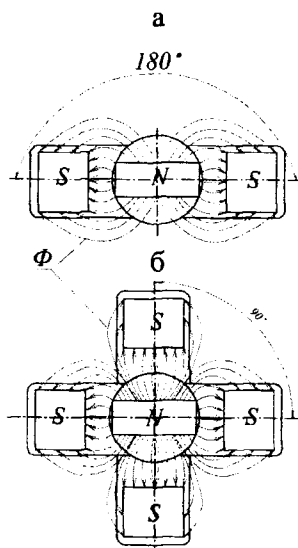


Рис. 4. Схема конструктивного расположения полюсов магнитов относительно поверхностей заготовки в установках наплавки в электромагнитном поле

Анализ результатов исследования распределения индукции комбинированных внешних магнитных полей в рабочей зоне установок наплавки с постоянными магнитами (рис. 5, б) показывает, что получено более однородное распределение продольной B_z и поперечной B_x по торцу полюсного наконечника в рабочем зазоре, чем для переменных или импульсных электрических магнитов.

В результате принятых технологических решений изготовлено устройство для наплавки на плоские поверхности [10], содержащее магнит с сердечником в виде вращающейся оправки, диск с бункерами и дозирующими втулками, электроды для подачи ферропорошка и, которое снабжено двумя постоянными магнитами Е-образной формы, расположенными пер-

пендикулярно друг к другу и закрепленными в корпусе на немагнитном основании параллельно поверхности обрабатываемой детали (рис. 6). При этом сердечник устройства с полюсным наконечником установлен в центральной части магнитов с возможностью регулирования величины магнитной индукции в рабочей зоне посредством изменения расстояния между постоянными магнитами, снабженными боковыми полюсными наконечниками.

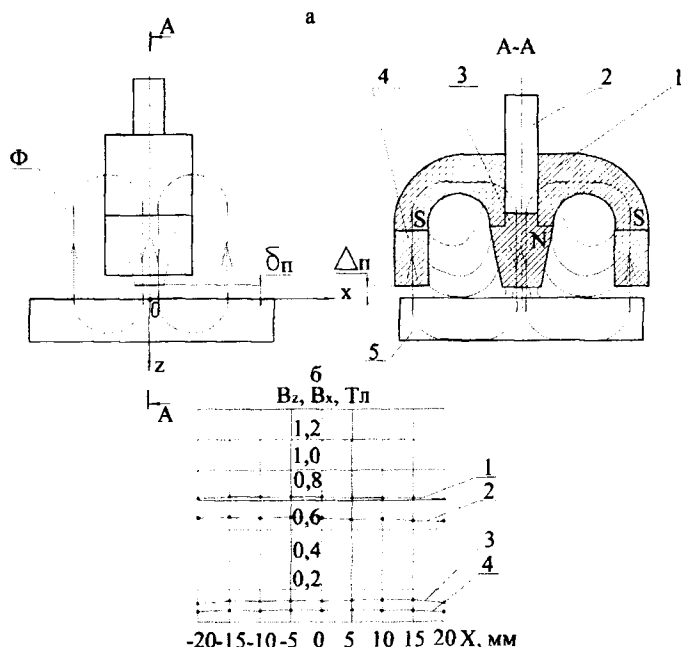


Рис. 5. Магнитная система установки наплавки (а): 1 – постоянный магнит; 2 – сердечник; 3 – полюсный наконечник; 4 – наконечник; 5 – изделие; (б) распределение продольной B_z и поперечной B_x составляющих магнитной индукции в рабочем зазоре ($\delta = 2,0$ мм): 1, 3 – для постоянных магнитов с расположением одноименных полюсов под углом 90° ; 2, 4 – для постоянных магнитов с расположением одноименных полюсов под углом 180° ; X – расстояние от продольной оси полюсного наконечника

Используемая конструкция магнитной системы в виде двух магнитов Е-образной формы, расположенных перпендикулярно друг к другу, создает оптимальную конфигурацию магнитных потоков, которая обеспечивает требуемую величину индукции в рабочем зазоре и приближает распределение магнитного поля по длине рабочих торцов полюсных наконечников (центрального и боковых) к однородному.

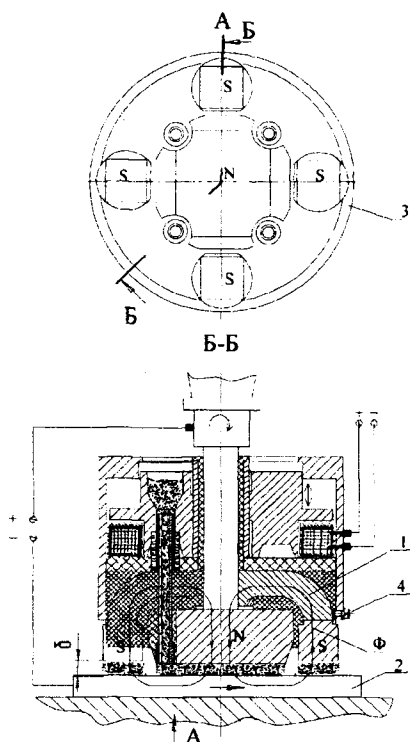


Рис. 6. Схема устройства для наплавки на плоские поверхности

Использование боковых полюсных наконечников на концах с одной полярностью постоянных магнитов (например, с полюсами S) позволяет значительно повысить производительность процесса нанесения металлических покрытий на плоские поверхности деталей. Так, при нанесении покрытий на поверхность изделия шириной меньшей половины ширины магнитной системы устройства применяется только центральный полюсный наконечник, а при обработке поверхности изделия шириной большей половины ширины устройства магнитной системы дополнительно используются боковые полюсные наконечники.

Величина магнитной индукции в пределах $0,05 \dots 0,25$ Тл в рабочем зазоре регулируется изменением расстояния между постоянными магнитами 1 и деталью 2 путем перемещения магнитной системы в корпусе 3 и фиксации ее винтом 4, что обеспечивает возможность наплавки ферропорошков с различной магнитной проводимостью.

С целью проверки эффективности разработанной магнитной системы по обеспечению стабильности и устойчивости, а также повышению производительности процесса наплавки проведены испытания, результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики магнитных систем установок наплавки в электромагнитном поле

Показатели	Магнитная система	
	с электрическими магнитами	с постоянными магнитами
Величина индукции, Тл	0,6 – 1,2	0,05 – 0,25
Величина напряжения, В	36,0	–
Величина рабочего зазора, мм	2,0	1,5
Расход порошка, г/(с·мм ²)·10 ⁻³	2,9	2,55
Расход СОЖ, дм ³ /(с·мм ²)·10 ⁻³	0,5	0,4
Плотность тока, А/мм ²	2,2	1,8
Зернистость порошка	240 – 320	
Коэффициент использования порошка	0,6 – 0,8	0,7 – 0,9
Производительность, мг	220 – 240	260 – 270
Сплошность покрытия, %	75 – 90	100
Пористость покрытия, %	8 – 15	4 – 8
Потребляемая мощность, кВт	5,1	3,5
Габаритные размеры, мм	215x180x250	130x190x110
Масса, кг	20	7,5

Анализ результатов испытаний показал, что для установок наплавки оптимальной является магнитная система с постоянным магнитом Е-образной формы, которая обеспечивает стабильный и устойчивый процесс нанесения покрытий и повышает производительность наплавки до 25 %.

1. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полонск: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Василевский, И.Н. Повышение эксплуатационных свойств деталей машин наплавкой паст в электромагнитном поле / И.Н. Василевский и др. // Агропанорама. – Минск, 2003. – № 4. – С. 11 – 12.
3. Мрочек, Ж.А. Использование постоянных магнитов в устройствах электромагнитной наплавки / Ж.А. Мрочек и др. // Теория и практика машиностроения. – 2004. – № 3. – С. 75–84.
4. Постоянные магниты: Справочник / А.Б. Альтман, Э.Е. Верниковский, А.Н. Гербергер и др.; Под ред. Ю.М. Пятин. – М.: Энергия, 1980. – 488 с.
5. Арнольд Р.Р. Расчет и проектирование магнитных систем с постоянными магнитами. – М.: Энергия, 1969. – 184 с.
6. Волченко, В.Н. Теория сварочных процессов / В.Н. Волченко и др. // Под ред. В.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1988. – 559 с.
7. Пустовойт, С.В. Совершенствование дуговой сварки электромагнитными методами / С.В. Пустовойт, Г.И. Лесков // Автоматическая сварка. – Киев, 2000. – № 1. – С. 39–42.
8. Корольков, П.М. Причины возникновения магнитного дутья при сварке и способы его устранения // Сварочное производство. – М., 2004. – № 3. – С. 38–40.

9. Рыжов, Р.Н. Применение шестиполусной электромагнитной системы для управления параметрами формирования швов при сварке неплавящимся электродом / Р.Н. Рыжов и др. // Автоматическая сварка. – Киев, 2004. – № 2. – С. 45–49.
10. Патент №1378. МКИ С23С26/00. Устройство для нанесения металлических покрытий / Витязь П.А. и др. – и 20030410; Заявл. 22.09.03; Опубл. 30.06.04 Бюл. № 30. – 2 с.

УДК 621.923

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА СТЕРЖНЕВОГО СЛОЖНОПРОФИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Сергеев Л.Е., к.т.н., доцент; Романова Т.К., к.т.н., доцент;

Бабич В.Е., к.т.н.; Сенчуров Е.В., инженер; Падаляк В.В., аспирант
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск

В современном машиностроении широко используются высокопроизводительные процессы изготовления деталей холодным деформированием. В качестве инструментов для осуществления этих процессов используется стержневой инструмент, как правило, сложного профиля (пуансоны), отличающегося от цилиндрического. Установлено [1], что основными причинами выхода из строя пуансонов являются: адгезия контактной части материала пуансона к материалу обрабатываемой поверхности (30%), деформация (35%) и скалывание рабочей части пуансона (35%). При этом практика показывает, что на долговечность пуансонов существенное влияние оказывает качество их рабочих поверхностей. Следовательно, вопрос повышения качества поверхностей стержневых сложнопрофильных инструментов является актуальным.

Показатели качества поверхности стержневого инструмента формируются в процессе изготовления, в основном, на заключительных операциях и поэтому этим операциям в технологических процессах должно уделяться особое внимание. Форма сложнопрофильного пуансона предопределила в качестве отделочной операции полирование. Наибольшее применение получило полирование на настольношлифовальных бабках НШ-01 с ручной подачей наждачной шлифовальной бумаги (ГОСТ 5009-82 М40) к обрабатываемой поверхности. Качество поверхности при такой обработке зависит от индивидуальной квалификации рабочего. Поэтому недостатком полирования является низкая производительность и высокий процент брака (до 10%) [1].

Для обработки инструментов со сложным профилем рабочей части наиболее эффективными являются способы, основанные на использовании эластичной связки или незакрепленного абразива. Одним из перспективных способов обработки является технология магнитно-абразивной обработки (МАО) [1, 2], обеспечивающая высокое качество рабочей поверхности. При МАО инструментом является ферроабразивный порошок (ФАП), который находится в рабочем зазоре в подвижно-скоординированном состоянии. Роль связки между абразивными зернами выполняет магнитное поле, обладающее упругими силами воздействия на зерна порошка (рисунок 1).

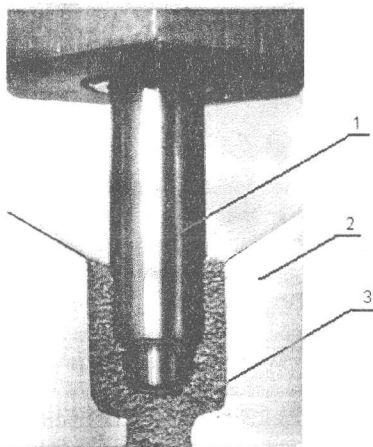


Рис. 1. Фотография зоны МАО пуансона:
1 – пуансон; 2 – полюсный наконечник; 3 – ферроабразивная щетка.

Однако технологические закономерности распределения магнитных потоков при обработке стержневого инструмента сложного профиля из современных материалов еще недостаточно изучены, что сдерживает применение этого способа при обработке пуансонов. В соответствии с этим поставлены и решены следующие задачи: исследовать абразивные и магнитные свойства и стойкость различных видов ФАП для обработки поверхностей пуансонов; исследовать влияние степени заполнения рабочей зоны ФАП на процесс МАО и их влияние на интенсивность съема материала, определяющей производительность обработки и качество поверхности.

В качестве исходных материалов применялись порошки карбид титана (TiC), а также ФАП комбинированного состава $Fe-Al_2O_3$ и

$Fe-Al_2O_3+(Ni-Co)$ с химической металлизацией электрокорунда белого ЭБМ40 никелем и никель--кобальтовым сплавом в количестве 5% от общего веса металлизированного порошка.

Образцы обрабатывались при следующих технологических режимах: окружная скорость $V_{окр} = 1,5$ м/с; скорость осцилляции $V_o = 0,2$ м/с; амплитуда осцилляции $A=2$ мм, магнитная индукция в рабочем зазоре $B = 1$ Т; коэффициент заполнения рабочего зазора, $K_z=1$; величина рабочего зазора $\delta = 1,2$ мм; зернистость порошка $\Delta = 160/125$ мкм; СОТС - СинМА-1 (ТУ 38.5901176-91), 3-% водный раствор. Массовый съем металла определялся взвешиванием образцов до и после обработки на аналитических лабораторных весах ВЛТ – 1 с точностью до 0,0001г. Исследование шероховатости поверхности образцов выполнялось на профилографе-профилометре модели 252 «Калибр».

В результате экспериментальных исследований установили, что наибольший съем металла осуществляет порошок Fe–TiC (рис. 2).

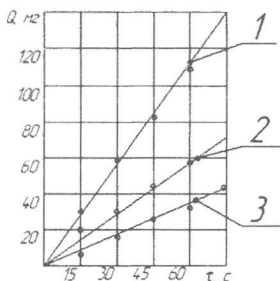


Рис. 2. Зависимость величины съема металла (Q) от времени (τ) обработки (1 - Fe – TiC, 2 - Fe - Al_2O_3 , 3 - Fe - $Al_2O_3 + (Ni-Co)$)

На рисунке 3 приведены результаты исследований влияния продолжительности обработки на шероховатость поверхности. При МАО формирование микропрофиля происходит первые 15 секунд, в отличие от операции полирования. В пределах исследованного диапазона с увеличением длительности обработки шероховатость поверхности уменьшается, что обусловлено удалением исходных микронеровностей обрабатываемой поверхности ФАП.

Таким образом, для получения высокого массового съема металла и качества поверхности следует применять ФАП железо-карбид титана (Fe–TiC). Коэффициент заполнения рабочей зоны магнитно-абразивным порошком должна быть $K_z=1$. Результаты опытов показали, что при МАО стержневого инструмента происходит интенсивное снижение шероховатости поверхностного слоя.

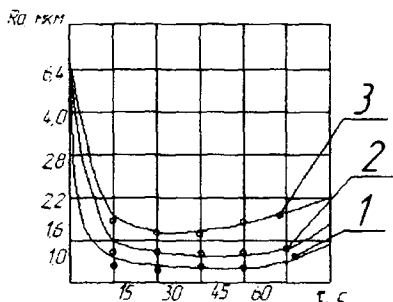


Рис. 3. Зависимость шероховатости (R_a) поверхности от времени (τ) обработки
(1 - Fe - TiC, 2 - Fe - Al_2O_3 , 3 - Fe - Al_2O_3 + (Ni-Co))

1. Иконников А.М. Совершенствование технологии магнитно-абразивной обработки фасонных поверхностей: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.03.01 / А.М. Иконников; Алтайский политехнический институт им. Ползунова. - Барнаул, 2004. - 18 с.

2. Барон, Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю.М. Барон. - Л.: Машиностроение, 1986. - 172 с.

УДК621.81.004.67
631.3.004.67

ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ ЛЕЗВИЙНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

*Лойко В.А., к.т.н., доцент; Семин Е.В., аспирант;
Микулович А.Н., студент*

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

1. Особенности лезвийной обработки восстановленных поверхностей деталей.

Важнейшими составляющими ремонтного производства являются восстановление изношенных деталей и механическая обработка деталей, включающая изготовление запасных частей и обработку деталей после восстановления путем наплавки или нанесения покрытий. Запасные части изготавливаются из традиционных материалов – сталей, чугунов, цветных металлов. При восстановлении и упрочнении деталей возникает необходимость в обработке наплавленных и газотермически напыленных материалов, которые используются для формирования поверхностей деталей сельхозтехники требуемой конфигурации и точности.

Для большинства деталей, которые восстановлены наплавкой и напылением, требуется дальнейшая обработка для получения необходимых точности размеров и качества поверхности. Однако обработка наплавленных и напыленных материалов значительно отличается от обработки традиционных материалов. Материалы, используемые при восстановлении, имеют ряд специфических свойств [1, 2], затрудняющих их обработку, такие, как значительные микронеровности поверхности, неоднородный по сечению химический состав наплавленного слоя, повышенная пористость и высокая концентрация трещин, различная твердость наплавленного слоя по площади поверхности и по глубине наплавленного слоя, присутствие в материале наплавленного слоя шлаков и твердых включений, окисление поверхности и внутренних фрагментов структуры.

Поэтому механическая обработка наплавленных и напыленных материалов сопровождается значительными колебаниями величины сил резания и контактных нагрузок на поверхностях инструмента, нестабильностью процесса резания, более высокой температурой в зоне резания по сравнению с обработкой материалов того же химического состава в другом состоянии, и, следовательно, пониженной стойкостью инструмента.

Высокие механические свойства материалов покрытий, применяемых для восстановления деталей сельскохозяйственной техники, обеспечивают их функциональные свойства и требуемый ресурс в эксплуатации, однако плохо обрабатываются резанием, что создает значительные проблемы получения требуемых размеров и качества поверхностного слоя изделий. Для решения данной проблемы в современном производстве целесообразно применять инструмент, упрочненный нанесением вакуумно-плазменных покрытий.

2. Требования к материалу инструмента для лезвийной обработки восстановленных поверхностей.

В зависимости от материала и условий эксплуатации режущего инструмента, необходимости в согласовании свойств материалов покрытия и инструмента, технологических особенностей методов нанесения к покрытиям, наносимым на режущий инструмент, предъявляется ряд требований, которые могут быть разделены на четыре категории [1, 2].

Во-первых, это требования, учитывающие условия работы инструмента, то есть его служебное назначение. Покрытия должны обладать: высокой твердостью, превышающей твердость материала инструмента (и сохранять ее при температуре резания); стойкостью к адгезии с обрабатываемым материалом во всем диапазоне температур резания; устойчивостью к высокотемпературной коррозии; стабильностью механических свойств вплоть до температуры теплостойкости инструментального материала; инертностью к растворению в обрабатываемом материале при

высоких температурах; сопротивляемостью к разрушению при значительных колебаниях температур и напряжений.

Во-вторых, это специфические требования к инструментальному материалу с покрытием, т.е. это требования совместимости свойств материалов покрытия и инструмента. В этом случае материалы покрытия и инструмента должны иметь: сродство кристаллохимического строения материалов покрытия и инструмента, определяющее высокую прочность их адгезии; оптимальное соотношение основных физико-механических и теплофизических характеристик (модулям упругости, коэффициенты Пуассона, линейного расширения, теплопроводности); малая склонность материалов основы и покрытия к твердофазным диффузионным реакциям во всем диапазоне температур и напряжений в условиях процесса резания, образованию хрупких вторичных соединений.

В-третьих, это требования к технологическим особенностям метода нанесения покрытия: формирование покрытия при температурах, исключая кристаллизационные явления и фазовые переходы в материале инструмента; возможность воспроизводства свойств покрытия заданного состава при требуемом соотношении технологических параметров.

К общим требованиям относятся: высокая равная плотность и беспористость покрытия по поверхности и сечению, обеспечивающие защиту материала инструмента от взаимодействия с обрабатываемым материалом и газовой средой; стабильность свойств покрытия во времени; малые отклонения толщины покрытия в пределах рабочих поверхностей, что позволяющие сохранить высокую геометрическую точность инструмента, возможность получения покрытий предельно простым и экономичным способом.

Наиболее широко в качестве материалов для покрытий на режущих инструментах используют карбиды, нитриды, карбонитриды, бориды и силициды тугоплавких металлов IV–VI групп Периодической системы элементов (IV – титан, цирконий, гафний; V – ванадий, ниобий, тантал; VI – хром, молибден, вольфрам). Это связано с особенностями их кристаллохимического строения [3, 4].

Например, наличие у этих металлов дефекта на внутренних *s*-, *p*- и *d*-орбиталях делает их весьма восприимчивыми к приобретению электрона из любого источника, которым могут служить междоузельные атомы углерода, азота и кислорода [3, 4].

Большинство переходных металлов имеет широкие области гомогенности, что позволяет в зависимости от содержания кислорода, азота и углерода достаточно сильно изменять физико-механические свойства их карбидов, нитридов или оксидов. К тому же переходные металлы и некоторые их соединения, в первую очередь соединения с простой кубической

структурой (ZrC , HfC , ZrN , TiN , HfN , VC , NbC , TaC), отличаются очень высокими температурами плавления [3, 4].

В качестве покрытий на режущих инструментах широко применяется также оксид алюминия Al_2O_3 и алмазоподобные покрытия на основе углерода.

Выбор покрытия осуществляется в зависимости от типа обрабатываемого материала и области его применения. Любое покрытие должно обладать максимальной инертностью к обрабатываемому материалу. Поэтому необходимо учитывать тип химической связи материала покрытия.

Ранее установлено, что чем заметнее проявляется металлический тип связи покрытия, тем сильнее оно схватывается с обрабатываемым материалом. Вот почему карбиды переходных металлов проявляют более высокую адгезионную активность по отношению к различным металлам и сплавам, чем нитриды [3, 4]. На основании этого можно предположить, что покрытия из Al_2O_3 , обладающего ионным типом химической связи, будут проявлять высокую инертность к обрабатываемым материалам. Подтверждением этому выводу могут служить результаты измерения относительной стойкости инструментальных материалов на основе Al_2O_3 к химическому и диффузионному изнашиванию при работе в паре с некоторыми металлами и сплавами (молибден, вольфрам, титановым сплавом, сталями) в условиях резания.

Нитридные и карбидные покрытия широко применяются в различных отраслях промышленности, что связано с их предельными физико-механическими свойствами и устойчивостью во многих агрессивных средах. В таблице 1 приведены свойства соединений тугоплавких металлов, перспективных в качестве упрочняющих покрытий [3].

Таблица 1 – Свойства соединений тугоплавких металлов, перспективных в качестве упрочняющих покрытий

Соединение	ρ , кг/м ³	$T_{пл}$, °C	H_{μ} , ГПа	E , ГПа	α , град ⁻¹	λ , Вт/м·К
TiC	4930	≈ 3250	31,7	460	8,3	6,8
TiN	5440	2950	20,5	256	9,4	12,6
$\alpha-Al_2O_3$	3980	2050	–	–	8,0	30,2
NbN	8470	2300	14,61	493	10,1	3,8
ZrC	6900	3330-3530	29,5	355	7,01	11,6
HfC	12200	≈ 3890	28,3	359	6,9	6,3
ZrN	7350	2980	15	400	7,24	28,3
HfN	13,39	3310	16	–	6,9	19,1

Примечание: ρ – плотность, $T_{пл}$ – температура плавления, H_{μ} – микротвердость, E – модуль упругости, α – коэффициент термического расширения, λ – коэффициент теплопроводности.

3. Вакуумно-плазменная технология упрочнения режущего инструмента и восстановления изношенных поверхностей прецизионных деталей.

Одним из перспективных направлений повышения эксплуатационных свойств изделий является их обработка в вакууме.

Вакуумные ионно-плазменные технологии. К преимуществам вакуумных ионно-плазменных технологий относят возможность нанесения высокотвердых (более 2 ГПа) плотных покрытий с высокой адгезией к поверхности различных материалов, в том числе и неметаллических. Процесс позволяет создавать многокомпонентные покрытия с различными стехиометрическими композициями: нитридные, карбонитридные, оксикарбонитридные, интерметаллидные, на основе различных металлов. Кроме этого, вакуумная ионно-плазменная технология, позволяет наносить многослойные покрытия (общей толщиной до 50 мкм) с уникальными свойствами. При этом повышается коррозионная, эрозионная стойкость, износ- и жаростойкость, усталостная прочность.

Вакуумные ионно-плазменные технологии позволяют проводить химико-термическую обработку поверхности (например, ионное азотирование) [1, 5, 6]. Этот процесс заключается в низкоэнергетическом насыщении обрабатываемой поверхности легируемым веществом. Одним из основных достоинств этого метода является глубокое проникновение внедряемого элемента при незначительном повышении температуры поверхностного слоя, что не вызывает коробление детали и не вызывает разупрочнения основного материала.

Ионно-термические методы позволяют получать покрытия с высокими служебными характеристиками, дают возможность в широких пределах управлять процессами осаждения пленок и их свойствами. Основным недостатком ионно-термических методов состоит в сравнительно низком проценте ионизированных частиц в общем потоке испаряемого материала, что оказывает существенное влияние на адгезионные характеристики покрытия и условия протекания плазмохимической реакции с реактивным газом.

В основе осаждения покрытий из плазмы разряда с холодным катодом лежит процесс генерации металлической плазмы в вакууме низковольтным электродуговым разрядом.

Методы *PVD* основаны на физическом испарении или распылении вещества в вакуумное пространство камеры с последующей подачей реакционного газа (N_2 , O_2 , CN_4 и др.). В результате плазмохимической реакции ионизированного потока металлической плазмы и реакционного газа на поверхности инструмента конденсируется покрытие.

Среди методов *PVD* наибольшее распространение получили: конденсация вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой –

метод вакуумно-плазменной конденсации с ионной бомбардировкой, разработанный в Харьковском физико-техническом институте ФТИ АН Украины (установка «Булут», рис. 1) [6], реактивное электронно-лучевое осаждение покрытия из пароплазменной фазы в вакууме (метод РЭП); активированное реактивное напыление (метод ARE), магнетронное распыление (метод МИР) и ионное плакирование.

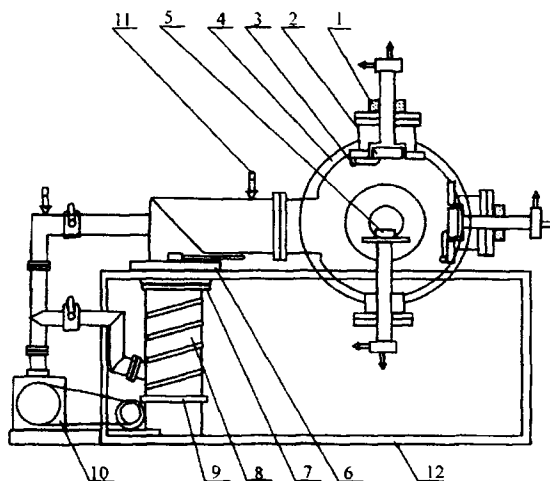


Рис. 1. Устройство установки «Булут-6»: 1 – фокусирующая катушка; 2 – катод; 3 – поджигающий электрод; 4 – вакуумная камера; 5 – подложка; 6 – азотная ловушка; 7 – водяная ловушка; 8 – высоковакуумный агрегат; 9 – нагреватель; 10 – форвакуумный насос; 11 – манометрическая лампа; 12 – система водяного

Наиболее характерная особенность покрытий, наносимых вакуумно-плазменным методом – отсутствие переходной зоны между покрытием и инструментальным материалом. Это обстоятельство является весьма важным, так как создается возможность придать рабочим поверхностям инструмента комплекс дополнительных свойств без ухудшения его объемных свойств – прочности и вязкости разрушения. Возможность широкого варьирования температуры (200–800 °C) в зонах осаждения позволяет использовать вакуумно-плазменные технологии для нанесения покрытий на инструмент из углеродистых инструментальных быстрорежущих сталей, твердых сплавов, керамики с высокой адгезии покрытия к основе.

Метод вакуумно-плазменной конденсации с ионной бомбардировкой универсален и с точки зрения возможности нанесения многокомпонентных однослойных (типа карбид-нитридов), композиций карбидов (нитри-

дов) 2-х или даже 3-х металлов, а также, многослойных и композиционных покрытий. Следует также отметить относительно высокую скорость формирования покрытий и безопасность для окружающей среды, так как процесс осуществляется в вакуумной камере, а исходные вещества и продукты плазмо-химических реакций не представляют опасности для человека и окружающей среды.

Метод вакуумно-плазменной конденсации с ионной бомбардировкой основан на генерации вещества катодным пятном вакуумной дуги сильно-точного низковольтного разряда, развивающегося исключительно в парах материала электрода. Покрытие является продуктом плазмохимических реакций металлической плазмы и реакционного газа, молекулы которого в результате соударения с ионами металла частично ионизируются. Все процессы испарения, образования соединения, ионной бомбардировки и конденсации покрытия происходят в вакуумной камере, металлический корпус которой служит анодом. Катод изготавливают из тугоплавкого материала, подлежащего испарению. Покрытия методом вакуумно-плазменной конденсации с ионной бомбардировкой наносят в две стадии: на первой очищают поверхность подложки, бомбардируя ее ионами испаряемого электрода, ускоренными до энергии 1...3 кэВ; на второй происходит собственно конденсация покрытий.

Метод конденсации с ионной бомбардировкой рекомендуется для нанесения покрытий из переходных металлов IV–VIa групп Периодической системы (*Ti, Cr, Zr, V, Mo и др.*) и их тугоплавких соединений (карбидов, нитридов, оксидов и комплексных соединений типа карбид-нитридов) на металлические детали сельскохозяйственной техники и режущий инструмент для обработки восстановленных поверхностей. Алмазоподобные покрытия могут быть сформированы на поверхностях инструмента вакуумно-плазменной конденсацией потоков углеродной плазмы, генерированной в импульсном либо стационарном режиме вакуумной электрической дугой катодной формы с поверхности графитового электрода (катода), представляют собой тонкие кристаллические или аморфные пленки на основе углерода. Наличие алмазоподобной фракции определяет высокую микротвердость таких покрытий, которые перспективны для увеличения поверхностной твердости и износостойкости режущих инструментов, деталей общего и сельскохозяйственного машиностроения, а также для снижения коэффициента трения.

В качестве подложки могут быть использованы быстрорежущие и низколегированные углеродистые инструментальные стали, твердые сплавы, керметы, спеченный Al_2O_3 или Si_3N_4 . Режущий инструмент с алмазным покрытием особенно эффективен при высокоскоростном резании легких сплавов, например алюминиево-кремниевых и титановых сплавов.

Технологически возможно совмещение вакуумных ионно-имплантационной и ионно-плазменной технологии, которые реализуются в последовательном (либо совмещенном) воздействии на обрабатываемую поверхность в одном вакуумном объеме за один технологический цикл. Например, проведение ионной имплантации перед нанесением покрытия обуславливает упрочнение и активация поверхности, что значительно увеличивает адгезию покрытия к подложке.

Кроме этого, при совмещенной обработке создается плавный переход физико-химического состояния покрытия в матрицу и исчезает граница раздела покрытие-поверхность, что обеспечивает адгезионную прочность и исключает возникновение недопустимо больших остаточных напряжений растяжения.

Особенностями метода является низкая температура детали или инструмента в процессе (200–500°C) нанесения слоя, сохранение параметров микрорельефа поверхностей инструмента и малая толщина слоя покрытия (3–10 мкм), что позволяет исключить последующие механическую и термическую обработки.

Покрытия наносятся в вакууме с помощью стационарных электродуговых эрозионных испарителей (рис. 2) с расходуемым интегрально холодным катодом. Метод конденсации с ионной бомбардировкой в вакууме реализуется следующим образом.

В вакуумной камере, откаченной до высокого 10^{-3} – 10^{-4} Па вакуума зажигается системой электродов вакуумная электрическая дуга катодной формы между охлаждаемыми вспомогательным анодом, а затем анодом (+) и расходуемым катодом (–), изготовленным из основного металла покрытия.

Потоки плазмы истекают из катодных пятен – микро-областей, в которых концентрируется весь ток вакуумно-дугового разряда на катоде, разогретых до температуры 5000 °K, хаотически перемещающихся по твердой и интегрально холодной поверхности.

Ионная компонента плазменного потока имеет заряд (степень ионизации) от +1 до +4, энергию 90...100 эВ и перемещается со скоростью 1–10 км/с прямолинейно в пределах телесного угла с вершиной в центре катода и ограничивается образующими, проходящими через наружный срез анода.

Первоначально, на стадии ионной очистки, к обрабатываемому инструменту прикладывается высокий отрицательный потенциал 1...1,5 кВ, что приводит к ускорению ионов металла вблизи подложки в так называемом двойном слое до энергии 1...2,0 кэВ и способствует интенсивной бомбардировке тяжелыми ионами металла с высокой энергией, распылению загрязнения и дефектов, травлению и активации поверхности детали нагреву его до температуры конденсации 650–800 °C.

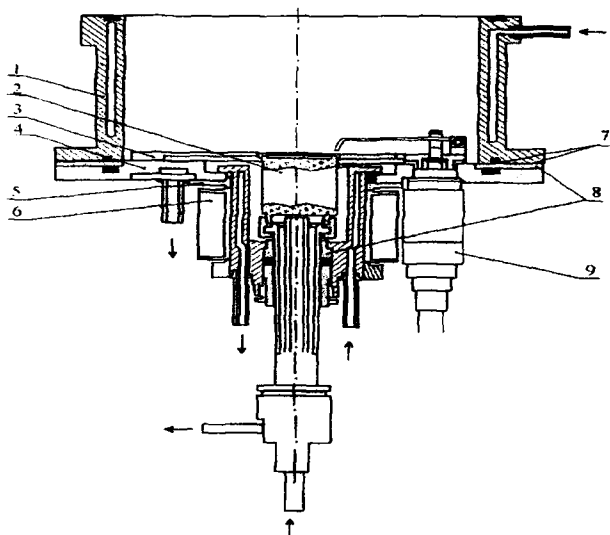


Рис. 2. Электродуговой плазменно-вакуумный испаритель для нанесения покрытий: 1 – анод; 2 – катод; 3 – вспомогательный анод; 4 – фланец; 5 – защитный экран; 6 – магнитная катушка; 7 – уплотнители; 8 – изоляторы; 9 – поджигающее устройство

При переходе к режиму осаждения покрытия в камеру подают реакционный газ, потенциал уменьшают до нескольких десятков или сотен вольт для обеспечения постоянной температуры процесса, подавления роста размеров кристаллитов и получения более плотной структуры за счет ионной бомбардировки. Твердое покрытие из химических соединений металла катода образуются в результате плазмохимических реакций прямого синтеза на поверхности инструмента при взаимодействии ионов металла основы покрытия с адсорбированными компонентами реакционных сред, в качестве которых используют азот, аммиак и смеси газов.

Процесс включает предварительную обработку поверхности детали, режущего инструмента или оснастки потоком ионов нейтрального газа аргона, ускоренных в скрещенных магнитном и электрическом полях ионного источника и конденсацию с ионной бомбардировкой потоков плазмы переходного металла в строго контролируемом одновременно с обработкой потоком ионов реакционного газа.

Перед нанесением покрытия детали и образцы тщательно обезжириваются и устанавливаются на подложке. Откачивающая система установки обеспечивает рабочий вакуум в камере 1 мПа. После откачки в нее с помощью вентиля тонкого натекания напускался аргон до давления 2,7 Па, и проводилась очистка поверхности образцов в тлеющем разряде, для чего

между электродами и устанавливалась разность потенциалов 1,8 кВ. Далее камера снова откачивалась до давления 1,3 МПа, и в этом вакууме образцы подвергались предварительной ионной бомбардировке (этап очистки), для чего между электродами и создавалось высокое напряжение 1,2 кВ и возбуждалась дуга между электродом и поджигающим электродом. При этом ионизированные атомы титана и заряженные конгломераты частиц с высокой скоростью устремляются к электроду а, следовательно, и к поверхности образцов. В результате такой бомбардировки происходит разогрев, физическая и химическая очистка поверхности образцов и частичное распыление материала подложки.

Температура на поверхности образцов определяет качество очистки и, следовательно, адгезию покрытия. Эта температура зависит от приложенного напряжения, времени ионной бомбардировки, тока дуги, расстояния между катодом и подложкой и может достигать весьма высоких значений.

Покрытие наносится на окончательно обработанные поверхности детали, режущего инструмента или оснастки, не снижается класс чистоты поверхности их поверхностей, не требуется последующая механическая или термическая обработка.

Состав композиционного покрытия выбирается в зависимости от условий эксплуатации, материала основы и характера предварительной термической и механической обработки оснастки или упрочняемого изделия.

Высокие механические характеристики плазменно-вакуумных покрытий, такие как микротвердость, износостойкость, прочность сцепления с материалом детали или инструмента, а также низкий коэффициент трения и слабая склонность к свариванию с обрабатываемой деталью, обусловленные их слабым родством с металлами заготовки, их высокая термическая стабильность защищают материал инструмента, а незначительная толщина обеспечивает высокую упругость при ударах и экстремальных нагрузках.

Развитием метода вакуумно-плазменной конденсации с ионной бомбардировкой является метод низкотемпературной вакуумно-плазменной конденсации с ионной бомбардировкой. По сравнению с известным ранее методом, способ метод низкотемпературной вакуумно-плазменной конденсации с ионной бомбардировкой имеет следующие преимущества [6,7]: возможность нанесения качественных покрытий на детали и изделия из материалов, не допускающих нагрева (термообработанные конструкционные стали, легкоплавкие металлы, пластмассы и др.); возможность наносить покрытия на детали с повышенными требованиями к размерной точности; возможность одновременного нанесения покрытий на детали, различные по материалам и массе; снижение оптимальной толщины покрытий до 0,5–1 мкм, вместо обычных 5–10 мкм при сохранении возможности нанесения стойких покрытий толщиной более 50 мкм; уве-

личение абразивной износостойкости твердых покрытий до 250 раз; достижение предельной возможной адгезии покрытий, соизмеримой с прочностью соединяемых материалов; стабильность покрытий во времени; снижение на порядок величины требований к величине вакуума при нанесении покрытий; сокращение цикла осаждения; упрощение конструкции установки для нанесения покрытий.

Исследования показали, что покрытия, наносимые ионно-плазменными методами, имеют близкие эксплуатационные характеристики, т.к. значения среднего размера зерна, величины внутренних напряжений, диаметры макрочастиц близки при условии близости параметров осаждения покрытий. Это обстоятельство стимулирует дальнейшее развитие этих методов, в том числе вакуумно-плазменной технологии, посредством создания перспективных плазма-генерирующих устройств.

Для реализации метода низкотемпературной вакуумно-плазменной конденсации с ионной бомбардировкой могут использоваться модернизированные установки серии «Буларт», которые оснащают газовыми ионными источниками различных конструкций, обеспечивают «мягкую» и эффективную предварительную очистку поверхности инструмента ионами нейтрального газа без сколько-нибудь существенного нагрева, а на этапе осаждения покрытия - «ионное ассистирование» путем подачи ионизированного реакционного газа в зону формирования упрочняющего слоя [1, 7].

Достаточно серьезной проблемой плазменно-вакуумной технологии упрочнения режущего инструмента является присутствие в плазменном потоке расплавленных частиц, которые при осаждении на поверхность образуют мягкие и химически активные включения чистого металла, снижающие триботехнические характеристики упрочняющего слоя. Разработанные учеными Харьковского ФТИ устройства плазмосепарации [6] не отличаются надежностью и снижают выход образующего покрытие металла до 20-50%. Значительный интерес представляет в том плане разработанная в УО БГАТУ система очистки плазменного потока от твердых и расплавленных макрочастиц, основанная на принципах плазмооптики, которая обеспечивает выход образующих покрытие материалов не ниже 70%.

Заключение. Плазменно-вакуумная технология нанесения тонких износостойких слоев высокопрочных химических соединений металлов *IVa-VIa* групп Периодической системы элементов (карбидов, нитридов, оксидов и их композиций) на поверхности инструмента из известных инструментальных материалов (твердые сплавы, быстрорежущих и низколегированных углеродистых сталей) является перспективным направлением упрочнения инструмента для обработки резания восстановленных поверхностей. Однако для более широкого промышленного применения тре-

буются углубленная проработка как новых материалов покрытий, совершенствование технологии, так и создание более современных устройств для их нанесения.

1. Лойко, В.А. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве / В.А. Лойко и [др.] - Минск: Издательство УО БГАТУ, 2007 - 192 с.
2. Васин, С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов: Термомеханический подход взаимосвязей при резании / С.А. Васин, А.С. Верещака, В.С. Кушнер. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001 - 448 с.
3. Косолапова, Т.Я. Свойства, получение и применение тугоплавких соединений. Справочное издание / Т.Я. Косолапова [и др.]; под общ. ред. Т.Я. Косолаповой. - Москва: Металлургия, 1986. - 928 с.
4. Самсонов, Г.В. Конфигурационная модель вещества / Г.В. Самсонов, И.Ф. Прядко, Л.Ф. Прядко. - Киев: Наукова думка, 1971 - 229 с.
5. Кадыржанов, К.К. Ионно-лучевая и ионно-плазменная модификация материалов / К.К. Кадыржанов [и др.] - Москва: Изд-во МГУ, 2005. - 640 с.
6. Аксенов, И.И. Покрытия, полученные конденсацией плазменных потоков в вакууме (способ конденсации с ионной бомбардировкой) / И.И. Аксенов [и др.] // Украинский физический журнал. - 1979. - Т.24, № 4. - С. 515-525.
7. Лойко В.А., Ивашко В.С., Клименко С.А. Покрытия на инструменте для обработки восстановленных поверхностей. Инженерный Вестник, №2(30), 2010, с.66-69.

УДК 621.793

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАПЛАВКИ В ПЕРЕМЕННОМ И ПОСТОЯННОМ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ НА ПОРИСТОСТЬ И ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ

*Акулович Л.М., д.т.н., профессор; Миранович А.В., инженер
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск*

Актуальной проблемой в машиностроительном и ремонтном производстве является улучшение качества, повышение надежности и долговечности быстроизнашивающихся деталей машин и механизмов. Это обуславливает необходимость совершенствования существующих и разработки принципиально новых технологических способов упрочнения и восстановления рабочих поверхностей деталей, их освоение в производстве. Эффективными способами упрочнения и восстановления деталей машин являются электрофизические, основанные на концентрации энергии в пространстве и во времени. К их числу относится и наплавка в электромагнитном поле [1].

Известно [2], что для обеспечения стабильного процесса наплавки в электромагнитном поле необходимо выполнение основных условий – взаимная направленность технологического тока и магнитной индукции электромагнита, согласованность частоты и фазы следования импульсов напряжений электромагнита, источника технологического тока с дозированной подачей ферромагнитного порошка в рабочий зазор. Проведенный в работе системный анализ технологических схем показал, что используемые на практике электромагнитные системы устройств наплавки в электромагнитном поле достаточно сложны в управлении и не в полной мере обеспечивают синхронную во времени работу источников внешнего электромагнитного поля и технологического тока, бункера-дозатора [2, 3]. Недостаточно дозированная подача порошка в потоке смазочно-охлаждающей жидкости и частично несовпадающие импульсы напряжений электромагнита и источника технологического тока приводят к уменьшению интенсивности расплава и, соответственно, увеличению частиц ферропорошка, не участвовавших в разрядах. Вследствие этого нарушается устойчивость и снижается производительность процесса наплавки. Это обстоятельство не позволяет получать качественное покрытие из-за недостаточной сплошности и повышенной пористости наплавленного слоя [3].

Цель исследований – исследование влияния стабилизированных технологических параметров наплавки в переменном и постоянном магнитных полях на пористость и трещинообразование покрытий.

Оборудование и методика исследований. Изучение влияния переменного и постоянного магнитных полей в рабочей зоне при наплавке в электромагнитном поле на открытую пористость и трещинообразование покрытий проводилось на образцах с покрытиями, полученными при оптимальных условиях и режимах наплавки с использованием установок с магнитными системами (МС) на электро- и постоянных магнитах (ПМ).

Для нанесения покрытий в переменном магнитном поле использовалась установка ЭУ-5 с ЭМ, выполненная по однополюсной схеме. Для наплавки в постоянном магнитном поле использовалась установка с магнитной системой на постоянных магнитах УНП-1. В качестве источника технологического тока использовался сварочный инвертор Invertex V270-T, у которого микропроцессорная система управления позволяла плавно настраивать сварочный ток в широком диапазоне 50 ... 270 А. Режим наплавки, принимался на основе данных источника [3] и варьировался в зависимости от материала используемого порошка в следующих пределах: плотность разрядного тока $i - 1,8 \dots 2,4 \text{ А/мм}^2$; расход композиционного порошка $q - 0,30 \dots 0,40 \text{ г/с}\cdot\text{мм}^2$; окружная скорость заготовки $V - 0,08 \dots 0,1 \text{ м/с}$; магнитная индукция в рабочем зазоре

$B - 0,05 \dots 0,95$ Тл; скорость подачи $S - 0,20 \dots 0,35$ мм/об; расход рабочей жидкости $q - 2,50 \dots 3,20 \cdot 10^{-3}$ дм³/(с·мм²).

Изучение открытой пористости образцов проводилось на поверхности покрытий нетравленных микрошлифов [4]. Исследование выполнялось на автоматическом анализаторе изображения «Mini MagiScan» фирмы «Jouze Loebl» с компьютерной обработкой данных по программе количественного анализа. Определение пористости покрытий и размера пор состояло из следующих этапов: калибровка и фиксация изображения; сегментирование; выбор необходимых измерений.

Трещинообразование оценивалось с помощью микроскопа. В качестве количественного критерия принималась удельная длина трещин на поверхности площадью 1,0 мм². Исследование трещинообразования выполнялось в следующем порядке: вначале измерялась видимая площадь поверхности микрошлифа покрытия под окуляром; затем определялась длина трещин посредством перемещения стола с образцом вдоль направления трещин относительно перекрестья окуляра микроскопа.

С использованием указанных видов магнитных систем были нанесены покрытия из композиционных порошков Fe – 2%V, Fe – Ti и ФБХ 6-2 для каждого вида магнитной системы (по пять образцов для каждого опыта). Образцы представляли собой кольца ($D \times d \times h$) 40×16×12 из стали 45 ГОСТ 1050 – 88, микроструктура которых в исходном состоянии – смесь феррита и сорбитообразного перлита.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ результатов исследований распределения пор по глубине покрытий (рисунок 1) показал, что наибольшая пористость находится на границе покрытия и основы. Это объясняется тем, что в процессе нанесения покрытий происходит захлопывание газа каплями расплава порошка на поверхности детали и усадка при переходе жидкой фазы в твердую в результате уменьшения растворимости газов при отводе тепла в основу.

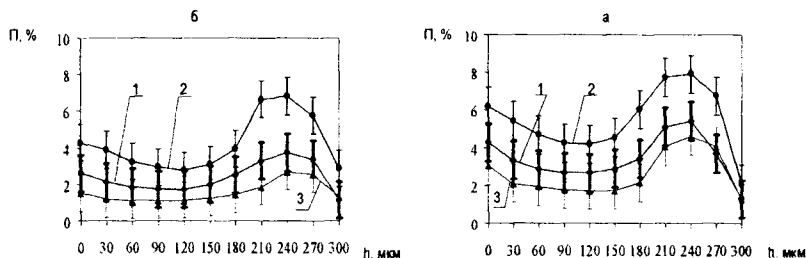


Рис. 1 Распределение пористости по глубине покрытий, полученных наплавкой с использованием МС на ЭМ (а) и ПМ (б) композиционных порошков (1 – Fe-2%V; 2 – Fe-Ti; 3 – ФБХ-6-2)

В большинстве случаев на границе покрытия и основы фиксируются шаровидные поры размером 10 ... 20 мкм (рисунок 2). Следует отметить, что повышенная пористость наблюдается и в поверхностных слоях покрытий. В большей степени она выражена для покрытия, полученного наплавкой порошка Fe-Ti, в меньшей – для покрытия из порошка ФБХ-6-2. При этом открытая пористость образуется по границам застывших капель расплава порошка в виде продолговатых округлых пор. Поры размером 20 ... 30 мкм распределены по поверхности покрытия неравномерно.

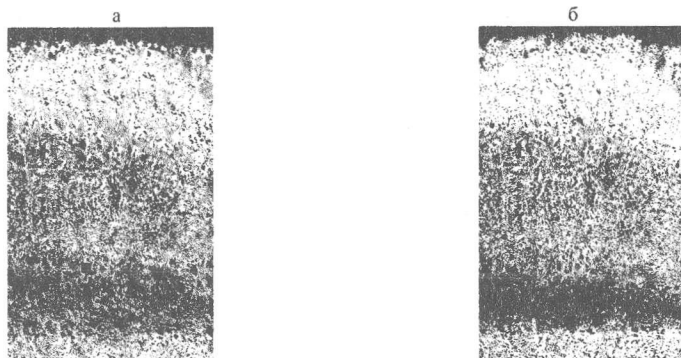


Рис. 2. Фотографии пористой микроструктуры покрытий, полученных наплавкой композиционного порошка Fe – Ti ($\times 200$) с на ЭМ (а) и ПМ (б)

Анализ результатов исследований показал (таблица 1), что открытая пористость покрытий, полученных наплавкой на установках с МС на ЭМ и ПМ, находится в пределах 4,0 ... 12,0 % и 2,0 ... 9,0 % соответственно. Это свидетельствует о работоспособности покрытий, в особенности, при трении с ограниченной смазкой, так как поры являются аккумуляторами смазочного материала.

Таблица 1 – Открытая пористость покрытий из композиционных порошков

Материал покрытия	Открытая пористость, %		
	min	max	средняя
Наплавка с применением ЭМ			
Fe-2%V	4,0	8,0	6,0
Fe-Ti	6,0	11,0	8,5
ФБХ-6-2	4,0	7,5	5,5
Наплавка с применением ПМ			
Fe-2%V	3,0	6,0	4,5
Fe-Ti	5,0	9,0	7,0
ФБХ-6-2	2,0	5,0	3,5

Наряду с пористостью одним из факторов, влияющих на работоспособность покрытий, является трещинообразование. Сопоставление микроструктур (рисунок 3) показало, что в покрытиях, полученных наплавкой на установке с МС на ЭМ, наблюдаются отдельные поперечные микротрещины, которые выходят на поверхность или сохраняются в теле покрытий. Причиной их появления является возникновение остаточных напряжений в результате неравномерного разогрева и охлаждения покрытий, а также фазовых превращений, сопровождающихся искажением кристаллической решетки. Для покрытий, полученных наплавкой на установке с МС на ПМ, характерно наличие небольшого количества поперечных микротрещин, находящихся в теле покрытия и локализованных в пределах капель расплава частиц порошка.

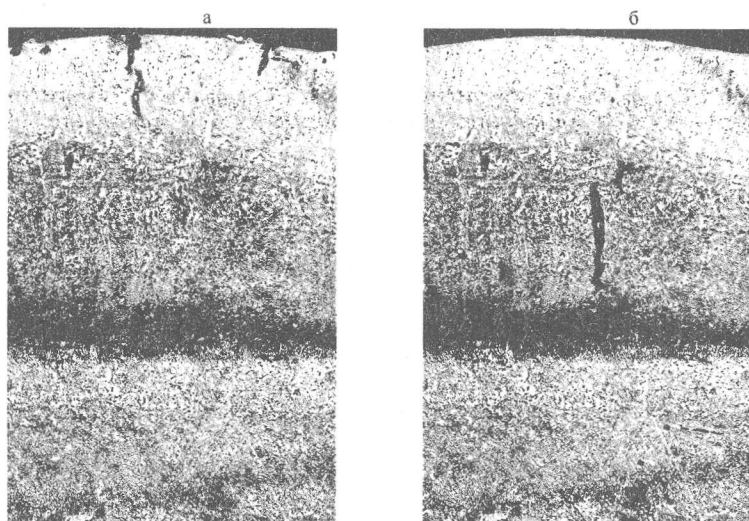


Рисунок 3 – Фотографии микроструктуры покрытий с трещинами на поверхности (а) и в покрытии (б), полученных наплавкой композиционного порошка Fe-2%Ti ($\times 200$)

При этом сравнение результатов исследований (таблица 2) показало, что покрытия, полученные наплавкой на установках с МС на ЭМ и ПМ, имеют различную удельную длину трещин. Так, в покрытиях, полученных с использованием ПМ, удельная длина трещин уменьшается в 1,75 ... 2,2 раза, что, очевидно, объясняется увеличением длительности сохранения жидкой фазы в процессе кристаллизации капель расплава порошков в условиях ее скоростного охлаждения [1].

Таблица 2 – Трещинообразование покрытий из композиционных порошков

Исследуемый параметр	Fe-5%V	Fe-2%Ti	ФБХ-6-2	Fe-5%V	Fe-2%Ti	ФБХ-6-2
	Наплавка с применением ЭМ			Наплавка с применением ПМ		
Удельная длина трещин, мкм/мм ²	35,0	70,0	90,0	20,0	35,0	40,0

В результате проведенных исследований установлено, что меньший предел значений открытой пористости и трещинообразования покрытий, полученных наплавкой с применением ПМ, обеспечивается за счет уменьшения градиента плотности подводимого теплового потока и скорости охлаждения покрытий. Это достигается при следующем режиме наплавки: расход рабочей жидкости $q = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{мм}^2)$; плотность разрядного тока $i = 1,65 \text{ А/мм}^2$; величина рабочего зазора $\delta = 1,5 \text{ мм}$; скорость подачи $S = 0,15 \text{ мм/об}$; окружная скорость заготовки $V = 0,050 \text{ м/с}$; расход порошка $q = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ г/с} \cdot \text{мм}^2$.

Заключение. На основании полученных результатов исследований структуры и свойств покрытий можно сделать следующие выводы:

1. Электромагнитная система устройства наплавки в электромагнитном поле на основе постоянных магнитов стабилизирует технологические параметры процесса и улучшает качество покрытий.
2. Показано, что открытая пористость покрытий, полученных наплавкой с использованием установок с МС на ЭМ и ПМ, находится в пределах 4,0 ... 12,0 % и 2,0 ... 9,0 % соответственно.
3. Выявлено, что у покрытий, полученных наплавкой на установке с МС на ПМ по сравнению с МС на ЭМ, удельная длина трещин уменьшается в 1,75 ... 2,2 раза, что объясняется увеличением длительности сохранения жидкой фазы в процессе кристаллизации капель расплава порошков в условиях ее скоростного охлаждения.

1. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – ПолOCK: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Ракомсин, А. П. Упрочнение и восстановление изделий в электромагнитном поле / Под ред. П. А. Витязя. – Мн.: Парадокс, 2000. – 201 с.
3. Использование постоянных магнитов в устройствах электромагнитной наплавки / Ж.А. Мрочек [и др.] // Теория и практика машиностроения. – 2004. – № 3 – С 75 – 84
4. Горелик, С. С. Рентгеноструктурный и электронно-оптический анализ / С. С. Горелик и др. – М.: МИСИС, 1994. – 328 с

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ ЛЕГИРОВАНИЕМ

Ивашико В.С., д.т.н., профессор; Саранцев В.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

При электроискровом легировании (ЭИЛ) металлических поверхностей в процессе формирования поверхностного слоя на катоде происходит интенсивное взаимодействие жидких фаз материала электродов, способствующее установлению между ними химической связи и развитию объемных процессов само- и гетеродиффузии, образованию интерметаллидов и др. Помимо явлений в жидкой фазе, из которой формируется слой покрытия, во многих случаях наблюдается диффузия элементов электрода в основу в твердой фазе. Все эти физико-химические изменения в поверхностном слое детали обусловлены возникновением в зоне разряда при температуре 10–11 тыс. °С и давлении, достигающем сотен МПа), термоупругих напряжений, высокоскоростного пластического деформирования, а также микрометаллургическими процессами, протекающими в экстремальных условиях за счет прохождения мощного (до 10^5 – 10^6 А/мм²) импульса тока. В этом случае взаимодействие материалов электродов, кристаллизация, диффузионные явления происходят в крайне неравновесных условиях. Присутствие в зоне столь высоких температур азота воздуха и различных легирующих элементов, входящих в состав электрода-анода, позволяет не только наращивать поверхность детали, но и легировать ее, улучшая физические и химические свойства металлических поверхностей.

К достоинствам ЭИЛ можно отнести: незначительный нагрев и отсутствие деформации основы, а также возможность локального нанесения покрытий. Она может применяться при восстановлении сложных деталей машин. Отличительной особенностью данного способа является простота осуществления в производственных условиях, сравнительно низкая стоимость оборудования, возможность автоматизации. Принципиальная схема наиболее распространенного типа электроискровой установки с вибрирующим компактным электродом и структурные составляющие образующихся слоев после упрочнения карбидотитановым электродом представлена на рис. 1.

Состав слоя, образующегося на обрабатываемой детали, и его физико-химические свойства зачастую существенно отличаются от свойств легируемого и легирующего материалов. Изменяя состав материала электродов и способы нанесения легированного слоя, можно изменять физико-механические свойства поверхности обрабатываемой детали.

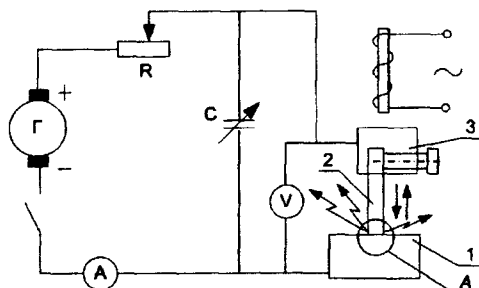


Рис. 1. Принципиальная схема электроискровой установки:
1 – заготовка; 2 – электрод; 3 – электромагнитный вибратор

Упрочненная поверхность детали состоит из трех основных зон: белый слой (БС), переходная зона и основной материал. БС состоит из тугоплавких слабо поддающихся травлению соединений, сформированных в тонком слое в основном из материалов электрода с мелкозернистой структурой в режиме быстрого теплоотвода. Переходная зона состоит из диффузионного слоя, зоны термического влияния и переходного слоя. Диффузионный слой имеет мартенситно-карбидную структуру, его толщина приблизительно равна толщине БС.

Участок зоны термического влияния имеет аустенитно-мартенситно-карбидную структуру.

Переходной слой С-3 имеет аустенитно-сорбитно-мартенситную структуру. Аустенитная структура формируется при охлаждении при диффузионном насыщении стали азотом. Чем меньше проникает азота в зону С-3, тем больше при охлаждении будет мартенситной структуры.

Ниже переходного слоя находится участок со структурой основы.

На величину зон и их структуры влияют параметры обработки, материал электрода, материал основы и состояние окружающей среды.

Варьируя скважность и частоту импульсов, можно изменять как производительность, так и качество обработки и размер зерна в КП. Немаловажным в процессе электроискровой обработки является выбор материала электрода. В качестве электродных зачастую используются материалы с высокой твердостью и износостойкостью: твердые сплавы, в основном на основе карбидов вольфрама и титана, серый или белый чугун, твердые сплавы на основе карбида титана с различными связками (сталь, никель, молибден, интерметаллиды), изготовленные по технологии СВС-прессования (сплавы марки СТИМ), небольшие ультрадисперсные добавки алмаза с размером частиц 40–60 нм в состав электродного материала приводят к существенному измельчению его структуры и увеличению сплошности, толщины и износостойкости электроискровых покрытий.

Микротвердость упрочненных слоев, полученных на закаленных сталях, достигает 18–20 ГПа, в то время как на незакаленных сталях она не превышает 12 ГПа, что объясняется участием материала основы в формировании покрытия. Тем не менее, эффективность упрочнения выше в случае применения в качестве подложки незакаленных сталей, так как коэффициент упрочнения (отношение твердости упрочненного слоя к твердости основы) для них составляет 4–5, а для закаленных сталей он не превышает 2–3.

Основные причины, препятствующие широкому распространению ЭИЛ, — сравнительно малая производительность (0,5–3 см²/мин) и небольшая толщина слоя покрытия (15–60 мкм). Увеличение толщины покрытия зачастую возможно только при увеличении энергии импульсов и числа проходов, что приводит к дополнительным затратам и повышению пористости защитного слоя. Электроискровое нанесение покрытий порошковыми материалами позволяет расширить множество наносимых материалов, повысить толщину слоя и производительность процесса, упростить его автоматизацию. Порошковый материал из питателя подавался в межэлектродный промежуток, образованный электродом (анодом) и обрабатываемой деталью (катодом). В результате взаимодействия дисперсного материала с плазмой искрового канала он расплавлялся, частично испарялся и осаждался на обрабатываемую поверхность. В экспериментах использовались порошки, как токопроводящих веществ, так и диэлектрика В₄С. При использовании данного метода толщина покрытий составляла в большинстве случаев 200–300 мкм. В процессе нанесения покрытия происходило разложение исходных компонентов порошка с образованием продуктов взаимодействия их с материалом подложки. Одной из составляющих фаз покрытия является материал подложки (Fe). Этим объясняются невысокие значения микротвердости поверхности детали по сравнению с твердостью исходных порошков.

Совершенствование технологии ЭИЛ состоит в совмещении традиционной ЭИЛ с использованием порошков, находящихся в межэлектродном промежутке, способных к тепловыделению и образованию тугоплавких соединений. Тепловыделение при синтезе порошков позволяет решить вопросы энергосбережения и повысить производительность процесса.

Создание покрытий на основе карбида титана позволяет повысить износостойкость, твердость при высоких и низких температурах, химическую стабильность, окалиностойкость. Также карбидтитановые покрытия имеют небольшой коэффициент трения, хорошее сцепление с поверхностью материала-основы, малую склонность к схватыванию и холодной сварке, способность не разрушаться под воздействием механических и тепловых нагрузок. При этом физико-механические свойства покрытий улучшаются при уменьшении размера зерен карбида титана.

Введение металлических добавок в смесь $(\text{Ti}+\text{C})-\text{M}$, где $\text{M} = \text{Ni}, \text{Co}, \text{Fe}$ позволяет уменьшить хрупкость материала, повысить ударную вязкость, электропроводность и улучшить другие свойства. При использовании никеля в качестве металлической добавки он оказывает существенное влияние на конечный состав продуктов горения, несмотря на то, что этот металл сам практически не растворяется в карбиде титана и не образует с ним тройных соединений. Добавка Ni приводит к смещению состава карбида титана ближе к стехиометрии по сравнению с соотношением Ti/C в исходной реакционной среде; также распределение зерен карбида титана становится более однородным с увеличением содержания Ni. Однако при увеличении содержания Ni в квазибинарной системе $(1-x)(\text{Ti} + \text{C}) + x\text{Ni}$ уменьшается теплота СВС-реакции и понижается значение твердости образующей композиции $\text{TiC}-\text{Ni}$. С этой точки зрения наиболее подходящим содержанием Ni в композиции является $x = 0,1 \dots 0,3$ (масс. долях). Также введение в порошковую композицию никеля позволяет сформировать прочную металлическую матрицу.

Твердость КП возрастает с увеличением содержания в покрытии карбида титана и имеет максимальное значение (13 – 14 ГПа) при использовании электродов на основе карбида титана.

При формировании КП ЭИЛ и СВС активное участие принимает материал основы. Сформированные КП на подложках из сталей с разным содержанием углерода (20, 45, У8, 9ХСА) имеют в среднем толщину слоя от 0,1 до 0,3 мм.

С увеличением количества углерода в стальной подложке наблюдается снижение твердости. Это связано со снижением температуры плавления основы, т. е. образующаяся упрочняющая фаза (например, карбид титана), масса которой постоянная при данном составе реакционной смеси, распределяется в большем объеме расплава на основе железа, который образуется при электроискровой обработке.

Технологические процессы, оборудование для нанесения покрытий различного назначения и специальные порошковые и композиционные материалы позволяют увеличить срок службы элементов трибосопряжений, деталей корпусов и исполнительных органов, и др. Выбор того или иного метода и режимов нанесения покрытий зависит от материала восстанавливаемой детали и условий ее эксплуатации. К достоинствам внедряемой технологии можно отнести следующее:

1. Возможность нанесения покрытий на локальные участки обрабатываемой детали.

2. Толщина нанесенного слоя может составлять 0,025 до 0,45 мм.

3. Твердость КП на основе карбида титана может быть от 6 до 16 МПа в зависимости от режимов ЭИЛ, материала упрочняемой детали и материала электрода.

Использование разработанных в БНТУ наноструктурированных электродов позволило внедрить технологию нанесения износостойких покрытий в процессах изготовления клапанов газораспределения и шатунов. Нанесение покрытий осуществляется на поверхности, наиболее подверженные изнашиванию в зонах действия повышенной контактной нагрузки – торцы стержней впускных и выпускных клапанов газораспределения и поверхности кривошипных головок шатунов, контактирующие со щеками коленчатого вала, посадочных мест подшипников скольжения и колец подшипников качения, что обеспечило повышение ресурса изделий в 1,5 раза по сравнению с проектным ресурсом.

Повышение производительности и улучшения качества покрытий нанесенных ЭИЛ позволяет восстанавливать и упрочнять поверхности деталей произвольной формы и размеров. Области применения ЭИЛ – это автомобилестроение (плунжерные пары топливных насосов, золотники распределителей, уплотнительные кольца гидравлических тормозных систем и др.).

УДК 629.113.004

РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ: АНАЛИЗ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Казацкий А.В., Смольская В.С.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Прогресс в эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте автомобилей зависит от многих факторов, однако доминирующим из них является состояние производственно-технической базы организаций автомобильного транспорта (ПТБ ОАТ) и наличие высококвалифицированных кадров, способных на должном уровне реализовать достижения науки и техники. Следует также отметить то обстоятельство, что технологическое оборудование является наиболее важным элементом ПТБ, оказывает существенное влияние на качество и производительность при ремонте автомобилей и восстановлении деталей, способствует улучшению условий труда, сохранению и защите окружающей среды, экономии материалов и топливноэнергетических ресурсов.

Автомобильный транспорт – это то звено, без которого нет связи производителя с потребителем. Мобильность автомобильного транспорта, в отличие от других видов транспорта, делает его необходимым и приоритетным. Поэтому обеспечение работоспособности и увеличение

срока службы автомобилей является одной из важнейших задач в области технической эксплуатации и восстановления деталей.

Поддержание автомобильного парка на высоком уровне работоспособности, четкая, ритмичная работа автотранспортных и ремонтных организаций автомобильного транспорта (АТО АТ и РО АТ) в значительной мере определяются возможностью удовлетворения их потребностей в запасных частях. В современных экономических условиях автомобильный транспорт можно разделить на четыре группы по принадлежности: автотранспортные организации коммерческих перевозчиков (АТО КП); индивидуальные предприниматели (ИП) и частные автотранспортные организации (ЧАТО); АТО Минтранса, АТП предприятий (АТОП). По данным Министерства статистики и анализа Республики Беларусь соотношение по объемам перевозок выглядит следующим образом: АТО КП около 28% грузов и 9,5% пассажиров; ИП и ЧТО около 3,4% грузов; АТО Минтранса около 24% грузов и 70,3% пассажиров. Ведомственным транспортом (АТОП) перевозится около 44% грузов. Поэтому поддержание автомобилей в технически исправном состоянии для АТО КП, ИП и ЧАТО, других организаций, не имеющих развитой ПТБ, является постоянным вопросом и реализуется, в основном, за счет больших затрат на запасные части и неоправданных потерь из-за недостаточной квалификации исполнителей работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Эти обстоятельства усугубили проблему запчастей: в первую очередь, высокая стоимость, во вторую – по причине дефицита. Выпуск новых изделий ограничивается лимитами металла и других материалов, а также производственными возможностями автомобильной промышленности, организаций ремонтного производства и автомобильного транспорта. Автомобильный парк Республики представлен многими моделями и большим «возрастом» автомобилей: около 50% автомобилей эксплуатируется более 10 лет, что также ведет к необходимости решения этой проблемы. Учитывая эти факторы, необходимо подходить к решению вопроса не только за счет увеличения выпуска новых запасных частей, но и за счет восстановления изношенных, многократно заменяемых деталей (сохранивших свойства долговечности и ремонтпригодности) в процессе эксплуатации автомобилей.

Авторемонтное производство, как структурная составляющая в системе автомобильного транспорта с направленностью на предметную специализацию, в современных условиях уступает свои позиции ремонту автомобилей агрегатным методом в организациях автомобильного транспорта (АТО АТ и РО АТ). Реализация этого метода основана на проведении цикла ремонтно-восстановительных работ с учетом ресурса базовых деталей. Остальные детали должны восстанавливаться или заменяться. Поэтому проблема дефицита запасных частей для всех организаций автомобильного транспорта остается актуальной.

В этих условиях большое внимание должно уделяться экономному использованию материальных средств, развитию работ по централизованному восстановлению деталей в организациях централизованного восстановления деталей (ОЦВД), на участках и цехах РО АТ или отдельно взятых организациях автомобильного транспорта: АТО АТ, организациях автосервиса (ОАС), организациях централизованного технического обслуживания и ремонта (ОЦТОР). Для этого в каждом конкретном случае необходимо: определиться в номенклатуре восстанавливаемых деталей с учетом ремонтпригодности; обосновать и выбрать доступный способ восстановления по техническому и экономическому критериям; обосновать возможность реализации в условиях АТО АТ или РО АТ с учетом критерия применимости не только для детали, но и возможности использования имеющегося оборудования, оснастки и квалифицированных специалистов; конкретизировать технологические процессы, освоенные в производстве, для реализации в условиях организаций автомобильного транспорта.

Экономическая целесообразность восстановления деталей определяется тем, что значительная часть их выходит из строя вследствие естественного изнашивания рабочих поверхностей, сопровождаемого незначительной потерей металла по весу. Исследованиями Какуевникого В.А., Масино М.А., Молокова Б.М. и др. установлено, что при производстве автомобильных деталей расходы на материалы и изготовление заготовок (отливки, поковки, штамповки) составляют в среднем 70 – 75% от полной себестоимости их производства. При восстановлении деталей большинством известных способов расходы на ремонтные материалы не превышают 6 – 8% и ниже от себестоимости восстановления. Заготовкой при восстановлении является сама восстанавливаемая деталь. Однако изменения, произошедшие в экономике стран за период 1995–2005 г.г., внесли некоторые изменения в соотношение составляющих себестоимости восстановления деталей. Начиная с 2006 г. это соотношение имеет относительную стабильность.

Исследование проблемы восстановления деталей и анализ технологических процессов в РО АТ Республики Беларусь позволили установить изменения этих соотношений в себестоимости восстановления, сложившиеся по состоянию на 2010 год: расходы на ремонтные материалы и полуфабрикаты – 14–15%, расходы на заработную плату – 11–16%, накладные расходы – 69–74%. В автомобилестроении соотношение основных составляющих себестоимости изготовления в процентах практически не изменилось и составляет: материалы и полуфабрикаты – 70–75, заработная плата – 4–6, накладные расходы – 19–26 (с учетом сокращения объема выпуска продукции). Приведенные цифры не претендуют на нормативные, но могут использоваться в целях принятия проектных решений с уче-

том изменения экономических показателей, особенно стоимости материалов и затрат на заработную плату.

Экологическая необходимость вторичного производства машин обоснована Б. Намаконовым (журнал «Автомобильный транспорт», 1998 № 8). Проведенными научными исследованиями было установлено, что при весовом износе в 0,4 % от общего веса автомобиль становится не пригоден к дальнейшей эффективной эксплуатации. К концу первого эксплуатационного цикла (первого межремонтного пробега) выбраковывается в металлолом не более 20 % деталей, до 25 % деталей пригодны к дальнейшему использованию без ремонтных воздействий, а свыше 60 % деталей имеют остаточный ресурс долговечности до 90 % и остаточную стоимость до 85 % от новых. Использование этой группы деталей на металлолом обуславливает потери до 70 % от стоимости новых и почти столько же увеличение вредных выбросов. Существующие в настоящее время способы реставрации изношенных деталей позволяют восстанавливать их промышленными методами до первоначальных параметров долговечности с себестоимостью до 40% от первичной. Таким образом, затраты материалов на изготовление вторичных деталей (восстановление) составляет 0,5 – 1,0 % от их веса, что в 150 – 200 раз меньше, чем на изготовление первичных. Объем технологических работ при восстановлении деталей в 2 – 3 раза меньше, чем при их первичном производстве, поэтому количество выбросов и расход энергии при реализации технологических процессов восстановления во столько же раз меньше. Если учесть, что сегодняшняя реальная стоимость первоначальных минеральных ресурсов не учитывает экологических затрат, то вторичное производство представляется одним из самых чистых. Оно многократно снижает загрязнение природы, не требует значительных инвестиций и может быть реализовано на базе существующих незагруженных машиностроительных производств или с использованием ПТБ ОАТ, что будет способствовать оживлению производства. Вторичное производство деталей позволит снизить экологическую опасность при минимальных затратах.

Очень большой вклад в становление и развитие авторемонтного производства внесли научные разработки Малышева Г.А., Дехтеринского Л.В., Кузнецова Е.С., Ефремова В.В., Маслова Н.Н. и др. Исследования Колясинского З.С. позволили разработать и реализовать схемы взаимодействия организаций по мере возрастания роли автомобильного транспорта в экономическом развитии стран, обеспечили переход от ремонта полнокомплектных автомобилей к капитальному ремонту автомобилей агрегатным методом (Серия «Автомобильный транспорт». Обзорная информация, ЦБНТИ, вып.2, 1984).

В настоящее время масштабность и узкая специализация авторемонтного производства в системе взаимодействия организаций автомобильного транспорта утратили свои позиции. Имевшие место и реализованные на практике четыре схемы не исключали и утверждали, что без восстановления деталей не может быть ремонтного производства.

В трудах Масино М.А., Какуевичко В.А., Молокова Б.М., Конкина Ю.А. и др. доказана необходимость и целесообразность восстановления деталей на специализированных предприятиях или участках (цехах) действующих авторемонтных предприятий, ориентированных на ремонт агрегатов. Поэтому коренные изменения, произошедшие в количественном и качественном составе автомобильного транспорта, увеличение количества владельцев автомобилей и интенсивности их использования, вызвали увеличение потребления запасных частей. Все это и многие другие причины вызывают необходимость внесения изменений в действующую схему капитального ремонта автомобилей агрегатным методом, где должна быть однозначно определена роль восстановления деталей.

Авторами предлагается схема взаимодействия организаций автомобильного транспорта (рис. 1), внедрение которой согласуется с положениями Технического кодекса установившейся практики ТКП 248–2010(02190) и позволит: повысить качество ремонта автомобилей и удовлетворить потребность в запасных частях за счет внедрения в технологические процессы восстановления деталей научно-обоснованных способов; реализовать потенциал специалистов; в полной мере использовать имеющееся ремонтное оборудование и оснастку; реализовать перспективу создания специализированных организаций по восстановлению деталей.

ботка (ФАБО), заключающаяся в нанесении тонкого слоя твердосмазочного материала (ТСП) путем использования явления переноса металла при трении. Наибольшую известность получили – фрикционное латунирование, меднение и бронзирование. Толщина образуемого покрытия – 1...5 мкм [1].

В 1942 г. Ф.П. Боуденом и Д. Тейбором в рамках адгезионной теории была предложена концепция механизма антифрикционного действия тонкой пленки пластичного металла на твердой основе и сделана первая попытка связать антифрикционные свойства ТСП с механическими характеристиками контактирующих материалов. Базировалась данная концепция на макроскопических представлениях о механизме контактного взаимодействия поверхностей при трении, сущность которой иллюстрируется простейшими схемами, представленными на рис. 1 [2]. Основной причиной возникновения тангенциального сопротивления и поверхностного разрушения при трении является адгезия, возникающая в точках касания шероховатых поверхностей трущихся тел. В процессе относительного перемещения поверхностей мостики сварки срезаются, при этом сила среза должна быть примерно равна силе трения F .

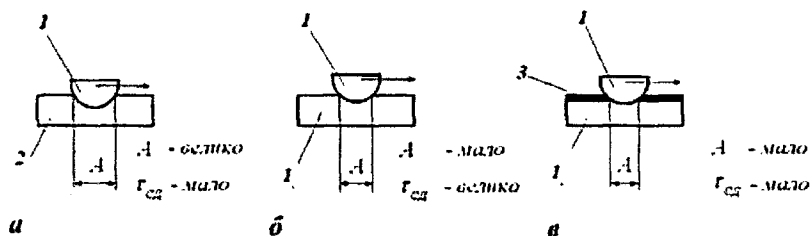


Рис. 1. Силы трения при различной твердости металла:
1 - твердый металл; 2 - мягкий металл; 3 - тонкая пленка мягкого металла

Если срезаемый металл имеет среднее сопротивление срезу или сдвигу $\tau_{сд}$, то сила, необходимая для среза или сдвига:

$$F = A\tau_{сд}, \quad (1)$$

где A - реальная площадь касания;

$\tau_{сд}$ - сопротивление сдвигу твердого смазочного материала.

Трение твердого металла по мягкому должно приводить к росту реальной площади касания (рис. 1, а). В этом случае должен срезаться более мягкий металл, для которого $\tau_{сд}$ имеет соответственно меньшую величину. Если твердый металл скользит по твердому (рис. 1, б), то площадь реального касания будет соответственно меньше, но сопротивление срезу

больше. В обоих случаях коэффициент трения будет достаточно высок. Если поверхность более твердого металла покрыть тонкой пленкой более мягкого металла (рис. 1, в), нагрузка через пленку будет восприниматься подложкой, что приведет к снижению площади реального контакта, а слой ТСП претерпевает пластический сдвиг. В этом случае коэффициент трения определяется по формуле [3]:

$$f = \tau_{cd} / p_k, \quad (2)$$

где p_k - контактное давление.

Низкий коэффициент трения обеспечивается благодаря низкому сопротивлению сдвигу материала твердосмазочной пленки и малой величине площадки фактического контакта, обусловленной наличием малодеформированной твердой основы. Фактическая площадь определяется пластической деформацией наиболее высоких выступов металлической основы, которая протекает без нарушения сплошности твердого смазочного слоя [3].

Выдвинутая концепция получила широкое распространение. Она послужила основой для «правила положительного градиента», сформулированного И.В. Крагельским [4], и является составной частью теории «избирательного переноса» [1].

Наиболее удобно вычислять значение касательного напряжения τ_{cd} с учетом двучленного закона трения по формуле [3]:

$$\tau_{cd} = \tau_0 + a p_k, \quad (3)$$

где τ_0 - сопротивление сдвигу при отсутствии контактного давления;
 a - пьезокоэффициент твердосмазочного покрытия (ТСП).

Тогда

$$f = \tau_0 / p_k + a, \quad (4)$$

Следовательно, коэффициент трения зависит от нагрузки, пьезокоэффициента и исходного сопротивления сдвигу нанесенного покрытия.

Таким образом, установка в двигателях гильз цилиндров обработанных по технологии финишной антифрикционной безабразивной обработки приведет к улучшению условий работы деталей ЦПГ.

Ранее проведенные исследования показали, что при фрикционном меднении чугуновой поверхности в среде раствора глицерина и соляной кислоты на поверхности образуется многослойное твердосмазочное покрытие (ТСМ), содержащее осажденную медь и полимеры трения [5, 6].

Целью нашего исследования является снижение времени приработки деталей цилиндро-поршневой группы двигателя путем фрикционно-механического меднения прутковым инструментом зеркала гильзы цилиндра.

Исследования проводились в два этапа: 1 - изучение трибологических параметров поверхностей образцов деталей ЦПГ на машине трения; 2 - определение времени завершения стендовой холодной обкатки двигателя.

Нанесение покрытия зеркала гильз цилиндров вели прутком меди М1 диаметром 4 мм при помощи специально изготовленного приспособления [7], устанавливаемого в резцедержатель токарно-винторезного станка. Фрикционное меднение выполняли за один проход с давлением в зоне контакта 150 МПа, продольной подачей прутка 0,2 мм/об и частотой вращения гильзы 96 мин⁻¹. Покрытие вели в растворе соляной кислоты и технического глицерина [6].

Сравнительные исследования проводили на образцах гильз цилиндров двигателя Д-243 в серийном исполнении и гильз с нанесенным покрытием. В качестве контробразца использовали первое поршневое кольцо. Исследования проводились на специально созданной лабораторной установке (рис. 2) [8] на базе машины трения 77 МТ-1 с частотой 90 двойных ходов в минуту, длине хода ползуна 52 мм и подаче в зону трения моторного масла М 10Г₂. Контактное давление в паре составляло 6,0 МПа при нагрузке 1800 Н.

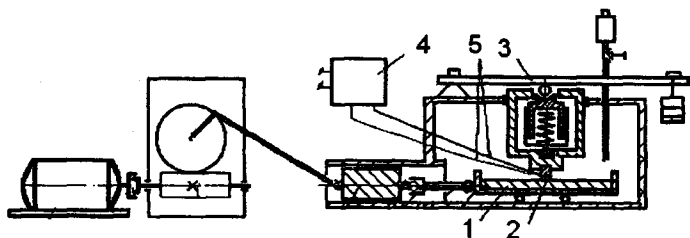


Рис. 2. Экспериментальная установка на базе машина трения возвратно-поступательного действия

1 - образец гильзы цилиндра, 2- образец поршневого кольца; 3 - машина трения 77МТ-1; 4 - потенциометр КСП-4, 5 - термопара

За процессами, происходящими в зоне трения деталей, следили по показаниям потенциометра КСП-4 с использованием хромель-капельевой термопары.

Сначала изучали прирабатываемость и режимы работы образцов в течение 120 мин, а затем оценивали способность работы сопряжений при отключении подачи смазки до момента схватывания (момент резкого

увеличения температуры). Износ образцов определяли весовым методом за 120 мин работы на весах ВЛА-200г-М.

На рис. 3 показаны зависимости изменения температуры в зоне трения образцов: I – серийные образцы, II – образцы с покрытием ФАБО.

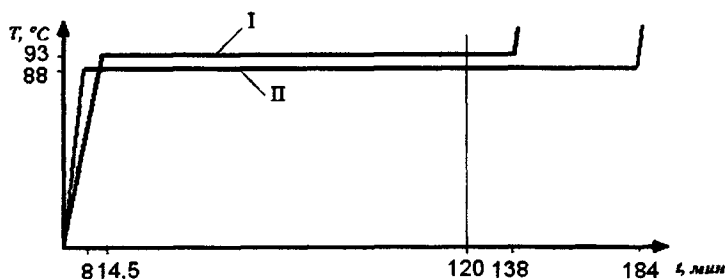


Рис. 3. Зависимость изменения температуры в зоне трения образцов: I – серийные образцы, II – образцы с покрытием ФАБО.

Из графика видно, что образцы с покрытием имеют меньшее время прирабатываемости и меньшую температуру в установившемся режиме, а после прекращения подачи масла в зону трения способны более длительно противостоять схватыванию в сопряжении.

Износ образцов трущегося сопряжения для серийных пар трения составил: гильз – 0,418 г, колец 0,094 г; а с покрытием – 0,276 и 0,061 г, соответственно.

Сравнительные исследования проводили на обкаточно-тормозном стенде КИ 2118. Двигатель Д-243 комплектовался вначале серийными гильзами цилиндров, а затем гильзами, обработанными ФАБО. Двигатель обкатывали в соответствии с техническими условиями, фиксируя изменение мощности механических потерь за время холодной обкатки и время обкатки.

Результаты изменения момента трения от времени холодной обкатки двигателя представлены на рис. 4.

Исследования показали, что в период холодной обкатки время стабилизации момента трения для гильз с покрытием уменьшилось на первом режиме на 1 мин, втором – на 2, третьем – на 3 мин в сравнении с серийными гильзами.

Таким образом, фрикционно-механическое меднение зеркала гильзы цилиндра ведет к улучшению трибологических показателей поверхностей трения и способствует уменьшению времени прирабатываемости деталей ЦПГ.

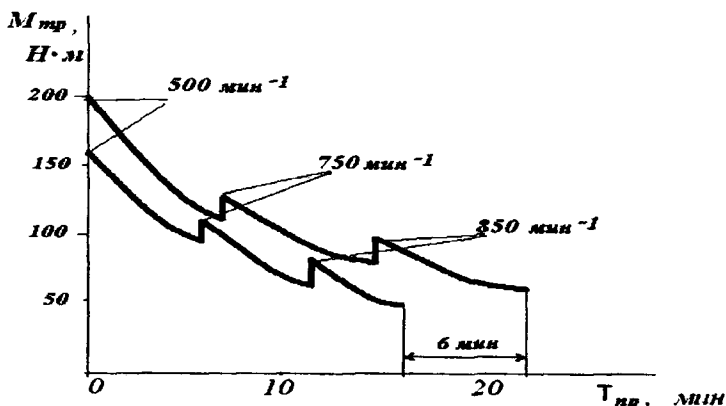


Рис. 4. Изменение момента трения от времени холодной обкатки:
1 – серийные образцы, 2 – образцы с покрытием ФАБО.

Выводы:

1. Наличие ТСП на образцах гильз цилиндров способствует уменьшению времени прирабатываемости в 1,6 раза.
2. Время работы образцов с покрытием до момента схватывания после прекращения подачи масла увеличилось в 3,55 раза.
3. Наличие фрикционного слоя позволило сократить время приработки деталей ЦПГ двигателя при холодной обкатке на 6 мин.

1. Гаркунов Д.Н. Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах трения. - М.: Машиностроение, 1982. С.286...288.
2. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел / Под ред. Каргельского - М.: Машиностроение, 1968. 543 с.
3. Дроздов Ю.Н. и др. Трение и износ в экстремальных условиях. Справочник / Ю.Н. Дроздов, В.Г. Павлов, В.Н. Пучков - М.: Машиностроение, 1986. - 224 с.
4. Каргельский И.В. Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968. 480с.
5. Брезгунов Г.В. Теоретическое исследование химических процессов, происходящих при фрикционно-механическом нанесении медных покрытий на зеркало чугунной гильзы цилиндра // Эксплуатация, ремонт и восстановление сельскохозяйственной техники: Доклады междунар. науч.- практ. конф. - Горки, БГСХА, 1997. - С.38...42.
6. Брезгунов Г.В. Влияние концентрации соляной кислоты в глицерине на эффективность фрикционно-механического меднения наружных поверхностей чугунных деталей // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства. Ч. 2. Матер. междунар. науч.-практ. конф. - Горки, БГСХА, 2001. - С. 167...171.
7. Устройство для фрикционно-механического нанесения покрытий на внутренние поверхности Пат. 2803 Республики Беларусь, МКИ⁵ С 23С 26/00 / Брезгунов Г.В., Брезгунов А.А. № и 20050702; Заявл. 09.11.2005; Опубл. 01.03.2006, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы» №2 2006, - 2с.: ил.
8. Машина трения: Пат. 2531 Республики Беларусь, МКИ⁵ G 01 N 3/56 / Брезгунов Г.В., Брезгунов А.А. № и 20050297; Заявл. 25.05.2005; Опубл. 28.02.2006, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы» №1 2006, - 2с.: ил.

ZASTOSOWANIE TECHNIK KOMPUTEROWYCH W PROCESIE PODEJMOWANIA DECYZJI PRZY DOBORZE CIĄGNIKÓW I MASZYN DLA GOSPODARSTW ROLNYCH

¹Waldemar Izdebski, ²Jacek Skudlarski, ³Stanisław Zajac

¹Politechnika Warszawska

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

³Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie

В статье представлена компьютерная программа, позволяющая обосновать выбор трактора и агрегируемых сельскохозяйственных машин с анализом затрат на эксплуатацию и себестоимости производства отдельных сельскохозяйственных культур. Предлагаемая программа может быть использована в консультативных центрах при обосновании выбора тракторов и сельскохозяйственных машин для конкретных условий эксплуатации

Wstęp

W procesie podejmowania decyzji znaczącą rolę spełnia umiejętność szybkiego przetwarzania szeregu informacji. Odnosi się to również do przypadku doboru ciągników i maszyn, który to dobór uzależniony jest od wielu informacji opisujących warunki gospodarstwa. Przetwarzanie tych danych drogą logicznego myślenia jest utrudnione ze względu na ograniczenia umysłu ludzkiego. Wykonywanie tych czynności sposobem „ręcznym” za pomocą prostych narzędzi obliczeniowych jest pracochłonne i długotrwałe.

Szeroka dostępność komputerów oraz ich możliwości obliczeniowe umożliwiają przetwarzanie szeregu informacji w bardzo krótkim czasie. Programy komputerowe znalazły zastosowanie do wspomagania decyzji w różnych gałęziach rolnictwa [Gilgenberg-Hartung, 1995; Winter, Ludwig, 1995]. Szerokie zastosowanie znalazły one w produkcji zwierzęcej m.in. w celach przechowywania informacji zootechnicznych, bilansowania i optymalizacji receptur paszowych jak również w zarządzaniu gospodarstwem [Jugowar, 1993, Mroczko, 2004].

Michalek (1999) przedstawia zastosowanie programu komputerowego dla przeprowadzenia symulacji mających na celu poprawę dochodowości gospodarstw rolnych, który to program może być wykorzystywany przez służby doradztwa rolniczego.

Autorzy dostrzegają zalety technik komputerowych w procesie wyboru marki producenta ciągnika dla gospodarstwa rolnego. W tym celu opracowali oni algorytm obliczeniowy, który uwzględniając warunki i potrzeby gospodarstwa rolnego umożliwia wybór marki i producenta ciągnika, na bazie którego planują stworzenie programu komputerowego realizującego poszczególne kroki przewidziane przez algorytm [Skudlarski, 2002].

Cel i zakres pracy

Celem pracy było stworzenie programu komputerowego umożliwiającego realizację działań przewidzianych przez stworzony przez autorów algorytm obliczeniowy.

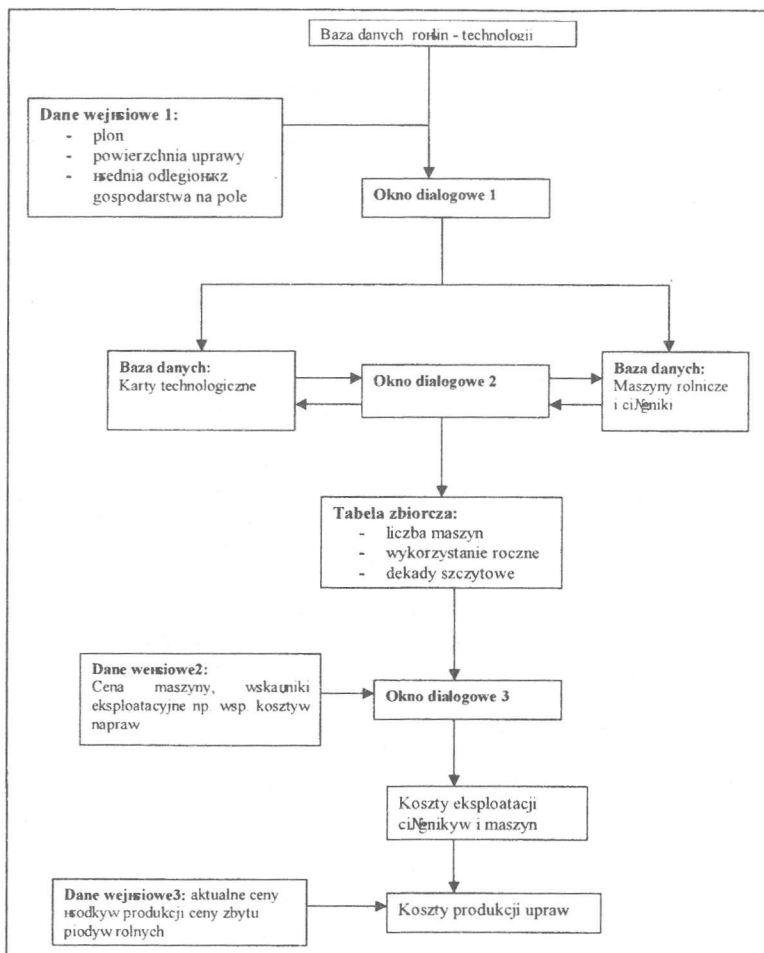
Zakres pracy obejmował opracowanie działań programu umożliwiającego dobór ciągników i maszyn z jednoczesną analizą kosztów ich eksploatacji, jak i analizą kosztów produkcji wybranych upraw.

Opis działania programu

Zasadę działania programu komputerowego przedstawia rysunek 1. Dobór maszyn dokonywany jest w oparciu o metodę technologiczną [Krok, Piotrowski 1985; Pawlak 1997]. W tym celu program wykorzystuje sporządzone w arkuszach kalkulacyjnych Microsoft Excell karty technologiczne uprawy poszczególnych roślin zawierające wykaz zabiegów agrotechnicznych, terminy ich wykonania oraz dawki nawozów i pestycydów. Każda karta umieszczona jest w oddzielnym arkuszu Microsoft Excell, co umożliwia tworzenie nieskończonej liczby kart technologicznych obrazujących różne warianty uprawy roślin.

Wybór roślin i technologii ich uprawy dla analizowanego gospodarstwa oraz wprowadzenie danych dotyczących powierzchni uprawy poszczególnych roślin oraz ich plonów odbywa się w stworzonym w Visual Basic z aplikacją w Microsoft Excell oknie dialogowym 1 (rys.2). Natomiast wybór maszyn do poszczególnych zabiegów odbywa się oknie dialogowym 2 (rys.3), które jest łącznikiem pomiędzy analizowaną technologią a bazami maszyn. Bazy maszyn podobnie jak karty technologiczne stworzone zostały w arkuszach kalkulacyjnych Microsoft Excell. Zawierają one wykaz maszyn różnych producentów, niezbędne ich parametry eksploatacyjne oraz algorytmy umożliwiające obliczenie zapotrzebowania na moc ciągnika i ich wydajności praktycznej. Algorytmy do obliczeń zapotrzebowania na moc ciągnika oraz wydajności praktycznej maszyn oparte są na zależnościach przedstawionych w literaturze [Krok, Piotrowski, 1985].

Okno dialogowe 2 będące łącznikiem pomiędzy kartami technologicznymi a bazami maszyn umożliwia transmisję z kart technologicznych danych niezbędnych do obliczeń wydajności maszyn. W bazach danych maszyn istnieje możliwość zmiany niektórych parametrów eksploatacyjnych na wartości odpowiadające warunkom analizowanego gospodarstwa. Dobór ciągników niezbędnych do współpracy z wybranymi maszynami odbywa się w aktywowanym oknie dialogowym 2 dodatkowym oknie (rys.4), które kontaktuje się z bazą danych ciągników. W oknie tym użytkownik po wyborze maszyny, widząc wyświetlone zapotrzebowanie na moc ciągnika dokonuje wyboru ciągnika odpowiadającego mocą wskazanemu zapotrzebowaniu.



Rys.1. Schemat blokowy działania programu

Po dokonaniu w oknie dialogowym wyboru maszyny i ciągnika, nazwy maszyny i ciągnika oraz wyznaczona wydajność praktyczna agregatu zostają umieszczone w wierszu danego zabiegu agrotechnicznego w analizowanej karcie technologicznej. W tejże karcie obliczona zostaje dla poszczególnych zabiegów ilość pracy do wykonania przez wybrany agregat. Umieszczenie tych danych w kartach technologicznych ułatwia przejrzystość realizowanego przez program projektu doboru ciągników i maszyn.

Wybór roślin technologicznych

Wybierz roślinę:

Jęczmień jary-I- zboża

Podaj powierzchnię uprawy [ha]: 120

Podaj wartość plonu [dt/ha]: 50

odblokuje przycisk "Zatwierdź"

Zatwierdź Przejdź do następnego etapu Przerwij

Wybrałeś 0 technologie

Ogółem powierzchnia [ha] 0

Rys.2. Okno dialogowe 1

Zabiegi agrotechniczne

Pszenica ozima-II-zboża

Rodzaj użytych maszyn: Pług

Wybierz maszynę: n-pług 3-sieb Unia TUR 120 S

Zatwierdź maszynę

Ap [ha/h] 0,48

Wybierz ciągnik

Podorywka

Dawka/Plon [kg/l/ha]

Wybrałeś następującą maszynę: n-pług 3-sieb Unia TUR 120 S

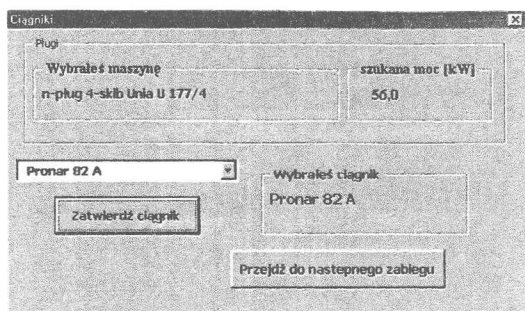
Wybrałeś ciągnik: Zetor 3320

Zatwierdź Zakończ te technologie Przerwij

Rys.3. Okno dialogowe 2

Zarazem z okna dialogowego 2 informacje przekazywane są do tabeli zbiorczej w której następuje zestawienie ilości prac do wykonania oraz wyznaczenie obciążeń dekadowych, szczytowych i rocznych dla poszczególnych rodzajów maszyn. Na podstawie tych danych zgodnie z zasadami metody technologicznej wyznaczona jest liczba maszyn i ciągników oraz ich wykorzystanie rocznego.

Koszty eksploatacji dobranych maszyn i ciągników obliczane są w oddzielnym arkuszu kalkulacyjnym, do którego poprzez kolejne okno dialogowe Visual Basic pobierane są dane z tabeli zbiorczej i od użytkownika. Koszty eksploatacji maszyn obliczane są na podstawie powszechnie uznawanej metody IBMER [Muzalewski, 1999].



Rys.4. Okno dialogowe wyboru ciągnika dla danej maszyny/narzędzia

Następnie w oddzielnych arkuszach kalkulacyjnych zestawione są koszty produkcji danych roślin w poszczególnych technologiach uprawy. W arkuszach tych obliczane są koszty eksploatacji agregatów w odniesieniu do powierzchni, koszty materiałowe (nawozy, pestycydy itp.) oraz robocizny. Zgodnie z metodą [Kalkulacje kosztów..., 1998, Klepacki, Gołębiewska, 2003] wspomniane koszty są zestawione w arkuszach w których następnie obliczane są koszty produkcji. W ten sposób użytkownik uzyskuje pełną ocenę dokonanego doboru ciągników i maszyn.

W kartach technologicznych jak i arkuszach przedstawiających koszty produkcji istnieje możliwość zmiany pewnych danych (terminy agrotechniczne, zużycie nawozów, pestycydów, aktualizacja cen itp.) umożliwiających odwzorowanie autentycznych warunków gospodarstwa i jego otoczenia ekonomicznego (ceny środków produkcji, ceny zbytu płodów rolnych).

Podsumowanie

Opracowany program komputerowy umożliwia dobór maszyn i ciągników dla gospodarstw rolnych z jednoczesną analizą ekonomiczną zastosowanych rozwiązań. Możliwa jest rozbudowa programu o kolejne karty technologiczne oraz bazy maszyn. Zaletą wykorzystania arkuszy kalkulacyjnych Excella oraz Visual Basic z aplikacją w Microsoft Excell jest możliwość stosowanie tego programu w każdym PC zawierającym Microsoft Office, bez konieczności zakupu dodatkowego oprogramowania. Wspomniany program nie posiada zbyt wygórowanych wymagań sprzętowych co jest jego kolejną zaletą.

Wspomniany program może mieć zastosowanie w placówkach doradczych zajmujących się doradztwem w zakresie wyboru maszyn i ciągników.

1. Gilgenberg-Hartung A., 1995: Viel Lärm um nichts? DLG-Mitt, Jg. 110 nr 3 str. 24-27
2. Jugowar J.L., 1993: Komputery w produkcji zwierzęcej. Technika rolnicza, R. 42, nr 3 str. 9-11.
3. Kalkulacje kosztów produkcji rolniczej, Lubelski ODR w Końskowoli, październik 2009 http://www.wodr.konskowola.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=153&Itemid=141

4. Klepacki B., Gołębiowska B., 2003: Oplacalność produkcji zbóż-analiza porównawcza. *Więś Jutra* nr 5 (58) str. 15-17
5. Krok A., Piotrowski S., 1985: Ćwiczenia z eksploatacji sprzętu rolniczego. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa
6. Michałek R., 1999: Uwarunkowanie technicznej modernizacji rolnictwa. PTIR, Kraków
7. Mroczo L., 2004: strona internetowa Firma Usługi Informatyczne dr Leszek Mleczo-
www.mleczo.com.pl
8. Muzalewski A., 1999: Koszty eksploatacji maszyn. Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn i ciągników rolniczych stosowanych w gospodarstwach indywidualnych. Nr 13 (99/1). IBMER, Warszawa
9. Pawlak J. 1997: *Ekonomika mechanizacji i energetyzacji rolnictwa*. Wyd. Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa,
10. Skudlarski J., 2002: Wpływ parametrów techniczno-eksploatacyjnych na efektywność pracy ciągników rolniczych. Rozprawa doktorska wykonana na Wydziale Inżynierii Produkcji SGGW.
11. Winter R., Ludwig H., Dem Betrieb die Karten legen? DLG-Mitt, Jg. 110 nr 7 str. 46-49

STAN MECHANIZACJI POLSKIEGO ROLNICTWA W ŚWIELE POWSZECHNYCH SPISÓW ROLNYCH PRZEPROWADZONYCH W LATACH 2002 ORAZ 2010

¹Waldemar Izdebski, ²Jacek Skudlarski, ³Michał Zabost, ⁴Stanisław Zajac

¹Politechnika Warszawska

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

³Miesięcznik „Agromechanika. Technika w gospodarstwie”

⁴Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie

Дан анализ состояния сельского хозяйства в Польше. При достаточно высоком уровне механизации машинно-тракторный парк имеет значительный средний возраст, что обуславливает низкий уровень надежности техники, используемой при выполнении сельскохозяйственных работ. Особенно это характерно для мелких фермерских хозяйств.

Wstęp

Stan mechanizacji rolnictwa jest wskaźnikiem odzwierciedlającym jego poziom techniczny. Wyposażenie gospodarstw w ciągniki i maszyny rolnicze warunkuje efektywność wykorzystania szeregu czynników produkcji co ma wpływ na efektywność ekonomiczną gospodarstwa.

Najlepszym źródłem informacji w celu przedstawienia przemian w wyposażeniu gospodarstw rolnych w ciągniki i maszyny rolnicze są wyniki Powszechnych Spisów Rolnych przeprowadzanych przez Główny Urząd Statystyczny. W ostatnim czasie powszechny spis rolny był przeprowadzony w 2002 oraz 2010 roku.

Przemiany w polskim rolnictwie w latach 2002-2010

Jak wykazują ekspertyzy dokonane przez Główny Urząd Statystyczny w okresie pomiędzy dwoma spisami rolnymi przeprowadzonymi w roku 2002 i 2010, podstawowe znaczenie dla procesu przemian w rolnictwie polskim miały [2]:

- przygotowywanie się rolnictwa do akcesji i dostosowywanie krajowej polityki rolnej do standardów Unii Europejskiej,

- realizacja przedakcesyjnych programów pomocowych (lata 2002-2004), a następnie wprowadzenie od 2004 roku narzędzi Wspólnej Polityki Rolnej.

Podstawowe wyniki Powszechnego Spisu Rolnego przeprowadzonego w 2010 roku, w porównaniu z Powszechnym Spisem Rolnym z 2002, wskazują na [2]:

- tendencję zmniejszania się w Polsce liczby gospodarstw rolnych, przy jednoczesnym wzroście ich średniej powierzchni. Należy również odnotować wzrost udziału w ogólnej liczbie gospodarstw tych podmiotów, które prowadzą działalność rolniczą. Tendencja ta może być oceniana jako pozytywna z punktu widzenia konkurencyjności i efektywności ekonomicznej gospodarstw; zmiany w strukturze gospodarstw rolnych, a mianowicie znaczny spadek, o ponad ¼ gospodarstw najmniejszych o powierzchni 0-5 ha użytków rolnych (UR), spadek liczby gospodarstw o powierzchni 5-20 ha – o 17%, utrzymanie się na zbliżonym poziomie liczby gospodarstw z grupy obszarowej 20-50 ha oraz znaczny wzrost gospodarstw największych o powierzchni 50 ha i więcej – o ponad 34%. Podkreślić przy tym należy, że zmiany te są powolne i odsetek gospodarstw o powierzchni użytków rolnych 15 ha i więcej wynosi zaledwie 9%, podczas gdy odsetek gospodarstw najmniejszych, o powierzchni 0-5 ha, wynosi prawie 70%.

- zmniejszenie liczby gospodarstw rolnych z działalnością rolniczą głównie na skutek zaniechania prowadzenia tej działalności przez jednostki najmniejsze (spadek o ponad ¼ liczby gospodarstw o powierzchni 0-1 ha UR i o 14% – o powierzchni 1-2 ha UR). Jednocześnie odnotowano korzystne zjawisko zwiększania się liczby gospodarstw największych prowadzących działalność rolniczą (wzrost o ponad ¼ liczby gospodarstw o powierzchni 30 ha i więcej, w tym o ponad 40% – gospodarstw o powierzchni 50 ha i więcej UR);

- zachodzący proces modernizacji rolnictwa pod względem wyposażenia gospodarstw w środki produkcji. Proces ten uzależniony był od zmian w strukturze użytkowania gruntów oraz powierzchni zasiewów, jak również od kierunku specjalizacji gospodarstw i poziomu intensywności działalności produkcyjnej. Po przystąpieniu Polski do UE, na poziom wyposażenia gospodarstw w maszyny rolnicze wpływ miał także stopień wykorzystania instrumentów wspierających Wspólnę Politykę Rolnej;

Według wyników Powszechnego Spisu Rolnego z 2010 roku liczba gospodarstw rolnych w Polsce ogółem wynosiła 2278 tys. Spośród 1563 tys. gospodarstw rolnych o powierzchni powyżej 1 ha użytków rolnych – 1559 tys. stanowiły gospodarstwa indywidualne [2]. Zmniejszyła się powierzchnia gruntów należących do gospodarstw rolnych. Powierzchnia gospodarstw rolnych w 2010 roku wyniosła 18,3 mln ha i w porównaniu z danymi z 2002 roku była mniejsza o ok. 1 mln ha, tj. o 5,5% [2].

Tab. 1. Liczba gospodarstw rolnych i średnia powierzchnia użytków rolnych w Polsce w latach 2002 i 2010

Lata	Liczba gospodarstw rolnych [tys.]	Powierzchnia użytków rolnych ogółem [tys. ha]	Średnia powierzchnia użytków rolnych ogółem w gospodarstwie rolnym [ha]
2002	2933	16899	5,76
2010	2278	15534	6,82

Źródło: [1,2]

Wypożyczenie polskich gospodarstw rolnych w ciągniki i maszyny rolnicze

Według wyników Powszechnego Spisu Rolnego z roku 2010 w gospodarstwach rolnych w Polsce znajdowało się [2]:

- 1471 tys. ciągników rolniczych, tj. o 9,9% więcej niż w 2002 r.,
- 152 tys. kombajnów zbożowych, tj. o 23,6% więcej niż w 2002 r.,
- 28 tys. kombajnów buraczanych, tj. o 14,2% mniej niż w 2002 r.,
- 80 tys. kombajnów ziemniaczanych, tj. o 1,7% mniej niż w 2002 r.,
- 12 tys. silosokombajnów, tj. o 9,4% mniej niż w 2002 r.,
- 496 tys. opryskiwaczy polowych, tj. o 5,1% więcej niż w 2002 r.,
- 52 tys. opryskiwaczy sadowniczych, tj. o 14,0% więcej niż w 2002 r.

Tab.2 Ciągniki i maszyny rolnicze w latach 2002 i 2010 [tys. sztuk]

Lata	Ciągniki	kombajny			Silosokombajny	Opryskiwacze polowe	Opryskiwacze sadownicze
		zbożowe	buraczane	ziemniaczane			
2002	1339	123	32	81	13	472	45
2010	1471	152	28	80	12	496	52

Źródło [1,2]

Jak wykazują wyniki spisu rolnego średnia powierzchnia przypadająca na 1 ciągnik zmniejszyła się w stosunku do wyników poprzedniego spisu i wynosiła 10,6 ha użytków rolnych wobec 12,6 ha w 2002 roku [2]. W grupach gospodarstw od 0 do 15 ha UR liczba ciągników wzrastała proporcjonalnie do wzrostu powierzchni użytkowanych gruntów. Najwięcej ciągników wystąpiło w grupie gospodarstw o powierzchni 10-15 ha UR – 220 tys. szt., tj. 14,9% ogólnej liczby ciągników [2]. Przy dalszym wzroście areali i jednoczesnym znaczącym spadku liczby gospodarstw, liczebność ciągników zmniejszała się. W poszcze-

gólnych grupach gospodarstw do 7 ha UR w gospodarstwie wykorzystywany był przeciętnie mniej niż jeden ciągnik. W grupie gospodarstw o powierzchni do 5 ha, na 100 gospodarstwach przypadało średnio 28,4 ciągników, w grupie 5-7 ha – 90,5 szt. W gospodarstwach powyżej 7 ha, których udział w ogólnej liczbie gospodarstw wynosił ok. 22,9%, na jedno gospodarstwo przypadał średnio więcej niż 1 ciągnik. Liczba ciągników zwiększała się od 1,1 szt. w grupie gospodarstw od 7-10 ha UR do 4,7 szt. w grupie powyżej 100 ha użytków rolnych [2].

Jak wykazują wyniki powszechnego spisu rolnego w ciągu 8 lat między spisami odnotowano również niewielkie zmiany w strukturze mocy ciągników. Podobnie jak w 2002 r. dominowały ciągniki o mocy od 15 do 25 KW i od 25 do 40 KW. Razem stanowiły one w ogólnej liczbie ciągników 65,3% (w 2002 r. – 59,1%). Udział ciągników o średniej mocy 40-60 KW zmniejszył się z 27,6% w 2002 r. do 19,6% w 2010 r. W niewielkim stopniu wzrosło wyposażenie gospodarstw w ciągniki o dużej mocy, powyżej 60 KW, które stanowiły w ogólnej liczbie ciągników 11,9% wobec 9,1% w 2002 roku [2].

Tab.3. Ciągniki rolnicze w gospodarstwach rolnych według użytkowników w latach 2002 i 2010 [tys. sztuk]

wyszczególnienie	2002	2010		
	ogółem	Gospodarstwa indywidualne		
		Razem	W tym o powierzchni pow. 1 ha	
Ciągniki ogółem	1339	1471	1448	1394
O mocy do 15 kW	56	47	47	39
15-25	326	500	499	472
25-40	465	460	456	433
40-60	370	288	283	278
60-100	92	142	135	134
pow. 100	30	33	28	28

Źródło: [1,2]

W stosunku do wyników powszechnego spisu rolnego z 2002, przy utrzymującej się przewadze zbóż w strukturze powierzchni zasiewów i jednoczesnym znacznym wzroście powierzchni uprawy rzepaku, zwiększyła się liczba kombajnów do zbioru tych upraw (o 23,6%). Spadkowa tendencja powierzchni buraków cukrowych i ziemniaków miała natomiast wpływ na redukcję kombajnów do zbioru tych ziemiołódów, odpowiednio o 14,2% i o 1,7%. Zmniejszyła się także liczba silosokombajnów – o 9,4%. W porównaniu z wynikami spisu z 2002 r. odnotowano wzrost wyposażenia gospodarstw w polowe opryskiwacze ciągnikowe (o 5,1%). Większość tych maszyn (81,0%) odnotowano łącznie w grupach gospodarstw o powierzchni od 3-30 ha użytków rolnych [2].

Znaczący wzrost powierzchni sadów, o 33,7% w porównaniu z 2002 r., wpłynął na wyraźny wzrost liczby opryskiwaczy sadowniczych – o 14,0%. Jednocześnie przy tak wysokim wzroście powierzchni, liczba opryskiwaczy przypadająca na 100 ha sadów zmniejszyła się do 14,3 szt. wobec 16,8 szt. w 2002 r. Najwięcej opryskiwaczy (67,3%) odnotowano w gospodarstwach o powierzchni użytków rolnych 3-15 ha [2].

Tab.4. Maszyny rolnicze w gospodarstwach rolnych według użytkowników w latach 2002 i 2010 [tys. sztuk]

wyszczególnienie	2002	2010		
	ogółem	Gospodarstwa indywidualne		
		Razem	W tym o powierzchni pow. 1 ha	
Kombajny zbożowe	123	152	149	148
Kombajny buraczane	32	28	28	27
Kombajny ziemniaczane	81	80	80	79
Silosokombajny	13	12	11	11
Opryskiwacze polowe	472	496	492	486
Opryskiwacze sadownicze	45	52	51	50

Źródło: [1,2]

Podsumowanie

Polskie rolnictwo jest stosunkowo dobrze wyposażone w ciągniki i maszyny rolnicze pod względem ilościowym. Jakość parku maszynowego jest w przeważającej części zła. Przeważa sprzęt stary, w wysokim stopniu wyeksploatowany, o dużej awaryjności. Stan ten wynika z niekorzystnych relacji cenowych oraz trudnej sytuacji drobnotowarowych gospodarstw rolnych.

1. Ciągniki, maszyny i inne środki transportu w gospodarstwach rolnych 2002, GUS, Warszawa.
2. Raport z wyników. Powszechny Spis Rolny 2010. GUS, Warszawa.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. О работе РО «Белагросервис» по реализации программы развития технического сервиса в АПК	4
<i>Лабунцев Н.А.</i>	
2. Основные положения концепции развития технического сервиса в АПК Республики Беларусь	11
<i>Лабунцев Н.А., Миклуш В.П., Сайганов А.С.</i>	
3. К вопросу разработки перспективной системы машин и оборудования для животноводства в условиях единого таможенного пространства России и Беларуси	20
<i>Морозов Н.М., Самосюк, к.э.н., В.Г., Передия В.И., Володкевич В.И.</i>	
4. Перспективы развития дилерских центров по сервисному сопровождению тракторов «Беларус»	25
<i>Миклуш В.П., Барташевич Л.В., Барташевич А.Л., Вайнилович М.В.</i>	
5. Кадровое обеспечение агротехнического сервиса	33
<i>Лабунцев Н.А., Трофимчик В.Н., Романюк Н.Н., Миклуш В.П.</i>	
6. Обоснование эффективности агрохимического обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей агросервисными предприятиями	40
<i>Сайганов А.С.</i>	
7. Сравнение зерноуборочных комбайнов с различными молотильно-сепарирующими устройствами	49
<i>Ключков А.В., Гусаров В.В.</i>	
8. Модернизация стационарных сушилок зерна с переводом на альтернативные виды топлива	65
<i>Добышев А.С., Пузевич К.Л., Крупенько А.А.</i>	
9. Управление процессом сушки зерна	72
<i>Михайловский Е. И., Михайловский В. Е., Ус С.Н.</i>	
10. Исследование эксплуатационных показателей плуга с комбинированными рабочими органами	79
<i>Мисуно О.И., Легенький С.А., Оскирко А.И.</i>	
11. Не рано ли выбрасывать плуг?	84
<i>Мисуно О.И., Легенький С.А., Оскирко А.И.</i>	
12. Формирование системы обучения охране труда с учетом социальной потребности	89
<i>Мисун Л.В., Гуркина А.Н.</i>	
13. Модернизация доильных залов – один из путей интенсификация животноводческой отрасли. опыт производства современного оборудования	93
<i>Козорез А.С., Аренико Д.М., Козорез А.А.</i>	
14. Исследование естественного и искусственного освещения животноводческой фермы КРС учхоза УО «БГСХА»	98
<i>Добышев А.С., Гайшун И.А.</i>	
15. Скарификация семян многолетних бобовых трав	101
<i>Добышев А.С., Янушко С.В., к.т.н., Пузевич К.Л.</i>	
16. Деформация почвы рыхлителем-распределителем удобрителя	107
<i>Нукешев С.О., Есхождин Д.З.</i>	

17	Новый способ обогащения комбикормов жирорастворимыми витаминами	113
	<i>Славкова Л.Г., Науменко А.А.</i>	
18	Молотковые дробилки - достоинства и недостатки	116
	<i>Нанка А.В., Бойко И.Г.</i>	
19	Энергосберегающие технологии – основа развития АПК	120
	<i>Дудников А.А., Беловод А.И., Дудник В.В., Каннвец А.В.</i>	
20	Механизация процесса уборки корнеплодов	123
	<i>Шило И.Н., Агейчик В.А., Романюк Н.Н., Агейчик А.В.</i>	
21	К вопросу повышения производительности технологического процесса скашивания травы	127
	<i>Шило И.Н., Агейчик В.А., Романюк Н.Н., Агейчик М.В.</i>	
22	Пути снижения энергозатрат при производстве твердого топлива из биомассы	130
	<i>Войтов В.А., Дригуля С.В., Бунецкий В.А.</i>	
23	Экспериментальная энергоэффективная конструкция системы охлаждения трактора высокой мощности	137
	<i>Тарасенко В.Е.</i>	
24	Снижение энергозатрат на поставки продукции и оказания услуг в АПК Беларуси	142
	<i>Романюк Н.Н., Клавусь П.В., Астрахан Б.М., Вольский А.Л.</i>	
25	Особенности технического обслуживания и ремонта очистителей-охладителей молока	145
	<i>Колончук В.М., Колончук М.В., Миклуш В.П.</i>	
26	Стратегия развития инфраструктуры технического сервиса в АПК Украины	150
	<i>Науменко А.А.</i>	
27	Оценка надежности работы сельскохозяйственных машин	156
	<i>Беловод А.И., Дудников А.А., Каннвец А.В., Дудник В.В., Келемеш А.А.</i>	
28	Инновационные технологии, применяемые при изготовлении конкурентоспособных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин	159
	<i>Бетенья Г.Ф., Анискович Г.И., Голубев В.С., Давидович А.Н.</i>	
29	Перспективные ресурсосберегающие технологии ремонтно-восстановительного производства автомобилей и сельскохозяйственной техники	171
	<i>Ярошевич В.К., Дрозд Л.Я.</i>	
30	Перспективы применения нанодисперсных материалов в сельском хозяйстве	178
	<i>Толочко Н.К.</i>	
31	Оптимизация поровой структуры композиционных проникаемых материалов	186
	<i>Капцевич В.М., Леонов А.Н., Корнеева В.К., Лисай Н.К., Дечко М.М., Чугаев П.С., Самкевич В.В.</i>	
32	Упрочнение и восстановление деталей машин в электромагнитном поле	191
	<i>Акулович Л.М., Миранович А.В., Внучко М.М.</i>	
33	Магнитно-абразивная обработка стержневого сложнопровильного инструмента	203
	<i>Сергеев Л.Е., Романова Т.К., Бабич В.Е., Сенчуров Е.В., Падаляк В.В.</i>	

34	Вакуумно-плазменная технология упрочнения лезвийного режущего инструмента	206
	<i>Лойко В.А., Семин Е.В., Микулович А.Н.</i>	
35	Влияние технологических параметров наплавки в переменном и постоянном магнитных полях на пористость и трещинообразование покрытий.....	217
	<i>Акулович Л.М., Миранович А.В.</i>	
36	Восстановление деталей машин электронским легированием	223
	<i>Иванко В.С., Саранцев В.В.</i>	
37	Ремонт автомобилей: анализ, проблемы, перспективы	227
	<i>Казацкий А.В., Смольская В.С.</i>	
38	Приработка деталей цпг при нанесении медненного покрытия на зеркало гильзы	232
	<i>Хитрюк В.А., Брезгунов Г.В.</i>	
39	Zastosowanie technik komputerowych w procesie podejmowania decyzji przy doborze ciągników i maszyn dla gospodarstw rolnych	238
	<i>Waldemar Izdebski, Jacek Skudlarski, Stanisław Zajac</i>	
40	Stan mechanizacji polskiego rolnictwa w świetle powszechnych spisów rolnych przeprowadzonych w latach 2002 oraz 2010	243
	<i>Waldemar Izdebski, Jacek Skudlarski, Michał Zabost, Stanisław Zajac</i>	

Научное издание

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

Доклады республиканской
научно-практической конференции
на 21-й Международной специализированной выставке
«Белагро-2011»
(г. Минск, 9 июня 2011 г.)

Редактор-корректор *Е.В. Русинова*
Компьютерная верстка *Е.В. Сенчуров, О.Е. Королько*

Подписано в печать 02.05.2012. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 12,03. Уч.-изд. л. 14,65.
Тираж 200 экз. Заказ № 34.

Издатель и полиграфическое оформление.
УП «ГИВЦ Минсельхозпрода»
ЛИ № 02330/0150343 от 05.09.2008.
Ул. Кропоткина, 44, 220002, г. Минск,
тел/факс. 237-74-54