

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«БЕЛАГРОСЕРВИС»

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

*Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного
технического университета
и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ),
доктора технических наук, профессора
В. П. СУСЛОВА*

(Минск, 4-6 июня 2014 г.)

В двух частях

Часть 1

Минск
БГАТУ
2014

Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного технического университета и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ), доктора технических наук, профессора В. П. Суслова (Минск, 4-6 июня 2014 г.). В 2 ч. Ч.1 / под общей ред. И. Н. Шило, Н. А. Лабушева. – Минск : БГАТУ, 2014. – 488 с. – ISBN 978-985-519-573-4 (ч.1).

Сборник содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований, представленные учеными Беларуси, России, Украины, Казахстана, Молдовы, Польши и др. стран, по проблемам технического сервиса машин и оборудования, разработке и внедрению инновационных технологий производства сельскохозяйственной продукции, рационального использования машинно-тракторного парка и топливно-энергетических ресурсов, безопасности технологических процессов и производств, современных образовательных технологий подготовки инженерных кадров для АПК.

Под общей редакцией ректора БГАТУ, доктора технических наук,
профессора *И. Н. Шило*, генерального директора РО «Белагросервис» *Н. А. Лабушева*

Редакционная коллегия:

Миклуш В. П., канд. тех. н., проф. (научный редактор),
Тарасенко В. Е., канд. тех. н., доц.,
Акулович Л. М., д-р тех. н., проф.,
Сайганов А. С., д-р экон. н., проф.,
Мисун Л. В., д-р тех. н., проф.,
Основин В. Н., канд. тех. н., доц.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В. Н. Дашков*,
доктор технических наук, доцент *В. В. Азаренко*

Ответственность за достоверность публикуемых материалов
несут их авторы.

ISBN 978-985-519-573-4 (ч.1)

ISBN 978-985-519-574-1

© БГАТУ, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО РЕКТОРА БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА ШИЛО ИВАНА НИКОЛАЕВИЧА

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

- 1 **ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ И ТВОРЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ ПЕРВОГО
РЕКТОРА БИМСХ (БГАТУ), ПРОФЕССОРА В.П. СУСЛОВА**
(к 105-летию со дня рождения)
В.П. Миклуш, к.т.н., профессор, декан, БГАТУ, г. Минск, РБ 16
- 2 **ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВА-
ТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В БГАТУ**
*И.Н. Шило, д.т.н., профессор, ректор, М.А. Прищепов, д.т.н., доцент,
проректор по научной работе – директор НИИМЭСХ, В.М. Поздняков,
к.т.н., доцент, зам. проректора по научной работе, БГАТУ, г. Минск, РБ* 19
- 3 **О ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ МЕХАНИЗА-
ЦИИ ПРОЦЕССОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА ГОСУДАРСТВ-
ЧЛЕНОВ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА И ЕДИНОГО ЭКОНОМИ-
ЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА**
*Л.А. Маринич¹, зам. министра, В.Г. Самосюк², к.э.н., доцент, ген.
директор, В.И. Володкевич³, зав. лабораторией, ¹Министерство
сельского хозяйства и продовольствия РБ, ²РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства», г. Минск, РБ* 25
- 4 **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ РЕМОНТНО-
ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ И РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО
СЕРВИСА В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
*Н.А. Лабушев¹, ген. директор, В.П. Миклуш², к.т.н., профессор, А.С.
Сайганов³, д.э.н., профессор, ¹РО «Белагросервис», ²БГАТУ, ³«Институт
системных исследований в АПК НАН Беларуси», г. Минск, РБ* 34
- 5 **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ СМЕН-
НЫХ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕН-
НЫХ МАШИН**
*Г.Ф. Бетенья¹, к.т.н., доцент, Г.И. Анискович¹, к.т.н., доцент, В.С. Голубев²,
к.ф.-м.н., А.Н. Давидович³, к.т.н., ¹БГАТУ, ²ГНУ ФТИ НАН Б, г. Минск, РБ* 47
- 6 **КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СЕРВИСНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
УСЛУГ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХО-
ЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**
*С.А. Соловьев, д.т.н., профессор, В.С. Герасимов, зав. лаб., ГНУ
ГОСНИТИ Россельхозакадемии, г. Москва, РФ* 56
- 7 **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ БЕЛОРУССКОГО
ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**
*Ж.К. Тайбасаров, д.т.н., профессор, С.О. Нукешев, д.т.н., член-корр.
НАН РК, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Республика Казахстан* 61

Секция 1

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

- 1 **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «БЕЛАГРОСЕРВИС»**
Н.А. Лабушев, генеральный директор, РО «Белагросервис», г. Минск, РБ 67
- 2 **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**
А.В. Сидорчук, д.т.н., профессор, чл.-корр. НААН Украины, ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства», пгт. Глеваха, Украина 74
- 3 **ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ**
Ю.И. Жевора, к.э.н., профессор, Н.П. Доронина, к.э.н., доцент, Е.А. Литвинов, к.э.н., доцент, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь, РФ 82
- 4 **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ ДВУХТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ** *В.А. Войтов, д.т.н., профессор, И.И. Сысенко, аспирант, А.Г. Кравцов, к.т.н., Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина* 87
- 5 **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ**
А.В. Иванов¹, д.т.н., профессор, И.Н. Жмыхов¹, к.т.н., доцент, В.М. Поздняков², к.т.н., доцент, ¹МГУП, г. Могилев, ²БГАТУ, г. Минск, РБ 92
- 6 **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА ПРЕДПРИЯТИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ**
Н.В. Алдошин, д.т.н., профессор, С.П. Казанцев, д.т.н., профессор, Н.А. Лылин, инженер, Московский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ 97
- 7 **ИНФОРМАЦИОННО-КОНСУЛЬТАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**
В.П. Миклуш¹, к.т.н., профессор, А.С. Сайганов², д.э.н., профессор, ¹БГАТУ, ²Институт системных исследований в АПК НАНБ, г. Минск, РБ 106
- 8 **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**
В.И. Рублёв, д.т.н., профессор, В.Д. Войтюк, д.т.н., доцент, В.Е. Рублёв, бакалавр, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина 113
- 9 **СТАНОВЛЕНИЕ ОТРАСЛИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В АПК: АСПЕКТЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ИНЕРТНОСТИ**
Г.П. Бут, доцент, В.Н. Хрянин, к.т.н., доцент, НГАУ, г. Новосибирск, РФ 120

- 10 **ЛИЗИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ И МАШИН В ПОЛЬШЕ**
Waldemar Izdebski¹, Karolina Płochocka², Jacek Skudlarski², Stanisław Zajac³, ¹Варшавский Политехнический Университет (Politechnika Warszawska), ²Варшавский Университет Естественных Наук-SGGW, ³Государственная высшая профессиональная школа, г. Кросно, Польша 125
- 11 **ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**
В.И. Русан¹, д.т.н., профессор, С.С. Ходыко², к.т.н., ст.н.с., ¹БГАТУ, ²ЧПУП «Энергия – ТЭР», г. Минск, РБ 135
- 12 **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИЛЕРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ**
В.П. Миклуш¹, к.т.н., профессор, декан, Л.В. Барташевич², к.т.н., доцент, А.Р. Савлук¹, студент, ¹БГАТУ, ²РУП «МТЗ», г. Минск, РБ 148
- 13 **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВЫПУСКУ И РЕМОНТУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**
Л.М. Акулович¹, д.т.н., профессор, Д.Б. Ермашкевич², ¹БГАТУ, ²ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ», г. Минск, РБ 158
- 14 **ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**
Г.Ф. Бетенья¹, к.т.н., доцент, Г.И. Анискович¹, к.т.н., доцент, А.В. Щерба², директор, А.В. Чернуха³, гл. инженер, ¹БГАТУ, г. Минск, ²ОАО «Минский агросервис», п. Юбилейный, ³ОАО «Витебский МРЗ», г. Витебск, РБ 163
- 15 **ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ НАПЛАВОЧНЫЙ СПЛАВ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКОЙ**
В.М. Константинов¹, д.т.н., профессор, Н.А. Лабушев², ген. директор, В.Г. Щербаков¹, ассистент, ¹БНТУ, ²РО «Белагросервис», г. Минск, РБ 171
- 16 **ФОРМИРОВАНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ДЕТАЛЯХ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКОЙ**
Г.Ф. Бетенья, к.т.н., доцент, Г.И. Анискович, к.т.н., доцент, С.Н. Рогожинский, аспирант, Д.М. Шмарловский, аспирант, БГАТУ, г. Минск, РБ 176
- 17 **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УПРОЧНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ**
В.С. Ивашко¹, д.т.н., профессор, В.А. Лойко², к.т.н., доцент, М.Л. Хейфец³, д.т.н., профессор, ¹БНТУ, г. Минск, РБ, ²БГАТУ, г. Минск, ³НАНБ, г. Минск, РБ 182

18	СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕМОНТУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>И.Н. Жмыхов¹, к.т.н., доцент, А.В. Иванов¹, д.т.н., профессор, В.М. Поздняков², к.т.н., доцент, ¹МГУП, г. Могилев ²БГАТУ, г. Минск, РБ)</i>	188
19	МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОТИВОПИТТИНГОВОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ <i>В.А. Войтов, д.т.н., профессор, А.Н. Шевченко, аспирант, ХНТУСХ, г. Харьков, Украина</i>	193
20	ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ ПРИ УДАРОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С УПРУГО-ПЛАСТИЧНЫМ ПОЛУПРОСТРАНСТВОМ <i>А.В. Горик, д.т.н., профессор, А.А. Ландар, к.т.н., доцент, ПГАА, г. Полтава, Украина</i>	198
21	ОБКАТКА И ОБЖАТИЕ ВТУЛОК ИЗ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ <i>С.О. Нукешев¹, д.т.н., доцент, С.К. Тойгамбаев², к.т.н., профессор, С.Н. Романюк², аспирант, ¹Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан, ²Московский государственный университет природообустройства, г. Москва, РФ</i>	203
22	ОТКАЧКА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ХЛАДАГЕНТА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК <i>Д.Ф. Кольга, к.т.н., доцент, Ф.Д. Сапожников, к.т.н., доцент, В.С. Сыманович, к.т.н., доцент, Э.В. Колодько, ассистент, К.А. Бактыкерева, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	208
23	ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ <i>В.И. Иванов¹, к.т.н., В.П. Лялякин¹, д.т.н., профессор, Д.А. Игнатьков², д.т.н., профессор, ¹ГОСНИП Россельхозтехники, г. Москва, РФ, ²БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	212
24	ВОССТАНОВЛЕНИЕ С УПРОЧНЕНИЕМ КРЫШКИ КАРТЕРА ДВИГАТЕЛЯ BRIGGS&STRATTON МОДЕЛИ 115400 <i>В.Н. Логачев, к.т.н., доцент, ОрелГАУ, г. Орел, РФ</i>	217
25	РЕГЕНЕРАЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ, ВОЛОКОН И СЕТОК В ХОЗЯЙСТВАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА <i>А.А. Андрушевич¹, к.т.н., доцент, Р.А. Кусин¹, к.т.н., доцент, П.С. Чугаев¹, ст. преподаватель, В.К. Корнеева¹, ст. преподаватель, И.Н. Черняк², зав. лаб., А.И. Илюкевич², мл.н.с., ¹БГАТУ, ²ГНУ ИПМ, г. Минск, РБ)</i>	221
26	МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НОЖЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Т.С. Скобло, д.т.н., профессор, Е.Л. Белкин, инженер, С.П. Романюк, аспирант, А.И. Сидашенко, к.т.н., профессор, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина</i>	225

- 27 **ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ**
Н.Н. Романюк¹, к.т.н., доцент, С.К. Тойгамбаев², к.т.н., профессор, С.О. Нукешев³, д.т.н., доцент, С.Н. Романюк², аспирант, ¹БГАТУ, г. Минск, РБ, ²Московский государственный университет природообустройства, г. Москва, РФ, ³Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан 234
- 28 **МАШИНА ТРЕНИЯ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АПК**
В.М. Сорокин¹, д.т.н., профессор, А.А. Тихонов¹, к.т.н., доцент, В.В. Иванов¹, к.т.н., доцент, Н.М. Тудакова², к.т.н., доцент, А.В. Михеев², к.т.н., доцент, В.А. Зотова², к.т.н., доцент, ¹НГСХА, ²НГТУ, г. Н. Новгород, РФ 241
- 29 **ВИБРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА И МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПАСТИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН**
Н.В. Титов, к.т.н., доцент, А.В. Коломейченко, д.т.н., профессор, ОрелГАУ, г. Орел, РФ 246
- 30 **ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В АПК: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА**
В.И. Русан, д.т.н., профессор, БГАТУ, г. Минск, РБ 252
- 31 **ПРИМЕНЕНИЕ НАНОАЛМАЗОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОССТАНАВЛИВАЕМОГО СЛОЯ НАПЛАВКОЙ**
Т.С. Скобло, д.т.н., профессор, А.И. Сидашенко, к.т.н., профессор, В.В. Телятников, аспирант, А.В. Тихонов, к.т.н., доцент, И.Н. Рыбалко, аспирант, А.А. Гончаренко, к.т.н., доцент, А.В. Марков, аспирант, Т.В. Мальцев, студент, А.В. Сайчук, к.т.н., доцент, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина 258
- 32 **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ МАШИН К ДИАГНОСТИРОВАНИЮ**
В.Н. Кецко, ст. преподаватель, Т.М. Чумак, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ 262
- 33 **АНАЛИЗ ПАРКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА ОАО «ЗАВОД ПРОМБУРВОД»**
А.А. Козорез, аспирант, А.С. Козорез, директор, 1БНТУ, 2ЗАО «ГМС-Промбурвод» г. Минск, РБ 265
- 34 **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НАПЛАВочНЫХ ПОРОШКОВ НА САМОФЛЮСУЕМОСТЬ ПОКРЫТИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**
Ю.Т. Антонюшин, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ 269

35	ПРИМЕНЕНИЕ КАРБОНИЛЬНОГО ХРОМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ <i>М.Н. Ерохин, д.т.н., профессор, академик РАСХН, С.П. Казанцев, д.т.н., профессор, Н.Н. Чуятов, к.т.н., докторант, ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, РФ</i>	274
36	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШЛАНГОВЫХ МОЕЧНЫХ МАШИН <i>И.И. Хилько, к.т.н., доцент, Д.П. Соболев, инженер, Ю.А. Клёсс, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	279
37	ОЧИСТКА ДВИГАТЕЛЯ И ЕГО ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ <i>В.В. Мирутко, к.т.н., доцент, А.В. Бодиловский, к.т.н., доцент, А.В. Бутрим, студент, Ю.А. Клёсс, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	285
38	ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ И АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ РАСПЫЛЕНИЯ СТРУИ РАСПЛАВА ВОЗДУХОМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ <i>А.Ф. Ильющенко¹, д.т.н., профессор, чл.-корр. НАН Беларуси, Е.Д. Манойло¹, к.т.н., М.М. Дечко², к.т.н., Р.А. Кусин², к.т.н., И.Н. Черняк¹, Д.И. Жездрин¹, А.Р. Кусин¹, М.В. Голяков¹, ¹ГНУ «Институт порошковой металлургии», ²БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	290
39	ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ <i>А.Т. Лебедев, д.т.н., профессор, П.А. Лебедев, к.т.н., Р.А. Магомедов, к.т.н., Р.В. Павлюк, к.т.н., В.А. Васин, ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, г. Ставрополь, РФ</i>	295
40	ПАРАМЕТРЫ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАР ТРЕНИЯ РОТАЦИОННЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ <i>А.Т. Лебедев, д.т.н., профессор, А.В. Захарин, к.т.н., Р.А. Магомедов, к.т.н., ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, г. Ставрополь, РФ</i>	301
41	ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТОКА ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКЕ НА КАЧЕСТВО ПОКРЫТИЙ <i>Л.М. Акулович, д.т.н., профессор, А.В. Миранович, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	307
42	СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ЗЕРНУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ <i>Р.В. Павлюк, к.т.н., А.Т. Лебедев, д.т.н., профессор, В.В. Очинский, д.ф.-м.н., профессор, М.А. Кобозев, к.ф.-м.н., ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, г. Ставрополь, РФ</i>	314
43	МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ МИКРОТВЕРДОСТИ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ГЕТЕРЕГЕННЫХ СПЛАВОВ <i>Т.С. Скобло, д.т.н., профессор, О.Ю. Ключко, к.т.н., Е.Л. Белкин, ХНТУСХ им. П. Василенко, г. Харьков, Украина</i>	320

- 44 **ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ПОЧВЫ НА ИЗНАШИВАЕМОСТЬ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ**
В.В. Смильский¹, к.т.н., доцент, А.В. Сидорчук², д.т.н., профессор,
¹Тернопольский национальный педагогический университет
им. В. Гнатюка, г. Тернополь, ²ННЦ «Институт механизации и электри- 326
фикации сельского хозяйства», пгт. Глеваха, Киевская обл., Украина
- 45 **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ**
А.А. Дудников, к.т.н., профессор, А.И. Беловод, к.т.н., доцент,
А.В. Канивец, к.т.н., Полтавская государственная аграрная академия,
г. Полтава, Украина 331
- 46 **СОЗДАНИЕ ВТОРИЧНОГО РЫНКА ПОДДЕРЖАННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
В.С. Герасимов, зав. лабораторией, ГОСНИТИ, г. Москва, РФ 335
- 47 **ПОЛУЧЕНИЕ НАМАГНИЧЕННЫХ ТРУБЧАТЫХ ФИЛЬТРОВ**
Э.Н. Федорович, к.т.н., доцент, В.М. Капцевич, д.т.н., профессор,
В.К. Корнеева, ст. преподаватель, В.Е. Михайловский, студент,
БГАТУ, г. Минск, РБ 340
- 48 **ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФУЗИОННО-ЛЕГИРОВАННОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ НАПЛАВКОЙ БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**
В.М. Константинов, д.т.н., профессор, В.Г. Дашкевич, к.т.н., доцент,
БНТУ, г. Минск, РБ 344
- 49 **УПРОЧНЕНИЕ НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ**
Э.Н. Федорович, к.т.н., доцент, В.М. Капцевич, д.т.н., профессор,
В.К. Корнеева, ст. преподаватель, В.Е. Михайловский, студент,
БГАТУ, г. Минск, РБ 347
- 50 **КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ АГРОПРЕДПРИЯТИЯ, ПОТРЕБНОСТЬЮ ЕГО В ТЕХНИКЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ РАБОТЫ**
В.И. Мельник, д.т.н., С.А. Чигрина, инженер, Харьковский
национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенко, г. Харьков, Украина 352
- 51 **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**
Л.Е. Сергеев, к.т.н., доцент, С.И. Кравченко, студент, БГАТУ,
г. Минск, РБ 357
- 52 **ОЦЕНКА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СТАЛИ ЭВТЕКТОИДНОГО СОСТАВА**
А.И. Сидашенко, профессор, В.М. Власов, д.т.н., профессор, В.Н. Заец,
аспирант, Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина 361

53	ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН <i>В.А. Протасевич¹, к.т.н., доцент, С.И. Шунько², мл.н.с., ¹БГАТУ, ²ГНУ Физико-технический институт НАН Б², г. Минск, РБ</i>	368
54	МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ПУТИ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ <i>В.К. Корнеева, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	372
55	ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА <i>А.В. Бодиловский, к.т.н., ст.н.с., В.В. Мирутко, к.т.н., доцент, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	377
56	ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ БЫСТРОИЗНАШАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ <i>О.Г. Девойно, д.т.н., профессор, М.А. Кардаполова, к.т.н., Н.И. Луцко, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь</i>	383
57	ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ <i>В.К. Корнеева, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	386

Секция 3 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

1	СОСТОЯНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ <i>Л.В. Мисун, д.т.н., профессор, Т.В. Севастюк, аспирант, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	393
2	ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ И УДОБРЕНИЯМИ <i>В.Н. Босак, д.с.-х.н., профессор, БГТУ, г. Минск, РБ</i>	396
3	КРИТЕРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ АПК <i>Г.А. Рускевич¹, В.М. Раубо², к.э.н., доцент, Л.Д. Белехова², к.т.н., доцент, Д.С. Рылцов², студент, ¹БелНИЦ «Экология», ²БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	400
4	СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ОПЕРАТОРОВ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ <i>В.А. Агейчик, к.т.н., доцент, А.Л. Мисун, магистрант, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	403
5	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРОЧНЫХ РАБОТ ПУТЕМ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА РАБОТНИКОВ <i>А.Н. Гурина, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ</i>	407

- 6 **ОТРАБОТКА РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПАТРОНА КАК МЕРА ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ РЕСПИРАТОРА НА ХИМИЧЕСКИ СВЯЗАННОМ КИСЛОРОДЕ**
С.Г. Ехилевский, д.т.н., доцент, С.А. Ольшанников, Е.П. Потапенко, ПГУ, г. Полоцк, РБ 411
- 7 **УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ ОПРЫСКИВАТЕЛЕМ «ADVANCE 3000 VORTEX»**
В.Г. Небытов, к.б.н., доцент, С.С. Шпанко, н.с., М.М. Баландина, ст.н.с., ФГБОУ ВПО Орел ГАУ, г. Орел, РФ 417
- 8 **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОСИЛКИ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КЛЮКВЕННОМ ЧЕКЕ**
В.А. Агейчик, к.т.н., доцент, А.Л. Мисун, магистрант, БГАТУ, г. Минск, РБ 422
- 9 **НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ОПРЫСКИВАНИИ РАСТЕНИЙ НА КЛЮКВЕННОМ ЧЕКЕ**
В.В. Азаренко¹, д.т.н., доцент, А.Л. Мисун², магистрант, С.В. Ковачев², студент, ¹НАН Беларуси, ²БГАТУ, г. Минск, РБ 427
- 10 **СОСТОЯНИЕ И ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ ГРОЗОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ АПК**
А.Н. Скрипко, нач. отдела, НИИ пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций, г. Минск, РБ 432
- 11 **ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ АПК**
Л.В. Мисун¹, д.т.н., профессор, А.Н. Скрипко², нач. отдела, ¹БГАТУ, ²НИИ пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций, г. Минск, РБ 435
- 12 **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**
С.В. Жилич, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ 439
- 13 **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА, УРОВНЯ ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕНЩИН НА ПРОИЗВОДСТВЕ В ОТРАСЛЯХ АПК**
М.О. Цховребова, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ 442
- 14 **АГРОХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ НА ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ**
В.М. Раубо, к.э.н., доцент, Л.Д. Белехова, к.т.н., доцент, Д.В. Бурый, студент, БГАТУ, г. Минск, РБ 447

- 15 **ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ТРУДА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАБОТНИКОВ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ АПК**
М.О. Цховребова, ст. преподаватель, И.Н. Мисун, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ 452
- 16 **ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ ПРИ РАБОТЕ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ**
В.М. Катцевич¹, д.т.н., профессор, П.С. Чугаев¹, ст. преподаватель, Н.К. Лисай², к.т.н., доцент, Д.М. Булыга³, преподаватель, ¹БГАТУ, г. Минск, ²ДП «Мостовская сельхозтехника», г. Мосты, ³ГУО ИПиПК МЧС РБ, пос. Светлая Роцца, РБ 459
- 17 **СТРУКТУРНЫЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТЧАТЫХ ИСКРОГАСИТЕЛЕЙ**
В.М. Катцевич¹, д.т.н., профессор, П.С. Чугаев¹, ст. преподаватель, Д.М. Булыга², преподаватель, ¹БГАТУ, г. Минск, ²ГУО ИПиПК МЧС РБ, пос. Светлая Роцца, РБ 463
- 18 **ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ФИЛЬТРА НА ДИНАМИКУ СОРБЦИИ ВРЕДНОЙ ПРИМЕСИ**
С.Г. Ехилевский, д.т.н., доцент, Е.П. Потапенко, ПГУ, г. Полоцк, РБ 468
- 19 **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**
М.П. Симонова-Лобанок, к.с.-х.н., доцент, Минский государственный высший авиационный колледж, г. Минск, РБ 475
- 20 **ВЛИЯНИЕ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА» НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ**
А.Н. Гурина, ст. преподаватель, И.Н. Мисун, ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск, РБ 476
- 21 **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В БИОГАЗ И УДОБРЕНИЯ**
Г.А. Рускевич¹, В.М. Раубо², к.э.н., доцент, Л.Д. Белехова², к.т.н., доцент, Д.С. Рыльцов², студент, ¹БелНИЦ «Экология», ²БГАТУ, г. Минск, РБ 480
- 22 **ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ОБРЕЗКИ СТЕЛЮЩИХСЯ ПОБЕГОВ КЛЮКВЫ НА ОТКОСАХ ЧЕКА**
В.А. Агейчик, к.т.н., доцент, А.Л. Мисун, магистрант, БГАТУ, г. Минск, РБ 482
- 23 **ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**
Т.А. Миклуш, к.б.н., доцент, О.А. Ковалева, к.б.н., доцент, ГУО «ИБиМТ» БГУ, г. Минск, РБ 485

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО РЕКТОРА БЕЛОРУССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА, ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОРА ШИЛО ИВАНА НИКОЛАЕВИЧА**

Уважаемые коллеги, гости и участники Международной научно-практической конференции: «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК».

В нашем университете стало хорошей традицией проводить международные научно-практические конференции, посвященные памятным датам и памяти выдающихся ученых-организаторов ранее работавших в нашем Вузе.

Сегодняшняя конференция проходит в преддверии подготовки к празднованию 60-летия университета и памяти (105-летия со дня рождения) первого ректора БИМСХ (БГАТУ) Суслова Виктора Павловича, доктора технических наук, профессора, внесшего значительный вклад в организацию и становление вуза.

В соответствии с распоряжением Совета Министров СССР и приказом Министерства образования СССР в 1954 г. в г. Минске открылся институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Его главной задачей являлась подготовка высококвалифицированных кадров по специальностям «Механизация сельского хозяйства» и «Электрификация сельского хозяйства». Первоначальной базой для создания института стало отделение механизации сельского хозяйства при автотракторном факультете Белорусского политехнического института, деканом которого был Виктор Павлович Суслов, ставший затем ректором созданного института.

Свое второе рождение вуз получил в 1992 г., когда в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь был преобразован в Белорусский государственный аграрный технический университет.

В настоящее время наш университет является ведущим инженерным вузом в системе аграрного образования, в котором обучаются около 11 тысяч студентов.

В структуре университета 42 кафедры (42 их филиала) и 8 факультетов, которые обеспечивают подготовку кадров по 12 специальностям на первой ступени высшего образования и 6 – на второй ступени высшего образования (магистратура). По 14 специальностям осуществляется подготовка научных работников высшей квалификации в аспирантуре и 6 – докторантуре.

Функционируют: «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса»; «Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства».

В настоящее время в университете работает 5 академиков и членов-корреспондентов НАН Беларуси, 55 докторов наук, профессоров, 273 кандидатов наук, доцентов.

Агромеханический факультет готовит инженеров по специальностям:

«Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства»;

«Проектирование и производство сельскохозяйственной техники».

Агроэнергетический факультет готовит инженеров по специальностям:

«Энергетическое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» (электроэнергетика);

«Энергетическое обеспечение сельского хозяйства» (теплоэнергетика);

«Автоматизация технологических процессов и производств» (сельское хозяйство).

Факультет «Технический сервис в АПК» готовит инженеров и инженеров-менеджеров по специальностям:

«Ремонтно - обслуживающее производство в сельском хозяйстве»;

«Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса».

Инженерно-технологический факультет готовит инженеров по специальностям:

«Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»;

«Метрология, стандартизация и сертификация (агропромышленный комплекс)»;

«Управление охраной труда в сельском хозяйстве».

Факультет предпринимательства и управления готовит экономистов-менеджеров по специальностям:

«Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса»

«Менеджмент».

Белорусский государственный аграрный технический университет является и остается признанным центром агроинженерного образования в Республике Беларусь, благодаря современной материально-технической базе, наличию 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.

Признанием достижений университета, его конкурентоспособности и эффективности используемых методов управления, является присуждение БГАТУ Премии Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества.

За 60 лет в университете подготовлено около 45 тысяч специалистов для агропромышленного комплекса и других отраслей народного хозяйства.

Из стен университета вышли известные государственные деятели, руководители крупных предприятий, ученые.

Разработка вузом современной нормативной учебно-методической документации, внедрение ее в образовательный процесс и адаптация к стандартам международной системы образования открывают широкие перспективы сотрудничества УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» со странами ближнего и дальнего зарубежья.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.3.004.67

ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ И ТВОРЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ ПЕРВОГО РЕКТОРА БИМСХ (БГАТУ), ПРОФЕССОРА В.П. СУСЛОВА (к 105-летию со дня рождения)

В.П. Миклуш., к.т.н., профессор,

декан факультета «Технический сервис в АПК»

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

Думая о том, какой путь прошел Виктор Павлович Суслов, осмысливая его, вспоминаются слова Виссариона Белинского: "У всякого человека есть своя история, а в истории свои критические моменты, и о человеке можно безошибочно судить, только смотря по тому, как он действовал и каким он был в те моменты, когда на весах судьбы лежала и его жизнь, и честь, и счастье". У Виктора Павловича, особенно в молодые годы, были такие критические моменты, судьба уготоила ему много испытаний, но он выдержал, устоял, остался человеком с большой буквы.

Родился Виктор Павлович в 1909 г. в г. Уфе в семье рабочего, окончил фабрично-заводское училище при Златоустовском механическом заводе, получил профессию токаря-универсала. В 1929 г. по направлению горкома партии он заканчивает курсы по подготовке к поступлению во ВТУЗ при Уральском политехническом университете в г. Свердловске. По окончании курсов он поступает в Томский индустриальный институт, который окончил в 1934 г. и получил направление на завод "Уралмаш". На этом заводе он прошел путь от механика до главного инженера.

Виктор Павлович в 1937 г. был направлен в США для изучения технологии изготовления и организации производства бесшовных стальных труб, что было необходимо заводу для производства прокатных станов. С порученной миссией он справился успешно. В 1940 г. он награждается орденом Трудового Красного Знамени и одновременно назначается директором Воронежского машиностроительного завода по производству авиационных двигателей.

В 1941 г. направляется в Горький директором завода "Двигатель революции", где под его руководством был налажен выпуск реактивных снарядов, коробок передач для танка Т-34, 120-миллиметровых минометов.

Неожиданно выпуск минометов приостановился из-за несвоевременного получения специальных толстостенных труб. Директора завода обвинили во вредительстве, арестовали и осудили. Наказание отбывал в Особом конструкторском бюро (ОКБ) НКВД.

В этом "особом" конструкторском бюро "сотрудниками" являлись высококвалифицированные специалисты, отбывавшие свои сроки по тем же мотивам, что и В.П. Суслов. Это были инженеры различных специальностей, конструкторы, ученые. Все они разрабатывали новые артиллерийские системы. В.П. Суслов занимался конструкцией противотанковой пушки. Кроме того, он разработал новый вид боеприпасов для артсистем. Даже в тюремных условиях Виктор Павлович не терял присутствия духа.

В январе 1943 г. военная коллегия Верховного Суда СССР рассмотрела кассационный протест прокурора СССР и удовлетворила его, дело пересмотрели и В.П. Суслова отправили на фронт в составе штрафного батальона. Воевал на Курской дуге. Виктор Павлович был командиром орудия, оружейным мастером и начальником армейских артиллерийских ремонтных мастерских.

В 1944 г. В.П. Суслова отозвали из армии и направили на восстановление Харьковского тракторного завода, где он работал начальником производства, заместителем главного инженера завода.

В марте 1947 г. приказом министра автотракторной промышленности СССР В.П. Суслов назначается директором Минского моторозавода, на котором проработал всего восемь месяцев, так как в ноябре 1947 г. стал директором Минского тракторного завода.

С конвейера МТЗ вышло более 400 тракторов КД-35, и заводу было поручено освоить производство газогенераторного гусеничного трелевочного трактора КТ-12, которым занимался Кировский завод в Ленинграде.

Благодаря умелому руководству и усилиям всех тружеников завода 15 августа 1951 г. с главного конвейера МТЗ сошла первая партия тракторов КТ-12.

Заниматься этим пришлось недолго, правительство переориентировало предприятие на производство сельскохозяйственных колесных универсальных тракторов. Еще в конце 1948 года научно-технический совет Министерства автотракторной промышленности СССР рассмотрел и одобрил технический проект универсального колесного трактора, разработанный конструкторами МТЗ, а через полгода 18 июня 1949 г. из ворот экспериментального цеха вышел первый "собственный" колесный трактор, гордо названный в честь республики "Беларусь".

В связи с 30-летием Белорусской ССР В.П. Суслова наградили орденом Трудового Красного Знамени за достигнутые успехи в развитии и восстановлении промышленности.

Его научно-педагогическая деятельность началась с 1951 г.: доцент, заведующий кафедрой тракторов, декан автотракторного факультета Белорусского политехнического института. С 1954 г. первый ректор Института механизации сельского хозяйства, а также заведующий кафедрой "Ремонт машин".

Профессор Виктор Павлович Суслов имеет более 300 научных трудов по проблемам технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной тех-

ники, из них 9 монографий, учебников, справочных пособий. Под его руководством подготовлены 4 докторских и 26 кандидатских диссертаций. Разработанная оптимальная схема развития ремонтного производства в сельском хозяйстве Республики Беларусь была одобрена постановлением Совета Министров Республики Беларусь. За разработки в этой области он награжден двумя золотыми и одной бронзовой медалями ВДНХ СССР. Профессор Виктор Павлович Сулов был награжден медалями "Изобретатель СССР" и "За особые заслуги перед высшей школой". Значительны достижения профессора Суслова в области восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники. Его и учениками разработаны ресурсосберегающие технологии восстановления и упрочнения деталей, которые широко применяются в ремонтно-обслуживающем производстве.

Виктор Павлович Сулов постоянно вел большую общественно-политическую работу как член технического Совета Госагропрома БССР и СССР, член координационного Совета ГОСНИТИ и ряда специализированных советов.

У Виктора Павловича много учеников, некоторые трудятся в стенах нашего университета, продолжая начатое им дело. Следует отметить, что открытый в 1965 г. по его инициативе факультет «Организация и технология ремонта сельскохозяйственных машин», стараниями его учеников продолжил свое развитие в новом качестве как факультет «Технический сервис в АПК» – единственный в Республике Беларусь, обеспечивающий подготовку квалифицированных инженерных кадров для агротехнического сервиса по специальностям: «Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве» и «Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса».

Кто-то из великих сказал: "Каждый человек стоит ровно столько, сколько остается от его жизненного опыта и продолжается в опыте следующих поколений". То, что сделал Виктор Павлович – огромно, незабываемо. Он был первым, он шел впереди, несмотря на трудности и удары судьбы. «Человек должен быть умен, прост, справедлив, смел и добр», - так считал Паустовский. Виктор Павлович Сулов был таким. И поэтому он долго будет жить в памяти людской, в памяти учеников, своих последователей.

УДК 001.8:378.663

ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В БГАТУ

И.Н. Шило, д.т.н., профессор, ректор, М.А. Пришепов, д.т.н., доцент, проректор по научной работе – директор НИИМЭСХ, В.М. Поздняков, к.т.н., доцент, заместитель проректора по научной работе
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Вклад науки в развитие государства в настоящее время имеет большое значение. Сегодня практически нет ни одной сферы деятельности человека, где бы ни использовались научные знания. С помощью современных научных достижений страна сможет выйти на принципиально новый уровень решения стоящих перед обществом масштабных задач. Вузовская наука – важная составляющая инновационного развития каждой страны, в том числе Беларуси. При этом научно-исследовательская работа является одним из определяющих факторов развития инновационного учебного заведения. От нее зависит и уровень преподавания, и творческий настрой коллектива, и связь обучения с современной наукой, общественной и экономической жизнью.

Белорусский государственный аграрный технический университет – ведущий вуз в области аграрного технического образования Республики Беларусь. Получив в 2004 году этот статус, БГАТУ стал известен не только как учреждение образования, но и как научный центр страны, где осуществляется интеграция обучения, науки и производства.

Определяющая роль в развитии АПК Республики Беларусь отводится инновационным технологиям и созданию инновационной инфраструктуры. В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана программа развития инновационного образования на 2010-2014 годы. Программа базируется на концепциях и программах государственного уровня, стратегии развития вуза на 2011-2015 гг., локальных программах и планах развития соответствующих направлений деятельности университета, учитывает сформированные традиции и накопленный в предшествующие годы опыт.

Университет обладает высоким научно-техническим потенциалом, имеет современную научно-исследовательскую базу, новейшее экспериментальное оборудование, позволяющее осуществлять комплексные научные исследования по направлениям деятельности, способен обеспечивать качественное выполнение научных исследований и разработок, практическое освоение результатов и вести подготовку научных работников высшей квалификации.

По приоритетным направлениям развития аграрной науки в университете работают более 20 научных школ. Их возглавляют академики и члены-корреспонденты НАН Беларуси, доктора наук и другие ведущие специалисты.

В 2011 г. БГАТУ был аккредитован Государственным комитетом по науке и технологиям и Национальной академией наук Беларуси в качестве научной организации, что свидетельствует о высоком уровне проводимой в вузе научно-исследовательской работы.

Научную, научно-техническую и инновационную деятельность в университете осуществляют Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства БГАТУ (далее НИИМЭСХ), 42 кафедры, более 20 филиалов кафедр и совместных научно-исследовательских лабораторий (НИЛ) на производстве и в НИИ, институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК, Республиканский учебно-производственный центр в п. Боровляны, технологический научно-производственный центр «Технологические методы повышения работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники», 14 хозяйственных НИЛ и 4 студенческих НИЛ.

Научные исследования, проводимые в БГАТУ в полной степени соответствуют приоритетным направлениям научной и научно-технической деятельности Республики Беларусь. Ученые БГАТУ осуществляют научно-исследовательские работы по заданиям следующих научно-технических программ: ГПНИ «Инновационные биотехнологии», ГПНИ «Композиционные материалы», ГПНИ «Инновационные технологии в АПК», ГНТП «Агропромкомплекс - устойчивое развитие», ГНТП «Новые материалы и технологии-2015», ГНТП «Машиностроение», РНТП «Развитие Минской области на 2011-2015 годы», ОНТП «Импортозамещающая продукция», а также по заданиям БРФФИ и Инновационного фонда Белгоспищепрома.

По региональной научно-технической программе «Разработка технологий и технических средств, обеспечивающих повышение эффективности функционирования сельского хозяйства и промышленности Минской области («Развитие Минской области») на 2011-2015 годы» БГАТУ является головной организацией-исполнителем.

Для координации научно-исследовательской работы, а также с целью формирования научно-обоснованной стратегии инженерно-технологического обеспечения и технического сервиса, повышения качества подготовки специалистов агропромышленного комплекса Республики Беларусь в 2011 году в структуре БГАТУ создан Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (далее НИИМЭСХ). Создание НИИМЭСХ позволило значительно увеличить объем финансирования научно-исследовательских работ за счет прямых договоров с аграрными предприятиями и организациями, активизировало участие ученых университета в исследовательских проектах международных, государственных и других научно-

технических программах. Перед НИИМЭСХ стоят конкретные задачи проведения фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области естественных и технических наук; экспертных, консультационных, проектных и других работ; разработки технических средств нового поколения, работающих на местных и возобновляемых источниках энергии; организации учебного процесса и технологических практик студентов на научной и производственной базе института; выполнения полных циклов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ с целью создания новых технологий, машин, оборудования и материалов для АПК; вовлечения докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов БГАТУ в выполнение научных исследований, а также участие в международных научно-технических проектах и грантах; освоение и выпуск конкурентноспособной инновационной продукции. В состав института входят технологический научно-производственный центр «Технологические методы повышения работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственной техники», отделы научного обеспечения, внедрения научно-технических разработок, проектно-конструкторский технологический, планово-экономический, а также 14 научно-исследовательских лабораторий при НИИ и кафедрах факультетов.

Разработки ученых БГАТУ передаются предприятиям страны для организации производства. Только в 2013 году по результатам выполнения НИР внедрено в производство 73 и в учебный процесс 67 наименований новых узлов и агрегатов машин, технологий и практических рекомендаций. Новизна разработок подтверждена 177 патентами Республики Беларусь на изобретения и полезные модели.

Среди важнейших научных результатов, полученных в последние годы, можно отметить следующие. На протяжении последних лет эффективно ведется разработка и внедрение технологий изготовления износостойких деталей рабочих органов почвообрабатывающих, посевных и кормоуборочных машин. Опытные образцы показали высокую износостойкость, не уступающую лучшим зарубежным аналогам, а их стоимость – на 20-30% ниже. Результаты научной работы внедрены на ОАО «КЗТШ» в Жодино, РУП «Минский завод шестерен», МТЗ, ОАО «Лидсельмаш», «Оршаагропромаш», «Бобруйскагромаш» и других предприятиях.

По заданию ГНТП «Технология и оборудование машиностроения» разработана унифицированная технологическая оснастка и типовые ресурсосберегающие технологические процессы изготовления отливок в многообразных литейных формах. Разработка внедрена на ОАО «Белкард» в Гродно, экономический эффект от ее внедрения составляет около 1 млрд. руб. в год.

В рамках выполнения ГНТП «Агропромкомплекс» разработаны ультразвуковые бытовые и промышленные счетчики газа серии СГУ 001. Их про-

изводство освоено на МЗЭП-1 (г. Брест) и ГНПО «Агат» (г. Минск). Стоимость счетчиков на 40–50% ниже по сравнению с зарубежными аналогами.

По заказу комитета сельского хозяйства и продовольствия Миноблисполкома разработана автоматизированная микропроцессорная система очистки воздуха от микрофлоры, которая позволяет с наименьшими энергозатратами поддерживать состав воздушной среды в технологических помещениях. Система внедрена на 1-й Минской птицефабрике и в ряде молокоперерабатывающих предприятиях.

Научно-исследовательская лаборатория пищевых производств НИИМЭСХ ведет активную научно-исследовательскую работу по созданию новых продуктов питания. В 2012-2013 году данной лабораторией выполнялось 9 заданий в рамках ГП «Инновационные биотехнологии», Государственной инновационной программы Республики Беларусь, РНТП «Развитие Минской области на 2011-2015 гг.», РНТП «Инновационное развитие Брестской области на 2011-2015 гг.», заданиям государственного концерна «Белгоспищепром». В результате проведенных работ была разработана и внедрена в производство следующая продукция: консервы овоще-рыбные, консервы фруктовые и овощные с молоком, нектары, консервы овощные с грибами, новые виды повидла, консервы мясные для детского питания, консервы растительно-мясные с бобовыми культурами, консервы рыбо-растительные и др.

Созданным в 2012 г. в структуре НИИМЭСХ отделом тепличного овощеводства по заказу Министерства сельского хозяйства и продовольствия выполняется НИР по заданию ГНТП «Механизация производства основных сельскохозяйственных культур на 2011-2015» «Разработать и освоить производство технологической линии заполнения кассет субстратом и посева семян». В результате выполнения данного задания разработана и изготовлена технологическая линия, позволяющая механизировать такие технологические процессы как заполнение кассет субстратом, формирование лунок, однозерновой высев семян, заделка семян субстратом и увлажнение высеянных семян. Освоение производства разработанной технологической линии заполнения кассет субстратом и посева семян осуществляется на ПООО «Техмаш», с последующим внедрением в тепличных, овощеводческих и фермерских хозяйствах республики.

Научно-исследовательская работа занимает важное место в деятельности профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников университета. Она согласуется с профилем подготовки и переподготовки инженерно-технических специалистов сельскохозяйственного производства. Ряд научных проблем исследуется в процессе подготовки научно-педагогических кадров через магистратуру, аспирантуру и докторантуру. В университете разработана система отбора наиболее перспективных на-

правлений исследований, соответствующих плану НИР, над которыми впоследствии работают магистранты, аспиранты и докторанты.

Большое внимание уделяется также пропаганде научно-технических разработок ученых нашего вуза. В 2013 году в Белорусском аграрном техническом университете было издано 16 монографий, 2 учебника, 48 учебных пособия, из них 30 с грифом УМО, 19 с грифом МО РБ, 3 учебно-методических комплекса, 19 методических пособий и указаний; опубликовано 416 статей, из них 260 в рецензируемых изданиях (по ВАК), 67 – в зарубежных изданиях.

С целью обмена мнениями и обсуждения результатов научных исследований в университете в 2013 году проведено 6 Международных научно-практических конференций и 4 научно-практических семинара.

Ученым университета, докторантам, аспирантам и магистрантам предоставлена возможность освещать результаты научных исследований на страницах научно-технического журнала для работников АПК «Агропанорама», издаваемого в БГАТУ и включенного в перечень изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований. Авторами издания также являются ученые ближнего и дальнего зарубежья.

С целью содействия коммерциализации научно-технических разработок Белорусский государственный аграрный технический университет принимает активное участие в международных и республиканских выставках инноваций в области сельскохозяйственного производства. БГАТУ – постоянный участник выставки «БЕЛАГРО». Представляемая БГАТУ экспозиция включает тематические стенды, презентации, опытные образцы наиболее перспективных разработок.

Университет плодотворно сотрудничает в научно-образовательной деятельности с зарубежными университетами и научными организациями. В настоящее время БГАТУ имеет договоры о сотрудничестве с 42 организациями из стран СНГ, Европы и Азии. В рамках этих контактов проводится обмен научно-технической информацией, участие в научных конференциях, прием иностранных студентов для обучения в университете, подготовка магистрантов и аспирантов. БГАТУ единственный вуз аграрного профиля нашей страны, являющийся членом Научно-образовательного консорциума между высшими учебными заведениями и НИИ Республики Беларусь и Республики Казахстан.

В рамках программы ТЕМПУС (совместно с БГУ и БНТУ) с 2013 года реализуется проект «**Development of Training Network for Improving Education in Energy Saving**» by directions (enhancement of energy efficiency; energy saving; energy effective materials; use of renewable sources) по совместной подготовке специалистов в сфере возобновляемых источников энер-

гии. Утверждены программы курсов лекций по 10 направлениям обучения студентов в области энергоэффективности.

БГАТУ является участником нового финансируемого европейского проекта 7-й Рамочной программы «Сообщество трансфера знаний – инструмент для преодоления разрыва между научными исследованиями, инновациями и созданием новых бизнесов - NoGAP».

Активно развиваются контакты с высшими учебными заведениями и научными организациями Российской Федерации. БГАТУ является постоянным участником Форума Союзного государства вузов инженерно-технологического профиля.

Активная внешняя научная политика университета способствует формированию благоприятного образа Белорусского государственного аграрного технического университета и в целом Республики Беларусь за рубежом и является важным стимулом развития и роста научного и педагогического потенциала университета.

Большое внимание в БГАТУ уделяется научно-исследовательской работе студентов (НИРС). НИРС тесно связана с учебно-воспитательной работой, направлена на привлечение студентов к участию в научно-исследовательских работах, проводимых кафедрами. В 2013 году более 2500 тысяч студентов принимали активное участие во всех формах НИРС (научно-исследовательская работа студентов). Ими опубликовано более 300 научных работ, получено 32 патента на изобретения и полезные модели при участии 25 студентов, подано 112 заявок на получение патентов, результаты 20 НИРС внедрены в учебный процесс и 35 - в производство.

Научно-исследовательская работа в БГАТУ – динамично развивающийся механизм, являющийся одним из определяющих факторов развития инновационного учебного заведения. В 2014 г. в структуре НИИМЭСХ планируется создание новых научных структурных подразделений: лаборатории с производственным участком по ремонту турбокомпрессоров авто-тракторных двигателей и вибробалансировки роторного оборудования, лаборатории послеуборочной очистки зерна и семян, опытного производства для изготовления сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин.

Университет открыт для контактов с учёными и научными центрами, предприятиями и специалистами по направлениям его научной деятельности. Мы будем рады, если для сотрудничества Вы выберете наш университет, наших учёных и специалистов.

УДК 631.171:338.36(476)

**О ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ
ПРОЦЕССОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ
ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА И ЕДИНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА**

**Л.А. Маринич¹, зам. министра, В.Г. Самосюк², к.э.н., доцент, ген. директор,
В.И. Володкевич², зав. лабораторией**

*¹Министерство сельского хозяйства и продовольствия РБ,
²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республики Беларусь*

Доктринами продовольственной безопасности государств-членов Таможенного союза (ТС) и Единого экономического пространства (ЕЭП) России, Беларуси и Казахстана предусматривается удовлетворение в полной мере потребностей в продукции растениеводства за счет собственного производства. Решение этой задачи может быть достигнуто благодаря увеличению объемов производства продукции растениеводства в специализированных, преимущественно крупных хозяйствах на основе реализации инновационных технологий. Такие инновации сочетают высокопродуктивные сорта культур, передовую агротехнику и взаимоувязанные комплексы перспективных средств механизации различной технологической конфигурации и производительности.

Мировое развитие средств механизации для этих целей в настоящее время определяется рядом устойчивых тенденций, преобладающее значение из которых имеют:

- создание и выпуск мобильных энергосредств (тракторы, универсальные энергетические средства и др.) с наборами машин и оборудования V и VI технологических укладов;

- охват данными комплексами машин наибольшего числа технологических операций производства с.-х. продукции начиная от подготовки почвы и посева (посадки) до хранения и первичной переработки в местах производства продукции с поставками ее потребителям.

В технологической цепочке Россия занимает первое место в мире по площадям пахотной земли, повышает культуру производства с.-х. продукции, традиции, кадровый и промышленный потенциал. Все развитые страны, обладающие значительно меньшими площадями, имеют свое сельхозмашиностроение и организуют новые производства техники, создают условия, когда ко всеобщей выгоде ведущие иностранные производители приходят в страну. Внутреннее производство с.-х. техники дополняется их импортом. Разрабатывать и производить отечественную с.-х. технику следует в рамках

современной промышленной политики, базовые принципы которой состоят в ориентации выпуска машин на обеспечение внутреннего спроса и успешной конкуренции с иностранными фирмами на внутреннем и внешних рынках. Поэтому страны-участницы ТС и ЕЭП должны выработать систему мер для реализации развития отечественного сельскохозяйственного машиностроения. Системный принцип развития механизации сельского хозяйства в странах-участницах ТС и ЕЭП может быть реализован только за счет формирования экономически обоснованной номенклатуры технологически взаимозавязанных технических средств.

В Республике Беларусь благодаря значительной поддержке государства за последние годы (2006-2012 гг.) поставлено: 10108 зерно- и 2650 кормоуборочных комбайнов, 17214 тракторов, 740 картофелеуборочных комбайнов, 1981 комбинированных почвообрабатывающих и 3840 почвообрабатывающе-посевных агрегатов, 8373 машин для внесения удобрений, 4574 пресс-подборщика, 3756 машин для химической защиты растений и ряд другой сложной сельскохозяйственной техники. Однако несмотря на это прогнозируемая обеспеченность хозяйств Республики Беларусь в 2013 году зерноуборочными комбайнами с пропускной способностью 10 и более кг/с составит не более 88,1%, кормоуборочными комбайнами с мощностью двигателя 300 и более л.с. – не более 47,4%, отечественными свеклоуборочными комбайнами – не более 48,5%, тракторами с мощностью двигателя 250 и более л.с. – не более 56,1%, почвообрабатывающе-посевными агрегатами с шириной захвата 6 и более метров – не более 81%, машинами для химической защиты растений и семян – не более 54,2%, зерновыми сеялками с внесением стартовой дозы удобрений – не более 10,8% и машинами для заготовки кормов из трав не более 50% (таблица 1).

По опубликованным данным рынок тракторной техники России включает собственное производство 28,4%, импорт из Республики Беларусь – 38,7% и других стран – 32,9%. Эксплуатируются почти 70% тракторов, отслуживших амортизационный срок, а количество тракторов возрастом до 5 лет составляет 8%, от 6 до 10 лет – 21% и более 10 лет – 71%. Для обработки введенных в севооборот 90 млн. га пашни в агротехнические сроки требуется иметь колесных тракторов класса 1,4-3,0 не менее 900 тыс. ед., а к 2015 году – около 990 тыс. ед. Недостаток тракторов приводит к значительному недобору урожая, который по данным российских источников доходит до 10-12 млн. тонн. Из-за крайне низкой обеспеченности в России современными тракторами энергообеспеченность на 100 га посевной площади составляет 150 л.с. при технологических необходимых 300-350 л.с. Производительность труда в растениеводстве в 7-10 раз ниже, а затраты энерго- и других материальных ресурсов в 1,5-2,5 раза больше, чем в высокоразвитых странах Европы. На закупку продовольствия и сельскохозяйственного сырья ежегодно затрачивается от 28 до 37

млрд. долларов США. Без технического переоснащения объектов эти задачи не могут быть успешно решены.

Таблица 1 – Прогнозируемая обеспеченность сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь основными видами техники в 2013 году

Наименование машин и оборудования	Технологическая потребность, ед.	Фактическое наличие на 01.01.2013 г., ед.*	Обеспеченность, %
Комбайны зерноуборочные с пропускной способностью 10 кг/с и выше	10700	9425	88,1
Комбайны кормоуборочные с мощностью двигателя 300 и более л.с.	3800	1800	47,4
Комбайны свеклоуборочные	1100	533	48,5
Погрузчики «Амкодор»	4900	4693	95,8
Тракторы с мощностью двигателя 250 и более л.с.	9000	5048	56,1
Автомобили грузовые общего и специального назначения	35000	22095	63,1
Комбинированные почвообрабатывающие посевные агрегаты шириной захвата 6 и более м	4500	3045	67,7
Плуги 8-9-и корпусные	5000	3638	72,8
Машины для внесения минеральных и органических удобрений	24000	13244	55,2
Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты шириной захвата 6 и более м	5000	3045	60,9
Сеялки зерновые с внесением удобрений	6000	643	10,8
Машины для химической защиты растений	8500	4610	54,2
Косилки тракторные шириной захвата 6 и более м	4500	1135	25,2
Прицепы специальные ПСС, ПСЕ	8435	6990	82,8
Пресс-подборщики для формирования крупногабаритных тюков, с одновременной обмоткой в сетку и упаковкой в стрейч-пленку	3500	406	11,6
Грабли-ворошилки, валкообразователи	7038	4594	65,3

* – по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь

В целом в странах-участниках ТС и ЕЭП динамика оснащения сельскохозяйственного производства сложной с.-х. техникой является отрицательной (таблица 2), т.е. проблемы стран-участниц ТС и ЕЭП схожи.

Таблица 2 – Динамика наличия тракторов, зерно- и кормоуборочных комбайнов в странах ТС и ЕЭП

Страна	Годы											
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Тракторы, тыс. ед.												
Россия	746,7	697,7	646,4	586,0	532,0	480,3	439,6	405,5	364,4	330,0	–	310,1
Беларусь	72,9	66,9	62,3	58,8	55,3	53,6	52,6	50,4	49,5	48,1	47,3	45,9
Казахстан	–	50,2	46,7	45,8	44,1	43,7	40,2	–	–	36,9	–	35,6
Кормоуборочные комбайны, тыс. ед.												
Россия	59,6	54,8	49,7	43,9	38,7	33,4	29,5	26,5	24,0	21,4	–	20,6
Беларусь	7,2	6,6	5,7	5	4	3,2	2,5	2	2	3,2	2,6	4,4
Зерноуборочные комбайны, тыс. ед.												
Россия	198,7	186,4	173,4	158,3	143,5	129,2	117,6	107,6	95,9	83,6	–	81,2
Беларусь	17,1	15,8	13,8	13,3	12,6	12,8	13,3	13	12,9	12,2	11,4	11,8
Казахстан	–	22,1	20,2	19,9	19,4	20,2	18,8	–	–	17,3	–	16,2

За последнюю пятилетку в России численность тракторов сократилась на 150,3 тыс. ед., или на 31,3%, кормоуборочных комбайнов – на 12 тыс. ед., или на 35,9%, зерноуборочных комбайнов – на 45,6 тыс. ед., или на 35,3%. В Республике Беларусь темпы сокращения техники за аналогичный период значительно ниже. Количество тракторов снизилось лишь на 5,5 тыс. ед. (на 10,3%) и зерноуборочных комбайнов – на 0,6 тыс. ед. (на 4,6%). Следует отметить, что в странах с развитым сельским хозяйством также отмечается тенденция сокращения абсолютной численности сельскохозяйственных машин, однако это не является показателем снижения технической оснащенности сельскохозяйственного производства. В США и Германии, например, сокращение парка технических средств происходит на фоне увеличения их мощности, совершенствования их конструкции и повышения надежности (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика наличия тракторов и зерноуборочных комбайнов в странах дальнего зарубежья

Страна	Годы							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Тракторы, тыс. ед.								
Германия	989	–	945	908	870	833	799	767
США	4504	–	4593	4552	4511	4471	4430	4390
Канада	729	–	733	733	733	733	733	733
Зерноуборочные комбайны, тыс. ед.								
Германия	110	–	101	101	97,2	93,1	89,2	85,5
США	477	–	409	397	384	372	359	347
Канада	104	–	94,2	91,7	89,1	86,5	83,9	81,3

В Республике Беларусь реализуется стратегия повышения уровня энергооснащенности производства за счет применения инновационной техники. Благодаря этому удалось замедлить темпы падения энергооснащенности за счет поставки сельскохозяйственным товаропроизводителям широкой номенклатуры машин и оборудования, отвечающих современному техническому уровню, конкурентоспособных как на внутреннем так и на внешнем рынках (рисунок 1).

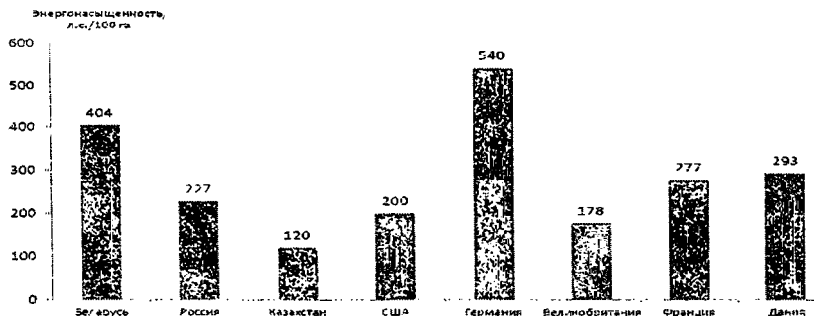


Рисунок 1 – Энергооснащенность сельскохозяйственного производства в странах ТС и ЕЭП, США и западной Европы

Республика Беларусь имеет один из самых высоких показателей энергооснащенности – 404 л.с. на 100 га за исключением Германии, где 540 л.с. на 100 га. Сокращение численности машинно-тракторного парка приводит к росту нагрузки пахотных и посевных площадей на единицу техники (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика нагрузки пахотных и посевных площадей на са-
моходную и уборочную технику ТС и ЕЭП и дальнего зарубежья

Страна	Годы											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Нагрузка пашни на трактор, га												
Россия	132	136	142	150	162	172	242	262	285	317	-	-
Беларусь	-	69	68	72	75	80	84	87	92	94	97	99
Казахстан	310	-	354	374	394	418	507	550	-	-	634	-
США	35	-	34	35	34	34	34	34	-	-	-	-
Германия	12	-	-	13	-	14	-	16	-	-	-	-
Канада	25,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нагрузка посевов кормовых культур на кормоуборочный комбайн, га												
Россия	434	443	463	478	501	516	560	600	627	674	738	-
Беларусь	-	348	355	421	449	572	721	857	1037	1062	646	-
Нагрузка посевов зерновых культур на зерноуборочный комбайн, га												
Россия	194	206	217	203	224	242	260	287	329	372	383	-
Беларусь	-	153	156	167	180	184	188	193	198	201	212	-
Казахстан	596	-	629	681	712	762	733	819	-	-	-	-
Германия	64	-	69	68	72	73	-	78	-	-	-	-
США	123	-	131	146	148	153	-	182	-	-	-	-
Канада	-	-	-	-	-	-	-	229	-	-	-	-

Так, например, в Беларуси в период с 2001 по 2011 годы нагрузка на трактор увеличилась более чем на 30 га (на 45%), на кормоуборочный комбайн – в

1,9 раза и на зерноуборочный комбайн – почти на 40% (со 153 до 212 га посевов зерновых). Влияние вышеуказанных факторов на результаты хозяйственной деятельности в странах ТС и ЕЭП в ближайшие годы может стать определяющим, поскольку потери продукции вследствие нарушения агросроков, недостаточной обеспеченности и низкой надежности работы изношенной техники приведут к резкому снижению эффективности производства продукции. Поэтому важно принять меры не по замене тракторов и сельхозмашин на новые с прежними техническими характеристиками, а обновить их парк техническими средствами качественно нового поколения, которые обеспечат существенный рост производительности труда, экономию топлива и энергии, создадут в полеводстве оптимальные условия для возделывания сельскохозяйственных культур и в конечном итоге – возможность реализовать наиболее перспективные машинные технологии, сделать конечный результат труда предприятий, сельскохозяйственную продукцию, дешевой и конкурентоспособной. Для повышения уровня технического обеспечения производителей сельскохозяйственной продукции России, Беларуси и Казахстана необходима единая техническая политика в области сельскохозяйственного машиностроения, научной основой которой должна стать система инновационных машинных технологий ТС и ЕЭП (далее – Система машин). Предлагаемая к разработке Система машин должна базироваться на создании техники, обеспечивающей возможность полнокомплектной ее поставки для инновационных технологий; сбалансированности создания и освоения производства машин и оборудования, исходя из реальных финансовых возможностей; потенциала научно-исследовательских и конструкторских организаций и организаций-изготовителей сельскохозяйственной техники; максимальной эффективности в сфере производства и использования техники; рациональном ограничении номенклатуры технических средств; сокращении металло- и энергоемкости путем создания оптимальных типоразмерных рядов; агрегатной унификации и универсализации машин, автоматизации и компьютеризации технологических процессов. Учеными Центров НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, по животноводству, земледелию, картофелеводству и плодоовощеводству и Института системных исследований в АПК с участием специалистов Минсельхозпрода, Минпрома, ГКНТ и других заинтересованных проделана значительная работа по формированию и реализации Системы машин для растениеводства на 2006-2010 годы и на период до 2020 года, которая базируется на новейших достижениях в области механизации сельского хозяйства. Целью разработанной Системы машин является создание и освоение производства недостающих средств механизации для реализации инновационных технологий производства основных видов продукции растениеводства. Концепция базируется на комплексном подходе к разработке, производству и полнокомплектной поставке в хозяйства республики технических средств; сба-

лансированности создания и освоения производства машин и оборудования, исходя из реальных финансовых возможностей хозяйств, потенциала научно-исследовательских и конструкторских организаций и организаций-изготовителей сельскохозяйственной техники; максимальной эффективности в сфере производства и использования техники; рациональном ограничении номенклатуры технических средств, сокращении металло- и энергоемкости за счет создания оптимальных типоразмерных рядов, агрегатной унификации и универсализации машин; автоматизации и компьютеризации технологических процессов. Формируемая в республике Система машин на указанный период предусматривает поэтапную ее реализацию.

На первом этапе реализации Системы машин (2006-2010 годы) предусматривалось создание и освоение производства машин для сокращения закупок импортных аналогов, обеспечения агрегатирования с отечественными тракторами мощностью до 250 л.с., механизации уборки урожая зерноуборочными комбайнами с пропускной способностью до 12 кг/с, послеуборочной доработки зерна на зерноочистительно-сушильных комплексах производительностью до 30 плановых тонн в час, замена морально изношенной и низко производительной техники и оборудования для производства кормов, картофеля, овощей и льноволокна. В результате реализации Системы машин первого этапа в растениеводстве удалось сократить поставки машин из-за рубежа, создать и освоить производство тракторов Беларус-1522/2022/2522/3022, оразмерный ряд машин для обработки почвы и посева. Это позволило в растениеводстве снизить эксплуатационные затраты на производство зерна до 20%, сахарной свеклы – до 15%, картофеля – до 40% и кормов из трав и силосных культур – до 20%; в животноводстве и птицеводстве – удельные затраты труда в 1,2-1,3 раза, расход кормов на 25-30%, электроэнергии на 25-30% и котельно-печного топлива на 15-20%.

Второй этап реализации Системы машин (2011-2015 годы) предусматривает дальнейшее сокращение поставок машин из-за рубежа, на 40-50% обновление машинно-тракторного парка более высокопроизводительными машинами и оборудованием, системы точного земледелия и на этой основе повышение конкурентоспособности производимой продукции растениеводства. Это позволит на 65-70% достичь показателей удельных затрат труда, топлива и электроэнергии на производство единицы продукции растениеводства в лучших европейских странах.

На третьем этапе реализации Системы машин (2012-2020 годы) предусматривается создание отечественных тракторов с мощностью двигателя до л.с., высокопроизводительного комплекса почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегатов шириной захвата 12 и более м, зерноуборочных комбайнов с пропускной способностью до 16 кг/с и кормоуборочных комбайнов мощностью двигателя 600 и более л.с. Особое внимание будет уделено развитию синергистической комбинации машиностроения, электронной

техники, компьютерных разработок, теории автоматического управления и проектирования систем, имеющей целью создать, спроектировать и произвести систему машин и оборудования нового поколения, базирующуюся на технологической платформе мехатроника в части интересов агропромышленного комплекса и создать инструментально-технологические концепции точного растениеводства на базе интегрированных локальных цифровых систем контроля и управления в сочетании с системами идентификации. Необходимо выйти на новый уровень создания роботизированных систем в растениеводстве. Работы по данной технологической платформе в России включены в перечень критических технологий XXI века. В итоге это позволит приблизиться вплотную к показателям удельных затрат на производство сельскохозяйственной продукции лучших зарубежных стран (таблица 6): снизить удельные затраты труда при производстве продукции зерновых и зернобобовых культур на 60%, сахарной свеклы – 45%, кукурузы на силос – 50%, картофеля – 60% и затраты топлива – на 35-45%.

Таблица 6 – Эффективность реализации системы машин в растениеводстве

Наименование продукции	Затраты труда, чел.-ч/т		Расход электроэнергии, кВт·ч/т		Расход условного топлива, кг у.т/т	
	фактические	прогнозируемые	фактический	прогнозируемый	фактический	прогнозируемый
Зерно	3,5–4,2	2,5–2,8	4,5–5,5	3,5–4,0	55–60	30–35
Картофель	5,5–6,0	3,0–3,5	8–10	6–8	25–30	8–10
Корма:						
сено	0,7–0,8	0,4–0,5	–	–	7,0–7,4	3,4–3,6
сенаж	0,4–0,5	0,3–0,4	–	–	6,0–6,2	3,4–3,6
силос	0,2–0,3	0,2–0,3	–	–	3,5–3,6	3,0–3,2
Сахарная свекла	5,0–5,5	3,8–4,0	–	–	–	–
Льнопродукция	35–40	30–33	400–450	350–380	115–125	85–100
Овощи (открытый грунт)	10–15	8–10	6–8	4–5	10–12	6–8

УДК 631.3.:005.934.4

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ И РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н.А. Лабушев¹, ген. директор, В.П. Миклуш², к.т.н., профессор, декан,
А.С. Сайганов³, д.э.н., профессор

¹РО «Белагросервис», ²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», ³«Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Изложены основные направления модернизации ремонтно-обслуживающей базы и развития технического сервиса в АПК Республики Беларусь. В перспективе организационная структура технического сервиса в АПК, с учетом ее модернизации, должна обеспечить системное взаимодействие сельскохозяйственных товаропроизводителей с организациями республиканского, регионального и районного уровней с целью обеспечения высокого уровня работоспособности сельскохозяйственной техники.

Введение

На современном этапе развития общества основной целью аграрной политики государства является формирование эффективного конкурентоспособного агропромышленного сектора экономики обеспечивающего продовольственную безопасность страны и интеграцию в мировое сельскохозяйственное производство и рынки продовольствия.

Создание развернутой и хорошо организованной в технологическом и техническом аспектах сети организаций технического сервиса является непременным условием успешной работы аграрного сектора экономики.

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.

Основная часть

В Республике Беларусь интенсивное развитие системы технического сервиса получило с начала образования в 2003 году Республиканского объединения «Белагросервис». Материальной базой сервисных структур явились существующие ремонтно-обслуживающие организации агросервиса.

В настоящее время в структуре организаций агросервиса функционирует 118 ремонтных мастерских, 108 станций технического обслуживания машинно-тракторного парка, 62 станции технического обслуживания оборудования животноводческих ферм, 18 ремонтных заводов (из них пять

специализированных мотороремонтных предприятий. Создана и успешно функционирует «Информационно-Поисковая Система», использование которой позволило значительно улучшить организацию производственно-технического, материально-технического и агрохимического обеспечения АПК, оперативно решать вопросы сервисного сопровождения сельскохозяйственной техники.

Предприятиями агросервиса оказываются услуги по техническому обслуживанию и ремонту двигателей ЯМЗ 238/240, Д-260, Д-240/245, СМД-31, «Детройт-Дизель» «Дойц» и других автотракторных и комбайновых двигателей, коробок перемены передач к тракторам К-700/701, «Беларус-80/82/1221/1523, топливной и гидроаппаратуры, оборудования животноводческих ферм.

На станциях технического обслуживания предприятий агросервиса ремонтируются и проходят техническое обслуживание практически все модели современной самоходной высокопроизводительной отечественной и зарубежной техники: тракторы «Беларус»-1221/1523/2022/2522/2822/3022/3522 зерноуборочные и кормоуборочные комбайны КЗС-7, КЗР-10, КЗС-10К, Лида-1300, Лексион-480/580, Мега-208/218, КВК-800, Ягуар-840 и др. техника. Предприятия агросервиса ведут работы по монтажу и сервисному сопровождению современного доильного и ходильного оборудования фирм «Вестфалия», «Итек», «Кросно» и др.

Для обеспечения сельскохозяйственных организаций современной техникой на 30 предприятиях агросервиса освоено производство более 50 различных машин и оборудования. Изготавливается более 350 наименований запасных частей к импортной технике.

В настоящее время (на начало 2014г.) в системе РО «Белагросервис» совместно с предприятиями-изготовителями функционирует 95 дилерских технических центров по гарантийному и послегарантийному обслуживанию сельскохозяйственной техники и оборудования. Из них 29 дилерских центров ПО «МТЗ» (30,5%); 11 – РУП «МАЗ» (11,6%); 17 – ОАО «Бобруйскагромаш» (17,9%); 9 – ОАО «Лидиагромаш» (9,5%); 18 – ПО «Гомсельмаш» (18,9%) и 11 – ОАО «Амкордер» (11,6%) (табл. 3.3).

Действующая дилерская сеть имеет четкую специализацию, при которой, во-первых, зона обслуживания одним дилерским центром не ограничивается масштабом того или иного района, а имеет межрайонный уровень. Во-вторых, дилерские предприятия, как правило, проводят гарантийное и послегарантийное обслуживание техники не одного, а нескольких заводов-изготовителей, что подчеркивает их комплексную многоцелевую направленность. Дилерские центры обеспечивают выполнение объемов работ по техническому сервису машин и оборудования, как в гарантийный, так и в послегарантийный периоды эксплуатации. Средний срок устране-

ния отказов по сложной сельскохозяйственной технике в основном (90%) составляет не более одних суток, в остальных случаях не более 5.

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). Дилерскими центрами заключены договора на гарантийное и послегарантийное обслуживание доильных залов, выпускаемых ОАО «Гомельагрокомплект», ОАО «Завод Промбурвод» и зарубежной фирмы «Вестфалия». Всего в Республике Беларусь эксплуатируется более 700 комплектов современного доильного оборудования отечественного и импортного производства.

Таким образом за небольшой промежуток времени в республике создана достаточно развитая сеть дилерских технических центров, позволившая значительно повысить готовность сельскохозяйственной техники, путем предоставления сельскохозяйственным производителям широкий перечень услуг технического сервиса.

Программой развития технического сервиса предусматривается расширить сеть дилерских технических центров, сходя из расчета обслуживания одним таким центром хозяйств, расположенных не более чем в трех административных районах.

Как показывает практика, создание технических центров в каждом районе республики требует значительных инвестиций, что для небольших по количеству обслуживаемых парков высокопроизводительной техники (мощных тракторов «Беларус» класса 4–5 тонн, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов ПО «Гомсельмаш», ОАО «Лидагропроммаш», автомобилей ОАО «МАЗ», техники производства ОАО «Бобруйскагромаш» и ОАО «Амкордор» др.) экономически нецелесообразно. Это связано с необходимостью оснащения их сложным технологическим оборудованием и невозможностью обеспечением его эффективной загрузки. Кроме того, в небольших по мощности технических центрах достаточно сложно использовать в полной мере квалифицированных специалистов-ремонтников и создать требуемый уровень материальных запасов.

Создание многоцелевых технических центров не исключает наличие ремонтно-обслуживающей базы в каждом административном районе (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 проведен-

ных 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. Несложные виды технических обслуживаний и текущих ремонтов (устранение отказов первой и второй групп сложности) необходимо выполнять на производственной базе хозяйств, эксплуатирующих сельскохозяйственную технику.

Маркетинговые исследования спроса и предложения на услуги ремонтно-обслуживающих предприятий свидетельствуют о том, что для того чтобы потребитель сделал выбор между покупкой нового агрегата (узла) и восстановлением изношенного, он должен иметь информацию об удельных затратах средств на единицу восстановленного ресурса по сравнению 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 узла в расчете на установленный ресурс заводом-изготовителем.

Необходимо отметить, что предприятия технического сервиса являются сложными техническими системами и перейти на рыночную концепцию управления за короткие сроки не представляется возможным. Эта сложнейшая 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. Поэтому особое место для предприятий технического сервиса занимает технологическая подготовка производства способная быстро реагировать на изменение номенклатуры услуг технического сервиса.

Созданная в период существования СССР ремонтно-обслуживающая база имела трехуровневую структуру и в основном была ориентирована на полнокомплектный капитальный ремонт машин и их составных частей. В постсоветский период потенциальные возможности ее использования были ограничены в связи с ростом цен на запасные части, ремонтные материалы, энергоносителей, увеличением затрат на амортизацию оборудования и производственных площадей. Складывающиеся в связи с этим цены на трудоемкие и материалоемкие ремонтные работы стали непривлекательны для хозяйств-владельцев техники. По этим и другим причинам изменилась структура ремонтно-обслуживающей базы. Сократилось число ремонтных предприятий республиканского, областного и районного уровней, снизилась их загрузка. Основной объем ремонтно-обслуживающих работ переместился в мастерские хозяйств, которые недостаточно оснащены технологическим оборудованием и оснасткой, необходимой для выполнения всех работ в соответствии с требованиями технической документации.

В настоящее время развитие ремонтно-обслуживающего производства происходит в соответствии с учетом тех изменений, которые произошли в отрасли с переходом к рыночному механизму регулирования экономики, и предполагает формирование новых, более эффективных и гибких организационных структур. Участниками и исполнителями технического сервиса машин и оборудования в АПК являются (рис.1):

- сельскохозяйственные товаропроизводители (сельскохозяйственные производственные кооперативы, агросервисные формирования, крестьянские (фермерские) хозяйства);
- исполнители работ (услуг) технического сервиса (региональные фирменные технические центры заводов-изготовителей и РО «Белгросервис» (специализированные и многофункциональные), ремонтные заводы, специализированные мастерские и цехи по ремонту машин, оборудования и их составных частей, восстановлению изношенных деталей, районные ремонтно-обслуживающие предприятия (райагросервисы), независимые дилерские сервисные предприятия);
- заводы-изготовители сельскохозяйственной техники (тракторов, комбайнов, сельскохозяйственных машин, животноводческого и птицеводческого оборудования),
- заводы - изготовители комплектующих изделий, средств технологического оснащения предприятий технического сервиса.

В Республике Беларусь ремонтно-обслуживающая база до настоящего времени сохранила трехуровневую структуру, включающую:

- ремонтно-обслуживающие подразделения и производства сельскохозяйственных организаций и предприятий, эксплуатирующих технику;
- ремонтно-обслуживающие подразделения районного уровня;
- специализированные ремонтные предприятия и дилерские технические центры заводов-изготовителей регионального и республиканского уровня.

Структура, размеры и функции объектов ремонтно-обслуживающей базы обусловлены работами, выполняемыми при обслуживании и ремонте машин. Часто повторяющиеся и технически несложные виды работ, не требующие оборудования, сложных приборов, выполняют на местах работы или хранения машин и оборудования (или вблизи от них) без вывода из эксплуатации (передвижные ремонтные мастерские, агрегаты ТО, пункты технического обслуживания).

Для выполнения технологически сложных ремонтных работ необходимо иметь предприятия более высокой оснащенности (центральные ремонтные мастерские, станции технического обслуживания, цехи по ремонту сложных машин, мастерские общего назначения и др.) с частичным выводением машин и оборудования из эксплуатации.



Рисунок 1 – Организации - участники технического сервиса сельскохозяйственной техники

Ремонтные и другие работы высокой сложности (восстановление деталей) следует выполнять на предприятиях с высокой оснащенностью производства, соответствующей специализацией рабочих и инженерно-технических работников.

Главное назначение ремонтно-обслуживающей базы – максимальное удовлетворение потребности сельского товаропроизводителя, а также предприятий перерабатывающих отраслей АПК в поддержании и восстановлении работоспособности машин и оборудования.

В перспективе организационная структура технического сервиса в АПК, с учетом ее модернизации, должна обеспечить системное взаимодействие сельскохозяйственных товаропроизводителей с организациями республи-

канского, регионального и районного уровней с целью обеспечения высокого уровня работоспособности сельскохозяйственной техники (рис. 2.)

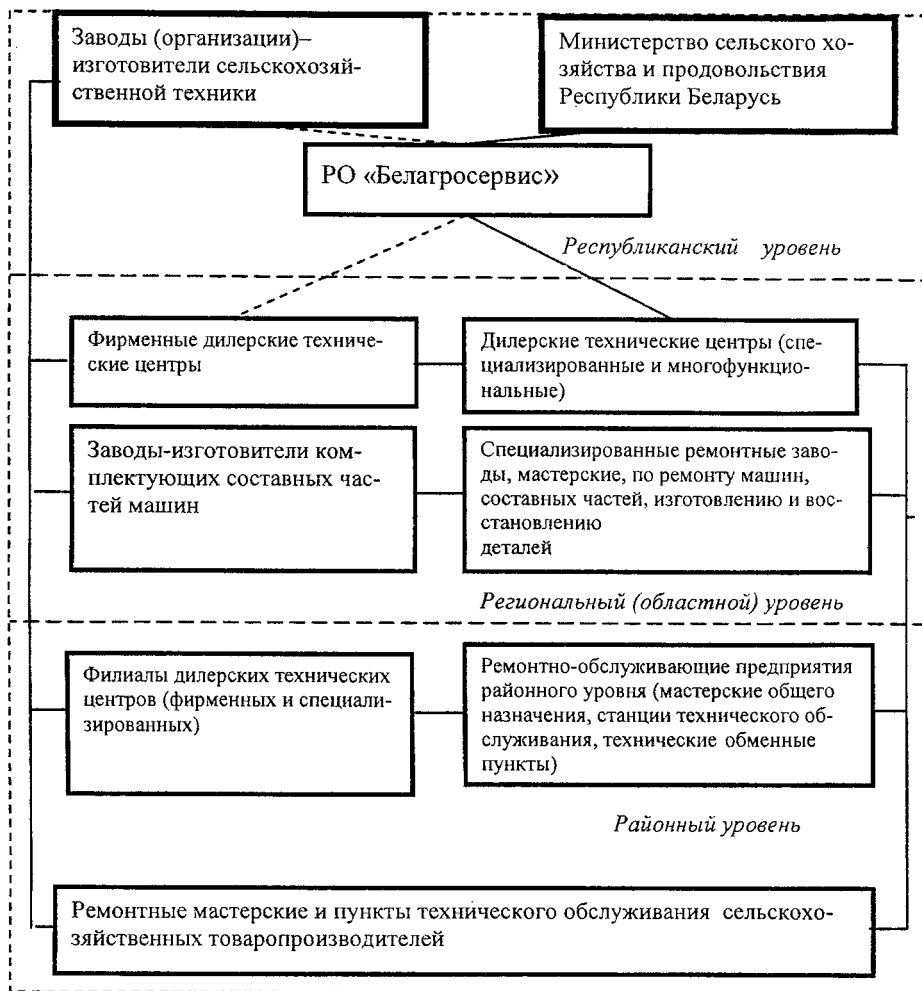


Рисунок 2 – Структурная схема системы технического сервиса по уровням организации

Основными исполнителями услуг технического сервиса являются:

- ремонтно-обслуживающая база сельскохозяйственных товаропроизводителей;

- дилерская сеть (дилерские, технические центры, ремонтно-обслуживающие и другие предприятия, выполняющие услуги на районном и региональном уровне);

- модернизированные на высокотехнологичном уровне, под эгидой заводов-изготовителей региональные мотороремонтные и агрегаторемонтные предприятия, цехи, участки, производства по восстановлению изношенных деталей, универсальные ремонтные центры и т.д.

Стратегия модернизации ремонтно-обслуживающей базы и развития технического сервиса в АПК должна иметь поэтапное его построение, имея конечную цель – организацию высокоэффективной системы технического сервиса по опыту развитых стран с рыночной экономикой. При этом следует акцентировать внимание на следующих основных направлениях и приоритетах.

1. Повышение работоспособности и эффективности использования имеющегося парка машин и оборудования в сельском хозяйстве, позволяющего стабильно поддерживать национальную продовольственную безопасность страны и расширять экспорт продукции.

С этой целью необходимо обеспечить:

- формирование и стимулирование развития рыночной сферы технического сервиса, в которой в соответствии с принятым законодательством запрещается продажа техники без организации ее сервисного сопровождения на базе ремонтных заводов, специализированных и мастерских общего назначения, станций технического обслуживания автомобилей, тракторов, оборудования животноводческих ферм, цехов по ремонту комбайнов одновременно по трем основным направлениям, предусматривающим фирменный сервис заводов-изготовителей, технический сервис с участием независимых дилерских компаний, а также сервис силами самого потребителя техники;

- формирование системы фирменного технического сервиса, где в качестве головного центра выступает непосредственно фирма-изготовитель. Функции регионального центра (как правило, одного на область) должны осуществлять либо заводы по ремонту машин данной марки или вновь созданные, например, на базе районных агросервисных организаций, укомплектованные необходимым оборудованием и обслуживающим персоналом. Дилерские пункты фирменного сервиса рекомендуется формировать в составе базовых обслуживающих структур районного уровня, где завод-изготовитель будет иметь свою долю акций. При этом целесообразна организация гарантийного и послегарантийного сервиса на договорной основе между производителями машин и различными ремонтно-обслуживающими предприятиями;

- технический сервис с участием специализированных и многофункциональных дилерских центров, формирование которых рекоменду-

ется осуществлять преимущественно на базе обслуживающих организаций районного уровня (ОАО «Райагросервис» «Межрайагросервис» и др.).

При этом следует осуществить:

- модернизацию мотороремонтных и агрегаторемонтных производств на основе внедрения передовых технологий ремонта, обеспечивающих ресурсо- и энергосбережение, а также уровень качества отремонтированных двигателей и агрегатов не менее 80% от новых;
- приоритетное развитие цехов и участков по ремонту топливной аппаратуры, агрегатов гидросистем (гидронасосы, распределители), электрооборудования (генераторы, стартеры), коммутационных элементов.
- разработать технологии и осуществить модернизацию на промышленной основе имеющегося машинного парка с участием заводоизготовителей и специализированных ремонтных предприятий. При этом для заводоизготовителей совершенствование конструкций выпускаемых машин целесообразно на основе использования наиболее надежных агрегатов, узлов, других составных частей и комплектующих, в том числе производства ведущих мировых фирм. Это направление может иметь важное значение также для придания новых качеств стареющему парку машин в условиях специализированных ремонтных предприятий. Актуальным является также использование и замена отдельных быстроизнашивающихся деталей на более качественные, упрочненные;
- наращивание производств по восстановлению изношенных деталей как альтернативу расходу новых на обслуживание стареющего парка машин, а следовательно, сокращение затрат на поддержание техники. При этом инициатива должна принадлежать ремонтным предприятиям, так как их экономический интерес возрастает практически пропорционально росту стоимости запасных частей и аналогичен заинтересованности в развитии вторичного рынка машин.
- создание в каждом регионе универсальных ремонтных центров (по образцу Российской Федерации), оснащенных высокопроизводительным технологическим оборудованием и оснасткой, использующие инновационные технологии при ремонте составных частей машин, восстановлении и упрочнении деталей.

2. Лицензирование всех ремонтно-обслуживающих предприятий, сертификация выполняемых ими работ и услуг. Это обусловливается необходимостью обеспечить ответственность за качество выполняемых работ и предоставляемых услуг, что позволяет удерживать агросервисные предприятия в рамках определенной технологической дисциплины, действующих стандартов. При этом важно постоянно и направленно информировать о результатах сертификации, случаях применения соответствующих штрафных санкций для производителей услуг без сертификата. Систематический мониторинг деятельности аттестованных предприятий, реклама сертифицирован-

ных услуг могут придать этой работе массовый характер, окажут решающее влияние на качество ремонта, обеспечение экологической и технической безопасности отремонтированных машин.

3. Эффективное использование технического потенциала на основе развития агросервисных кооперативных формирований, что способствует решению двух основных задач:

- удовлетворение платежеспособного спроса сельскохозяйственных товаропроизводителей в выполнении механизированных работ, в первую очередь в полеводстве (вспашка, заготовка кормов, уборка урожая и т.д.) и животноводстве;

- освоение и внедрение прогрессивных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

4. Создание рынка поддержанной техники.

За рубежом в течение 20 – 30-летнего срока службы тракторы, комбайны и автомобили перепродаются 2 – 3 раза, переходя от одного собственника к другому. Одна из основных причин распространения такой тенденции в Беларуси связана с повышением цен на новые машины, значительно опережающих рост стоимости продукции растениеводства и животноводства, а также низкая платежеспособность преобладающего числа товаропроизводителей. При этом потенциальными покупателями на вторичном рынке машин являются, как правило, более слабые хозяйства.

Создание полноценного вторичного рынка техники открывает новые перспективы в оптимизации использования ресурсного потенциала эксплуатируемых машин и организации их сервиса. Появляется возможность влиять на этот процесс не только периодичностью проведения технического обслуживания и ремонта, обоснованием необходимости списания машины, ее заменой на новую аналогичную или улучшенную, но и маневром, включающим приобретение поддержанной более низкой стоимости, но с достаточным для решения конкретной хозяйственной задачи остаточным ресурсом, а также эксплуатацию высокопроизводительной, частично компенсировав затраты за счет продажи ранее использованной.

Товарный фонд вторичного рынка машин может формироваться за счет модернизации и капитального ремонта на заводах-изготовителях и ремонтных предприятиях списанной и физически изношенной техники, а также замены в экономически сильных сельскохозяйственных организациях морально устаревших машин на технику нового поколения.

5. Становление системы технического сервиса как единой и целостной интеграционной структуры.

Основные направления развития технического сервиса целесообразно рассмотреть на трех уровнях управления: на уровне хозяйств, на районном уровне (различные станции технического обслуживания, мастерские общего назначе-

ния, дилерские технические центры (пункты) и др.) и областном (республиканском) уровне (специализированные мастерские, ремонтные заводы, региональные дилерские технические центры, универсальные ремонтные центры и др.).

Технический сервис на уровне хозяйств – это, главным образом, организация эффективного использования, хранения, обслуживания и ремонта техники. Проведенные исследования показали, что в ближайшей перспективе основной объем работ по техническому обслуживанию и ремонту техники будет, как и сейчас, выполняться непосредственно на месте ее эксплуатации у потребителя силами специализированных групп ремонтников с участием механизаторов. В зависимости от производственной возможности базы сельскохозяйственных организаций они способны выполнять порядка 50 – 80% от общего объема ремонтно-обслуживающих работ.

В каждом административном районе республики имеется производственно-технический потенциал, включающий в себя специализированные или общего назначения мастерские, станции технического обслуживания автомобилей, тракторов, оборудования животноводческих ферм, цехи по ремонту комбайнов, сложились кадры высококвалифицированных специалистов. Рациональное использование этого потенциала в интересах сельских товаропроизводителей может и должно дать ощутимый положительный результат. Наличие специального оборудования и профессиональных кадров позволяет районным сервисным предприятиям осуществлять на высоком уровне такие работы, которые многие хозяйства не в состоянии выполнить самостоятельно. Более того, они по своему положению могут играть роль ключевого звена во всей системе технического сервиса в АПК, при этом возлагая на себя следующие выявленные нами основные функции:

- изучение спроса и реклама новой техники, обучение механизаторов правильной эксплуатации машин, повышение их квалификации;
- обеспечение хозяйств всеми средствами механизации, запасными частями и ремонтно-эксплуатационными материалами; организация диагностики, досборка и доставка машин в хозяйство, наладка и пуск в работу сложных машин и оборудования;
- выполнение работ, связанных с применением специальной техники и оборудования (улучшение лугов и пастбищ, заготовка торфа, транспортные услуги, разделка и вывоз металлолома, изготовление и монтаж металлоконструкций и т.д.);
- организация пунктов проката специальной сельскохозяйственной техники (дорогостоящей, кратковременного использования);
- покупка у хозяйств старой, изношенной техники, разборка, дефектация, ремонт и последующая свободная продажа с гарантией по договорным ценам деталей, узлов, агрегатов или полнокомплектных машин любым покупателям;
- изготовление нестандартного оборудования, металлоконструкций и средств малой механизации;

- производство товаров народного потребления и оказание услуг населению, включая ремонт легковых автомобилей, малогабаритной и другой техники, находящейся в крестьянских хозяйствах и личном пользовании граждан;
- техническое обслуживание и текущий ремонт наиболее сложной техники (например, ТО-3 и сложный текущий ремонт для тракторов «Беларус-2522/2822/3022/3522» и др.), обслуживание и ремонт электронного оборудования, гидравлических устройств высокого давления, автомобилей, оборудования животноводческих ферм с помощью передвижных средств;
- ремонт наиболее сложной техники, узлов и агрегатов по заказу хозяйств как собственными силами, так и путем доставки их на специализированные ремонтные предприятия с выдачей заказчику готовых изделий из обменного фонда.

Районные сервисные предприятия в зависимости от производственных возможностей могут предоставлять услуги в размере 10 – 30% общих объемов по выполнению наиболее сложных ремонтно-обслуживающих работ.

На современном этапе целесообразно расширение сферы деятельности ремонтных предприятий регионального (республиканского) уровня. Специализированные ремонтные заводы и мастерские также могут осуществлять посреднические функции по ремонту отдельных машин, их узлов и агрегатов между потребителями и изготовителями техники.

Основой научно-технического прогресса в сфере централизованного ремонта агрегатов и машин должно являться повышение качества выполняемых работ на базе интенсификации производства и внедрения новых технологических процессов; развитие прямых производственных связей с заводами-изготовителями техники; создание совместных фирменных ремонтных предприятий; применение современного металлообрабатывающего и контрольно-испытательного оборудования; всемерное развитие методов и средств восстановления деталей с использованием упрочняющих технологий, плазменной и лазерной техники и др.

Специализированные ремонтные предприятия должны обеспечить выполнение ремонтных работ высокой технологической сложности в размере 10–20% общих объемов по всей системе технического сервиса.

Для защиты интересов товаропроизводителей должна быть создана независимая система оценки (сертификации) качества технического сервиса, финансируемая органами государственного управления или межхозяйственными ассоциациями потребителей услуг.

Основной функцией инженерных служб специализированных ремонтных предприятий должно являться высокое качество отремонтированной продукции, обеспечивающей безотказность и ресурс на уровне новой, снижение себестоимости ремонтных работ до нормативных значений.

Таким образом основой дальнейшего совершенствования организации системы технического сервиса на современном этапе развития сельскохозяйственного производства является:

- обязательное участие заводов-изготовителей в выполнении всего комплекса работ технического сервиса для полного и своевременного удовлетворения потребностей товаропроизводителей во всех отраслях АПК;
- оптимизация размещения сети предприятий и производств технического сервиса с целью исключения монополизма в этой сфере;
- совершенствование организационных форм и технологий ремонта и технического обслуживания машин в связи с обеспечением их надежной и эффективной работы; формирование прокатных пунктов, использование положительного опыта машинно-технологических станций по выполнению сельскохозяйственных работ;
- создание разнообразным товаропроизводителям в сельском хозяйстве свободного выбора исполнителей ремонтно-обслуживающих работ за счет развития рынка услуг, конкуренции в деятельности ремонтно-обслуживающих предприятий и производств всех уровней;
- приведение в соответствие со спросом на услуги структуры действующих мощностей ремонтно-обслуживающей базы АПК, включая изготовление новых средств и деталей, внедрение достижений научно-технического прогресса с учетом технической, экономической и социальной политики в новых условиях хозяйствования;
- оказание услуг потребителям средств механизации с целью prolongации срока службы машин, приобретения их у пользователей после срока эксплуатации, восстановления и реализации на вторичном рынке по льготным ценам с гарантией;
- своевременное обеспечение потребителей запасными частями, восстановленными узлами и агрегатами;
- углубление кооперации между ремонтно-обслуживающими предприятиями и заводами-изготовителями машин; развитие новых организационных форм оказания услуг (межхозяйственных ассоциаций по производственно-техническому обслуживанию, региональных технических центров); применение дилерской модели в предоставлении услуг потребителям и др.

Одной из важных проблем развития системы технического сервиса в АПК является включение в поле его деятельности информационных и консультационных услуг, а также услуг по подготовке кадров, мониторингу потребностей и запросов потребителей.

Заключение

Стратегия модернизации ремонтно-обслуживающей базы и развития технического сервиса в АПК должна иметь поэтапное его построение, имея конечную цель – организацию высокоэффективной системы технического

сервиса по опыту развитых стран с рыночной экономикой. Совершенствование организационных форм и экономических взаимоотношений организаций технического сервиса с потребителями услуг, должно быть направлено на взаимную заинтересованность, обеспечение материальной и правовой ответственности за выполнение услуг в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации машин и оборудования. Это позволит сократить удельные затраты на техническое обслуживание и ремонт на 35-40%, увеличить технический ресурс агрегатов и узлов машин на 15 - 20%, довести уровень технической готовности парка машин до 96-98%.

Литература

1. Государственная программа устойчивого развития села на 2011 – 2015 годы. Указ Президента Республики Беларусь № 342 от 1 августа 2011 г.
2. Сайганов, А.С. Повышение эффективности функционирования системы производственно-технического обслуживания сельского хозяйства: Монография / А.С. Сайганов; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 311 с.
3. Технический сервис машин и оборудования в животноводстве: учебное пособие / В.П. Миклуш, Н.В. Казаровец, Н.А. Лабушев [и др.]; под. ред. В.П. Миклуша. – Минск: БГАТУ, 2013. – 448 с.

Abstract

The paper is devoted to the main directions of modernization in the sphere of maintenance and technical service in the Agro-industrial complex of Belarus. It is pointed out that such modernized structure of technical service in the AIC must ensure the system co-operation between farm producers and district organizations in order to guarantee the high level farm machinery capacity.

УДК 721.785

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ СМЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Г.Ф. Бетенья¹, к.т.н., доцент, Г.И. Анискович¹, к.т.н., доцент,
В.С. Голубев², к.ф.-м.н., А.Н. Давидович², к.т.н.,

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²ГНУ ФТИ НАН Б, г. Минск, Республика Беларусь

В статье приведены результаты исследований по разработке и применению отечественных упрочняющих технологий при изготовлении деталей ра-

бочих органов сельскохозяйственных машин по техническому уровню не уступающих лучшим мировым аналогам. К числу технологических решений относятся: технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью с печного нагрева; технология формообразования лезвийной части термопластической обработкой на станах продольной и поперечной прокатки; плазменные и лазерные упрочняющие технологии, которые являются высокопроизводительными, экологически чистыми и отвечают требованиям по энерго- и ресурсосбережению.

Введение

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 (55ПП, 60ПП, 55РП и др.)

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, наплавка) 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.

Основная часть

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. 1а. Заготовка укладывается поперек заходной части неподвижного клинового инструмента. Подвижный клиновой инструмент перемещается параллельно неподвижному, внедряется в заготовку, вызывая ее вращение. Оба клиновых инструмента имеют боковые грани *М*, которые заставляют перемещаться избытки металла по направлению к торцам, тем самым удлиняя заготовку. Оставшаяся часть металла профилируется калибрующими поверхностями *К* инструмента, приобретая их негативный профиль. Так, непрерывно перекатывая заготовку вдоль неподвижного клинового инстру-

мента, последовательно от центральной части к торцам, оформляют требуемый профиль детали.

Толщина обжимаемого валком слоя металла δ (рис. 16) ограничивается условием поперечного захвата заготовки валком. при очень больших величинах δ возможно буксование вала о заготовку.

На заключительной стадии прокатки специальными ножами, установленными по обе стороны инструмента, отрезают избытки металла от окончательно спрофилированной детали. Прокатанную деталь удаляют, а подвижный инструмент возвращается в исходное положение.

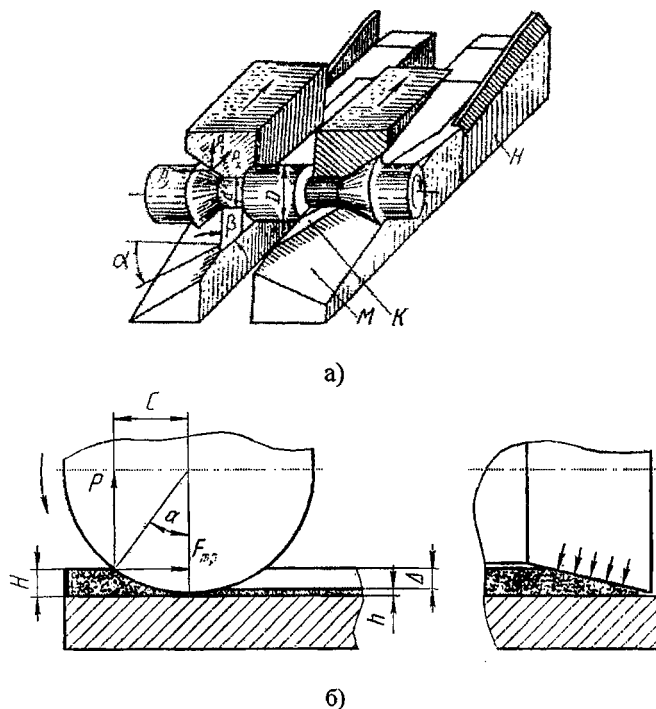


Рисунок 1 – Схемы поперечно-клиновой прокатки (а) и действия сил, возникающих на площадке контакта конического вала с заготовкой (б)

Геометрия клинового инструмента характеризуется углом заострения P и углом наклона боковой грани α . Интенсивность формоизменения при прокатке определяется степенью обжатия: $\delta = D/d$, где D – исходный диаметр заготовки; d – прокатываемый диаметр.

Применение метода 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 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. 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.

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 упрочне-

ние экспериментальных образцов сменных деталей корпусов плуга, дисков дискатора, ножей измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна. 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. 2). Анализ численных значений микротвёрдости свидетельствует о наличии в поверхностных слоях структуры мартенсита, далее троостомартенсита, а в сердцевине – трооститной структуры (рис. 3).

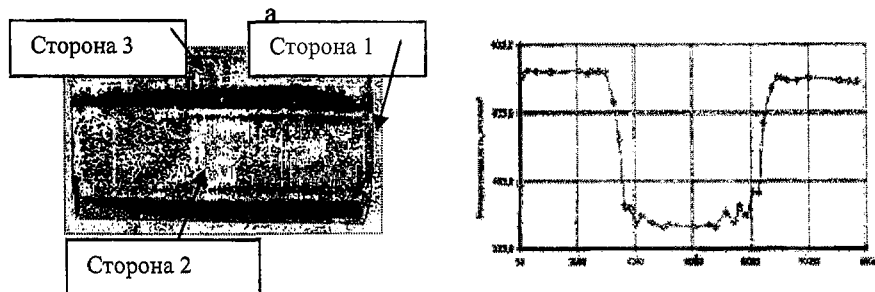


Рисунок 2 - Схема исследования (а) и график (б) изменения микротвёрдости в поперечном сечении (сторона 2) плоского образца

Изучение микроструктурного строения показало, что в поверхностном слое образца (рис. 3 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 увеличении 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 (твёрдость около 60 HRC; прочность не менее 2000 МПа; ударная вязкость свыше 1 МДж/м²; коэффициент относительной абразивной износостойкости не менее 3,0 – 3,5.).

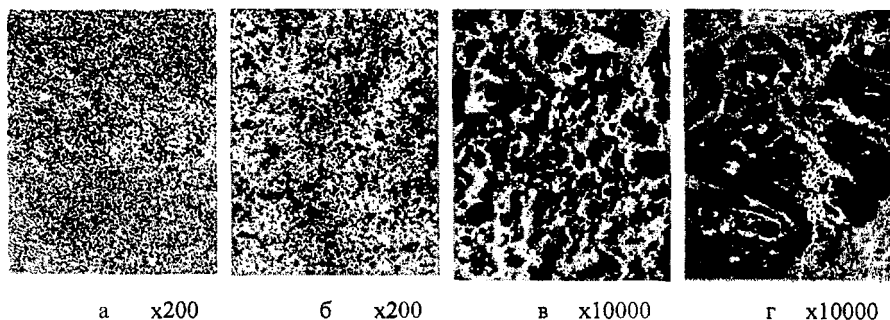


Рисунок 3 – Микроструктура внешних поверхностей (а) и сердцевины (б) и морфология ячеистого излома образца, испытанного на ударный изгиб (в -наружного слоя, г - сердцевины)

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.

Таким образом, технологией ИЗОЖ достигается формирование в плоских изделиях объёмного нанокмпозиционного 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 сельскохозяйственных машин 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 макси-

мальной 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 2700-16000 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 сель-

хозмашин, например, режущих элементов, требующих повышенных характеристик эксплуатационной стойкости, когда долговечность лимитируется высокими значениями твердости, износостойкости в сочетании с повышенными значениями прочности и ударной вязкости.

Заключение

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 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 пониженной прокаливаемости 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.

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.

Литература

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.

Abstract

The article presents the results of studies on the development and application of reinforcing domestic technologies in the manufacture of parts working bodies of agricultural machinery in the technical level not inferior to the best world standards. Among the technological solutions of the include: technology pulsed quench cooling liquid with a heating furnace ; technology of shaping education blade part thermo-plastic processing mills on the longitudinal and transverse rolling; plasma and laser hardening technology that you are - sokoproizvoditelnymi, environmentally friendly and meet the requirements for energy and resource saving.

УДК 631.173

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СЕРВИСНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**С.А. Соловьев, д.т.н., профессор, В.С. Герасимов, зав. лабораторией,
ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии, г. Москва, Российская Федерация**

В целом, существующий в настоящее время технический сервис в АПК Российской Федерации характеризуется низкой эффективностью, не обеспечивающий сельхозтоваропроизводителям требуемый уровень надёжности и безотказности работы машин.

Основными причинами являются:

- низкая платёжеспособность большинства сельхозтоваропроизводителей;
- построение организационно-управленческой системы выполнения сервисно-технологических услуг осуществляется на низком уровне;
- недостаточно развиты экономические взаимоотношения между потребителями и изготовителями техники;
- неудовлетворительная обеспеченность предприятий технического сервиса необходимыми техническими и технологическими средствами и т.д.

Низкая обеспеченность этих предприятий технологической оснасткой и отвечающей требованиям времени технической и нормативной документацией приводит к удорожанию работ и низкому качеству их выполнения. Такая ситуация очевидно характерна и для сервисных предприятий агрокомплекса Республики Беларусь. Необходимая современная техническая оснастка, требующаяся при проведении технического сервиса и ремонта на специализированных предприятиях АПК, разработана ГОСНИТИ. Более 200 единиц оснастки при необходимости может быть поставлено в самые кратчайшие сроки на выгодных экономических условиях. Такие заказы поступают и от предприятий РО «Белагросервис» и других организаций АПК Республики Беларусь, Казахстана и других стран СНГ.

Решение задач, стоящих перед инженерно-технической системой (ИТС) на новом этапе развития продовольственного комплекса страны, невозможно без глубоких изменений в ее построении и функционировании.

В связи с этим, при поддержке Минсельхоза России, Минпромторга России и других правительственных органов, ГОСНИТИ приступил к формированию в регионах инновационных центров высокоресурсного ремонта техники с восстановлением и упрочнением деталей.

Основная задача центров – обеспечить сельхозтоваропроизводителей высокоресурсным ремонтом наиболее сложных и дорогостоящих агрегатов и узлов сельскохозяйственной техники: двигателей, гидравлического оборудования, топливных насосов, агрегатов трансмиссии, ГУР, турбокомпрессоров и др.

Для обеспечения высокоресурсного ремонта в инновационных центрах внедряются комплексы соответствующего оборудования с обязательным наличием участков по восстановлению и упрочнению деталей, обеспечивающих совокупную экономическую эффективность ремонта сельхозтоваропроизводителям.

Такие центры намечено создать во всех ведущих сельскохозяйственных регионах России. Эта работа активно ведется ГОСНИТИ. Мы готовы сотрудничать по этим вопросам с коллегами из Белоруссии, поскольку имеем подготовленные проекты и соответствующую документацию.

Особое значение система инженерно-технического сервиса имеет в деятельности фермерских хозяйств. Для них модернизированная инженерно-техническая система необходима для экономии рабочего времени собственного и наемного труда. Рабочее время фермера, например, семейного типа и в России и за рубежом до 80% расходуется на выполнение машинно-технологических работ и примерно по 10% на логистику и сбыт. Но в отличие от зарубежного, российский фермер часть рабочего времени расходует на поддержание машин в работоспособном состоянии.

Сфера услуг стимулируется при дефиците качественного труда, который наблюдается в современном сельском хозяйстве России. Поэтому можно прогнозировать, что с переводом сельского хозяйства на инновационный путь развития возрастет потребность в модернизации инженерно-технической системы. Для этого стоимость труда в инженерном сегменте сельского хозяйства должна возрасти существенно. В условиях, когда зарплата в себестоимости сельскохозяйственной продукции составляет не более 20% (в зарубежной практике - более 40%) рассчитывать на развитие сферы инженерно-технических услуг не приходится.

Учитывая этот фактор, ГОСНИТИ подготовил проект Концепции и Совместной программы «Модернизация инженерно-технической системы сельского хозяйства Российской Федерации и Республики Беларусь на период 2015 – 2017 гг.» в рамках Союзного государства.

Предложенный проект Концепции предполагает участие в этой совместной работе также специалистов РО «Белагросервис», Белорусского государственного аграрного университета и других научных и производственных организаций Республики Беларусь.

Реализация проекта Концепции позволит сформулировать основные положения и превратить ИТС в эффективный комплекс продовольственной обеспеченности стран Союзного государства. Необходимость разработки концепции модернизации ИТС назрела давно, как в АПК России, так и Республики Беларусь.

ГОСНИТИ, как головной институт в области технологий ремонта и сервисного обслуживания машинно-тракторного парка в АПК, полностью задействован в изучении спроса и оказания услуг во внедрении высокоинтеллектуальных, прогрессивных, высокоточных ресурсосберегающих технологий, оборудования, качественного сервиса техники.

Программа внедрения инноваций для потребителей АПК дает большие возможности. Потенциал ГНУ ГОСНИТИ (более 300 завершенных научных и прикладных работ), показывает, что он может проводить внедренческую работу с получением максимального экономического эффекта для сельхозтоваропроизводителей по многим направлениям, в том числе:

- типовые проекты оптимального построения и функционирования предприятий инженерно-технической инфраструктуры сельского хозяйства;

- эффективные технологии, нормативно-техническая документация и оборудование для восстановления работоспособности техники в процессе ее эксплуатации и ремонта;
- технологии, оборудование и приборы для эффективного технического обслуживания машин и оборудования;
- технологии, материалы нового поколения, оборудование и приборы для хранения сельскохозяйственной техники и эффективного использования моторного топлива и смазочных материалов;
- нанотехнологии и наноматериалы для восстановления и ремонта деталей сельхозтехники, а также для использования в других областях;
- ресурсосберегающие технологии и энергетические установки нового поколения, сверхкритическое водное окисление, новые способы переработки растительных и древесных отходов и других материалов в качественные виды жидкого и газообразного топлива;
- эффективные, экологически безопасные, низкзатратные способы консервирования и технологии приготовления объемистых и концентрированных кормов;
- машинные наукоемкие технологии производства конкурентоспособных приоритетных групп продукции животноводства;
- высокопроизводительная техника нового поколения для производства конкурентоспособной продукции животноводства и птицеводства, комбикормов в хозяйствах, уборки, переработки навоза и подготовки высококачественных органических удобрений.

Реализация указанных работ базируется на механизмах и принципах, предполагающих прохождение следующих этапов, представленных на рисунке 1.

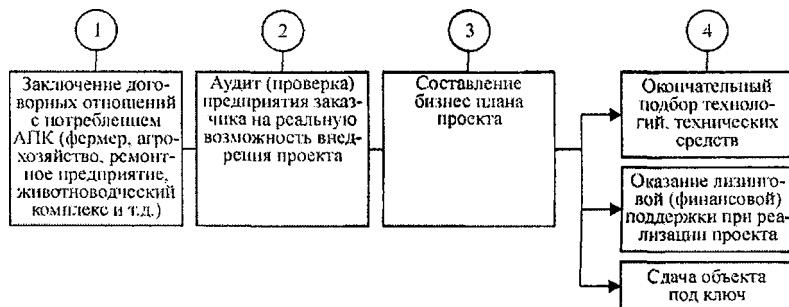


Рисунок 1 – Прохождение этапов работ по внедрению инновационных технологий

При этом ни одна из сторон не может диктовать свои условия, а взаимоотношения должны основываться на установлении взаимодействия и

приоритетов в сотрудничестве с региональными научными учреждениями и аграрными университетами и академиями в решении основных проблем, связанных с разработкой и внедрением новых технологий, подготовкой программ обучения, которые могут быть реализованы для круга специалистов АПК, обеспечивающих высокий уровень использования сельскохозяйственной техники и оборудования.

Из-за низкой платежеспособности многие сельхозтоваропроизводители не в состоянии одновременно в полном объеме оплатить дорогостоящий ремонт и модернизацию энергонасыщенной техники, выполняемые сторонними организациями. Выходом из сложившегося положения представляется решение двуединой задачи: рассрочки платежей для сельхозтоваропроизводителя и оперативная оплата услуг предприятий технического сервиса с использованием технологии факторинга. В этом случае, с одной стороны предприятия техсервиса сразу после проведения работ практически в полном объеме получают платежи за услуги от фактора, а сельхозтоваропроизводитель приемлемую рассрочку платежей тому же фактору. Для обеспечения такого процесса предлагается изображенная на рисунке 2 схема экономического стимулирования, предполагающая государственную поддержку на уровне региона.

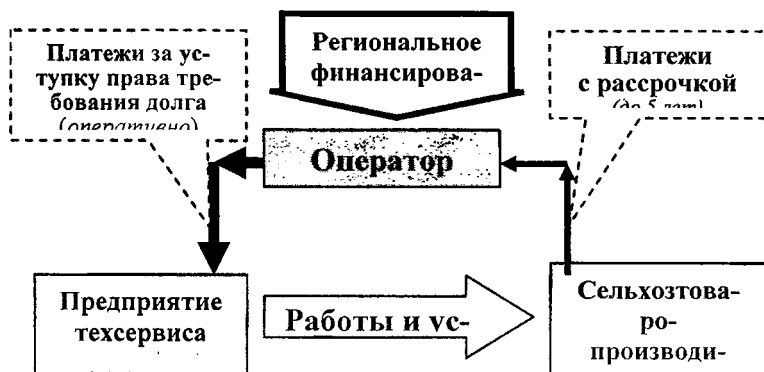


Рисунок 2 – Схема регионального стимулирования техсервиса для сельхозтоваропроизводителя

Алгоритм взаимодействия контрагентов работает следующим образом: у сельхозтоваропроизводителя возникает спрос на выполнение технического сервиса, требующего участия сторонних организаций. Такой спрос возникает, если сельхозтоваропроизводитель не может выполнить определенные работы своими силами и средствами. Предприятие проводит калькуляцию стоимости требуемых работ и оговаривает рассрочку платежей за них. Если сельхозтоваропроизводителя удовлетворяет такой расчет, предприятие техсервиса согласует предполагаемую сделку с фактором.

Источниками денежных средств фактора будут являться: бюджетные средства, собственные средства, привлеченные займствования и инвестиции. В сложных экономических условиях государственная помощь является ключевым моментом для построения и развития такой схемы стимулирования процесса технологического обслуживания энергонасыщенной техники сельхозтоваропроизводителя.

Таким образом, возможности снижения финансовых затрат сельхозтоваропроизводителей при проведении технического сервиса энергонасыщенной техники, находящейся в эксплуатации, реализуются как путем минимизации затрат при необходимом уровне выполнения требуемых механизированных работ, так и использованием факторингового механизма, позволяющего соблюсти экономические интересы всех контрагентов.

Интеграция усилий в развитие сервисно-технологических услуг в рамках стран Таможенного Союза бесспорно принесет значительный эффект агропромышленному производству, как Российской Федерации, так и Республикам Беларусь и Казахстан.

ГОСНИТИ проводит в этом направлении большую работу, создавая современную технологическую базу по обслуживанию машинно-тракторного парка АПК, которая может с успехом использоваться в странах Таможенного Союза.

УДК 631.3

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА БЕЛОРУССКОЙ ТЕХНИКИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

**Ж.К. Тайбасаров, д.т.н., профессор, С.О. Нукешев, д.т.н., член-корр. НАН
Республики Казахстан,**

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Республика Казахстан*

Агропромышленный комплекс (АПК) занимает одно из основных мест в экономике Казахстана. Развитие сельского хозяйства оказывает содействие развитию многих других отраслей, которые поставляют средства производства и потребляют или перерабатывают продукцию сельского хозяйства как сырье, а также предоставляют транспортные, торговые и прочие услуги. Также данная отрасль является одним из основных работодателей, т.к. значительная часть населения живет в сельских районах.

В Казахстане все еще сохраняется угроза деиндустриализации сельского хозяйства. Свыше 80% технических средств нуждаются в немедленной замене вследствие изношенности. Темпы обновления машинно-тракторного парка находятся на низком уровне: ежегодное обновление тракторов составляет в среднем около 1%, зерноуборочных комбайнов около 3%.

В целом по Казахстану имеются в наличии 153 тысяч тракторов, 45 тысяч зерноуборочных комбайнов, 1700 кормоуборочных машин, 90 тысяч сеялок. Если разделить на 173 тысячи действующих сельхозформирования, то в среднем на одно хозяйство приходится менее 1 трактора, на 4 хозяйства - 1 зерноуборочный комбайн, на 100 хозяйств - 1 кормоуборочный комбайн, на 2 хозяйства - 1 сеялка.

В числе основных причин, препятствующих техническому переоснащению субъектов можно назвать рост цен на современную сельскохозяйственную технику, ежегодный рост цен на ГСМ, запасные части, удобрения, гербициды, поливную воду и другие расходы.

Обновление технической базы села идет очень медленно. Чтобы восполнить существующий пробел в производстве техники, в республике создаются совместные предприятия с Россией, Украиной, Беларусью. В частности казахстанский "Агромашхолдинг" совместно с российским предприятием собирает комбайны "Енисей" и начала сборку комбайнов "Есиль-740" и "Есиль-760" совместно с белорусским заводом "Гомсельмаш".

Таблица 1 – Данные об импорте тракторов в Республику Казахстан

№	Наименование	2009	2010	2011
I	Тракторов всего, ед.	2339	2100	2200
	в том числе:			
1	из государств СНГ	1148	1100	1100
1.1	из него Беларусь	756	800	800
1.2	Россия	287	300	300

Источник: Агентство по статистике.

Организация сервисного обслуживания в Казахстане.

По данным различных источников в Казахстане сейчас действуют около 49 сервисных центров различных фирм. Самую разветвленную сеть имеет "Агромашхолдинг", который охватывает почти все области республики. У компании есть и сервисные центры, и склады, и специалисты. Свои сервис-центры есть и у таких крупных производителей, как "Ростсельмаш", "Джон Дир", "Клаас" и т.д. (см. табл. 2).

Фирмы-производители проводят сервисное обслуживание в гарантийный и послегарантийный период. В сервис-центрах реализуются качественные брендовые запчасти со своими оригинальными знаками. Поэтому сельхозтоваропроизводители внимательно смотрят, что покупают, и приобретают запчасти у известных поставщиков.

Конечно, бывают и задержки с обслуживанием сельхозтехники, но это рабочий процесс. Компании постоянно совершенствуют свои функциональные возможности сервисного обслуживания, в целях сохранения спроса на свою продукцию.

Оснащенность сервис-центров приведена в таблице 3.

Однако эти центры практически не осуществляют капитальный ремонт с восстановлением деталей. Вместо этого производится агрегатно-узловой метод замены вышедших из строя элементов сельскохозяйственной техники.

Таблица 2- Сервисные центры различных фирм в Казахстане

№ п/п	Наименование Поставщика	Виды сервис – цен- тров*	СЦ	ПСО	ИТОГО
1	Фирма СТ АГРО ГмбХ	СЦ, ПСО	3	7	10
2	Компания CanAgro Exports Inc	ПСО	1	1	2
3	CANAM ENGINES GmbH	СЦ	1	6	7
4	Корпорации «Агро-Союз»	СЦ, ПСО	1	4	5
5	Компания Agrotek GmbH.CO.KG	ПСО	1	2	3
6	AGROTECNICA	ПСЦ	1	6	7
7	Компания Евразия ГмбХ	СЦ	2	8	10
8	Компания «IP Consult (International) Limited»	СЦ , ПСО	1	6	7
9	ТОО "Агромашхолдинг-РК"	ПСО(2)		11	11
10	АО "Агромашхолдинг" (Казахстан)	СЦ (4)	9	2	11
11	ТОО "Mashida"	ТД, ПСО	1	6	7
12	ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»	СЦ	11		11
13	ТОО "ТД Белорусский трактор"	ПСО		13	13
14	ТОО "СемАЗ"	ПСО		13	13
15	ТОО "ТД МТЗАЗия Сервис"		1	10	11
16	ООО «ТД «Харьковский тракторный завод»	СЦ	4	1	5
17	ТОО ИП "Борусан Макина Казахстан"	ПСО	3	3	6
18	ТОО «Технический центр Червона Зирка»		5		5
19	ОАО "Бердянские жатки"		1		1
20	ОАО "Бобруйсксельмаш"			1	1
21	ОАО "Бобруйскагромаш"		1		1
22	ООО "Сибзавод"		1		1
23	Компания Agralis GmbH	СЦ	2		2
24	ООО "Агроимпорт-Плюс"		1		1
25	ООО "Агро"	СЦ	1		1
26	ТОО "Агротехмаш"		1		1
27	ТОО "Завод сельскохозяйственной техники"		1		1
28	ТОО "НПО"Авангард-Агро"		1		1
29	MAS Agro	СЦ	1		1
30	ТОО "Центр индустриально-инновационного развития г. Астаны"		1		1
31	ИП "Селиканов"		1		1
32	ОАО "Воронежсельмаш"	ПСО		2	2

Примечание: * СЦ - Сервисный центр

ПСО - Пункт сервисного обслуживания

Таблица 3 – Оснащенность сервис-центров

№ пп	Компании	Виды и кол-во передвижных средств тех. обслуживания, ед.	Наличие складов и запчастей на складах	Инженер по сервисному обслуживанию
1	Сервисные центры Компаний СТ АГРО ГмбХ	18	9	4
2	Сервисные центры Компаний CanAgro Exports Inc	11	4	12
3	Сервисные центры Компаний Агросоюз	5	1	5
4	Сервисные центры CANAM ENGINES GmbH	19	5	15
5	Сервисные центры CANAM ENGINES GmbH	7	2	18
6	Сервисные центры ТОО "Агротехника"	7	6	7
7	Сервисные центры Евразия ГмбХ	66	7	71
8	Сервисные IPC Consult	25	3	26
10	Сервисные центры Агромашхолдинг-РК	10	14	41
11	Сервисные центры АО Агромашхолдинг	35	22	46
12	Сервисные центры Ростсельмаш	25	9	54
13	Сервисные центры Агротехмаш	6	2	18
	ВСЕГО			317

Анализ текущей ситуации сервисных центров показывает, что уровень оснащенности и перечень услуг ограничен в основном тракторами и комбайнами. Сервисное обслуживание остальных видов сельскохозяйственной техники, специальных оборудования и других машин сельскохозяйственного назначения, оборудований первичной обработки, хранения и сушки продукции растениеводства и животноводства не представлены. Это означает, что рынок в указанных направлениях находится на стадии формирования. Идет рыночный процесс балансировки спроса и предложения, выгодное и поставщику и потребителю, а также существуют объективные и субъективные факторы, сдерживающие развитие сервисных услуг в специфических направлениях сельскохозяйственного производства.

Рассматривая перспективы развития агротехнического сервиса в Казахстане, необходимо обратить внимание на следующие факторы:

1. Большой территориальный разброс (размещение) конечных потребителей (сельхозтоваропроизводителей) по регионам;
2. Зонально-территориальные особенности и природно-климатические условия Казахстана. Основные направления сельскохозяйственной деятельности: Север - зерно и его производные, Юг - плодо-овощные культуры и его производные, в том числе поливные, Запад, Центр и Восток Казахстана – животноводство, кормопроизводство, технические культуры;
3. Типоразмерность хозяйствующих субъектов – по посевным и сельскохозяйственным площадям, инфраструктуре, рынком сбыта произведенной продукции;
4. Состояние транспортно-перевалочных инфраструктур регионов.

Понимание указанных факторов, позволит белорусским производителям сельскохозяйственной машиностроительной техники правильно сориентироваться и выработать концептуальное решение для входа на рынок агротехнического сервиса (услуг) в Казахстане.

Не достаточность информации и понимания объема рынка агротехнического сервиса Казахстана подтверждается тем, что на сегодня только одна белорусская компания имеет всего лишь пункт сервисного обслуживания. Остальные компании присутствуют только как поставщики единичной техники.

На наш взгляд, перспективы развития агротехнического сервиса белорусской техники на рынке Казахстана имеют огромный потенциал. В связи с чем, рассмотрим одно из двух наиболее интересных направлений, подходящих к рыночным условиям, но требующих научного обоснования.

В качестве первого совместного проекта можно рассматривать комбинированные, многоцелевые сервис-центры и/или создание совместного, многофункционального предприятия по агротехническому сервису, типа «инженерный консалтинг в аграрном секторе Казахстана».

Как известно, инженерный консалтинг – обособленная, самостоятельная сфера деятельности, комплекс услуг коммерческого характера по обеспечению инновационной деятельности предприятий АПК, сервисное сопровождение. Это позволяет прорабатывать вопросы создания объектов агропромышленного комплекса, инфраструктуры и др., прежде всего в форме предоставления агротехнического сервиса на основе различных инженерно-консультационных услуг.

При условии обеспечения научно-обоснованного подхода к развитию инженерно-консалтинговых услуг, можно предоставить высокий уровень предлагаемых ими агротехнических услуг и повысить конкурентоспособность Белорусской техники в Казахстане. Соответственно развитие агротехнического сервиса на основе инженерного консалтинга позволит также готовить специалистов непосредственно на практике и получать основы профессиональных навыков о современных технологиях решения производственных задач.

С таких позиций создание многофункциональных инженерно-консалтинговых фирм по развитию агротехнического сервиса Белорусской техники позволит повысить их конкурентные преимущества в Казахстане.

Заключение

Казахстанский рынок имеет огромные возможности внедрения новых технологий в агросервисной сфере, т.к. создаются совместные предприятия по выпуску тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин Республики Беларусь в Республике Казахстан. Ожидается ускорение темпов обновления сельхозтехники.

Необходим научно-обоснованный подход по развитию агротехнического сервиса Белорусской техники, основанный на принципе инженерного консалтинга, что позволит составить конкуренцию ведущим западным фирмам в Казахстане, а также соответствовать сегодняшним рыночным критериям (требованиям) к качеству техники и агротехнического сервиса.

СЕКЦИЯ 1

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «БЕЛАГРОСЕРВИС»

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

В статье рассматриваются основные направления и результаты деятельности РО «Белагросервис» по техническому обеспечению сельскохозяйственного производства, внедрению инновационных технологий, развитию технического сервиса сельскохозяйственной техники.

В январе 2013 г. исполнилось 10 лет, как Указом Президента Республики Беларусь от 27 января 2003 года № 40 «О совершенствовании управления организациями агропромышленного комплекса» было создано Республиканское объединение «Белагросервис».

За 10 лет, начиная с создания системы сервисного сопровождения агропромышленного комплекса в отрасли достигнуты положительные результаты: обеспечен рост объемов производства продукции, выполнения работ, оказания услуг, реализации товаров, а также других финансовых показателей.

Выручка от реализации товаров, работ, услуг увеличилась в 8 раз, из них: материально-техническое обеспечение – в 7,7 раза, ремонтных заводов и мастерских – почти в 12 раз, услуги автотранспорта – в 5 раз, услуги механизированных отрядов – в 3 раза, линейно-монтажных участков и техническому обслуживанию оборудования животноводческих ферм – в 9 раз. Рентабельность продаж с 2 % в 2004 году выросла до 11% в 2012 году. Производительность труда в целом увеличилась почти в 10 раз.

Можно с уверенностью повторить, что, не смотря на непродолжительный период существования Республиканскому объединению «Белагросервис» удалось восстановить и укрепить разорванные связи в системе производственно-технического обеспечения агропромышленного комплекса республики. Созданные в процессе реорганизации областные организации агросервиса (облагросервисы), районные организации агросервиса (райагросервисы) (рисунок 1) с успехом выполняют возложенные на них задачи: осуществление мер, направленных на проведение единой государственной политики в области технического переоснащения, энергетики, электрификации, снабжения материально-техническими ресурсами, агрохимического обслуживания, водоснабжения организаций сельского хозяйства в республике; изготовление

и ремонт сельскохозяйственной и другой техники, энергетического и технологического оборудования; обеспечение других услуг.

Созданная товаропроводящая сеть системы агросервиса, включая сторонние склады, дает возможность сельскохозяйственным потребителям находить и получать необходимые материально-технические ресурсы в наикратчайшие сроки и с минимальными затратами на их доставку.

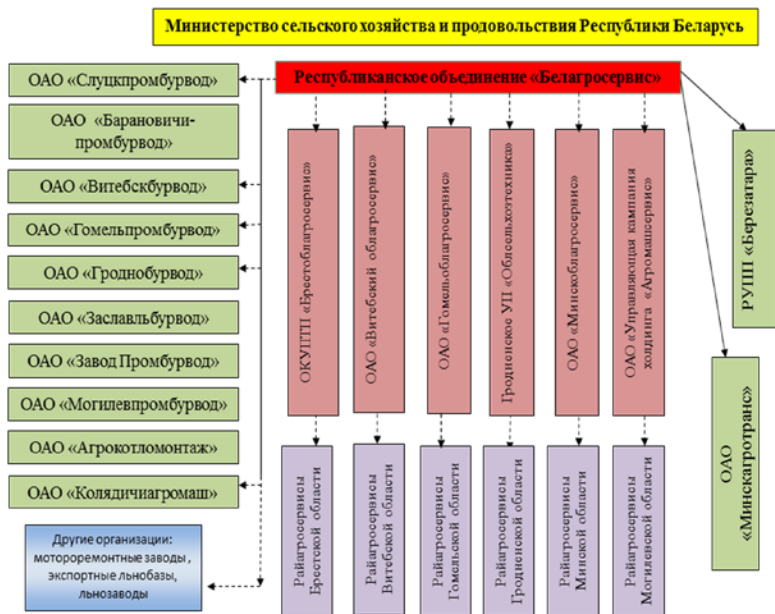


Рисунок 1 – Структура РО «Белагросервис»

Квалифицированные специалисты республиканского объединения располагают широким опытом в сфере производственно-технического, материально-технического обеспечения, агрохимического, сервисного обслуживания организаций агропромышленного комплекса.

Республиканское объединение «Белагросервис» принимает активное участие в реализации государственных программ по развитию села. На поля и фермы поступают новые высокопроизводительные техника и оборудование, вводятся и реконструируются животноводческие комплексы, строятся современные заводы по переработке сельскохозяйственной продукции.

На базе Республиканского объединения «Белагросервис» в г. Фаниполь организована постоянно действующая выставка сельскохозяйственной техники, оборудования. На выставке можно ознакомиться с образцами

сельскохозяйственной техники, оборудования, которые производят организации агросервиса, предприятия Министерства промышленности Республики Беларусь и другие (рисунок 2).



Рисунок 2 – Постоянно-действующая выставка сельскохозяйственной техники в РО «Белагросервис» (г. Фаниполь)

В целях обеспечения своевременного и качественного обслуживания и ремонта техники, эксплуатируемой организациями агропромышленного комплекса в гарантийный и послегарантийный периоды, организации агросервиса тесно сотрудничают с промышленными предприятиями в части создания сети технических центров. В настоящее время в республике в 47 организациях агросервиса действуют 85 технических центра обслуживающих технику ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Амкордор», ОАО «Минский автомобильный завод», ОАО «Бобруйскагромаш», ОАО «Лидаагропроммаш» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Технические центры РО «Белагросервис» и предприятий-изготовителей сельскохозяйственной техники

В последние годы в республике по инициативе главы государства проводится большая работа по строительству новых и реконструкции старых молочно-товарных ферм. Согласно программе должно быть построено и реконструировано почти 1200 ферм. На фермы устанавливается новое, современное оборудование (доильные залы, холодильные установки). Основными поставщиками оборудования являются ОАО «Гомельагрокомплект», ООО «Унибокс», ОАО «Завод Промбурвод», фирма «Вестфалия».

Одним из главных вопросов стоящих в настоящее время перед организациями агросервиса является организация сервисного обслуживания смонтированного доильного и холодильного оборудования. С этой целью в организациях агросервиса создано 56 технических центров. Техническими центрами заключены договора на гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования доильных залов.

Для технического оснащения технических центров РО «Белагросервис», облагросервисами закуплено и поставлено необходимое диагностическое и ремонтно-технологическое оборудование (стенды, приборы наборы инструментов), а также специализированный автотранспорт. За период 2009-2012 гг. из различных источников было потрачено более 60 млрд. рублей.

Технические центры РО «Белагросервис» оснащены необходимым диагностическим и технологическим оборудованием, имеют гарантированный запас комплектующих и расходных материалов (рисунки 4, 5). Рациональное использование этого потенциала в интересах сельскохозяйственных организаций может и должно дать ощутимый положительный результат. Наличие специального оборудования, высококвалифицированных кадров позволяет техническим центрам выполнять на высоком уровне такие работы, которые многие хозяйства не могут выполнить. Средний срок устранения отказов по сложной сельскохозяйственной технике в основном 90 % составляет не более одних суток, в остальных случаях не более пяти.



Рисунок 4 – Технический центр ОАО «Заднепровский межрайагросервис». Площадка наружного хранения техники



Рисунок 5 – Технический центр ОАО «Заднепровский межрайагросервис»

Несмотря на то, что в последнее время наметилась явная тенденция уменьшения потребности (естественно и объемов) в ремонте полнокомплектной техники, тракторов, зерноуборочных, кормоуборочных комбайнов и т.д., однако в то же время увеличивается потребность в ремонте узлов и агрегатов и особенно к энергонасыщенным тракторам Беларус 2522/3022, зерноуборочным комбайнам КЗС-1218 КЗ-14 кормоуборочным комбайнам КВК-800/8060 и др., а также двигателей «Detroit», «Deutz».

Мотороремонтные заводы и специализированные мастерские агросервисов способны обеспечить всю потребность в ремонте вышеназванных агрегатов. Тем более что на большинстве их проходит модернизация и техническое переоснащение.

Объединение обеспечивает централизованную закупку сельскохозяйственных машин и оборудования для дальнейшей передачи на условиях финансовой аренды (лизинга) сельскохозяйственным организациям: зерноуборочных, кормоуборочных и свеклоуборочных комбайнов, тракторов, автомобилей, погрузчиков, машин и оборудования, зерноочистительно-сушильных комплексов и зернохранилищ, сеяноочистительных линий, почвообрабатывающих и посевных агрегатов, специализированной техники и оборудования для возделывания, уборки и переработки льна, специализированной техники и оборудования для развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства, холодильного и доильного оборудования для модернизируемых и реконструируемых молочно-товарных ферм и другие машины и оборудование для сельского хозяйства. Все это осуществляется в соответствии с требованиями Государственной программы устойчивого развития села.

Только в соответствии с предыдущей Республиканской программой оснащения сельскохозяйственного производства современной техникой на 2005-2010 годы удалось значительно переукомплектовать машинно-тракторный парк сельскохозяйственных организаций и одновременно качественно обновить его по тракторам на 29 процентов, комбайнов – на 40, грузовым автомобилям – почти на 30, почвообрабатывающим и посевным машинам – от 12 до 21 процента.

Для решения задач, поставленных правительством республики в области внедрения современных технологий по возделыванию сельскохозяйственных культур, заготовки мяса и молока, на предприятиях агросервиса активно ведется работа по освоению производства современных машин и оборудования. В настоящее время в организациях агросервиса освоено производство свыше 300 наименований различных видов сельскохозяйственной техники и оборудования разного назначения: оборотные плуги, почвообрабатывающие и посевные агрегаты, тракторные прицепы, машины для внесения минеральных удобрений, доильные залы и танки-охладители молока, зерноочистительное сушильное оборудование и многое другое. Можно сказать, что за непродолжительный период в системе агросервиса создана собственная база машиностроения.

Организации агросервиса в настоящее время выполняют 100 % объема работ по поставкам сельскохозяйственным организациям минеральных удобрений, 70 % – средств химической защиты растений, 100 % работ по известкованию кислых почв, 15 % - по внесению минеральных удобрений, 10 % - по химической защите растений, 25 % - по вывозке и внесению органических удобрений.

Ежегодно базами химизации организаций агросервиса перерабатывается более 2,5 млн. тонн минеральных удобрений. Для этой цели принимаются меры по поддержанию порядка и работоспособного состояния 184 складов для хранения твердых минеральных удобрений общей емкостью 786 тыс. тонн физического веса, емкостей для хранения жидких удобрений объемом 267 тыс. тонн и известковых материалов общей емкостью 282 тыс. тонн.

В настоящее время на 22 организациях агросервиса освоено производство 578 наименований запасных частей по программе импортозамещения к импортной сельскохозяйственной технике на сумму 16,8 млрд. руб., в т.ч. 126 позиций запасных частей к зерноуборочной технике, 60 позиций к кормоуборочной, 182 позиции к почвообрабатывающей посевной технике. Только в 2012 году освоен выпуск 128 наименований импортозамещающих запасных частей, в т.ч. 12 позиций запасных частей к зерноуборочной технике, 20 – к кормоуборочной технике и 96 – к почвообрабатывающей посевной технике.

С целью усовершенствования снабженческой службы республики в интернете был создан сайт www.belagroservice.by, который выполняет функции

информационно-поисковой системы. Это позволило потребителям получить быстрый доступ к оперативной информации о наличии запасных частей и других материально-технических ресурсов в организациях агросервиса, информацию о других организациях в сфере обслуживания АПК.

На сайте имеется вся информация о РО «Белагросервис»: месторасположение, схемы проезда, контактные телефоны, основные направления деятельности. В стадии разработки раздел с информацией о вторичном рынке сельскохозяйственной техники в организациях агросервиса. Регулярно публикуются новости из деятельности РО «Белагросервис» (рисунок 6).

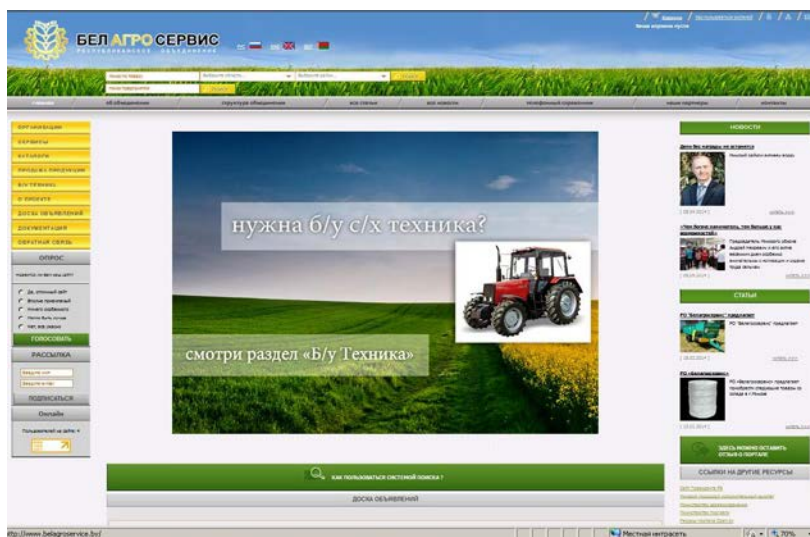


Рисунок 6 – Главная страница сайта РО «Белагросервис»

Все это актуально еще и потому что РО «Белагросервис» переезжает на новую площадку в г. Фаниполь, где на Фанипольской базе в настоящее время создан крупный логистический центр по переработке грузов поступающих для нужд агропромышленного комплекса. Также создан и совершенствует свою работу технический центр по ремонту и сервисному обслуживанию сельскохозяйственной техники и оборудования.

Достигнутые в сельскохозяйственном производстве республики показатели получены благодаря большим инвестициям в агропромышленный комплекс, интенсивным технологиям в растениеводстве, внедрению современных технологий в животноводстве и самоотверженному труду механизаторов, специалистов, руководителей организаций агропромышленного комплекса, в том числе организаций агросервиса.

И сегодня в Республиканском объединении «Белагросервис» знают формулу успеха, которая обеспечит устойчивый рост отрасли – это использование прогрессивных технологий, модернизация производства, проявление инициативы и ответственное отношение к своему делу.

УДК 631.173.2:338.433

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА
ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

А.В. Сидорчук, д.т.н., профессор, член- корр. НААН Украины
*ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»,
пгт. Глеваха, Украина*

Определены семь основных секторов рынка технического сервиса сельского хозяйства и раскрыты взаимосвязи между ними. Обоснованы основные требования сельхозтоваропроизводителей к этому рынку и определены задачи количественной оценки этих требований, которые решаются с помощью статистического имитационного моделирования соответствующих технологических систем.

Введение

Технический сервис сельскохозяйственного производства является составляющей экономики государства, призванной осуществлять техническое обеспечение производства (ТС СП) и поддержания техники в работоспособном состоянии. Научные основы развития этой составляющей экономики при централизованно-плановом управлении были в свое время разработаны. Они сделали возможным создание отечественного (в рамках бывшего СССР) сельскохозяйственного машиностроения системы «Сельхозтехника», которая осуществляла функции материально-технического снабжения, а также вместе с колхозами и совхозами поддерживала технику в работоспособном состоянии, в частности, за счет ее капитального ремонта.

Использование этих принципов для развития соответствующей составляющей экономики рыночного управления, как свидетельствует практика, является неэффективным, в основном приводит к ошибочным решениям. К сожалению, как уже упоминалось, отечественной наукой научно-методических основ развития рынка ТС СП еще фактически не разработано, что тормозит это развитие.

Анализ последних публикаций и исследований. Вопросы технико-технологического обеспечения сельскохозяйственного производства доста-

точно широко освещены ведущими учеными государства [1,2,3,4]. Анализ научных трудов свидетельствует как о сложности проблемы, так и об отсутствии единого научно-практического подхода к ее решению. Решения отдельных задач данной проблемы являются фрагментарными, что, на наш взгляд, обусловлено многими причинами, в частности, отсутствием системного понимания проблемы.

Цель статьи. Целью данной статьи является определение научно-методических основ развития рынка технического сервиса сельскохозяйственного производства.

Изложение материала. Рынок ТС СП состоит из многих секторов, которые определенным образом являются взаимно обусловленными. Он обеспечивает поступление техники от изготовителей к пользователям, а также поддержание ее в работоспособном состоянии. Кроме того, рынок ТС СП, как показывает практика, дает возможность изымать подержанную технику из сферы первичного использования, восстанавливать её и снова возвращать для повторного использования. Рынок ТС СП предопределяется бизнесовыми интересами заводов-изготовителей, сельхозтоваропроизводителей и посредников (дистрибьютеров и диллеров). Кроме того, неотъемлемыми составляющими этого рынка являются финансовые учреждения и государство. Финансовые учреждения финансово поддерживают соответствующие процессы, а государство создает экономическо-правовые условия функционирования рынка ТС СП.

Проанализируем экономические (бизнесовые) интересы сельскохозяйственных товаропроизводителей относительно рынка ТС СП. Производя сельскохозяйственную продукцию, они заинтересованы в ее конкурентоспособности (K), которая определяется множеством групп факторов [5]: 1) правовой ($Пр$); 2) рыночно-конъюнктурной (P); 3) социальной (C); 4) финансово-экономической (Φ); 5) предметной ($П$); 6) агрометеорологической (A); 7) производственной (B); 8) технологической ($Тл$); 9) технической ($Тн$); 10) управленческой ($У$); 11) информационной (I); 12) ресурсно-энергетической (Re); 13) материально-ресурсной ($Мр$); 14) стандартно-качественной ($Яс$); 15) организационно-масштабной (O):

$$K = f(Пр, C, \Phi, П, A, B, Тл, Тн, У, I, Re, Мр, Яс, O). \quad (1)$$

Между этими группами факторов существуют взаимосвязи, которые проявляются в процессах производства сельскохозяйственной продукции. Не прибегая к глубокому анализу указанных групп факторов, заметим, что техническая ($Тн$) группа вместе с социальной (C), предметной ($П$), агрометеорологической (A), организационно-масштабной (O), производственной (B) и технологической ($Тл$) отражают параметры соответствующих технологических систем, которые определяют объемы и себестоимость произ-

водства сельскохозяйственной продукции тем или иным сельскохозяйственным товаропроизводителем. Другими словами, эти группы факторов лежат в основе функционирования технологических систем [5], а их действие в основном оценивают при условии фиксированных всех других групп факторов. Разделение основной группы факторов позволяет смоделировать технологические системы сельскохозяйственного производства и раскрыть их влияние на функциональные, а следовательно, экономические показатели эффективности, что является основанием для выяснения влияния технического обеспечения (технической группы факторов) на эти показатели. Кроме того, моделирование технологических систем полеводства дает возможность обосновать оптимальные параметры их технического обеспечения, и таким образом сформулировать требования сельхозтоваропроизводителей к рынку ТС СП. В этом случае раскрывается взаимосвязь между техническим и другими основными группами факторов:

$$T_n = f_n^{-1}(K, C, П, B, T_l, A, O). \quad (2)$$

Научно-методические основы такого исследования концептуально нами разработаны [4]. Они позволяют на основе статистического имитационного моделирования раскрыть влияние производственно-технологических параметров соответствующих технологических систем на количественные и качественные показатели требований к рынку ТС СП, что является важным обстоятельством для нынешнего состояния сельскохозяйственного производства государства. Эти параметры характеризуются большим разбросом. Более подробно рассмотрим качественные показатели требований сельхозтоваропроизводителей к рынку ТС СП. К этим показателям относятся технологические показатели, которые обусловлены технологиями производства сельскохозяйственной продукции. В первую очередь это касается технологических систем возделывания почвы и посева сельскохозяйственных культур. Желание сельхозтоваропроизводителей использовать технологии нуу-тил, мини-тил, с обработкой пласта и т.д. лежит в основе спроса на соответствующую почвообрабатывающую посевную технику. Следующее требование этих товаропроизводителей к рынку ТС СП касается выращиваемых ими культур. Технологические особенности обработки почвы, внесения удобрений, посева, ухода за посевами и уборки различных культур лежат в основе создания и изготовления конструкционно отличительных сельскохозяйственных машин. Выращиваемые сельхозтоваропроизводителями культуры (отражаются предметной (П) группой факторов), а также технологии их выращивания (технологическая (Тл) группа факторов) формируют требования к конструкционным характеристикам (T_n^K) техники, которая должна быть на рынке:

$$T_n^K = \phi(П, Тл). \quad (3)$$

Следующее требование сельхозтоваропроизводителей касается физических параметров (T_n^n) мобильной техники и сельскохозяйственных машин. Она определяется организационно-масштабной (O), производственной (B), предметной ($П$), социальной (C), технологической ($Тл$) и агрометеорологической (A) группами факторов:

$$T_n^n = f_{T_n^n}^{-1}(K, C, П, B, Тл, A, O), \text{ при } T_n^k \rightarrow const. \quad (4)$$

На рынке государства должна быть техника, которая бы удовлетворяла требования и малых, и средних, и больших, и супербольших сельхозтоваропроизводителей. Указанные требования к конструкционным и физическим параметрам техники лежат в основе формирования такого сектора рынка ТС СП, как рынка техники. Этот сектор является основным, однако недостаточным (неполным) для функционирования сельскохозяйственного производства. К неотъемлемым составляющим рынка ТС СП принадлежит рынок услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники (ТОР). Этот рынок является особенным. Он существует при условии наличия техники в сельхозтоваропроизводителях. Кроме того, на протяжении жизненного цикла машин требования к рынку ТОР изменяются, а также зависят от масштабов (мощности) автономных сельхозтоваропроизводителей. Рассмотрим основные требования этих производителей к рынку ТОР.

Заводы-изготовители сельскохозяйственной техники берут на себя обязательства по ее техническому обслуживанию и ремонту в гарантийный период использования. Это означает, что покупая машины, сельхозтоваропроизводители приобретают услуги по их техническому обслуживанию и ремонту в гарантийный период использования. В то же время, техническое обслуживание в этот период в основном дополнительно оплачивается пользователями. Только при условии возникновения отказов в гарантийный период использования машин не по вине пользователей, их устранение происходит за счет заводов-изготовителей. Иными словами, рынок ТОР в гарантийный период использования машин в основном является регламентированным. Требования сельхозтоваропроизводителей к этому рынка заключаются в том, чтобы минимизировать влияние остановок машин для их технического обслуживания и ремонта на своевременность выполнения ими механизированных сельскохозяйственных процессов.

Анализируя рынок ТОР в послегарантийный период использования техники, приходим к выводу, что требования сельхозтоваропроизводителей к нему являются различными в зависимости от их параметров. Сельхозтоваропроизводители с большими параметрами (объемами сельскохозяйственных угодий), имея большое количество сельскохозяйственной техники, в частности, тракторов, комбайнов и автомобилей заинтересованы в создании собственной обслуживающе-ремонтной базы и в выполне-

нии техникообслуживаемых ремонтных воздействий собственными силами. В то же время, малые и средние сельхозтоваропроизводители, в основном экономически заинтересованы в выполнении обслуживающе-ремонтных работ специализированными организациями, которые имеют для этого нужное техническое оборудование и квалифицированных исполнителей. В этом случае сельхозтоваропроизводители заинтересованы в наличии рынка ТОР. Таким образом, требования сельхозтоваропроизводителей к рынку ТОР определяются их параметрами.

В контексте анализа требований сельхозтоваропроизводителей к рынку ТОР следует заметить, что экономический интерес больших и супер-больших сельхозтоваропроизводителей иметь собственную обслуживающе-ремонтную базу по большому счету не решается из-за отсутствия на рынке технологически нужного ремонтно-технологического оборудования (РТО). Иными словами, неотъемлемой составляющей рынка ТОР должен быть рынок РТО. Фактически это оснащение, а также ремонтно-технологическая документация (регламенты для выполнения обслуживающе-ремонтных воздействий) относительно той или иной сельскохозяйственной техники является основой формирования рынка ТОР. Кроме того, неотъемлемой составляющей этого рынка является рынок запасных частей и технологических материалов (ЗЧМ). Таким образом, рынок ТОР ($P_{ТОР}$) определяется параметрами (O, Tn) сельхозтоваропроизводителей и предопределяется рынком РТО и ремонтно-технологической документацией ($P_{РТО}$), а также рынком ЗЧМ ($P_{ЗЧМ}$):

$$P_{ТОР} = f(O, Tn); P_{ТОР} = f^*(P_{РТО}, P_{ЗЧМ}). \quad (5)$$

Неразвитость этих рынков делает невозможным развитие рынка ТОР и обуславливает монопольное положение заводов-изготовителей и их сателлитов (дистрибьюторов, диллеров). Неотъемлемым сектором рынка ТС СП является рынок поддержанной техники (вторичный рынок) (ВТ). Рынок ВТ фактически принадлежит к рынку техники. Он является особенным, потому что может формироваться с поддержанной неотремонтированной и отремонтированной техники. Рынок поддержанной отремонтированной техники формируется при условии наличия рынка поддержанной неотремонтированной техники и ремонтных структур бизнесового типа. Рынок ВТ ($P_{ВТ}$) позволяет продлить жизненный цикл сельскохозяйственной техники, повысить эффективность использования технического потенциала сельскохозяйственного производства. Он формируется под влиянием наличия техники у сельхозтоваропроизводителей ($\{Tn\}$) и рынка ТОР:

$$P_{ВТ} = f(\{Tn\}, P_{ТОР}). \quad (6)$$

Одной из неотъемлемых составляющих рынка ТС СП является рынок технико-технологических услуг (ТПП). Этот рынок создается с целью технологического обслуживания сельхозтоваропроизводителей. Он предопределяется недостаточным количеством определенного вида техники в отдельных сельхозтоваропроизводителях, которые компенсируют этот дефицит на основе привлечения машинных агрегатов, имеющихся в распоряжении специальных машинно-технологических формирований. Их экономическая заинтересованность состоит в предоставлении определенного вида технико-технологических услуг на заказ сельхозтоваропроизводителей. Наличие спроса на технико-технологическое обслуживание, в свою очередь, обусловлено экономической заинтересованностью сельхозтоваропроизводителей в их обслуживании. Недостаточное количество техники у сельхозтоваропроизводителей, как свидетельствует зарубежный опыт, может быть компенсирован не только на основе выполнения технико-технологических услуг, но и путем предоставления сервисными формированиями машинных агрегатов во временное пользование (прокат) сельхозтоваропроизводителям. В этом случае формируется рынок техники, предоставляемой на прокат (ПТ).

Таким образом, обобщая сказанное, приходим к выводу, что рынок ТС СП состоит из секторов: 1) рынка новой техники (НТ); 2) рынка подержанной отремонтированной и не отремонтированной техники (ВТ); 3) рынка технического обслуживания и ремонта (ТОР); 4) рынка запасных частей и материалов (ЗЧМ); 5) рынка ремонтно-технологического оборудования и технических регламентов (РТО); 6) рынка технико-технологического обслуживания (ТПП); 7) рынка проката техники (ПТ). Каждый из этих рынков формируется на основе экономической заинтересованности сельхозтоваропроизводителей и соответствующих обслуживающих формирований. Их динамика определяется этой заинтересованностью, а также зависит от содержания государственного регулирования. К сожалению, как убеждает практика, научно-методические основы государственного регулирования упомянутых секторов рынка ТС СП еще разработаны недостаточно, а потому, эффективность государственной технической политики является еще недостаточно весомой.

Для объективного государственного регулирования секторов рынка ТС СП, а также для обеспечения эффективного взаимодействия между сельхозтоваропроизводителями и обслуживающими формированиями (предприятиями) в ННЦ «ИМЭСХ», как уже упоминалось, разрабатываются методы обоснования параметров технологических систем на основе статистического имитационного моделирования. В этом случае обслуживаемые и сервисные формирования исследуются как технологические системы, что позволяет раскрытие влияния основных факторов (2) на функциональные и экономические показатели их эффективности. Это в свою очередь дает возможность прогнозировать соответствующие показатели для различных параметров

технологических систем и на этой основе объективно решать все основные задачи государственного регулирования рынка ТС СП. Кроме того результаты моделирования технологических систем нужны как для сервисных, так и обслуживаемых предприятий (формирований), которые соответственно прогнозируют конкурентоспособность своей техники и услуг, а также оценивают целесообразность и эффективность приобретения техники и заказа услуг. Рассмотрим основные инженерные задачи, которые решаются по результатам моделирования технологических систем (таблица 1).

Таблица 1 - Перечень основных задач, которые решаются по результатам статистического имитационного моделирования технологических систем

№ п/п	Название задачи, которая решается	Название рынка
1	Определение системной эффективности техники	НТ, ВТ
2	Обоснование параметров технического обеспечения сельхозтоваропроизводителей	НТ, ВТ
3	Определение целесообразности изъятия техники из сферы использования	НТ, ВТ
4	Определение целесообразности привлечения дополнительной техники к выполнению механизированных процессов	ТТП, ПТ
5	Определение потерь сельхозтоваропроизводителей от простоя машин по техническим причинам	ТОР, ТТП
6	Определение целесообразности ремонта техники силами сельхозтоваропроизводителей	ТОР
7	Обоснование параметров стационарных сервисных формирований по ремонту агрегатов и машин	ТОР
8	Обоснование параметров сервисных формирований по техническому обслуживанию и устранению отказов машин на основе передвижных ремонтных мастерских	ТОР
9	Обоснование параметров формирований по технологическому обслуживанию сельхозтоваропроизводителей	ТТП, ВТ
10	Обоснование параметров технического обеспечения производственных кооперативов	ТТП, НТ, ВТ
11	Обоснование потребности сельхозтоваропроизводителей в запасных частях	ЗЧМ
12	Обоснование региональной потребности в мобильной технике заданного назначения	НТ

Каждая из указанных задач касается определенного сектора рынка ТС СП. Как видим, данное множество этих задач охватывает все секторы ТС СП.

Все основные задачи ТС СП решаются по результатам статистического имитационного моделирования соответствующих технологических систем, в которых учитывается вероятностная природа технологических процессов как сельскохозяйственных, так и сервисных производств. Сложность соответствующих моделей требует высокой квалификации исполнителей, ко-

которые разрабатывают и выполняют компьютерное моделирование. Это является одним из препятствий, которое находится на пути их широкого применения в инженерной практике. Выход из такого положения видится в создании Всеукраинского консалтингового центра по аграрной инженерии. Первые шаги в этом направлении сделаны - в ННЦ "ИМЭСХ" сформирована группа ученых, которые владеют методами решения соответствующих задач. Сегодня ими разработаны компьютерные программы, которые позволяют моделировать технологические системы обработки почвы и посева озимых культур, уборки ранних зерновых, масличных и бобовых культур, технического обслуживания и устранения отказов тракторов и комбайнов с помощью передвижных ремонтных мастерских и т.п.

Заключение

1. Рынок технического сервиса сельскохозяйственного производства состоит из семи секторов, между которыми существуют системные связи.
2. Раскрытие системных связей между секторами рынка технического сервиса сельскохозяйственного производства возможно на основе статистического имитационного моделирования обслуживаемых сервисных технологических систем.
3. Решение обозначенного множества научно-прикладных задач раскрытия системных связей между секторами рынка технического сервиса сельскохозяйственного производства на основе статистического имитационного моделирования обслуживаемых сервисных технологических систем достигается на основе создания в ННЦ "ИМЭСХ" консалтингового центра.

Литература

1. Адамчук В. В. Формування і розвиток ринку сільськогосподарської техніки в Україні / В. В. Адамчук, М. І. Грицишин // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 7. – С. 5 – 9.
2. Білоусько Я.К. Удосконалення техніко-технологічного оснащення аграрного виробництва / Я. К. Білоусько, В. Л. Товстопят. – К.: ННЦ «Інститут аграрної економіки». – 2012. – С. 60.
3. Сидорчук О. Інженерія машинних систем: монографія / О. Сидорчук – К. : ННЦ «ІМЕСГ» УААН. – 2007. – 263 с.
4. Сидорчук О.В. Формування ефективних ринків техніки, технічних і техніко-технологічних послуг/ О.В. Сидорчук // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 1. – С. 50 – 54.
5. Структура програми розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://minagro.gov.ua/apk?nid=10516>.

Abstract

Identified seven key sectors of the market technical service agriculture and disclosed the relationship between them. Substantiated the basic requirements of agricultural producers in this market and set objectives quantify these requirements, which are solved by using statistical simulation of appropriate technological systems.

УДК- 631.3:004.5(075)

**ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ РЕМОНТНО-
ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ ТЕХНИЧЕСКОГО
СЕРВИСА В АПК НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ**

**Ю.И. Жевора, к.э.н., профессор, Н.П. Доронина, к.э.н., доцент,
Е.А. Литвинов, к.э.н., доцент**

*ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный
университет», г. Ставрополь, Российская Федерация*

Рассмотрены направления и формы организации ремонтно-обслуживающей базы технического сервиса АПК. Определены оптимальные параметры производственной инфраструктуры технического сервиса и приведены основные технико-экономические показатели развития ремонтно-обслуживающей базы АПК Ставропольского края.

Организация ремонтно-обслуживающей базы технического сервиса предполагает установление рационального состава предприятий различных типов и назначений, определение технически необходимой и экономически целесообразной производственной мощности предприятий, обоснование оптимальных размеров предприятий и зон технического обслуживания, обоснование оптимальной технологии и организации производства, создание системы взаимовыгодных отношений между предприятиями технического сервиса и потребителями услуг.

Таким образом, ремонтно-обслуживающая база технического сервиса в АПК - это совокупность сервисных служб и предприятий, обеспечивающая выполнение, в соответствии с системой технического обслуживания и ремонта, всего объема работ по поддержанию машинно-тракторного парка в работоспособном состоянии.

Структура, размеры и функции объектов ремонтно-обслуживающей базы технического сервиса обусловлены работами, выполняемыми при обслуживании и ремонте машин в сельском хозяйстве.

Сложившееся распределение работ по техническому сервису обуславливает построение производственной структуры ремонтно-обслуживающей базы, определение функций каждой структурной единицы, а определенные объемы ремонтно-обслуживающих и других сервисных работ - размеры и размещение объектов производственной инфраструктуры.

Развитие и совершенствование ремонтно-обслуживающей базы технического сервиса должно происходить непрерывно в соответствии с изменением состава технических средств сельского хозяйства, прежде всего машинно-тракторного парка АПК.

Концепция развития технического сервиса в агропромышленном комплексе РФ предусматривает развитие региональных ремонтно-обслуживающих производств, а именно технических центров сервиса и дилеров. Дилерские предприятия (ДП) не только занимаются реализацией продукции заводоизготовителей, но и обеспечивают предпродажное, гарантийное, послегарантийное и другие виды обслуживания реализованной техники [1, 2].

Такая форма организации работ по техническому обеспечению и обслуживанию сельских товаропроизводителей предполагает клиенто-ориентированный подход, потому как успешное развитие предпринимательской деятельности дилера в конкретном регионе зависит от числа обслуживаемых клиентов.

Мощности предприятий системы технического сервиса в АПК определяются рыночным спросом и должны обеспечивать выполнение всего объема работ по поддержанию машинно-тракторного парка в работоспособном состоянии. Формирование ремонтно-обслуживающей базы соответствующей уровню технической оснащенности сельского хозяйства - одно из основных условий эффективного использования машин и оборудования, их поддержания в постоянной готовности при наименьших затратах труда и средств.

Оптимальные размеры производственной инфраструктуры технического сервиса определяются технико-экономическими параметрами обслуживаемого парка техники, объемом выполняемых механизированных работ, количеством и возрастом МТП, их техническим состоянием, принятой системой технического обслуживания, технологией и организацией производства работ на предприятиях технического сервиса [3].

Расчет размеров предприятий связан с прогнозным определением годового количества ремонтов машин по маркам или трудоемкости годового объема работ по техническому обслуживанию и ремонту всей имеющейся техники в зоне обслуживания. Также должны прогнозироваться потребности в дополнительной производственной площади и технологическом оборудовании для выполнения этого объема работ.

При обосновании целесообразности капитальных вложений на реконструкцию объектов производственной инфраструктуры технического серви-

са сравнивают необходимые и имеющиеся производственные мощности, выявляют необходимость их расширения с учетом рыночных возможностей.

При вложении средств в реконструкцию необходимо определить оптимальную производственную мощность предприятия. Профессор Левитский И.С. разработал и предложил методику расчета оптимальной программы ремонтного предприятия, обеспечивающей ремонт машин при минимально возможной себестоимости с учетом транспортных затрат. Оптимальная программа является основой для составления бизнес-плана развития ремонтно-обслуживающего предприятия при реконструкции [4].

Для характеристики предпринимательской деятельности предприятий производственной инфраструктуры технического сервиса в рыночных условиях используется система экономических показателей. Основной количественный показатель - суммарная мощность ремонтных предприятий и ее прирост за определенный период. Качественная сторона ремонтно-обслуживающей базы характеризуется совершенством основных средств ремонтного назначения, новизной применяемых технологий и методов организации производства, а также такими показателями, как себестоимость ремонта и моторесурс отремонтированных машин, который в настоящее время не превышает 40-50% от ресурса новых машин.

В таблице приведены основные технико-экономические показатели развития ремонтно-обслуживающей базы АПК Ставропольского края. Суммарные затраты, связанные с обеспечением и поддержанием заданного качества объекта ремонта выражаются через величину удельных затрат на единицу моторесурса, которую необходимо постоянно снижать [5, 6].

Эффективная предпринимательская деятельность в сфере технического сервиса позволяет снизить потребности в запасных частях и ремонтных материалах, повысить фактические сроки службы тракторов, комбайнов, автомобилей и сельскохозяйственных машин, значительно укрепить материально-техническую базу АПК региона.

Деятельность ремонтно-обслуживающих предприятий должна в первую очередь оцениваться по их способности создать условия для эффективной работы техники у потребителей, непосредственно занятых производством сельскохозяйственной продукции. Прежде всего, это качество ремонта техники, минимальное время нахождения в ДП на период сельскохозяйственных работ, снижение цен на отремонтированную продукцию и другие услуги технического сервиса.

Таким образом, эффективность технического сервиса выражается высокой технической готовностью машинно-тракторного парка, систематическим снижением затрат на его поддержание в работоспособном состоянии в расчете на единицу выполняемых работ и услуг.

Таблица – Технико-экономические показатели развития ремонтно-обслуживающей базы АПК Ставропольского края

№№ п/п	Наименование ремонтно- технических предприятий АПК	Количество предприятий, шт.						Намечаемая суалярная годовая прог- рама пред- приятия		Среднегодовая выпускная продукция, тыс. руб.	Общая производственная площадь, м²	Потребные кап. вложения с привязкой, тыс. руб.					Стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.	Потребность в производственных рабочих, чел.
		все	в том числе		тех- пе- рев- о- ру- же- ни ю	тыс. уед. руб.	тыс. руб.	на новое строительство	на реконструкцию (расширение)			на тех. перевооружение						
			подлежит	рекон- струк- ции (расш- рению)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Ремонтные предприятия краевого (областного) уровня																		
1	Ремонтные заводы	8	-	-	1	27,339	29914	25418	40577	42266	1689	-	-	906	22967	2410		
2	Специализированные мастерские и цехи	2	-	-	1	1,632	1040	880	8160	8160	-	-	-	250	985	83		
Ремонтные предприятия межобластного уровня																		
1	Ремонтные заводы	5	-	2	3	19,366	37409	31795	26213	26213	-	-	2311	2038	13750	3077		
2	Специализированные ремонтные мастерские и цехи	2	-	-	-	1,188	1606	1366	3537	3537	-	-	-	-	1871	137		
Ремонтно-технические предприятия районного уровня																		
1	Станции технического обслуживания автомобилей	29	3	8	2	-	35730	30756	70006	79982	9976	6897	3220	572	32949	2900		

**Секция 1: Технический сервис
машин и оборудования**

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	Станции технического обслуживания тракторов	26	-	-	-	-	12371	10372	31443	31443	-	-	-	-	13312	1175
3	Станции технического обслуживания оборудования животноводческих ферм и комплексов	30	4	-	-	-	19041	15346	9769	12262	2493	923	-	-	4579	1178
4	Цеха (депо) по техническому обслуживанию и ремонту комбайнов	27	-	-	25	-	6505	5716	27406	25900	-	-	-	1136	7083	844
5	Ремонтные мастерские общего назначения	14	-	-	-	-	3084	2653	23741	23741	-	-	-	-	5926	405
6	Технические обменные пункты	30	2	-	-	-	62883	-	17338	17358	20	496	-	-	17358	59
7	Центральные ремонтные мастерские с.-х. предприятий	455	45	141	-	-	106717	92748	419691	506495	86804	16992	31024	-	108296	10390
8	Пункты технического обслуживания	1688	809	158	-	-	-	-	182759	636554	453795	136179	17480	-	109975	4830
9	Автогазари	445	53	143	-	-	-	-	362217	422389	60172	8527	15202	-	59484	996
10	Машдворы	261	237	49	-	-	-	-	580390	1251100	670710	56463	6545	-	62903	498
11	Нефтесклады	465	33	184	-	-	-	-	254123	280283	26160	3629	10405	-	43517	498

Литература

1. Донецкий Д.С., Вели Т.К., Жевора Ю.И. Развитие инновационной инфраструктуры АПК региона. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. Т.1. №92, 2010. С.161-166.
2. Палий Т.И., Жевора Ю.И. Отраслевые и региональные особенности управления инновационной деятельностью в агропромышленном комплексе. Техника в сельском хозяйстве. №6, 2011. С.30-32.
3. Палий Т.И., Жевора Ю.И., Литвинов Е.А. Оптимизация инновационной производственной инфраструктуры технического сервиса в АПК региона. В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. 2011. С. 167-172.
4. Жевора Ю.И., Палий Т.И., Доронина Н.П. Научно-технический потенциал в обеспечении инновационной модернизации АПК. В сборнике: Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. 2012. – С. 181-186.
5. Жевора Ю.И., Палий Т.И., Литвинов Е.А. Развитие производственной инфраструктуры технического сервиса в обеспечении модернизации АПК региона. В сборнике: Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. 2012. – С. 186-188.
6. Жевора Ю.И., Литвинов Е.А., Палий Т.И. Перспективы развития ремонтно-обслуживающей базы технического сервиса в обеспечении модернизации АПК Ставропольского края. В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. 2013. – С. 99-106.

Abstract

Directions and forms of organization of repair and technical service base serving agribusiness. The optimum parameters of production and technical service infrastructure are the main technical and economic indicators of the repair and servicing base AIC Stavropol Territory.

УДК 621.891

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ ДВУХТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

**В.А. Войтов, д.т.н., профессор, Сысенко И.И., аспирант,
Кравцов А.Г., к.т.н.**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

В работе предложен безразмерный критерий оценки качества моторного масла для двухтактных двигателей внутреннего сгорания, который учитывает противозносные свойства, а также индекс вязкости, несмываемость масла бензином с поверхностями трения и способность к нагаро- и лакообразованию.

Введение

Одним из существенных отличий конструкции двухтактного двигателя от четырехтактного – это отсутствие системы смазки. В мировой практике для смазывания двухтактных двигателей применяют специальные малозольные масла, которые добавляют в бензин в количестве 1...3% [1]. Смесь проходит через двигатель с большой скоростью, при этом часть масла в виде тонкой пленки оседает на деталях двигателя, осуществляя смазку. Оставшаяся часть масла сгорает вместе с топливом. Следовательно экологические проблемы от продуктов сгорания, а также попадания части несгоревшего масла в окружающую среду постоянно будут сопровождать применения таких двигателей [2-4].

Данная статья имеет целью разработать комплексный безразмерный критерий оценки качества моторного масла для двухтактных двигателей внутреннего сгорания.

Анализ последних публикаций по данной проблеме. Для двухтактных двигателей начали применять специальные масла, которые отличаются от моторных масел для четырехтактных двигателей [6-10]. Такие присадки, как моющее-диспергирующие, способные удерживать загрязняющие вещества во взвешенном состоянии с последующим задерживанием их фильтром, противопенные, антиокислительные и другие, эффективные в четырехтактных двигателях, не дают эффекта, так как сгорают вместе с бензином, и не будут выполнять своих функций [1]. Более того, такие присадки содержат металлы, например, присадка ДФ-11 (диалкилдитиофосфат цинка), вызывающую высокую зольность масел, которая является причиной абразивного изнашивания цилиндропоршневой группы и отложения нагара в камере сгорания, свечах и других деталях двигателя, снижая его надежность.

Все трибосистемы двухтактного двигателя, такие как подшипники качения, на которых установлен коленчатый вал и нижняя, а иногда и верхняя головка шатуна, поршень, поршневые кольца и гильза цилиндра смазывается тонкой масляной пленкой, которая удерживается на поверхности за счет физической адсорбции. В верхней части гильзы цилиндра, где высокая температура, возможна десорбция масляной пленки, а, следовательно и работа двигателя в режиме «масляного голодания».

На основании анализа работ [1-10] можно сформулировать основные требования к моторным маслам для двухтактных двигателей.

Анализ требований к моторным маслам для двухтактных двигателей.

1. Наличие противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойств, которые обеспечивают долговечность трибосистем двигателя и минимальные потери на трение. Наличие таких свойств можно оценивать удельной работой изнашивания E_y , размерность Дж/мм³ или Н·м/мм³ [5].

2. Наличие противопиттинговых свойств, т.е. способность предотвращать усталостное выкрашивание у подшипников качения, которые являются опорами коленчатого вала и головки шатунов. Наличие таких свойств можно оценивать параметром τ/δ , размерность мин/мкм; где τ – время начала образования выкрашивания в подшипнике, определяется в минутах; δ – увеличение радиального зазора в подшипнике за время появления выкрашивания, определяется в мкм.

3. Способность сгорать без образования нагара, отложений на свечах зажигания и системы выпуска, а так же не образовывать золу, т.к. зола вызывает абразивное изнашивание цилиндропоршневой группы.

Наличие таких свойств обеспечивается присутствием в масле антиокислительной присадки. При этом многофункциональные присадки не должны содержать металлов, которые в процессе сгорания будут образовывать золу. Наличие таких свойств можно оценить термоокислительной стабильностью согласно ГОСТ 23175-78, т.е. способностью образовывать лак. При этом, содержание лака, учитывается не в процентах, а в удельных единицах, грамм образованного лака на испытуемый объем масла с учетом летучих веществ в масле C , гр/м³.

4. Способность обеспечивать адсорбированную масляную пленку на поверхности цилиндра и других деталях двигателя, не смываться бензином в процессе работы.

Наличие таких свойств можно оценить последовательными пятисекундными окунами покрытой маслом пластинки в бензин. Число окунений до полного смывания (до 95% площади) является мерой, которая оценивает несмываемость масел с поверхности цилиндра – $\mathcal{C}$, единица измерения – безразмерна [10].

5. Способность смешиваться с топливом при низких температурах и высоких давлениях. Характерна для современных двухтактных двигателей с раздельной подачей бензина и масла. Наличие таких свойств можно оценить индексом вязкости – ИВ, единица измерения – безразмерна. Чем выше индекс вязкости, тем более пологой вязкостно-температурной характеристикой обладает моторное масло.

Методический подход в проведении исследований. Изложенные выше параметры могут выступать для получения безразмерного критерия качества моторного масла. Как и при классическом подобию [11] безразмерный критерий может быть получен способом анализа размерностей.

Базисными переменными в выбранной системе единиц измерения можно использовать следующие сочетания параметров изучаемого процесса:

$$E_y = \frac{\kappa\tau}{c^2 \cdot m}; \quad \frac{\tau}{\delta} = \frac{c}{m}; \quad C = \frac{\kappa\tau}{m^3}.$$

По методике, изложенной в работе [11], получаем следующую запись:

$$K_{\text{м}} = \frac{\tau}{\delta} \sqrt{\frac{E_y \cdot \text{Ч} \cdot \text{ИБ}}{C}}. \quad (1)$$

Физический смысл данного критерия будет состоять в следующем.

Максимальное значение критерий $K_{\text{м}}$ принимает при наличие в моторном масле хороших противопиттинговых свойств при одновременном минимальном износе подшипников качения, а так же хороших противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойствах. Одновременно с заявленными свойствами моторное масло не должно смываться со стенок цилиндра и других деталей двигателя, хорошо смешиваться с бензином при низких температурах и минимально откладывать лак и нагар в процессе сгорания.

Исходя из анализа формулы (1) следует вывод, что безразмерный критерий $K_{\text{м}}$ может выступать мерой интегральных свойств (качества) моторного масла для двухтактных двигателей. Чем больше значение безразмерного критерия $K_{\text{м}}$, тем лучшими интегральными свойствами (качеством) будет обладать моторное масло для двухтактных двигателей.

Расчет безразмерного критерия качества моторного масла и его корреляция с другими параметрами.

Таблица 1 – Значение параметров и расчетное значение критерия $K_{\text{м}}$ для товарных и растительных масел

Тип масла	Классификация API	Противопиттинговые свойства τ/σ , мин/мкм	Удельная работа изнашивания E_y , Дж/мм ³	Показатель несмываемости масел Ч	Индекс вязкости ИВ	Показатель лакообразования C , гр/м ³	Критерий качества масла $K_{\text{м}}$
Минеральное Такт-2Т	TA	1,14	117 069	8	105	304 800	20,47
Полусинтетическое Пуск-2Т	TB	2,34	225 924	9	142	294 600	73,25
Синтетическое ALF MOTO 2XT Tech	TC	6,39	297 349	11	159	204 200	322,47

В работе выполнен расчет критерия $K_{\text{м}}$, формула (1) по значениям, которые получены в результате лабораторных экспериментов.

Значение параметров для пяти исследуемых масел и результаты расчета критерия $K_{\text{м}}$ сведены в таблицу 1. Дополнительно в таблицу 1 введен показатель – классификация масел по API.

Как следует из таблицы 1, безразмерный критерий качества масла позволяет выполнить рейтинг масел.

Заключение

Теоретически обоснован и на основании анализа размерностей получен безразмерный критерий моторного масла для двухтактных двигателей, который является интегральной характеристикой противопиттинговых, противоизносных, противоадерных и антифрикционных свойств. В сравнении с известными ранее критериями полученный критерий учитывает несмываемость масляной пленки с деталей двигателя, индекс вязкости и способность к лакообразованию.

Литература

1. Мещерин Е.М. Масла для двухтактных двигателей / Е.М. Мещерин, С.Б. Борщевский, М.Е. Осперовская, Е.К. Шабанова // Химия и технология топлив и масел, 1982, № 9, с. 18-19.
2. Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Облащикова И.Р. Экологические аспекты химмотологии смазочных материалов. - М.: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001, с. 115-116.
3. Мещерин Е.М., Островская М.Е. Масла для двухтактных бензиновых двигателей. Тематический обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1989.-70 с.
4. Воробьева Е.В. Исследование и разработка экологически улучшенного масла для двухтактных бензиновых двигателей. Дисс. канд. техн. наук. М: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001. - 89 с.
5. Войтов В.А. Трибологические свойства моторных масел для двухтактных двигателей внутреннего сгорания на растительной основе / В.А. Войтов, И.И. Сысенко, А.Г. Кравцов // Проблемы трибологии. – 2014. – № 1. – С. 27 – 38.
6. Мещерин Е.М. Масла для подвесных моторов / Е.М. Мещерин, М.Е. Островская // Катера и яхты, 1995, 1-4(158), с. 60-62.
7. Владимиров И. Масла для двухтактных подвесных моторов / И. Владимиров // Катера и яхты, 2006, 1(199), с.97-99.
8. Владимиров И. Масла для двухтактных подвесных моторов / И. Владимиров // Катера и яхты, 2006, 2(200), с.106-108.
9. Владимиров И. Масла для двухтактных подвесных моторов / И. Владимиров // Катера и яхты, 2006, 3(201), с.110-112.
10. Трение и смазка. Масла для двухтактных двигателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://aviagam.ru/> - Название с экрана.
11. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике // Л.И. Седов. – М.: Наука, 1981. – 448 с.

Abstract

Dimensionless criterion for the quality of motor oil for two-stroke internal combustion engines, which takes into account antiwear properties and viscosity index oil gasoline indelibly with friction surfaces and the ability to sludging and laking are presented in this article.

УДК 658.588.8

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

**А.В. Иванов¹ д.т.н., профессор., В.М. Поздняков², к.т.н., доцент,
И.Н. Жмыхов¹, к.т.н., доцент**

¹УО «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, ²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

В результате проведённых исследований разработана универсальная система (программное обеспечение) управления планово-предупредительным ремонтом (ППР) на предприятиях агропромышленного комплекса. Разработанная система управления планово-предупредительным ремонтом позволяет производить: учёт запасных частей и комплектующих; и комплектующих; оперативный поиск информации о графиках и видах технического обслуживания, об оборудовании (по линиям, по инвентарным номерам и другие способы), о комплектующих, о внешних документах (паспортах, инструкциях и др.) с любым расширением.

Введение

Для обеспечения бесперебойной и эффективной работы технологического оборудования предприятий АПК, ликвидации простоев из-за неисправностей и преждевременного износа, улучшения качества и снижения стоимости ремонтных работ обслуживание и ремонт необходимо проводить в планово-предупредительном порядке. Основой ППР является проведение профилактических мероприятий, не допускающих внезапного выхода из строя технологического оборудования вследствие поломок или аварий.

Основная часть

Разработанная система управления ППР является программной платформой, с помощью которой предприятия смогут повысить управляемость и эффективность процессов технического обслуживания и ремонта. Эта система охватывает всю деятельность персонала, связанного с ТОиР. Разработанная система позволяет регистрировать первичные данные по оборудованию (паспортизация), вести нормативы на ТОиР, создавать каталоги запчастей, регистрировать дефекты и отказы, формировать план-графики ремонтов и обслуживания, составлять заявки на закупку запчастей и материалов, отчитываться о выполнении ремонтов и других работ и т.д. Руководители могут контролировать в системе деятельность персонала, получать из системы и анализировать численные значения показателей надеж-

ности и работоспособности оборудования, показатели выполнения планов работ, показатели затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Работу разработанной системы АСУППР представим на примере работы линии гранулирования комбикормового предприятия. На первом этапе внедрения АСУППР, в единую базу данных заносится всё технологическое оборудование предприятия по производственным линиям или по структурным подразделениям (участкам, цехам). На рисунке 1 представлено окно программы, где отображаются технологические линии и виды существующего технологического оборудования.

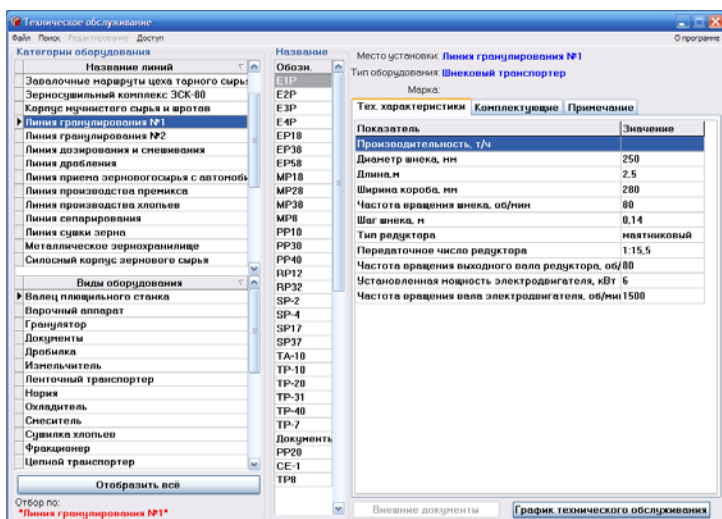


Рисунок 1 – Технологические линии и виды существующего технологического оборудования

Переходя на вкладку «Линия гранулирования №1» отображается технологическое оборудование данной линии, и приводятся его технические характеристики.

На вкладке «Внешние документы» отображается комплект технической документации для данного вида оборудования.

На вкладке «Комплектующие» (рисунок 2) отображаются комплектующие для данного оборудования, их количество и место установки.

Кнопка «График технического обслуживания» открывает отдельное диалоговое окно.

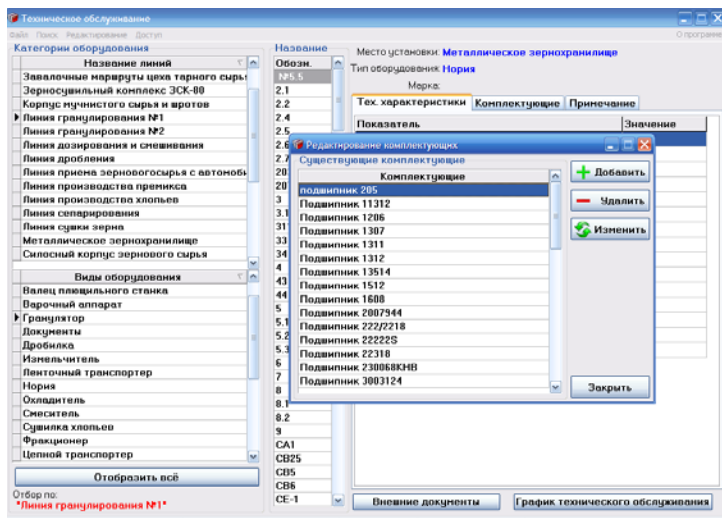


Рисунок 2 – Окно «Комплектующие»

В данном диалоговом окне две вкладки: «На неделю» и «По названию». Вкладка «На неделю» содержит номер текущей недели. Справа содержится счетчик недель. Можно устанавливать номер любой интересующей недели. Слева содержится таблица, в которой располагается наименование оборудования которое необходимо отремонтировать на текущей неделе. Справа отображается информация о месте установки и типе оборудования. Ниже в окне представлена таблица, в которой отображается информация о необходимой работе на выделенном оборудовании в течение указанной недели. Трудоемкость этих работ, указание комплектующих (их марка, план и фактически замененные). Дата выполнения, где указывается дата ремонта. Ниже в окне отображается перечень исполнителей работ и причина невыполнения работ. Внизу в окне имеются три кнопки «Наряд», «Табель» и «Отчет».

После выделения нужных видов работ (например, для механиков или для электриков) нажимается кнопка «Наряд», после чего открывается текстовая строка в которую вписываются фамилии и инициалы исполнителей, затем нажимается кнопка «Создать». Создается наряд на выполнение работ в текстовом редакторе Microsoft Word, где можно внести любые изменения и распечатать. Наряды сохраняются в папке «Резерв» под именем даты создания наряда и фамилии исполнителей.

При нажатии кнопки «Табель» открывается шаблон табеля в текстовом редакторе Microsoft Word.

При нажатии кнопки **«Отчет»** в текстовый редактор Microsoft Word передается из СУБД «Техническое обслуживание» вся информация по проведенной работе на указанной неделе.

В отчете указывается оборудование, вид ремонта, выполняемая работа, замена комплектующих, исполнители, дата выполнения работ и причина невыполнения (если такая имеется). Отчет распечатывается из Microsoft Word и сохраняется в Microsoft Word под именем (например дата и номер недели).

Вторая вкладка **«По названию»** дает возможность просмотреть виды технического обслуживания по конкретному оборудованию в течении всего года.

В данной вкладке **«По названию»** присутствует перечень оборудования предприятия. Существует сортировка по месту установки и типу оборудования. Для выделенного оборудования представлен график технического обслуживания на год по номерам недель и виду ремонта. Справа отображается перечень работ по выделенной неделе, трудоемкость работ, перечень деталей, количество замененных запчастей по плану и по факту, а также дата выполнения ремонта, если он был проведен. При нажатии кнопки **«Отчет»** в Microsoft Word передается отчет по выделенному оборудованию.

Меню **«Поиск»** предусматривает поиск комплектующих, установленных в оборудовании предприятия. При этом открывается диалоговое окно, представленное на рисунке 3.

В данном диалоговом окне указывается комплектующая посредством выбора из списка и нажимается кнопка **Поиск**. Результаты поиска отображаются ниже в данном окне. В качестве результатов представляются наименование оборудования и количество комплектующих установленных на данном оборудовании. Данная опция позволяет планировать закупки комплектующих и вести их учёт.

Работа в АСУППР может вестись в двух режимах: редактирование и просмотр. Для работы в режиме редактирования необходимо ввести пароль в меню **«Ввод пароля»**.

Использование автоматизированной системы управления планово-предупредительным ремонтом позволяет сократить к минимуму простои оборудования, которые связаны с выходом из строя, снизить затраты на эксплуатацию и при этом значительно увеличить прибыль предприятия за счёт увеличения количества выпускаемой продукции.

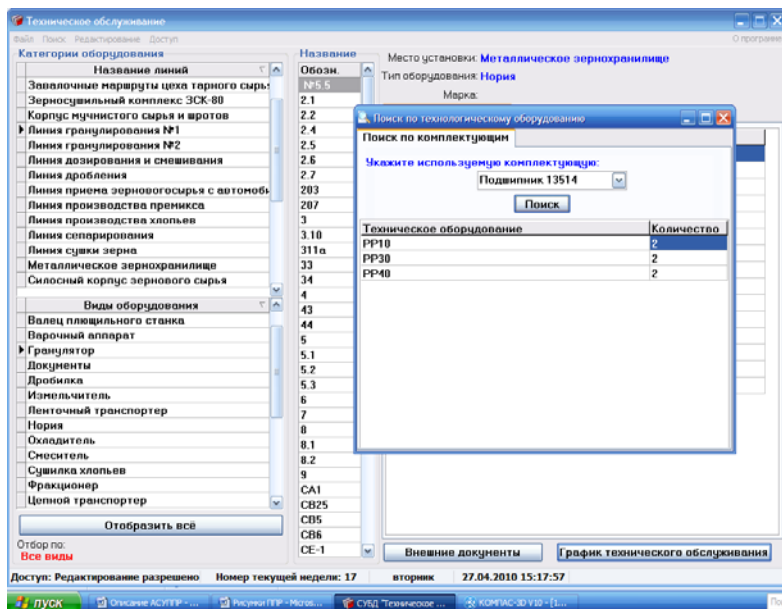


Рисунок 3 – Диалоговое окно комплектующих
«Поиск по технологическому оборудованию»

При этом данное программное обеспечение может устанавливаться на сервер предприятия, что позволяет ответственным за эксплуатацию технологического оборудования лицам (главный инженер, главный механик) в режиме on-line контролировать своевременное выполнение работ связанных с планово-предупредительным ремонтом оборудования.

Заключение

Разработанное программное обеспечение может быть адаптировано под любое предприятие агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Внедрение системы управления ППР на предприятии позволит систематизировать технологическое обслуживание и ремонт оборудования, сократить к минимуму простои оборудования связанные с выходом из строя и, тем самым, значительно снизить затраты на эксплуатацию технологического оборудования.

Литература

1. Яцков, А.Д. Диагностика, монтаж и ремонт оборудования пищевых производств / А.Д. Яцков, А.А. Романов. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2006. – 120 с.

2. Поздняков, В.М. Разработка автоматизированной системы планово-предупредительного ремонта технологического оборудования / В.М. Поздняков, А.В. Иванов, А.И. Ермаков // Наукові здобутки – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: програма і матеріали 77-я наук. конф.. НУХТ, Київ, – Київ, 2011. – Ч. II. – С. 16.

Abstract

The studies developed a universal system (software) control preventative maintenance on agricultural enterprises.

УДК 656.13.0028

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА ПРЕДПРИЯТИЙ
ПО УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ**

**Н.В. Алдошин, д.т.н., профессор, С.П. Казанцев, д.т.н., профессор,
Н.А. Лылин, инженер**

*Московский государственный аграрный университет – МСХА
им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация*

Представлена методика определения объемов годового сбора материалов при утилизации техники. Произведена оценка количества технических средств, подлежащих утилизации, в Московской области. Определен типоразмерный ряд предприятий по утилизации технических средств.

Введение

При проектировании предприятий по утилизации техники необходимо понимать, что они должны быть универсальными с точки зрения видов перерабатываемых технических средств. Не целесообразно создавать малые узкопрофильные предприятия по переработке, например, только сельскохозяйственной техники или легковых автомобилей. Материальный состав утилизируемых технических средств, как правило, идентичный. Для определения типоразмеров таких предприятий необходимо знать ежегодные количества материалов, которые будут поступать на них.

Анализ состояния вопроса

По данным Федеральной службы государственной статистики и ГИБДД МВД на территории Московской области в Российской Федерации сосредоточено более 2,2 млн. единиц автотранспортных средств (АТС). На долю Московской области приходится 6,2% российского парка легковых автомобилей и 8-10% рынка автомобилей.

Общая численность АТС со сроком эксплуатации более 10 лет постоянно растет. Как следствие сложившихся тенденций, увеличивается численность вышедших из эксплуатации транспортных средств. Ежегодно снимается с государственного учета без последующей постановки 3,0–3,9% списочного состава парка АТС.

Выполненные разными авторами прогнозные оценки численности автомобильного парка России, а также Москвы и Московской области показывают, что тенденция роста численности парков легковых, грузовых автомобилей и автобусов и, следовательно, численности вышедшей из эксплуатации техники и их компонентов сохранится и в перспективе.

Оптимальный радиус доставки техники до предприятия по переработке составляет для легковых автомобилей порядка 30 км. Схема расположения предприятий по утилизации техники на территории Московской области представлена на рисунке 1 [1].



Рисунок 1 - Схема зон обслуживания предприятий по утилизации техники на территории Московской области

Цель исследования – разработать методику определения типоразмера предприятия по утилизации техники с учетом конкретных производственных и природно – географических условий.

Методика исследования

Для обоснования мощности или годовой загрузки предприятия необходимо оценить количество единиц техники, ежегодно выходящей из эксплуатации в зоне обслуживания каждого предприятия по утилизации на территории Московской области.

В основе методики определения объема сбора материалов при утилизации техники на территории субъекта РФ лежит методика оценки количества технических средств подлежащих утилизации с учетом территориального расположения населенных пунктов. Суть методики заключается в определении объемов образования материалов подлежащих утилизации в каждом из населенных пунктов на территории субъекта РФ.

Численность автомобильного парка на определенной территории зависит от проживающего там населения. Учитывая уровень автомобилизации населения в Московской области по данным на 2009 г. около 307 автомобилей на 1000 жителей можно оценить распределение техники по районам Московской области. Исходя из данных переписи населения на 2010 год, оценим численность парка легковых АТС по всем районам и городским округам Московской области (таблица 1).

Кроме парка легковых автомобилей необходимо учитывать и другую технику, находящуюся в эксплуатации на территории Московской области. Чтобы оценить численность парка грузовых автомобилей и автобусов на территории муниципальных районов и городских округов учитываем долю этих видов техники в структуре общей численности автотранспортных средств. Несмотря на увеличение численности автомобильного парка (таблица 2) структура парка автотранспортных средств в значительной степени остается постоянной [3].

Таблица 1 - Оценка численности парка АТС по районам и городским округам Московской области

№ п/п	<u>Район</u>	Площадь, км ²	Население, тыс. чел	Численность парка легковых АТС, тыс. шт
1	2	3	4	5
1	Волоколамский	1671	55,6	17069
2	Воскресенский	811	154,4	47401
3	Дмитровский	2217	151,5	46511
4	Егорьевский	1729	96,3	29564
5	Зарайский	968	41	12587
6	Истринский	1300	114,3	35090
7	Каширский	700	68,14	20919

**Секция 1: Технический сервис
машин и оборудования**

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
8	Клинский	2000	127,8	39235
9	Коломенский	1100	41,1	12618
10	Красногорский	220	161,8	49673
11	Ленинский	456	104,9	32204
12	Лотошинский	1000	17,3	5311
13	Луховицкий	1341	62,43	19166
14	Люберецкий	132	221,7	68062
15	Можайский	2599	69,4	21306
16	Мытищинский	440	171,96	52792
17	Наро-Фоминский	1296	169,76	52116
18	Ногинский	893	201,67	61913
19	Одинцовский	1245	297,36	91290
20	Озерский	539	35,44	10880
21	Орехово-Зуевский	1816	114,3	35090
22	Павлово-Посадский	563	85,2	26156
23	Подольский	1063	79,1	24284
24	Пушкинский	633	179,6	55137
25	Раменский	1414	203,7	62536
26	Рузский	1559	63,1	19372
27	Сергиево-Посадский	2025	209,1	64194
28	Серебряно-Прудский	876	24,8	7614
29	Серпуховский	1016	33,7	10346
30	Солнечногорский	1149	124,5	38222
31	Ступинский	1796	117,2	35980
32	Талдомский	1427	44,27	13591
33	Чеховский	866	110,9	34046
34	Шатурский	2715	70,7	21705
35	Шаховской	1211	24,4	7491
36	Щелковский	807	182,5	56028
№ п/п	<u>Городской округ</u>	Площадь, км ²	Население, тыс. чел	Численность парка лег- ковых АТС, тыс. шт
37	Балашиха	216	221,8	68093
38	Власиха	4	26,5	8136
39	Бронницы	22	21,48	6594
40	Дзержинский	16	47,98	14730
41	Долгопрудный	31	92,86	28508
42	Домодедово	818	130,4	40033
43	Дубна	71	70,66	21693
44	Железнодорожный	25	115,97	35603
45	Жуковский	47	102,79	31557
46	Звенигород	48	17,27	5302

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

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
47	Ивантеевка	15	62	19034
48	Климовск	17	56	17192
49	Коломна	67	144,79	44451
50	Королев	62	163,4	50164
51	Котельники	14	32,34	9928
52	Красноармейск	160	26,29	8071
53	Краснознаменск	13	37,15	11405
54	Лобня	29	74,25	22795
55	Лосино-Петровский	9	22,55	6923
56	Лыткарино	17	55,24	16959
57	Орехово-Зуево	36	121,38	37264
58	Подольск	40	207	63549
59	Протвино	30	37,3	11451
60	Пушино	20	20,9	6416
61	Реутов	9	91,54	28103
62	Рошаль	40	21,27	6530
63	Серпухов	32	127	38989
64	Троицк	15	39,87	12240
65	Фрязино	9	55,37	16999
66	Электрогорск	50	22,48	6901
67	Электросталь	59	145,6	44699
68	Звездный городок	3	6,7	2057
69	Поселок Восход	5	1,9	583
70	Поселок Молодежный	6	3,12	958
71	Химки	120	212,08	65109
72	Черноголовка	8	20,98	6441
73	Щербинка	7	32,33	9925
74	Юбилейный	3	33,23	10202

Таблица 2 - Динамика численности и структура автомобильного парка Российской Федерации

Годы	Легковые, шт./ (доля в общей структуре)	Грузовые, шт./ (доля в общей структуре)	Автобусы, шт./ (доля в общей структуре)	Всего, тыс. шт	Автомобили- зация, легко- вых авт./1000 жителей
1	2	3	4	5	6
1999	19700000 / 0,80	4390000 / 0,18	633000 / 0,03	24723	169,8
2000	20353000 / 0,80	4400000 / 0,17	640000 / 0,03	25393	175,4

**Секция 1: Технический сервис
машин и оборудования**

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6
2001	21232000 / 0,81	4480000 / 0,17	663000 / 0,03	26375	181,7
2002	22468000 / 0,81	4630000 / 0,17	703000 / 0,03	27801	191,5
2003	23383000 / 0,81	4670000 / 0,16	730000 / 0,03	28783	198,6
2004	24208000 / 0,81	4770000 / 0,16	766000 / 0,03	29744	206,3
2005	25560440 / 0,82	4850000 / 0,16	791956 / 0,03	31200	217,4
2006	26780440 / 0,82	4930000 / 0,15	823956 / 0,03	32532	227,8
2007	29404920 / 0,83	5011320 / 0,14	882457 / 0,03	35455	249,3
2008	32021000 / 0,84	5093981 / 0,13	894133 / 0,03	38263	269,5

По данным федеральной службы государственной статистики численность парка тракторов и другой сельскохозяйственной техники в последнее время имеет устойчивую тенденцию к сокращению. Динамика сокращения парка основных сельскохозяйственных машин за 5 лет свидетельствуют об устойчивом уменьшении количества тракторов, парк которых в 2009 г. составлял 72% к уровню 2004 г.; зерноуборочных комбайнов – соответственно 64%; кормоуборочных комбайнов – 68%. Аналогичная тенденция имеет место и по остальным сельхозмашинам. Обобщенные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Материально-техническая база сельскохозяйственных организаций

	2004	2005	2006	2007	2008
Наличие основных видов техники					
Всего тракторов (с тракторами, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины), шт	9970	9071	8186	7577	7183
Комбайны (зерноуборочные, кормоуборочные, картофелеуборочные), шт	2322	2043	1765	1600	1517
Другая сельскохозяйственная техника (жатки валковые, плуги, культиваторы, сеялки, пресс-подборщики, бороны, разбрасыватели удобрений, тракторные прицепы), шт	20965	17589	15526	13841	12954
Посевные площади сельскохозяйственных культур					
Вся посевная площадь, тыс. га	786	699	660	627	612

Чтобы определить численность техники по районам Московской области необходимо оценить размеры территории, используемую в сельском хозяйстве. Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур также имеет тенденцию к сокращению, в 2009 посевные площади составляли 78% к уровню 2004 г.

Зная численность технических средств и соответственно количество ежегодно выходящей из эксплуатации техники, необходимо оценить объем материалов и компонентов в составе утилизируемой техники. Для этого необходимо провести анализ материального состава утилизируемой техники.

Масса и вид материалов, содержащихся в конструкции, определяются назначением каждого вида техники, закладываемыми в техническое задание на проектирование показателями производительности, надежности, безопасности, топливной экономичности, токсичности, а также пригодностью к утилизации.

Из приведенных в литературе сведений следует, что доля черных металлов в конструкции автомобилей разных типов составляет 65-73,3%. На втором месте – пластмассы. Содержание чугуна и стали в конструкции за 30 лет сократилось на 11% но при этом содержание алюминия возросло с 2 до 6%. [3] Прогнозные оценки содержания различных материалов в конструкции легкового автомобиля среднего класса на период до 2020 года показывают, что доля пластмасс в его конструкции возрастет не менее чем на 6% за счет снижения доли черных металлов. В конструкции сельскохозяйственной техники доля черных металлов доходит до 95%. При расчете показателей работы предприятий по утилизации техники будем опираться на содержание в конструкции технических средств черных металлов.

Кроме материалов, извлекаемых при утилизации автотранспортных средств, необходимо учитывать сбор металлолома населением, а также бытовую технику, подлежащую утилизации.

Учитывая планируемое размещение предприятий по утилизации техники на территории Московской области, численность технических средств в регионе, количество ежегодно выходящей из эксплуатации техники, материальный состав утилизируемой техники, другие факторы оценим годовой объем сбора металлолома на предприятиях (таблица 4).

Из полученных результатов видно, что объем сбора металлолома по зонам обслуживания предприятий по утилизации техники неравномерный. Наибольшие объемы сбора материалов приходятся на районы, примыкающие к Москве, что объясняется большим количеством проживающего там населения. Следовательно, мощность предприятий по переработке для различных зон обслуживания должна быть неодинаковой. Для упрощения расчетов структуры и параметров предприятия по утилизации техники необходимо разбить на типы зоны обслуживания в зависимости от годового объема сбора материалов с территории.

Секция 1: Технический сервис
машин и оборудования

Таблица 4 - Показатели расчета годового объема сбора металлолома в Московской области по зонам обслуживания предприятий по утилизации техники

№ п/п	Зона обслуживания предприятия по утилизации техники	Площадь, тыс. км ²	Население, тыс. чел	Общая численность, ед				Общий объем металлолома, т
				АТС	трак- торов	комбай- нов	др. с/х техники	
1	Лотошинский район, Шаховской район	2,21	41,70	14762	347	74	626	1148,9
2	Волоколамский район	1,67	55,60	19682	262	56	473	1333,1
3	Луховицкий	1,34	62,43	22100	210	45	380	1413,5
4	Рузский район, п.г.т. Восход	1,56	65,00	23010	245	52	443	1497,8
5	Можайский район	2,60	69,40	24568	408	87	736	1743,9
6	Шатурский район, г. Рошаль	2,76	91,97	32557	432	92	780	2203,7
7	Егорьевский район	1,73	96,30	34090	271	58	490	2127,5
8	Талдомский район, г. Дубна	1,50	114,93	40685	235	50	424	2451,0
9	Ступинский район	1,80	117,20	41489	282	60	509	2541,2
10	Клинский район	2,00	127,80	45241	314	67	566	2777,5
11	Дмитровский район	2,22	151,50	53631	348	74	628	3268,6
12	Озерский район, Каширский район, Зарайский район, Серебряно-Прудский район	3,08	169,38	59961	483	103	873	3748,5
13	Наро-Фоминский район, п.г.т. Молодежный	1,30	172,88	61200	204	43	369	3538,7
14	Сергиево-Посадский район	2,03	209,10	74021	318	68	573	4350,2
15	Серпуховский район, Чеховский район, г. Серпухов, г. Протвино, г.Пушино	1,96	329,80	116749	308	66	556	6669,8
16	Коломенский район, Воскресенский район, г. Коломна	1,98	340,29	120463	310	66	560	6874,4
17	Орехово-Зуевский район, Павлово-Посадский район, г. Орехово-Зуево, г. Электрогорск	2,47	343,36	121549	387	82	698	7009,4
18	Одинцовский район, г. Звенигород, г. Краснознаменск, п.г.т. Власиха	1,31	378,28	133911	205	44	371	7503,4
19	Истринский район, Солнечногорский район, Красногорский район	2,67	400,60	141812	419	89	756	8145,7
20	Подольский район, Ленинский район, городской округ Домодедово, г. Подольск, г. Климовск, г. Щербинка	2,40	609,73	215844	377	80	680	12139,4
21	Раменский район, Люберецкий район, г. Бронницы, г. Жуковский, г. Котельники, г. Дзержинский, г. Лыткарино	1,66	685,23	242571	261	56	471	13481,2
22	Пушкинский район, Мытищинский район, г. Ивантеевка, г. Королев, г. Любим, г. Долгопрудный, г. Химки, г. Юбилейный	1,33	989,38	350241	209	45	377	19299,0
23	Потенский район, Щелковский район, городской округ Балашиха, г. Электросталь, г. Железнодорожный, г. Звездный городок, городской округ Черноголовка, г. Фрязино, г. Лосино-Петровский, г. Красноармейск, г. Реутов	2,20	1090,97	386203	345	73	622	21394,0

Целесообразно выделить четыре типоразмера предприятия по переработке на территории Московской области в зависимости от годового объема сбора металлолома:

- до 5000 тонн;
- от 5000 до 10000 тонн;
- от 10000 до 15000 тонн;
- более 15000 тонн.

Такая разбивка позволяет проектировать типовые предприятия по переработке техники с выбором стандартного технологического оборудования, позволяет рассчитать число рабочих и количество постов демонтажа компонентов вышедшей из эксплуатации техники.

Заключение

1. На территории Московской области находится один из наибольших по численности автомобильный парк, при этом значительную долю составляет техника возрастом более 10 лет, что делает проблему утилизации техники для этого региона особенно актуальной.

2. Распределение техники по территории Московской области неравномерное. Наибольшая концентрация техники приходится на районы примыкающие к столице, что связано с большим количеством проживающего там населения.

3. Полученные значения годового объема сбора металлолома с территорий зон обслуживания предприятий по утилизации техники позволяют сделать прогноз годовой программы работы этих предприятий, что в свою очередь, при выборе стандартного технологического оборудования, позволяет обосновать типоразмерный ряд предприятий по утилизации на территории Московской области.

Литература

1. Алдошин, Н.В. Определение радиуса обслуживания предприятия по утилизации техники [Текст] / Н.В.Алдошин, Н.А. Лылин // Тракторы и сельхозмашины, 2014, №4, с. 45–47.
2. Астанин, В.К. Структура сельских предприятий по утилизации пластмассовых изделий [Текст] / В.К. Астанин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – №7. с. 46-47.
3. Петров, Р.Л. Утилизация транспортных средств. Международный опыт, проблемы и решения. / Р.Л. Петров. – Тольятти: ООО «Автостат», 2009. – 45 с.

Abstract

The method for determining the amount of annual collection of materials at the disposal of equipment. The estimation of quantity of technical means to be disposed, in the Moscow region. Defined the range of enterprises on recycling of technical means.

УДК 631.173

ИНФОРМАЦИОННО-КОНСУЛЬТАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

В.П. Миклуш¹, к.т.н., профессор, А.С. Сайганов², д.э.н., профессор

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
²«Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Изложены основные направления развития информационно-консультационной службы технического сервиса в АПК – одного из важных факторов, способствующих росту конкурентоспособности аграрного сектора за счет содействия принятию сельскими товаропроизводителями рациональных экономических решений на основе объективной и постоянно обновляемой информации.

Введение

Развитие рыночных отношений в сельском хозяйстве способствовало значительному росту потребителей информации: руководители и специалисты коллективных сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств, предприниматели, руководители и специалисты ремонтно-обслуживающих предприятий, ремонтных заводов, дилерских технических центров. Они нуждаются в получении информации об инновационных разработках новой техники, технологиях, передовом производственном опыте, эффективное использование которых позволяет перевести производство на более высокий организационный и технологический уровень.

Одной из важных проблем развития системы технического сервиса в АПК является включение в поле его деятельности информационных и консультационных услуг, а также услуг по подготовке кадров, мониторингу потребностей и запросов потребителей.

Основная часть

Основными задачами информационно-консультационного обеспечения технического сервиса являются:

- повышение эффективности технического сервиса на основе достижений научно-технического прогресса, передового производственного опыта и оказание консультационных услуг по техническим, технологическим и организационно-экономическим вопросам;
- оказание содействия сельскохозяйственным товаропроизводителям в освоении инновационных разработок новой техники и технологий, передового опыта в техническом сервисе;

- сбор, обработка и доведение до сельскохозяйственных товаропроизводителей востребованной ими технической информации;
- повышение уровня инженерных знаний и практических навыков сельскохозяйственных товаропроизводителей и сельского населения по освоению новой сельскохозяйственной техники и технологий;
- обеспечение вышестоящих органов государственного регулирования технического сервиса первичной информацией.

Анализ мирового опыта организации консультативных служб по вопросам технического сервиса позволяет сделать выводы о необходимости наличия двух групп консультантов:

- общего профиля, непосредственных осуществляющих контакт с сельскими товаропроизводителями;
- специализированные, осуществляющие деятельность по различным направлениям системы технического сервиса сельскохозяйственной техники.

Создание в консультационных службах структур специального направления, занимающихся техническими консультациями, позволяет решить проблему интеллектуальной технической поддержки сельских товаропроизводителей, руководителей и специалистов различных предприятий и организаций системы технического сервиса, поднять их профессиональный уровень и на этой основе повысить эффективность использования сельскохозяйственной техники.

Мировая практика сельскохозяйственного консультирования подтверждает целесообразность формирования двух и трехуровневых систем, охватывающих государственный, областной, районный уровни и уровень отдельного товаропроизводителя. В силу ориентированности отдельных инновационных разработок на конкретные условия их применения, в осуществлении деятельности по инновационной составляющей в основном вовлечены областной и районный уровни. Информационно-консультационная служба (ИКС) на областном уровне должна обеспечивать связь с научными организациями, ведущими фундаментальные и прикладные исследования, учреждениями образования, а также осуществлять научно-методическое руководство ИКС районного уровня, организацию испытаний, опытов, обучение кадров службы.

Повышение эффективности регулирования сельскохозяйственного производства, и в частности системы технического сервиса, на региональном уровне должно быть связано с изменением функций научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений, опытных станций, расположенных на территории региона. Как показывает практика, именно данные структурные подразделения принимают активное участие в проведении научно-исследовательских работ по совершенствованию консультативной службы. Они имеют возможность оказывать консультативные услуги при покупке техники, в период ее производственной и технической эксплуатации, готовить

или проводить экспертизы научно-исследовательских проектов, адаптировать новейшие технологии организации использования сельскохозяйственной техники к условиям региона.

Сотрудники технической информационно-консультационной службы обязаны поддерживать постоянный контакт с сельскохозяйственными товаропроизводителями и регулярно доводить до них сведения о важнейших технических, технологических, экономических и коммерческих изменениях и новинках в сельскохозяйственном производстве.

Следует отметить, что ведущие мировые производители сельскохозяйственной техники, учитывая важное влияние сервиса на конкурентоспособность произведенной ими продукции, значительное внимание уделяют всем составляющим технического сервиса. На своих технических центрах они осуществляют подготовку сервисного персонала и инструкторов по обучению рабочих, осуществляют своими силами или силами дилеров обучение операторов, создают экспертные системы для правильного определения путей решения сервисных проблем с помощью Интернета. Помимо ремонтно-эксплуатационной документации они обеспечивают своих дилеров большим комплексом документов по всем процессам сервиса, изготавливают специальное переносное диагностическое оборудование и оснастку, снабжают топливно-смазочными материалами и запасными частями, предлагают программное обеспечение, разрабатывают прогрессивные нормативы, при необходимости предоставляют кредиты, регулируют эффективность деятельности дилеров и др.

Особо важно отметить обеспечение запасными частями своих потребителей (дилеров, арендные центры и др.). Каждый ведущий производитель постоянно развивает свою сеть распределения запасных частей, включающую взаимосвязанные высокоавтоматизированные склады запасных частей пирамидальной структуры. Заказ на этих складах можно сделать с помощью сети Интернет. С этих складов осуществляется периодическое пополнение запасов деталей потребителей, а также экстренная доставка деталей в течение 24 часов.

Особо важное значение имеет процесс управления сервисом.

При построении системы управления сервисом и ее подсистем широко используются требования, изложенные в международных стандартах ISO 9000:2005 (ISO 9000:2000). В составе процесса управления различают планирование, организацию, мотивацию и контроль, выполняемые на основе современных высокоэффективных методов. Современные сервисные службы постоянно используют помощь квалифицированных консультантов, в том числе для аудита всех сторон деятельности, документирования процессов, улучшения функционирования и др.

Ведущие производители сельскохозяйственной техники Республики Беларусь, такие как ПО «Минский тракторный завод», РУП «МАЗ», ПО «Гомсельмаш», ОАО «Бобруйскагромаш», ОАО Лидаагропроммаш», ОАО «Амкор» оказывают значительную информационную поддержку сельскохозяйственным товаропроизводителям.

На интернет-порталах этих предприятий содержится информация о выпускаемой продукции, включая: каталоги по отдельным ее видам с техническими характеристиками и сведениями о возможностях применения в конкретных производственных условиях; руководства (инструкции) по эксплуатации; мультимедийные презентации новой техники; отзывы потребителей; фотогалереи об участии производимой техники в различных международных выставках; сведения о товаропроводящей сети; политику предприятия в области качества; мероприятия о проводимых выставках, семинарах и т.д. Отдельной страницей представлены сведения о сервисном сопровождении выпускаемой продукции включая контактную информацию с дилерскими (техническими) центрами и торговыми домами, обеспечение запасными частями, предоставление других видов услуг.

На сайте РО «Белагросервис» содержится информация: об организациях осуществляющих взаимодействие с объединением по вопросам производственно-технического обслуживания АПК; схемы сервисного сопровождения сельскохозяйственной техники, выпускаемой отечественными и зарубежными производителями; каталоги машин и оборудования, производимых организациями агросервиса; сведения о продаже запасных частей, отремонтированных агрегатов и узлов для различных видов сельскохозяйственной техники, оказания услуг технического сервиса; руководящая документация и др.

С целью улучшения обеспечения предприятий агропромышленного комплекса РБ необходимыми материально-техническими ресурсами представлен портал «Информационно-поисковая система РО «Белагросервис» предназначенный на основе использования современных компьютерных технологий:

- повысить качество агрохимического, производственно-технического и материально-технического обеспечения организаций АПК;
- улучшить качество сервисного сопровождения сельскохозяйственной техники, используемой в АПК;
- обновить и расширить ассортимент оказываемых услуг;
- способствовать росту конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции на основе финансовой устойчивости и модернизации сельского хозяйства, а также на основе ускоренного развития приоритетных подотраслей сельского хозяйства;
- совершенствовать механизм регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и.д.

С помощью портала можно оперативно, в режиме «онлайн», получать информацию о наличии тех или иных материально-технических ресурсов на складах агросервисов. Помимо мощной поисковой машины по запасным частям, агрегатам и прочей продукции для сельхозпроизводителей, портал содержит в себе информацию обо всех структурных подразделениях объединения, роде их занятий, месторасположении и т.д. Кроме того, сайт оборудован удобным телефонным справочником РО «Белагросервис», в котором можно найти номера телефонов руководителей объединения, начальников служб, подразделений предприятия и, соответственно, телефоны самих подразделений и служб.

Формирование информационных массивов инженерного профиля целесообразно осуществлять по следующим направлениям :

- научно-технический прогресс в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции;

- базовые, зональные и другие технологии производства основных продуктов сельского хозяйства, их переработки, технического сервиса машин и оборудования;

- машины и оборудование, серийно выпускаемые в странах СНГ ближнем зарубежье, их стоимость, производители, технологическое назначение, технические, экологические, экономические и иные характеристики;

- машины, выпускаемые ведущими зарубежными фирмами, их основные характеристики;

- технический сервис;

- номенклатура запасных частей, агрегатов и узлов по всем машинам и оборудованию, выпускаемым и используемым в технологических процессах АПК (с указанием производителей, стоимости, технологического назначения, взаимозаменяемости и т. д.).

Формирование этих баз данных должно осуществляться применительно к конкретным технологиям и системам машиноиспользования.

Особый интерес представляет блок информации, связанной с техническим сервисом, где целесообразно сосредоточить:

- регламент выполнения операций и нормативы трудоемкости предпродажной подготовки сельскохозяйственной техники;

- показатели надежности сельскохозяйственной техники;

- диагностические параметры всех типов машин и оборудования, используемых в сельском хозяйстве;

- периодичности технического обслуживания, перечень операций и их трудоемкость по видам сельскохозяйственной техники;

- удельные нормативы трудоемкости текущего ремонта сельскохозяйственной техники;

- коэффициенты охвата капитальным (текущим) ремонтом машин и их составных частей

- электронные каталоги запасных частей, норм расхода материалов при выполнении операций технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники;

- перечень и специализация заводов-изготовителей сельскохозяйственной техники (отечественных и зарубежных);

- перечень дилерских технических центров (их специализация), осуществляющих сервисное сопровождение сельскохозяйственной техники;

- перечень ремонтно-обслуживающих предприятий (ремонтные заводы, специализированные ремонтные мастерские, станции технического обслуживания и др.), осуществляющие капитальный ремонт машин и их составных частей;

- каталоги технологического оборудования, оснастки и приборов для технического обслуживания и ремонта различных видов (марок) сельскохозяйственной техники;

- технические требования на капитальный и текущий ремонт по видам (маркам) сельскохозяйственной техники;

- руководства и технологические карты на капитальный и текущий ремонт машин разных марок; особенности технологий, размеры сопряжений деталей, допуски и т. п.;

- номенклатура восстанавливаемых деталей к различным типам сельскохозяйственной техники (стоимость восстановленной детали, гарантированный ресурс);

- перечень услуг, оказываемых ремонтно-обслуживающими предприятиями, дилерскими техническими центрами по техническому сервису машин и оборудования, их стоимость, наличие ресурсов и т.д.;

Актуальной проблемой является создание автоматизированной аналитической системы, функционирующей в условиях локальной вычислительной среды и обеспечивающей оперативное управление базой данных, и предоставление на ее основе пользователю своевременной информации о наличии запасных частей к различным видам и маркам сельскохозяйственной техники, текущем состоянии производства ремонтно-технологического оборудования и разработки нормативно-технической документации.

Для более быстрого и эффективного внедрения достижений научно-технического прогресса при формировании технической информационно-консультативной службы в АПК должно быть обеспечено ее полное государственное финансирование, а услуги сельским товаропроизводителям должны оказываться бесплатно, что подтверждает и опыт создания подобных служб в развитых странах.

Наряду с созданием государственной ИКС в системе технического сервиса сельскохозяйственной техники, могут образовываться и другие информа-

ционные системы, учредителями которых будут заводы изготовители сельскохозяйственной техники, агросервисные организации, коллективные хозяйства и др.

Организационно-экономическими условиями повышения эффективности информационно-консультационных услуг технического сервиса являются:

- подготовка и повышение квалификации консультантов технического сервиса;

- обеспечение достойного уровня заработной платы сотрудникам консультационных организаций;

- выделение субсидий сельским товаропроизводителям для пользования информационно-техническими услугами;

- комплектование информационно-консультационных центров современными компьютерными системами и другим необходимым оборудованием;

- строительство новых офисных помещений или реконструкция существующих для обеспечения консультантов удобными рабочими местами, помещениями для приема посетителей и проведения групповых консультаций и семинаров;

- обеспечение консультационных центров транспортными средствами для организации мобильной и оперативной работы.

- организационная и финансовая поддержка сельских консультантов со стороны органов местного самоуправления;

- методическая, организационная и информационная поддержка консультантов, работающих в сельской местности, со стороны организаций регионального и федерального уровней.

Таким образом, повышение эффективности технического сервиса невозможно без развития информационно-консультационной службы. Современный высококачественный сервис является высокотехнологичным сложным видом деятельности. По нашему мнению, массовый переход к такому сервису неизбежен. При этом возможные результаты такого перехода заслуживают того, чтобы к ним стремились. Эти результаты могут быть охарактеризованы широко распространенной в мировой практике фразой: «Качественный сервис - это, как минимум, вторая машина».

Заключение

Информационно-консультационная служба АПК является важнейшим фактором, способствующим росту конкурентоспособности аграрного сектора за счет содействия принятию сельскими товаропроизводителями рациональных экономических решений на основе объективной и постоянно обновляемой информации.

Развитие технического направления в информационно-консультационных службах агропромышленного комплекса целесообразно развивать по двум

направлениям: первое – это создание специальных технических служб в уже имеющихся информационно-консультационных структурах, второе – создание новых специализированных информационно-консультационных служб по вопросам технического сервиса в агропромышленном комплексе.

Литература

1. Баутин, В. Этапы развития информационно-консультационной деятельности в АПК / В. Баутин, М. Веселовский // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2002. - № 1. – С. 10-14.
2. Методические рекомендации по созданию и функционированию информационно-консультационной службы в системе АПК / Н.Н. Котковец, Л.Е. Трофимчик, В.А. Самсонович [и др.]. – Минск: Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2007. – 28 с.
3. Нижевич, Л. Аграрные информационно-консультационные службы в Республике Беларусь: современное состояние и перспективы развития / Л. Нижевич, Н. Киреенко // Аграрная экономика. – 2011. – №9 – С. 19-23.

Abstract

The main directions of data and consulting services in farm machinery service in agroindustrial complex are given. Data and consulting service is one of the main factors which help to increase competitiveness of the agrarian sector due to encouragement of rural commodity producers in making economical decisions on the base of objective and constantly renewable information.

УДК 6.31

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**В.И. Рублёв, д.т.н., профессор, В.Д. Войтюк, д.т.н., доцент,
В.Е. Рублёв, бакалавр**

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
г. Киев, Украина*

Обоснована номенклатура нормативной документации для технического сервиса сельскохозяйственной техники в развитие существующих стандартов.

Технический сервис (далее «ТС») – это комплекс работ и услуг для покупателей сельскохозяйственных машин, эффективного использования и поддержания их в работоспособном состоянии на протяжении всего пери-

ода эксплуатации [1]. За основу его целесообразно рассматривать процесс управления качеством ТС и техники [2].

Установлено, что в среднем, 13,6% дефектов (для отдельных групп машин - от 0 до 75%) их общее число формируется на стадии проектирования; 68,3% дефектов (для отдельных групп машин - от 0 до 100%) – в производстве и 18,1% дефектов (для отдельных групп машин – от 0 до 38%) - при поставке потребителю, как составляющей ТС [3].

Вышеизложенное указывает, что при рассмотрении теоретических положений, формирующих качество сельскохозяйственной техники (далее «СХТ») следует рассматривать всю совокупность таких этапов её жизненного цикла: конструирование, изготовление, поставку, эксплуатацию, включая использование техники в технологических процессах производства сельскохозяйственной продукции, техническое обслуживание и ремонт.

Положения относительно требований до перечня конструкторской документации при её разработке рассмотрены в ГОСТ 15.001-88 [4]. Однако, стандарт не содержит в перечне эксплуатационные документы и документы на выполнение ТС по номенклатуре поставки, монтажных работ, эксплуатации и технического обслуживания, как его составляющей. В тот же час, Закон Украины «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» [5] предусматривает необходимость разработки указанных нормативных документов (далее «НД») на разработку, изготовление, и услуги.

Вышеизложенное определяет проблему усовершенствования номенклатуры конструкторской документации и её реализации при разработке.

Современные требования к НД в практике управления качеством продукции и услуг изложены в международном стандарте ISO 9004-2000 и гармонизованном с ним ДСТУ ISO 9004-2001 [2]. Как основу управления качеством продукции в стандарте рассматриваются процессы. Однако, процессы поставки, монтажных работ, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта не предусматриваются ГОСТ 15.001-88 [4]. Они также не считаются, как обязательные для разработки в ГОСТ 2.601-95 [6].

Цель работы заключается в усовершенствовании номенклатуры конструкторской документации для нормативного обеспечения процессов поставки, монтажных работ, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

При этом решались следующие задачи:

1. Выполнить анализ нормативных документов по номенклатуре конструкторской документации для обеспечения качества ТС СХТ и обосновать её для последующей разработки.

2. Сформулировать требования к вышеуказанной конструкторской документации и разработать рекомендации для её усовершенствования.

При выполнении работы использовались методы информационного поиска и морфологического анализа. Для анализа использовалась матрица в виде таб-

лицы (таблица 1). В графах таблицы указываются НД, которые подлежат разработке.

На основе информационного поиска установлено несоответствие существующих документов [7, 9] Закону Украины «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» [5] и их отсутствие для ТС. По сравнению с ГОСТ 15.001-88 стандарт на эксплуатационные документы ГОСТ 2.601-95 [6] рассматривает целый перечень эксплуатационных документов (таблица 1). В тот же час, только три документа из одиннадцати посвящены вопросам, связанным с ТС СХТ.

К ним относятся:

1. Руководство по эксплуатации с необходимостью оценки технического состояния машины.

2. Инструкция по монтажу, пуску, регулировке и обкатке.

3. Учебно-технические плакаты про конструкцию машины, принцип действия, приёмы использования и технического обслуживания.

По таблице 1 видно, что из одиннадцати НД не подлежат обязательной разработке десять и только один является обязательным.

С учётом выше изложенного проблема качества сельхозтехники и услуг при ТС определяется глубокой разницей между требованиями потребителей к ним и их фактическим качеством. Решение проблемы удовлетворения запросов потребителей СХТ и услуг связано с системой факторов, которые влияют на их качество.

Внедрение системы факторов (конструирование, изготовление, поставка, эксплуатация, обслуживание и ремонт) должны рассматриваться концептуально. Это следует принимать во внимание в общей государственной политике, в законодательных документах, направленных на развитие сельскохозяйственного производства. В этой связи концепция управления качеством технического обслуживания СХТ и услуг во время её работы должна включать следующие компоненты:

1. Поставки и реализация - продаж.

2. Использование техники в технологических процессах сельского хозяйства.

3. Техническое обслуживание техники.

4. Ремонт техники.

Изложенное указывает о целесообразности разработки следующих документов для стадий жизненного цикла составляющих ТС:

1. Руководство по эксплуатации с необходимостью оценки технического состояния машины.

2. Инструкция для монтажа, ввода в эксплуатацию, настройки и обкатки.

3. Учебно – технические плакаты о конструкции изделия, принципах работы, методах использования и технического обслуживания.

**Секция 1: Технический сервис
машин и оборудования**

Таблица 1 - Номенклатура нормативных документов и степень обязательности их разработки

Код доку-мента	Наименование доку-мента	Степень обяза-тельности раз-работки доку-мента	Дополнительные указания
1	2	3	4
РЭ	1.Руководство по эксплуатации	0	
ИМ	2.Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке	0	ИМ составляют на монтаж, пуск, регулирование и обкатку изделия на месте его использования и в случае, если эти требования нецелесообразно или невозможно изложить в РЭ
ФО	3.Формуляр	0	-
ПС	4.Паспорт	0	-
ЭТ	5.Этикетка	0	ЭТ составляют на изделия, для которых даны необходимые для эксплуатации не больше пяти-шести основных показателей. Для подтверждения этих показателей нет необходимости составлять ФО (ПС) и технически их невозможно и нецелесообразно маркировать на изделия.
КДС	6.Каталог деталей и составляющих единиц	0	КДС составляют на изделия, для которых на протяжении времени эксплуатации предусмотрены неоднократный ремонт и замены составляющих частей
НРЗ	7.Нормы расхода запасных частей	0	Под НРЗ на период эксплуатации одного изделия понимают среднее ожидаемое за этот период количество замен составных частей по отказам и отработки ресурса
НМ	8.Нормы расхода материалов	0	Под НМ на период эксплуатации представляют среднее ожидаемое за этот период количество расхода материалов

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
ЗИП	9.Ведомость комплекта запасных частей, инструмента и приспособлений (ЗИП)	0	ЗИП составляют на изделия, для которых совместно поставляют приложенные для них комплекты ЗИП, а также наборы ЗИП, которые поставляются отдельно от изделия, для эксплуатации которого предназначены ЗИП (например ЗИП одиночный, групповой, ремонтный и др.). Если количество наименований изделий и материалов незначительное, то ЗИП допускается не разрабатывать, а их номенклатуру перечисляют в формуляре или паспорте
УП	10.Учебно-технические плакаты	0	УП разрабатывают по ГОСТ 2.605
ВЭ	11.Ведомость эксплуатационных документов	0	ВЭ составляют на изделия, у которых в комплект эксплуатационных документов входят два и больше самостоятельных эксплуатационных документов

Условные обозначения: 0 – документ обязательный; 0 – необходимость разработки документа определяет разработчик.

Целесообразно сказать, что наглядное представление выполнения приёмов и установок при техническому обслуживании машин обеспечивается соответствующими рисунками в руководстве по эксплуатации большинства международных фирм.

Изменение технического состояния СХТ при поставке определяется уровнем технологических процессов поставки. Техническое состояние технологического процесса оценивается по техническому состоянию машины. Составляющими элементами ТС при поставке СХТ являются технологические операции.

При разработке НД необходимо учитывать контроль, как составляющую операцию технологических процессов [8]. В предлагаемых НД целесообразно рассматривать перечень подлежащих контролю составных частей машин и деталей, показателей и параметров с учётом их значимости. При этом необходимо в технологических картах контроля использовать приёмочный уровень дефектности “q” (рис. 1) [7, 9]. Для автоматической обработки ре-

зультатов наблюдений, показатели, подлежащие контролю, целесообразно обозначать шифром с шестью цифрами.

На основе нормативных требований к Единой системе технологической документации сформулированы следующие требования к картам контроля (рисунок 1). В их состав входят:

1. Название машины, её марка и другие необходимые реквизиты.
2. Перечень контрольных показателей.
3. Шестизначный код для передачи значения контрольного показателя в справочно-информационный фонд.
4. Название контрольного показателя (параметра).
5. Значения параметра контрольного показателя по чертежу и нормативно-технической документации.
6. Инструменты, калибры, приспособления и методика, предназначенные для контроля.
7. Приёмочный уровень дефектности, q .

Организация разработчик		Карта контроля			Чертёж
					Материал
Наименование					Листов
					Лист
Код контрольного показателя	Название контрольного показателя	Величина контрольного показателя	Метод инструмент, контроля	Приёмочный уровень дефектности, q	
000000	Загально системные показатели				
.....					
000999	.....	.....	.....	.....	
001000	Системные показатели	.....	.....	.....	
.....					
999999	.....	.....	.....	.....	

Рисунок 1 – Схема карты контроля

При этом возможно корректировать содержание разработанных и внесённых в автоматизированный справочно-информационный фонд карт контроля. Это даёт дополнительную возможность решать задачи по формированию первичных карт дефектов для отдельной машины, вносить в них изменения, вводить и корректировать показатели количества дефектов по коду контролируемого показателя, создавать объединённые карты дефектов. На основе этого создаётся возможность автоматизированного проведения статистического анализа количества дефектов. По его результатам строится графическое представление в виде гистограмм.

По результатам наблюдений и анализа нормативной документации разработаны рекомендации для статистического контроля сельскохозяйственной техники.

Для однозначной оценки возможных дефектов машин разработана их классификация.

Заключение

Сформулирована проблема усовершенствования номенклатуры конструкторской документации для выполнения услуг технического сервиса сельскохозяйственной техники. Обоснованы и реализованы направления усовершенствования конструкторской нормативной документации для технического сервиса.

Литература

1. Закон України „Про захист прав покупців сільськогосподарських машин”.
2. ДСТУ ISO 9004:2001 (ISO 9004:2000). Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності.
3. Рубльов В.І. Виготовлення - ведучий фактор забезпечення якості сільськогосподарської техніки. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенко.- «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». Вип. 110,.-Харків. 2011-320 с.
4. ГОСТ 15.001-88 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения.
5. Закон України „Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності”.
6. ГОСТ 2.601-95 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.
7. Рубльов В.І., Войтюк В.Д. Управління якістю технічного сервісу і сільськогосподарської техніки при постачанні. Посібник; За ред. проф. В.І.Рубльова. 2-е видання доп.-К.: Видав.НАУ, 2006.-236 с.; іл.
8. ГОСТ 3. 1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий.
9. ГОСТ 18242-72 Качество продукции. Статистический приёмочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля.

Abstract

Is substantiated the nomenclature of normative documentation for the technical service of agricultural machinery in the development of the existing standards.

УДК 631.15

**СТАНОВЛЕНИЕ ОТРАСЛИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
МАШИН В АПК: АСПЕКТЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ИНЕРТНОСТИ**

Г.П. Бут, доцент, В.Н. Хрянин, канд. техн. наук, доцент
*Новосибирский государственный аграрный университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Определены предлагаемые направления в принятии решений и развертывании адекватной целеустремлённой деятельности по преодолению инертности в становлении и развитии отрасли восстановления деталей машин в АПК России.

Введение

Актуальность формирования отраслей восстановления деталей машин и оборудования (*реновационных отраслей*) в различных производственных сферах России предельно ясно изложена в публикации МГТУ им. Н.Э. Баумана [1]. В ней отражается своеобразный манифест приверженцев реализации реновационных технологий как неисчерпаемого потенциально-го источника сбережений интеллектуальных, материальных и энергетических ресурсов в рамках концепций устойчивого развития и решения экологических проблем.

К сожалению, этот призыв не находит воплощения с должной активностью, в частности, в сфере технического сервиса АПК, где вместе с тем традиционно в 50-80 г.г. прошлого века восстановлению деталей машин уделялось большое внимание. Имеющиеся в настоящее время примеры положительных тенденций внедрения современных эффективных технологий восстановления деталей машин вряд ли могут свидетельствовать о приемлемых темпах развития реновационной отрасли, отвечающих требованиям времени.

Потенциал спроса на использование восстановленных деталей в настоящее время сохраняет тенденцию возрастания. Проблема ремонта особенно будет обостряться для импортных машин в связи с большими затратами на запчасти [2]. Значительные издержки при ремонте машин новых поколений связаны с тем, во многих случаях детали, бывшие в эксплуатации, в процессе дефектации утилизируются с высоким уровнем недоиспользования ресурса. Противостоять этому расточительному процессу можно лишь путём создания конкурентоспособной реновационной отрасли.

Основная часть

В связи с отмеченными тенденциями в отношении потребитель техники (сельский товаропроизводитель) – заводы-изготовители – производственная сфера технического сервиса необходимо, на наш взгляд, радикальное пере-

осмысление и оценка факторов, обуславливающих наблюдаемую инертность в становлении отрасли восстановления деталей машин АПК.

Определяющее влияние на состояние и развитие реновационной отрасли, оказывает человеческий фактор. Необходимы коренные изменения в сознании людей, причастных к решению проблем восстановления деталей машин с позиций экологических требований и соответствия стратегии устойчивого развития.

С учётом акцентов данного подхода и необходимости обеспечения системного характера поиска решения по активизации становления реновационной отрасли в АПК России считаем целесообразным определить следующие направления в принятии решений и развёртывании адекватной формы целеустремленной деятельности.

1. В качестве первоочередного шага необходимо инициирование разработки и принятия на законодательном уровне Государственной программы развития реновационной отрасли в сфере технического сервиса АПК. Её рождение подготовлено всем предшествующим полувекowym этапом становления и развития системы технического сервиса в АПК России. Появление такого государственного документа и разработка мероприятий по его реализации должно базироваться на реальных процессах становления цивилизованной системы технического сервиса в современных условиях [3, 4] и, в отдельных случаях, на эффективные практические результаты её функционирования [5].

Важнейшим достоинством и целью программы должно стать *мобилизующее* её значение. Давно назрела необходимость вовлечь всех людей, глубоко осознающих необходимость следования духу концепций устойчивого развития общества, в благородную область деятельности по созданию наиболее экологически чистых отраслей производства по восстановлению деталей машин.

2. Необходимо радикальное изменение менталитета инженерного корпуса АПК в ориентации на широкое использование современных эффективных технологий восстановления деталей машин. Низкие темпы развития отмеченных выше положительных тенденций в становлении реновационной отрасли сферы технического сервиса АПК, в определяющем отношении обусловлены сложившимся, особым менталитетом значительной части инженерного корпуса АПК. К сожалению, его характерным признаком является негативное отношение к целесообразности использования восстановленных деталей и, вообще, к необходимости создания реновационной отрасли, чаще всего, с мотивацией, выражаемой краткой формулой: «Новая деталь всегда лучше восстановленной». Тревожно и то, что иногда высказываются оценки в том же плане представителями научно-педагогической общественности вузов аграрного профиля России.

Для того, чтобы призывы о необходимости радикальных изменений в становлении эффективной реновационной отрасли в АПК России не трансформировались в бездейственные декларации, необходимо, на наш взгляд, в аграрных вузах *безотлагательно* открыть подготовку инженеров по реновационным технологиям (по примеру МГТУ им. Н.Э. Баумана). На соответствующих кафедрах для студентов (*бакалавров*), магистрантов и аспирантов *необходима реализация непрерывно обновляемого лабораторного практикума и научно-исследовательской работы* с использованием современных установок по восстановлению деталей машин. Учебный процесс должен строиться на моделировании реальных сценариев технологической деятельности инженера реновационной отрасли, а технологические практики должны обеспечить живую связь с конкретными участками и цехами реновационных производств регионов. При этом постепенно будут создаваться необходимые условия для возрождения традиционного российского творческого менталитета формируемого у молодого инженерного корпуса, несущего заряд преемственности поколений, который сориентирован на ускорение становления эффективной реновационной отрасли.

Создание благоприятных условий для подготовки инженеров реновационного производства требует также решения задачи снятия барьеров по формированию образовательного информационного пространства. Главной и неотложной задачей здесь является обеспечение доступа к *открытой* информации по профессиональным вопросам, в том числе и в сети интернет. Решению этой проблемы противостоит коммерциализация в сфере обмена информацией. В частности получение ответа на запрос по конкретным публикациям через интернет нередко приводит к недоступности информации, что отрицательно влияет на качество подготовки инженеров. Возможно, для нормализации обменных информационных процессов в образовательном пространстве необходимо подключение государственного регулирования.

3. Одним из важнейших условий целенаправленного и эффективного продвижения на пути становления реновационной отрасли в АПК является создание более благоприятного климата профессиональной инженерной деятельности в целом в сфере технического сервиса. В этих целях необходима разработка нового регламента технической политики по формированию системы технического сервиса в АПК с чётким определением двух направлений – *для машин отечественного производства и для импортных машин* [2,4,6] с сохранением продуктивной связи между ними.

Усилия специалистов и учёных *по формированию системы технического сервиса машин отечественного производства* с середины 90-х г.г. прошлого века были сопряжены с условиями стагнации машиностроительной отрасли для села. Кризисное состояние сельхозмашиностроения сохраняется. С учётом неутешительных прогнозных оценок экспертов к настоящему времени, согласно

которым сельхозмашиностроение в России в текущем десятилетии вряд ли сможет создать сильные стратегические позиции и определять содержание соперничества на растущих мировых рынках [7], следует, на наш взгляд, в технической политике инициировать процессы более тесного взаимодействия заводов-изготовителей и структурных подразделений АПК. [3, 4, 6].

Необходимо создавать такой механизм взаимодействия, который определял бы условия объединения усилий ведущих инженеров и специалистов заводов-изготовителей и сферы технического сервиса по созданию машин новых поколений и формированию технологических ресурсов системы технического сервиса, включая решение задач *становления и развития реновационной отрасли*. К числу неэффективно решаемых задач технического сервиса в АПК относится задача мониторинга технического состояния машин *в течение всего их жизненного цикла*. В процессе технического обслуживания и ремонта на основе *стратегии по состоянию* для машин новых поколений сплошь и рядом допускается разрыв в информационной цепи «*диагностические параметры предельного технического состояния – предельные значения структурных параметров*». [7]. Этот разрыв в информационной цепи патологически сохраняется и является одним из *важнейших факторов, определяющих причины инертности становления и развития реновационной отрасли в АПК*, и, отчасти, показателем кризисных явлений в сельхозмашиностроении. В этой связи целесообразна организация на заводах-изготовителях служб фирменного сопровождения, которые должны являться *ведущими структурными подразделениями* системы технического сервиса в АПК, неуклонно и последовательно реализующими важнейшие положения государственной технической политики [3, 7].

Функционирование системы технического сервиса импортных машин в российских условиях должно быть подчинено обеспечению работоспособности и эффективному использованию приобретенных машин [2]. Безудержный рост импорта [8] диктует необходимость фильтрации предложений фирм-поставщиков на приобретение техники сельскими товаропроизводителями России по важнейшим функциональным параметрам с установками для потребителей техники на снижение разномарочности, усложняющей решение сервисных задач, в том числе по восстановлению деталей машин. Приоритетное развитие реновационных производств для восстановления деталей импортных машин должны получать российские предприятия, как правомерное условие, определяющее гарантии конкурентного преимущества.

Заключение

Определяющее значение в решении обозначенных задач по проблеме ускорения развития отрасли восстановления деталей машин имеет человеческий фактор. Преодоление инертности в становлении реновационной отрасли

сферы технического сервиса в АПК России в жестких конкурентных условиях требует мощной консолидации усилий ученых, специалистов и инженеров производственной сферы АПК, научно-образовательного сообщества аграрных вузов с опорой на поколение молодых компетентных специалистов.

Вероятно, целесообразным может быть в ближайшей перспективе обсуждение задач и проблем создания реновационных производств сферы технического сервиса АПК в рамках СНГ.

Литература

1. Гаврилюк, В. Экологический потенциал реновационного производства в концепции устойчивого развития [Текст] / В.С. Гаврилюк, Э.Л. Мельников, А.О. Бояркин // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2007. – №4. – С. 2-5
2. Черноиванов, В. Главные направления организации технического сервиса импортной сельскохозяйственной техники [Текст] / В. И. Черноиванов, С.А. Горячев // Техника и оборудование для села. – 2009. – №5(143). – С. 6-9.
3. Бут, Г. Концепция становления и развития систем «фирма – ремонтно-обслуживающие структуры АПК»: аспекты структуры, информатизации и кадрового обеспечения технического сервиса [Текст] / Г.П.Бут, В.В. Коноводов, А.А. Малышко, Г.С.Муравьев, Натарзан В.М. // Новосибирск: Новосибирский ГАУ, 1997. – 31с.
4. Кушнарёв, Л. Роль и место производителей сельхозтехники в фирменном техническом сервисе [Текст] / Л. И. Кушнарёв, Е.Л. Чепурина // Техника и оборудование для села. – 2013. – №7. – С.38-40
5. Макушин А.А. Восстановление и модернизация машин на заводах КамАЗа [Текст] / А.А. Макушин, А.Т. Кулаков, Н.И. Кулаков, Н.И. Светличный // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2007. – №12. – С. 46-48.
6. Бут, Г. Аспекты структуры, информационного и экспертно-диагностического обеспечения системы технического сервиса в агропромышленном комплексе [Текст] / Г.П. Бут, В.Н. Хрянин // Труды ГОСНИТИ. Т. 108. – М.: ГОСНИТИ, 2011. – С. 47-51
7. Файзрахманов, Ф. Изменение состава стратегической группы мирового сельхозмашиностроения и отраслевых позиций её участников [Текст] / Ф.М. Файзрахманов // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №1. – С.3-7.
8. Елисеев, А. Анализ структуры рынка с.-х.тракторов и комбайнов в России [Текст] / А.Г. Елисеев // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – №1. – С.3-6.

Abstract

The suggested directions to accept decisions and launch adequate purposeful activity for overcoming inactive in formation and development of the branch of restoring machine parts in Russian agrarian industrial complex are determined.

ЛИЗИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ И МАШИН В ПОЛЬШЕ

Waldemar Izdebski¹, Karolina Plochocka², Jacek Skudlarski²,
Stanisław Zajac³

¹Варшавский Политехнический Университет (Politechnika Warszawska),

²Варшавский Университет Естественных Наук-SGGW, г. Варшава,

³Государственная высшая профессиональная школа в г. Кросно, Польша

В статье представлены тенденции в развитии лизинга сельскохозяйственных машин в Польше. Проведенные анализы показывают рост числа заключенных договоров о лизинге и рост стоимости находящихся в лизинге сельскохозяйственных машин.

Введение

Развитие фермерских хозяйств зависит от капиталовложений в машинный парк, а эти инвестиции, в свою очередь, требуют финансовых средств. Исследования, проведенные Martin & Jacob для EFL, показывают, что около 27% опрошенных фермеров планируют в ближайшие 12 месяцев приобрести сельскохозяйственные машины. Почти 60% опрошенных фермеров намерены для этого использовать собственные средства. Тем не менее, 40% фермеров будет искать внешние источники финансирования [13]. Финансовый рынок предлагает много возможностей финансирования инвестиций в фермерских хозяйствах. Подавляющее большинство сельхозпроизводителей, использующих чужой капитал, получают кредиты, которые дополняют их собственный вклад, особенно в периоды наибольшего спроса на финансовые средства. Среди различных кредитов, доступных на финансовом рынке, фермеры чаще всего используют льготные кредиты [1]. По исследованиям, проведенным Czerwińska-Kayzer [1], почти 85% опрошенных автором фермеров отметили, что без льготного кредита не могли бы реализовать инвестиции в своих хозяйствах.

Вступление Польши в Европейский Союз открыло для фермеров новые возможности финансирования инвестиций и развития фермерских хозяйств. Большинство польских фермеров заинтересованы в прямых субсидиях, которые выплачиваются ежегодно после предшествующей заявки. Большим интересом среди фермеров пользуется возможность финансовой поддержки для модернизации фермерских хозяйств за счёт фондов ЕС. [18] Исследования Kusza [11] показали, что наиболее важную роль в финансировании инвестиций играли средства ЕС, а затем собственные средства фермера и банковские кредиты. Выяснилось, что поддержка инвестиций в фермерских хозяйствах охватывает значительную часть группы наиболее

продуктивных и в то же время самых важных с точки зрения рынка фермерских хозяйств [2]. Ката [10] отмечает, что с момента запуска фондов ЕС для поддержки инвестиций в фермерских хозяйствах часто происходит сочетание источников финансирования, т.е. фондов ЕС, банковских кредитов и собственных средств фермеров.

Одним из способов финансирования основных средств, в том числе тягачей и сельскохозяйственных машин, является лизинг, который дает возможность использовать основное средство без необходимости его приобретения за определенную арендную плату, называемую оплатой по лизингу. По мнению Skowronek - Mielczarek [15], к преимуществам лизинга относится отсутствие необходимости вкладывать значительный капитал, Rosa [14], в свою очередь, к основным преимуществам лизинга относит в частности: возможность использовать средства, первоначально предназначенные для модернизации или замены оборудования, для других целей; доступ к новым технологиям без необходимости затрат на их приобретение; потенциальную возможность уплаты лизинговых платежей за счет средств, полученных с помощью эксплуатируемого основного средства, а также определенные налоговые выгоды.

Szafraniec-Siluta [17], как еще одно преимущество лизинга, приводит возможность покрытия части инвестиционных затрат за счет Программы развития сельских районов 2007-2013 гг. (PROW 2007-2013) в рамках Меры 121 «Модернизация фермерских хозяйств».

Исследования Martin & Jacob показывают, что в приобретении сельскохозяйственной машины или тягача в рамках лизинга заинтересованы примерно 5% опрошенных представителей фермерских хозяйств [13].

Возможности финансирования инвестиций в фермерских хозяйствах в Польше

Финансовый рынок в Польше предлагает много возможностей финансирования инвестиций в фермерских хозяйствах. Чаще всего польские фермеры выбирают банковские услуги, потому что они предпочитают сотрудничать и заключать договоры с известными и общедоступными компаниями. Это обусловлено, в частности, источником информации, из которых фермеры черпают знания о финансировании инвестиций. По данным исследования Martin & Jacob, до 54,3% польских фермеров черпают знания от близких членов семьи, друзей или соседей, так как, по их мнению, они являются надежным источником информации. Только 22,3% фермеров пользуются услугами консультантов, представителей и агентов банков [13]. Польские фермеры, как и прежде, в маленькой степени используют внешние источники финансирования, потому что они боятся неплатежеспособности и задолженности в банках [16].

Подавляющее большинство сельхозпроизводителей, использующих чужой капитал, выбирает кредиты. К кредитам, которые чаще всего берут фермеры, относятся льготный и коммерческий кредиты [1]. Льготный кредит, также называемый сельскохозяйственный кредит, был введен в Польше Агентством по реструктуризации и модернизации сельского хозяйства (ARiMR) в 2007 году.

В соответствии с постановлением, которое было издано 22 января 2009 года, ARiMR предлагает финансовую помощь в рамках [3]:

Осубсидирования процентных ставок по инвестиционным кредитам и кредитам, связанным с ликвидацией последствий стихийных бедствий, предоставленным за счет собственных средств тех банков, которые заключили соответствующие договоры с Агентством,

Огарантии и поручительства по погашению инвестиционных кредитов и кредитов, связанных с ликвидацией последствий стихийных бедствий,

О частичного погашения капитала инвестиционного кредита.

Помощь, оказываемая ARiMR, дает фермерам большее чувство безопасности и побуждает их к заключению кредитных соглашений с банками. Примером может быть «Bank Zachodni WBK», который, благодаря субсидиям ARiMR, предлагает инвестиционный кредит, гарантируя более низкие процентные ставки, кредитование от 70% до 90% стоимости инвестиций, максимальный срок кредита 15 лет и возможность отсрочить уплату первого платежа на срок до 18 месяцев [4].

Различаем два типа льготного кредита: инвестиционный кредит и кредит на пополнение оборотных средств. Разница между ними заключается в том, что инвестиционный кредит является долгосрочным кредитом, который делает возможным финансировать инвестицию. Фермеры часто берут его для покупки новых тягачей, машин, зданий, пахотных земель или для модернизации зданий. Кредит на пополнение оборотных средств, в свою очередь, является краткосрочным кредитом, который имеет целью финансировать текущую деятельность, например, связанную с началом нового производственного периода [9].

Кредиты на пополнение оборотных средств пользовались успехом до 2004 года, когда Польша присоединилась к Европейскому Союзу. Потом наблюдается увеличение в два раза спроса на инвестиционные кредиты. Такое изменение произошло в связи с ликвидацией Агентством по реструктуризации и модернизации сельского хозяйства протекционизма в области кредита на пополнение оборотных средств. Фермеры потеряли возможность поддержки в виде субсидирования процентных ставок, но зато получили доступ к другим источникам финансирования со стороны ЕС [9].

Очередная возможность финансирования – это заем, который намного легче могут получить недостоверные для банков небольшие фермерские

ХОЗЯЙСТВА, получающие малые доходы. Кредит отличается от займа рядом вопросов. Основные различия:

- О заемщик не обязан при заключении договора указывать цель займа,
- О заемщик в момент получения средств становится их единственным владельцем,
- О предметом займа могут быть как денежные, так и материальные средства,
- О заем в большинстве случаев является беспроцентным.

Заем является простой формой финансирования, предоставляемой практически в один день, и характеризуется небольшой суммой и коротким сроком. Фермеры берут заем в основном для закупки сырья для выращивания, химических веществ, или для проведения ремонтов, или приобретения инструментов. Заем является таким источником финансирования, который редко предлагается банками, но скорее можно его взять в институте под названием «Fundusz Mikro», существующем в Польше с 1994 года, или во все более популярных кредитных союзах, т.е. в Сберегательно-кредитных кооперативных кассах. До сих пор заем не был формой финансирования, пользующейся огромным успехом среди сельхозпроизводителей, потому что в большинстве случаев короткий срок погашения не совпадал с долгими технологическими сроками и производственным циклом в сельском хозяйстве [12]. В последние годы наблюдается значительное увеличение доли займов в финансировании машин и оборудования. В 2012 г. она составила 33%, т.е. была почти на 50% больше, чем в 2011 г. Это связано в основном с инвестициями тех фермеров, которые решительно предпочитают эту форму финансирования. Почти 70% машин, финансируемых займом в 2012 году, относятся к сельскохозяйственным машинам. Высокий спрос на займы в этом сегменте рынка является результатом активного использования фермерами дотаций ЕС. Польша в настоящее время является страной с самой высокой общей суммой полученного финансирования среди всех стран Европейского Союза. Агентство по реструктуризации и модернизации сельского хозяйства в рамках PROW 2007-2013 на банковские счета польских фермеров перечислило более 42,6 млрд. злотых [8].

Вступление Польши в Европейский Союз открыло для фермеров новые возможности финансирования инвестиций и развития фермерских хозяйств. Польские фермеры приобрели возможность получать прямые субсидии, которые выплачиваются ежегодно в декабре после предшествующей заявки, а затем в мае. Прямые субсидии выплачиваются Агентством по реструктуризации и модернизации сельского хозяйства за счет первого «столпа» Единой сельскохозяйственной политики Европейского Союза. Благодаря прямым субсидиям, поддерживается финансовая ликвидность, а также производ-

ственная непрерывность и ликвидность материальных запасов фермерских хозяйств, особенно перед началом нового производственного периода [5].

Следующие возможности финансирования инвестиций в фермерских хозяйствах появились с запуском Плана развития сельских районов 2004 - 2006 гг. (PROW 2004-2006), который был продолжен как PROW 2007 – 2013 - крупнейшая программа развития в Польше. Бюджет Программы развития сельских районов 2007 - 2013 гг. составляет более 70 млрд. злотых, из чего в 2011 году было выплачено 30 млрд. злотых [6].

Лизинг сельскохозяйственных машин в Польше

Возможность получения финансовой подпитки за счет PROW способствовала росту интереса фермеров к лизингу. В ответ на растущий интерес к лизингу со стороны фермеров, лизинговые компании постоянно адаптируют свои продукты под их потребности. Примером может служить факт, что лизинговые компании все чаще делают возможным осуществлять платежи в соответствии с сезонностью доходов в данном виде сельскохозяйственного производства. Фермеры также могут сами определить сумму собственных средств, срок лизинга или займа, а также валюту денежных обязательств. Все формальности решаются на месте, т.е. дома у фермера. Предложение по лизингу и займу относится не только к новым машинам. За счет средств лизинговых компаний фермеры могут также финансировать покупку не новых тягачей [7]. Рынок лизинга и займа на покупку сельскохозяйственной техники в настоящее время переживает бурный рост. По данным Ассоциации лизингодателей Польши (ZPL), в 2012 году стоимость лизинга сельскохозяйственной техники увеличилась по сравнению с предыдущим годом на 59% и теперь составляет 9,9 % от общей стоимости лизинга в Польше – это в два раза больше чем стоимость лизинга строительной техники [7].

В настоящее время лизинг занимает третье место в списке доступных источников финансирования инвестиций в фермерских хозяйствах, после займа и коммерческого банковского кредита. Эта доступность определяется на уровне 20%.

Анализируя договоры о лизинге в региональном пространстве, следует заметить, что самые большие средства лизингового фонда использовали фермерские хозяйства Любушского воеводства (18,2%). В воеводствах Нижнесилезском, Люблинском Подляшском и Варминско-Мазурском показатель использования лизинговых фондов не превышает 5%. В других воеводствах использование средств в рамках лизинга складывается на уровне 0% [13].

dolnośląskie	3,1%
kujawsko-pomorskie	0,0%
lubelskie	1,5%
lubuskie	18,2%
łódzkie	0,0%
małopolskie	0,0%
mazowieckie	0,0%
opolskie	0,0%
podkarpackie	0,0%
podlaskie	3,3%
pomorskie	0,0%
śląskie	0,0%
świętokrzyskie	0,0%
warmińsko-mazurskie	5,0%
wielkopolskie	0,0%
zachodniopomorskie	0,0%

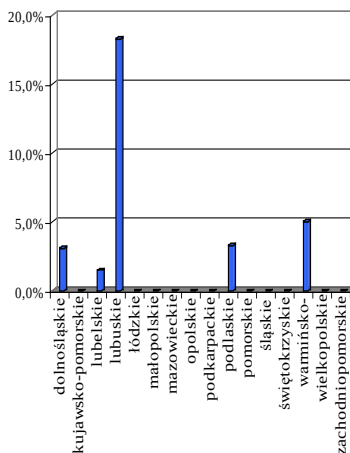


Рисунок 1 - Региональное использование лизинга в Польше [13]

Цель и методы исследования

Цель этой статьи заключается в оценке финансирования покупки сельскохозяйственных машин с помощью лизинга и роли субъектов, оказывающих лизинговые услуги. Анализ охватывает период 2005-2012 гг. Исследованию предшествует обзор литературы предмета. В исследовании были использованы статистические данные Ассоциации лизингодателей Польши (ZPL), которая объединяет 33 лизинговые компании.

Результаты исследования

Как показывает проведенный анализ, в 2005 – 2012 гг. спрос на лизинг сельскохозяйственной техники имел тенденцию к увеличению. В 2005 году число заключенных договоров о лизинге достигло 236, в 2012 году - 20 395. Крупнейший рост числа подписанных договоров о лизинге сельскохозяйственной техники состоялся между 2007 г. и 2008 г. С 2010 года число заключенных договоров о лизинге превышало уровень 10.000.

Стоимость сельскохозяйственных машин, взятых фермерами в лизинг в 2005 году, составила более 27 млн. PLN, в то время как в 2012 году превысила 3 млрд. PLN. Стоит отметить, что, несмотря на то, что в случае лизинга движимого имущества наблюдается в 2009 году снижение, как общего числа договоров, так и стоимости движимого имущества (что было вызвано экономическим кризисом), в случае лизинга сельхозтехники данная тенденция была повышательной.

Динамика роста лизинга сельскохозяйственной техники, в соответствии с данными, не опускается ниже уровня 114%; кроме того, в 2006 и 2008 она увеличилась и достигла более 200%, что очень высоко помещает агролизинг по сравнению с общим уровнем лизинга машин и оборудования, и всего движимого имущества, где динамика была в диапазоне 73 % - 158%. Особенно хорошей динамикой выделился 2006 год, когда она достигла уровня выше 650%, что означает почти 7-кратное увеличение подписанных договоров о лизинге. Лизинг сельскохозяйственной техники в 2005 - 2012 гг. с точки зрения числа машин в лизинге представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Сельхозтехника, находящаяся в лизинге в 2005 – 2012 гг.

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Сельскохозяйственные машины [млн PLN]	27,44	198,19	457,54	896,53	1053,79	1612,09	2140,84	3033,86
Сельскохозяйственные машины [шт.]	236	1 551	2834	6347	7359	11766	14213	20395
Динамика развития [%]	-	657,20	182,72	223,96	115,94	159,89	120,80	143,50

Источник: Собственная разработка на основе данных ZPL

Как следует из приведенных данных, доля сельскохозяйственной техники, находящейся в лизинге, по отношению ко всему движимому имуществу выглядит очень благоприятно, проявляя тенденцию к росту. В 2012 году эта доля составляла более 10%. Это означает, что фермеры все более серьезно относятся к своей деятельности и хотят модернизировать свои хозяйства, используя чужой капитал.

Таблица 2 - Процент участия сельскохозяйственной техники в лизинге машин и оборудования в 2005 – 2012 гг.

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Сельскохозяйственные машины [%]	0,72	3,46	5,11	9,36	13,88	19,89	22,91	32,76

Источник: Собственная разработка на основе данных ZPL

Сельхозтехника составляет значительную часть лизинга машин и оборудования. В течение семи лет, которых касается проведенный анализ, эта доля увеличилась с 0,72% до 32,76%.

В случае лизинга сельскохозяйственной техники, в 2005 - 2012 гг. видна сильная позиция шести лизинговых компаний. В 2012 году они достигли уровня более 1000 штук сельскохозяйственных машин, находящихся в лизинге. К ним относятся:

- о BNP Paribas Tease Solution

- o De Lage Landem Leasing Polska S.A.
- o BZ WBK Spółki Finansowe
- o BGŻ Leasing Sp. zo.o.
- o Siemens Finance Sp. zo.o.
- o VB Leasing Polska S.A.

В 2010 - 2011 гг. более 86% всех сельскохозяйственных машин были взяты в лизинг у шести перечисленных лидеров. В 2012 году доля лидеров увеличилась до уровня 91%. Это означает, что доля других компаний в рынке лизинга сельскохозяйственной техники незначительна.

В таблице 3 показаны результаты, полученные вышеперечисленными лизинговыми компаниями в 2005 - 2012 гг. в области лизинга сельскохозяйственной техники.

Доля лидеров в рынке лизинга в 2010 г., 2011 г и 2012 г. показана на рисунках 1, 2 и 3.

Из приведенных данных видно, что самый большой процент участия в 2010 году получила компания «BZ WBK Spółki Finansowe», которая в последующие годы медленно теряла позицию лидера, и в 2011 году сменилась компанией «BNP Paribas Lease Solution», а в 2012 году компанией «De Lage Landem Leasing S.A.». С 2011 года «BNP Paribas Lease Solution» является абсолютным лидером по числу подписанных договоров о лизинге. Доля остальных пяти финансовых институтов за анализируемый период колебалась, но это не были значительные изменения.

Таблица 3 - Доля лидеров в рынке лизинга сельскохозяйственной техники в 2010 - 2012 гг. [%]

Название компании / Company	Год / Year		
	2012*	2011	2010
BNP Paribas Lease Solution	24,12	23,15	24,51
De Lage Landem Leasing S.A.	19,69	14,68	10,39
BZ WBK Spółki Finansowe	19,58	20,31	25,26
BGŻ Leasing Sp. zo.o.	8,51	9,18	7,96
Siemens Finance Sp. zo.o.	8,30	10,86	12,13
VB Leasing Polska S.A.	6,80	8,54	10,98
Другие лизинговые компании	13,01	13,28	8,77

*до 30.09. (3 квартала)

Источник: Собственная разработка на основе данных ZPL



Рисунок 1 - Доля лидеров в рынке лизинга сельскохозяйственной техники в 2012 г.
Источник: Собственная разработка на основе данных ZPL

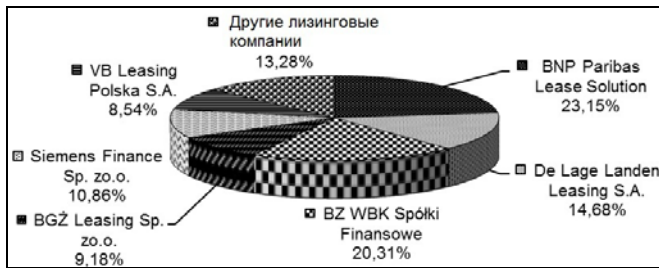


Рисунок 2 - Доля лидеров в рынке лизинга сельскохозяйственной техники в 2011 г.
Источник: Собственная разработка на основе данных ZPL

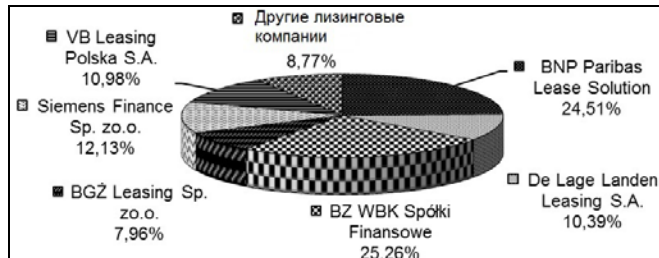


Рисунок 3 - Доля лидеров в рынке лизинга сельскохозяйственной техники в 2010 г.
Источник: Собственная разработка на основе данных ZPL

Заключение

Исследование позволило сформулировать следующие общие выводы:

1. В сельскохозяйственном секторе лизинг был замечен как внешний капитал только в 2004 году, когда Польша присоединилась к Европейскому Союзу, что открыло новые возможности для сельхозпроизводителей. В это время также изменился подход лизинговых компаний, которые предоставили определенные удобства для фермеров.

2. В 2005 - 2012 гг. в Польше имело место непрерывное увеличение доли лизинга в финансовом рынке, особенно заметное в сельскохозяйственном секторе по отношению к тягачам и сельскохозяйственным машинам. В третьем квартале 2012 года сельскохозяйственная техника составила более 10 % всех предметов движимого имущества, находящихся в лизинге в Польше, и их общая стоимость оценивалась в 3 033,86 млн. злотых.

3. На лизинговом рынке в сельскохозяйственном секторе доминирующие позиции занимает шесть финансовых институтов, которых процент участия в заключенных договорах о лизинге является самым большим. Среди них лидером является «BNP Paribas Lease Solution». На втором месте «BZ WBK Spółki Finansowe». Процент других лизинговых компаний в 2010-2012 гг. составлял от 9 до 13%.

Литература

1. Czerwińska-Kayzer D. 2002: *Finansowanie inwestycji w gospodarstwach indywidualnych kredytem preferencyjnym*, Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCXLIII str. 73-83.

2. Drożdż L. (red.), 2007: *ARiMR – Trzy lata po akcesji*. ARiMR, Warszawa. s. 69-141.

3. Internet1: <http://www.arimr.gov.pl/pomoc-unijna-i-krajowa/pomoc-krajowa/pomoc-krajowa-po-01052007.html> (stan z 12.12.2012).

4. Internet2: <http://www.bzwbk.pl/firmy/kredyty/preferencyjne/inwestycyjny-z-doplata-arimr/kredyt-inwestycyjny-arimr.html> (stan z 12.12.2012).

5. Internet3: *Dopłaty bezpośrednie*, Źródło dostępu: <http://www.arimr.gov.pl/doplaty-bezposrednie.html> (stan z 12.12.2012)

6. Internet4: *PROW 2007-2013*, Źródło dostępu: <http://www.arimr.gov.pl/pomoc-unijna/prow-2007-2013-podstawowe-informacje.html> (stan z 12.12.2012)

7. Internet5: Żuławiński M., 2012: *Rolnicy sięgają po leasing*. Źródło dostępu: <http://www.bankier.pl/wiadomosc/Rolnicy-siegaja-po-leasing-2669841.html> (stan z 19.12.2013)

8. Internet6: *Przetrasowania w leasingu maszyn: rolnictwo zajęło miejsce budowlanki*. Źródło dostępu: <http://biznes.pl/magazyny/finanse/leasing/przetrasowania-w-leasingu-maszyn-rolnictwo-zajelo-m,5417770,magazyn-detail.html> (stan z 19.12.2013).

9. Kata R., 2009: *Kredyty bankowe w strukturze zewnętrznych źródeł finansowania rolnictwa w Polsce*, Uniwersytet Rzeszowski.

10. Kata R., 2011: *Korzystanie z usług bankowych przez rolników indywidualnych w Polsce*. Journal of Agrobusiness and Rural Development nr 4 (22) str. 87-99.

11. Kusz D., 2008: *Finansowanie działalności inwestycyjnej w wybranych gospodarstwach rolniczych Podkarpacia*. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej nr 66 str. 63-72.
12. Nędzi T., Ceglowski B., 2005: *Pozyskiwanie kapitału*, Helion, Gliwice
13. Raport Agro Pod Lupą 2012: Źródło dostępu: http://www.efl.pl/o-efl/raport_efl_agro_pod_Lupa_2012.pdf (stan z 29.01.2013)
14. Rosa A., 2009: *Alternatywne instrumenty finansowania*, [w:] A. Bielawska (red.), *Nowoczesne zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
15. Skowronek-Mielczarek A., 2007: *Małe i średnie przedsiębiorstwa Źródła finansowania*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
16. Stefko O., 2008: *Aktywność inwestowania i umiejętność pozyskiwania kapitału obcego jako warunki rozwoju i podnoszenia konkurencyjności gospodarstw indywidualnych w Polsce*, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, str. 135 - 143
17. Szafraniec-Siluta E., 2009: *Ocena finansowania inwestycji rolniczych leasingiem*. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej nr 82 str. 183-191.
18. Wasag Z., 2009: *Wpływ dofinansowania unijnego na modernizację techniczną gospodarstw rolnych w Polsce*. Inżynieria Rolnicza nr 8 (117) str. 267-273.

Abstract

Shows the trends in development of the agricultural machinery leasing in Poland. The analyzes show growth in the number of signed leases and increase the values of leased machinery.

УДК 001.9; 002; 004.1; 332; 338; 631.1; 65.0

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

В.И. Русан¹, д.т.н., профессор; С.С. Ходыко², к.т.н., ст.н.с.

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²ЧПТУП «Энергия – ТЭР», г. Минск, Республика Беларусь

В статье кратко дана характеристика АПК и его задачи. Рассмотрено использование технического обслуживания и ремонта машин и оборудования. Приведен переход на инновационный путь развития энергосервиса в АПК и его эффективность.

Агропромышленный комплекс (АПК) занимает особое положение в экономике страны, так как является крупнейшим межотраслевым объединением. В его состав входит несколько отраслей экономики, включая сельское

хозяйство и отрасли промышленности, тесно связанные с сельскохозяйственным производством. Эти отрасли осуществляют перевозку, хранение, переработку сельскохозяйственной продукции и поставку ее потребителям. Кроме того, они обеспечивают сельское хозяйство техникой, химикатами и удобрениями и обслуживают сельскохозяйственное производство.

АПК осуществляет следующие сферы деятельности.

1) Сельское хозяйство, являющееся ядром АПК, в составе растениеводства, животноводства, фермерских хозяйств, личных подсобных хозяйств и т. д.

2) Отрасли и службы, обеспечивающие сельское хозяйство средствами производства и материальными ресурсами.

3) Отрасли, которые занимаются переработкой сельскохозяйственного сырья: пищевая промышленность, отрасли по первичной переработке сырья для лёгкой промышленности.

4) Инфраструктурный блок — производства, которые занимаются заготовкой сельскохозяйственного сырья, транспортировкой, хранением, торговля потребительскими товарами, подготовка кадров для сельского хозяйства, строительство в отраслях АПК.

Из вышеизложенного следует, что отрасли АПК взаимосвязаны с другими отраслями экономики:

- биохимией в части производства удобрений и др.;
- химической промышленностью;
- лесной промышленностью в части производства пиломатериалов для построек, производство комбикормов для животных, производство удобрений;
- транспортной отраслью;
- лёгкой промышленностью.

Двумя основообразующими составляющими АПК, обеспечивающими его стабильное и динамичное развитие на основе замены ручного труда машинным с одновременным повышением его производительности, являются, как известно, механизация и энергетика. Это обуславливает для различных предприятий АПК наличие соответствующего парка энергетического и механического оборудования. Общеизвестно, что при эксплуатации любых машин и оборудования у их пользователей могут возникнуть следующие первичные потери:

1. Незапланированные простои по техническим причинам из-за отказов машин, проведения операций по техническому обслуживанию и пр.;
2. Уменьшение производительности за время непрерывной работы;
3. Наличие брака в работе;
4. Получение травм персоналом на рабочей площадке;
5. Увеличение затрат энергии и пр.

Анализ и синтез отечественного и мирового опыта по энергопотреблению показал, что комплекс мер по энергоучету и энергосбережению за последние годы имеет еще недостаточно высокую результативность реализованных проектов и аппаратно-программных решений. Масштаб потребления энергоресурсов кардинальных изменений не претерпевает, а характер и качество услуг также остаются прежними. Становится очевидным, что неэффективность капиталовложений связана с незавершенностью процессов, отсутствием комплексных подходов к существующим проблемам и недостаточностью финансирования проектов в сфере энергосбережения. Отечественный и мировой опыт показывают, что в рамках государственных задач по созданию правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности предстоит выполнить масштабную работу, ориентированную на следующие мероприятия.

- Финансовое оздоровление;
- Тарифное регулирование;
- Оптимизацию топливно-энергетических балансов;
- Привлечения инвестиций;
- Технологическую модернизацию;
- Повышение энергоэффективности;
- Экологию.

Поэтому на современном этапе развития АПК обеспечение конкурентноспособности отечественного сельскохозяйственного производства во многом определяется как показателями его технической оснащенности, энергоэффективности и ресурсосбережения, так и уровнем технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) машин и оборудования.

Техническое обслуживание включает в себя комплекс операций или операцию по поддержанию работоспособности или исправности оборудования при использовании по назначению, хранении и транспортировании.

Ремонт – это комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности оборудования и его ресурса или составных частей.

Система организации ТО и Р предназначена для создания необходимых условий для его выполнения с планами и местами проведения ТО и Р; техническим оснащением в виде оборудования, инструмента, приборов и оснастки; соответствующим ремонтно-техническим персоналом.

Технология выполнения ТО и Р, как правило, включает в себя следующие методы и способы: мойку, очистку, диагностирование, разборку, дефектацию, восстановление, комплектацию, сборку, регулировку, обкатку, испытание и покраску.

Анализ эксплуатации энергетического оборудования в АПК показал, что оно осуществляется по разработанным еще в конце прошлого столетия до-

кументам. Безусловно, что эти документы не соответствуют современным условиям хозяйствования и без учета технического состояния энергооборудования и сроков его эксплуатации. Это, в свою очередь, приводит к снижению надежности и высокой трудоемкости ТО и Р энергооборудования. Планово-предупредительная система эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве, разработанная в период плановой экономики СССР, давно устарела, а новая система, адаптированная к реалиям рыночной экономики, еще не разработана. Более того, встает вопрос, какая головная научная организация должна заниматься выполнением этими НИОКР.

Для выявления и предупреждения аварийных отказов и неисправностей оборудования, поддержания эксплуатационных показателей в установленных пределах и, как следствие, перехода от планово-предупредительного технического обслуживания оборудования к обслуживанию по состоянию, необходим технический сервис.

Технический сервис – комплекс услуг (рисунок 1) по обеспечению эффективной эксплуатации машин и оборудования.

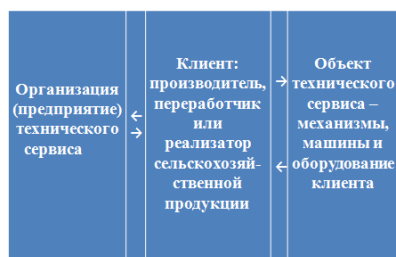


Рисунок 1 - Схема взаимодействия при техническом сервисе

Во всем мире наблюдается тенденция широкого распространения перехода от ТО и Р к высококачественному техническому сервису. Ведущие компании мира по производству большинства видов техники, как правило, включают сервис в состав «товара», основной материальной частью которого является машина или оборудование. Как одна из основных частей «товара» сервис используется при высококачественном оперативном лизинге (аренде), при финансовом лизинге. По традиции еще многие предприятия-владельцы машин и оборудования осуществляют сервис машин собственными силами. В связи с усложнением конструкции машин и оборудования появляется устойчивая тенденция, при которой, в основном, непосредственный пользователь машин сервисом не занимается. Этим занимаются дилеры, торговые предприятия, специализированные сервисные предприятия, арендные предприятия, лизинговые компании и др. Проявляется также тенденции установления уровней градации качества сервиса. Так, например, компания

«Caterpillar» утверждает, что качество технического сервиса, предоставляемое ее дилерами, соответствует «пяти звездочкам».

Предприятиями технического сервиса являются:

- завод производитель машин и оборудования;
- ремонтный завод;
- ремонтная мастерская (специализированная или общего назначения);
- пункт технического обслуживания.

Основными направлениями деятельности предприятий технического сервиса являются системы консультаций, включающих в себя:

1. Консультации потребителей перед приобретением машин или оборудования.

2. Сбор и систематизация информации о надежности, производственной и технической эксплуатации машин и оборудования;

3. Подготовка кадров с обучением методики эффективной и безопасной эксплуатации машин и оборудования.

4. Приобретение техники с:

4.1. контролем качества приобретаемых машин и оборудования;

4.2. доставкой потребителю;

4.3. предпусковой подготовкой;

4.4. обеспечением технической документацией.

5. Снабжением запасными частями и материалами как для плановых ТО и Р, так и оперативное снабжение;

6. ТО и Р с необходимым планированием, выполнением или оказанием помощи при плановых ТО и Р и выполнением ремонтов по заявкам .

Экономика АПК в настоящее время претерпевает изменения, направленные на повышение уровня технологического перевооружения, в рамках которых АПК нуждается в переходе на инновационный путь развития. Инновация или нововведение, как известно, - это внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком. Является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации потребительскими свойствами или качественным повышением эффективности производственных систем. Стратегическим направлением устойчивого социально-экономического развития аграрного сектора является совершенствование форм и способов организации и стимулирования инновационной деятельности предприятий всех сфер АПК - от получения сырья, его переработки и реализации, до технического обслуживания и ремонта участвующего в заданных технологических процессах оборудования. Выше изложенное диктует необходимость оптимизации системы эксплуатации энергооборудования и связанного с ним инновационного развития энергетического сервиса.

В передовой мировой практике при формировании и развитии процесса сервиса и его составляющих широко применяется ряд основополагающих положений. В первую очередь, это ориентация на определенную группу принципов качества ISO 9000:2000. Эти принципы формируются следующим образом.

1. Максимальная ориентация на потребителя.
2. Осуществление лидерства со стороны руководства.
3. Максимально возможное вовлечение работников в формирование и выполнение целей сервисной службы.
4. Процессный подход к деятельности службы.
5. Системный подход к менеджменту.
6. Ориентация на постоянное улучшение всех видов деятельности.
7. Принятие решений в максимальной мере основанных на фактах.
8. Долгосрочные взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Причем для обеспечения высокого качества сервиса сложились следующие стратегические требования:

а) значительное внимание следует уделять мерам профилактического характера, направленным на максимально возможное уменьшение отказов машин;

б) своевременно должен осуществляться упреждающий ремонт агрегатов каждой машины, пока этот ремонт не трудоемок, не сложен и не требует крупных расходов ресурсов и длительного простоя машины;

в) все действия по технической эксплуатации целесообразно выполнять в течение планируемых простоев машин и в нерабочее время;

г) целесообразно максимально сокращать время, как каждого ремонта машины, так и время его ожидания.

Успешно функционировать служба сервиса может в том случае, если она документально оформлена. При этом с позиции охвата вопросов различают три группы документов: один документ (руководство) охватывает всю службу сервиса в целом; ряд сопутствующих документов охватывает отдельные макропроцессы; множество документов охватывает отдельные частные вопросы.

Инновационное развитие энергетического сервиса позволит улучшить показатели работы энергетического оборудования за счет перехода к новой научно-обоснованной системе его эксплуатации и обслуживания. В данной фундаментальной разработке необходимо использовать современные стратегии эксплуатации и обслуживания с учетом технического состояния и срока службы. Это так называемая стратегия обслуживания по параметру. Сущность ее заключается в дискретном или непрерывном контакте над изменением одного или нескольких параметров энергоустановки, определяющих ее работоспособность. При достижении этими параметрами кри-

технического с точки зрения надежности состояния должен осуществляться предупредительный ремонт. С учетом реального технического состояния должны быть предложены методы определения оптимальной периодичности и трудоемкости предупредительных ремонтов, определены штаты и оснащенность энергосервисных служб хозяйств и обслуживающих организаций или энергосервисных компаний.

С учетом вышеизложенного, задачами инновационного развития энергетического сервиса в АПК должны быть следующие научно-технические и практические мероприятия.

Разработка оптимальной, научно-обоснованной системы эксплуатации энергетического оборудования в АПК, обеспечивающей рациональную и безопасную его работу в новых геополитических и экономических условиях. Для реализации поставленной цели требуется решить следующий комплекс научно-технических и опытно-практических проблем

1. Исследование и анализ состояния системы эксплуатации энергооборудования АПК по следующим показателям:

- * фондоемкость и загруженность энерготехнической службы (ЭТС);
- * уровень квалификации и стаж работы персонала;
- * обеспеченность необходимыми инструментом, приборами и механизмами;
- * аварийность, причины перерывов и ущербы от перерывов в работе энергооборудования;
- * материально-техническое обеспечение и энерговооруженность предприятия, объединения, отрасли.

2. Разработка структурной схемы системы эксплуатации и, на основе системного анализа теории массового обслуживания:

- * структурные схемы кластеров ЭТС предприятий, объединений, регионов и отраслей;
- * ранжирование задач структурных схем ЭТС и описание их возможностей;
- * определение оптимального количества производственно-обслуживающего и инженерно-технического персонала;
- * определение оптимальных норм запасных частей и оборудования.

3. Разработка нормативно-правовой базы функционирования ЭТС:

- * систем документации и контроля эффективности ЭТС;
- * нормативов периодичности технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР);
- * нормативов расхода ТЭР, запасных частей энергооборудования;
- * нормативов защитных средств, спецодежды, инструмента, приборов и механизмов;

* квалификационных требований к персоналу ЭТС и должностные инструкции.

Ожидаемыми результатами при решении вышеназванных проблем должны быть:

* по пункту 1: реальные показатели хозяйственной деятельности ЭТС АПК; существующие модели кластеров предприятий и их ЭТС; разработка предложений по реформированию ЭТС;

* по пункту 2: структурные схемы ЭТС хозяйств и кластеров предприятий; аналитические модели; научно-методические рекомендации;

* по пункту 3: проекты нормативной документации ЭТС в виде штатных расписаний, нормативов обслуживания и др.

Ожидаемым эффектом от реализации инновационного развития энергетического сервиса в АПК должно быть повышение экономической эффективности от эксплуатации и текущего ремонта энергетического оборудования. Предварительные исследования показали что: долговечность энергетического оборудования должна увеличиться в 1,3 – 1,4 раза, а срок его службы - на 20 – 30 %; возможна экономия ТЭР до 15 %; снижается энергоёмкость аграрного производства на 10 – 20 % и аварийность энергооборудования на 50 %.

Повышение энергоэффективности энергетического сервиса в АПК можно обеспечить за счет реализации следующих основных направлений.

1. Организационных мероприятий, включающих в себя:

1.1. Оказание практической помощи в реализации выполнения существующего потенциала энергосбережения объектов аграрно-производственных, ремонтно-обслуживающих объектов, объектов коммунальной инфраструктуры и учреждений бюджетной сферы;

1.2. Разработку требований по параметрам энергоэффективности к вырабатываемой продукции, продукции, приобретаемой в порядке госзаказов на конкурсной основе, и оказываемым услугам;

1.3. Разработку систем мониторинга результатов внедрения энергосберегающих мероприятий у потребителей энергоресурсов;

1.4. Разработку топливно-энергетических балансов агропромышленных объединений, предприятий, агрогородков и других населенных пунктов;

1.5. Определение критериев оценок эффективности потребления энергетических ресурсов в производственной, жилой и социальной сферах предприятия, населенного пункта;

1.6. Анализ удельного потребления ТЭР и разработка нормативов их потребления;

1.7. Разработку новых механизмов тарифного стимулирования энергосбережения;

1.8. Разработку программы внедрения многотарифных приборов учета тепловой и электрической энергии;

1.9. Разработку мероприятий оперативного энергосбережения, а также создание методических и проектных материалов;

1.10. Разработку регламентов технического обслуживания узлов учета потребления энергоресурсов.

2. Технические мероприятия в виде:

2.1. Проведения энергетических обследований и паспортизации производственных и жилищно-коммунальных объектов, а также объектов бюджетной сферы;

2.2. Установки общепроизводственных приборов учета ТЭР, а также общедомовых приборов учета тепла, горячей и холодной воды на объектах ЖКХ и социальной сферы;

2.3. Внедрения информационно-измерительных автоматизированных систем учета и контроля потребления энергоресурсов на объектах;

2.4. Создания общей производственной и для населенного пункта автоматизированной диспетчерской системы информационно-аналитических ресурсов;

2.5. Технического обслуживания узлов коммерческого учета и технологического контроля потребления ТЭР на объектах потребления;

2.6. Проведения комплекса работ по замерам величин реактивной мощности у различных групп потребителей электроэнергии с установкой устройств по компенсации реактивной мощности в наиболее проблемных узлах электрических сетей;

2.7. Внедрения комплекса внутрипроизводственных и внутридомовых технических средств для поцехового и поквартирного учета и контроля потребления видов топлива, воздуха, горячей и холодной воды и электроэнергии с возможностью передачи данных в объединенный центр учета и контроля ТЭР;

2.8. Улучшения теплоэнергетических характеристик зданий и сооружений, в т.ч. и жилых домов в части:

2.8.1. термореновации фасадов;

2.8.2. внедрения приборов и аппаратно-программных средств для их отопления и горячего водоснабжения;

2.8.3. фасадного регулирования систем отопления указанных объектов;

2.8.4. установка индивидуальных тепловых пунктов;

2.9. Производства, продажи и установки инженерного оборудования в энергетических системах жизнеобеспечения зданий и сооружений в виде:

2.9.1. приборов измерения энергоресурсов и автоматики;

2.9.2. теплового оборудования и запорной арматуры;

2.9.3. строительных материалов и оборудования.

Внедрение энергетического сервиса можно производить в виде инновационной услуги, главной целью которой является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчика. То есть, исполнитель, как правило, коммерческая организация, проводит ряд энергосберегающих мероприятий на объекте заказчика за свой счет. Экономия, прибыль или позитивный денежный результат, который заказчик получает на своем объекте за счет энергосберегающих мероприятий, делится между исполнителем и заказчиком. Механизм работы энергетического сервиса отображен на рисунок 2.



Рисунок 2 - Механизм работы энергетического сервиса
в виде инновационной услуги

Особенностями этой энергетической услуги является то, что:

- потребитель энергоресурса не должен предварительно нести никаких затрат и расходовать какие-либо средства;
- риск ответственности за получения энергосберегающего эффекта берет на себя компания, которая реализует проект;
- все затраты на проект после его реализации возмещаются платежами, которые производятся из полученной экономии средств на оплату энергетических ресурсов.

Срок действия энергосервисного соглашения должен быть с момента заключения до выполнения всех обязательств сторонами, но не может быть менее, чем срок, необходимый для достижения установленной величины экономии энергетических ресурсов. Срок должен быть обязательно достаточным для окупаемости установленного исполнителем оборудования.

Эффективность инновационного развития определяют исходя из соотношения эффекта и вызвавших его затрат (рисунок 3).



Рисунок 3 - Эффективность инновационного развития (ИР) организации

Эффективность — относительная величина, измеряемая в долях единицы или в процентах, и характеризующая результат произведенных затрат. Критерий эффективности — максимизация эффекта (прибыли) при заданных затратах или минимизация затрат (издержек производства) на достижение заданного эффекта. Таким образом, инновационное развитие тесно связано с ее инвестиционной деятельностью. Значительные инвестиции требуются как для того, чтобы довести результаты научно-исследовательских работ (лабораторные технологии) до промышленной готовности (промышленные или опытно-промышленные технологии), так и для покупки готовой промышленной технологии (которая гораздо менее капиталоемкая).

Опыт научно-исследовательской, опытно-конструкторской и внедренческо-производственной работы позволяет выделить три основополагающих фактора, оказывающих влияние на решения любых вопросов, проведения исследований, разработки и внедрения инноваций и технического прогресса в целом.

1. Правильное понимание и интерпретация любого вида выражения или телодвижения, именуемые вербальными и невербальными составляющими, позволяет правильно оценить обстановку и принять единственно правильное решение по принятию дальнейших действий.

2. Влияние цепи «заказчик-исполнитель-чиновник» на конечный результат. Может быть большой прорыв в развитии – если все работают в «одной упряжке» и в одном направлении на конечный результат. В противном случае получаются сюжеты известных басен Крылова про лебедя, рака и щуку, а также про квартет. Это получается потому, что заказчик, исполнитель и чиновник по мышлению и образу действия бывают разными людьми.

Заказчик (он же и потребитель) бывает: ретроградом, боящимся перемен с основной отговоркой – отсутствие финансирования; хитрым и изворотливым, выступает за прогресс, но прогресс с минимизированными, читай бесплатными затратами (общеизвестно что и где бывает бесплатным); энергичным, не только болеющим, но и реализующим новации и достижения научно-технического прогресса.

Исполнитель может быть: компетентным специалистом, владеющим последними мировыми достижениями в своей сфере деятельности, помогающим заказчику реализовывать новации; посредственным специалистом, работающим по имеющимся у него клише, что порой снижает качество выполненной работы. А плохо выполненная любая работа приводит не к высокой экономии, а к ее отсутствию с соответствующими затратами и бессмысленным вложением средств.

Чиновник может: болеть за конечный результат труда и приносимую в конечном итоге выгоду государству, несмотря на карьерные нюансы; соблюдать свои узковедомственные интересы и своими распоряжениями или нормативно-правовыми документами свести на нет работу многих коллективов, затормозить на десятилетия прогресс в рассматриваемой отрасли.

Поэтому требуется разработка, согласование и утверждение в установленном порядке нормативно-правового документа по объединению усилий заказчика, исполнителя и чиновника, направленных на выгоду конечного результата государству, имиджу и конкурентноспособности последнего.

3. Опыт рыночных отношений показал, что если делать:

- быстро и качественно, то будет дорого;
- дешево и быстро, то будет некачественно;
- дешево и качественно, то будет медленно.

Поэтому каждому конкретному случаю должен соответствовать оптимум стоимости и качества решения любого вопроса или внедрения инновационного решения.

Заключение

1. Для решения любого вопроса или внедрения инновации должны быть четко поставлена цель и разработаны реальные стратегия и тактика его решения или ее внедрения.

2. Требуется разработка, согласование и утверждение в установленном порядке нормативно-правового документа по объединению усилий заказчика, исполнителя и чиновника, оценке их работы и карьерного роста, направленных на повышение уровня благосостояния человека, выгоде конечного результата для государства, повышения имиджа и экспортноориентированности последнего.

3. Величина любого успеха определяется как произведение величины поставленной цели на величину вложенного ресурса для достижения поставленной цели и величину действия. Причем, это произведение должно быть больше величины всех суммарных сил сопротивления успеху. При незначительных числах неравенство носит пропорциональный характер, а при более значительных – прогрессивный.

4. Вышеприведенные основополагающие факторы приемлемы практически во всех сферах общественно-экономического развития общества и народнохозяйственного комплекса любого государства, в том числе и в: науке и обороне, промышленности и сельском хозяйстве, стройиндустрии и архитектуре, медицине, культуре и спорте.

Литература

1. Беларусь: экономика АПК в очень плохом состоянии / Newsland (Электронный ресурс). – Режим доступа: <http://www.newsland.ru/news/detail/id/635423/cat/86/>.

2. Русан В.И., Ходыко С.С. Энергоаудит: методология и энергоэффективность предприятий //Материалы Международной научно-практической конференции «Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК. –Мн.: БГАТУ, 2013. с. 84-90

3. Харгадон Эндрю. Управление инновациями. Опыт ведущих компаний = HowBreakthroughsHappen. The Surprising Truth About How Companies Innovate. — М:Вильямс, 2007. — 304 с.

4.Ходыко С.С. Практические советы по энергосбережению на основе проведенных энергоаудитов / Ходыко С.С., Чернушик В.В., Чернушик И.В.//Материалы Международной научно-практической конференции «Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК. – Мн.: БГАТУ, 2013. с. 119-124.

Abstract

In the article briefly yield reference of the agroindustrial complex and its tasks. Looked take of the technical servicing. Bring transition for the innovation course develop of the powerservice in the agroindustrial complex and it effectiveness.

УДК 631.3.004.8:339.13

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИЛЕРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

В.П. Миклуш¹, к.т.н., профессор, Л.В. Барташевич², к.т.н., доцент

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
²«РУП «Минский тракторный завод», г. Минск, Республика Беларусь

Приведена методика обоснования потребности в технологическом оборудовании и оснастке для дилерских технических центров. Для оценки конкурентоспособности различных видов технологического оборудования рекомендуется использовать частные методики, учитывающие общие и индивидуальные особенности каждого его вида (типа) и включать систему взаимосвязанных обязательных и дополнительных показателей качества, коэффициенты весомости, последовательность оценки каждого показателя, шкалы балльных оценок, порядок подсчета обобщенной оценки и её граничные значения.

Введение

В качестве технологического оборудования для дилерских технических центров рекомендуется применять стационарные, передвижные и переносные станки, стенды, оборудование, приспособления, инструмент и производственный инвентарь, необходимые для обеспечения производственного процесса[1].

Технологическое оборудование по производственному назначению подразделяется на основное (станочное, демонтажно-монтажное и т.д.), комплексное, подъемно-осмотровое, подъемно-транспортное, общего назначения (стеллажи, верстаки и т.д.), складское.

Основная часть

Номенклатура и число единиц технологического оборудования определяются в зависимости от размера дилерского центра с учетом его специализации по определенной модели машин или видам работ.

Число единиц основного оборудования может быть определено:

- 1) по трудоемкости работ и фонду рабочего времени оборудования;
- 2) по объему выполняемых работ на данном оборудовании и его производительности.

В первом случае количество единиц оборудования рассчитывают по формуле [2]

$$n_{об} = T_o / (\Phi_{o.o} C \eta_u), \quad (1)$$

где T_o – трудоемкость работ, выполняемых на оборудовании данного вида, чел.-ч;

$\Phi_{o.o}$ – действительный годовой фонд времени оборудования при работе в одну смену, ч;

C – число рабочих смен;

η_u – коэффициент использования оборудования по времени (определяется как отношение времени работы оборудования в течение смены к общей продолжительности смены).

По формуле (1) рассчитывают количество металлорежущих станков, число единиц сварочного оборудования, стендов для разборки и сборки. Заточные настольно-сверлильные и обдирочно-шлифовальные станки принимают без расчета.

Во втором случае для расчета количества оборудования по объемам выполняемых работ пользуются формулой

$$n_{об} = W_{o.p} / (g_{ч} \Phi_{o.o} \eta_z \eta_u), \quad (2)$$

где $W_{o.p}$ – объем работ, выполняемых данным видом оборудования;

$g_{ч}$ – часовая производительность одной единицы оборудования;

η_z – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Объем выполняемой работы в зависимости от предназначения оборудования может иметь разное измерение:

– для моечных машин - общая масса деталей (сборочных единиц), подлежащих мойке за год, кг., (для наружной мойки – количество проведенных ТО и ремонтов за год, шт.);

– для наплавочных аппаратов (установок) - масса наплавляемого металла, кг.;

– для термических печей - масса закаливаемых или цементируемых деталей, т.;

– для установок газопламенного напыления - площадь восстанавливаемой поверхности деталей, см² и т. д..

При расчете оборудования для наружной мойки машин и стационарных диагностических стендов используется формула

$$n_{об} = \frac{N_{сут} \cdot \eta_n}{g_{об} \cdot t_{см} \cdot C \cdot \eta_u}, \quad (3)$$

где N – суточная программа работ данного вида;

η_n – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления объектов;

$g_{об}$ – производительность единицы оборудования, объект/ч.

Количество стендов для обкатки и испытания двигателей определяют

по формуле

$$n_{cm} = (N_{\partial} t_u + N_{n.u} t_{n.u}) / (\Phi_{\partial.o} \eta_u), \quad (4)$$

где N_{∂} – количество двигателей, прошедших ремонт за год;
 t_u – продолжительность обкатки и испытания двигателя (с учетом времени на установку и снятие со стенда);
 $N_{n.u}$ – количество повторных испытаний;
 $t_{n.u}$ – продолжительность повторных испытаний, ч;
 η_o – коэффициент использования оборудования по времени (принимают $\eta_o = 0,85 \dots 0,9$).

Потребное количество подъемно-транспортного оборудования определяется по формуле

$$n_{n.e} = \frac{Q_{nm} \cdot \eta_n}{\Pi_{\eta}}, \quad (5)$$

где Q_{nm} – годовой объем механизированных работ, т;

Π_{η} – годовая эксплуатационная производительность подъемно-транспортного оборудования, т;

η_i – коэффициент неравномерности грузопотока ($\eta_i = 1, 2 - 1, 4$).

Количество подъемно-транспортных средств циклического действия (кран-балок, талей, погрузчиков, кран-штабелеров) определяется по годовому или суточному объему транспортируемых грузов по каждому грузопотоку

$$n_{kp} = \frac{G_c \cdot \eta_n \cdot T_u}{60 \cdot \Phi_{д.о.с} \cdot q \cdot k_b \cdot k_r}, \quad (6)$$

где G_c – суточный объем переработки грузов, т;

T_u – время полного рабочего цикла (одной подъемно-транспортной операции), мин;

q – грузоподъемность подъемно-транспортного средства, т;

k_b – коэффициент использования оборудования по времени ($k_b = 0,8 - 0,9$);

k_r – коэффициент использования оборудования по грузоподъемности ($k_r = 0,75 - 0,9$);

$\Phi_{д.о.с}$ – действительный суточный фонд времени работы подъемно-транспортного средства с учетом числа смен, ч.

Согласно норм технологического проектирования, коэффициенты загрузки основного технологического оборудования должны быть не ниже:

- для наружной мойки, очистки агрегатов, узлов, деталей, диагностического, контрольно-испытательного – 0,5;
- для сварочного, кузнечно-прессового, окрасочно-сушильного – 0,6;
- для разборочно-сборочного, металлообрабатывающего – 0,7.

Количество единиц производственного инвентаря (верстаков, стеллажей и др.) определяется по числу работающих в наиболее загруженной смене.

Потребность в складском оборудовании (стеллажей, подставок, контейнеров, поддонов) рассчитывается по номенклатуре и размерам складских запасов.

Модели технологического оборудования следует уточнять по номенклатурным каталогам заводов-изготовителей и типажам перспективных типов оборудования, намечаемого к производству.

Количество единиц оборудования, используемого периодически (не имеющего полной нагрузки), устанавливается комплектно по табелю оборудования для данного производственного подразделения. Следует отметить, что количество единиц подъемно-осмотрового, подъемно-транспортного оборудования зависит также от числа и специализации постов технического обслуживания и текущего ремонта, уровня механизации производственных процессов.

При выборе оборудования значительное внимание уделяется его качеству – совокупности свойств, обуславливающих его пригодность удовлетворять потребности технологического процесса и необходимых для всесторонней оценки на соответствие назначению и требованиям. Эти свойства характеризуются рядом показателей (показатели качества), которые понимаются как мера совершенства и прогрессивности и являются основой для количественной оценки технического уровня оборудования, опираясь на которую можно выбрать наилучшее из предлагаемых на рынке предложений.

Номенклатура показателей качества ремонтно-технологического оборудования включает:

- показатели назначения (количество обслуживаемых объектов, вместимость, высота подъема, габаритные размеры, время выполнения технологической операции и др.), характеризующие производительность рабочего процесса, эксплуатационные возможности, диапазон функционирования, точность выполнения рабочего процесса и др.
- показатели надежности (наработка на отказ, ресурс, срок службы, время восстановления работоспособного состояния), характеризующие такие свойства как безотказность, долговечность, ремонтпригодность;
- показатели экономичности (расход воды, воздуха, масла, электрической энергии, установленная мощность, удельные показатели на один обслуживаемый объект), характеризующие экономичность расхода материалов и энергии;

- показатели эргономичности (усилие на рабочих органах ручного привода или управления, усилие перемещения, реактивный момент, передаваемый на руки рабочего), характеризующий соответствие силовым возможностям человека;

- экологические показатели (занимаемая площадь, объем помещения и др.), характеризующие рациональность использования помещения;

- показатели безопасности (уровень звуковой мощности в октавных полосах частот, виброускорение и др.), характеризующие физическое воздействие шума и вибрации.

В нормативных и методических документах, разработанных в последнее время и регулирующих вопросы управления качеством продукции, может применяться и иная классификация показателей качества.

Применяемость показателей качества ремонтно-технологического оборудования в стандартах, ТЗ на ОКР, ТУ, КУ для групп однородной продукции регламентируется требованиями ГОСТ и стандартов системы менеджмента качества предприятия. В свою очередь, процедура оценки качества оборудования понимается как совокупность операций сравнения всех показателей качества данного оборудования с соответствующими нормативными показателями или показателями аналога.

В условиях конкуренции при продвижении на рынке любого товара, в том числе и технологического оборудования, вместе с техническим уровнем оцениваются и такие факторы, как: система сервисного сопровождения; возможность индивидуальной работы с отдельными клиентами; доверие к торговой марке производителя; возможность и условия предоставления кредита и гарантии; наличие отдельных функций или составных частей, интересующих конкретного клиента (группу клиентов); спрос на принципиальную схему оборудования; внешний вид; степень и характер автоматизации; предоставление дополнительных услуг, в том числе и возможность использования оборудования под конкретно взятые условия эксплуатации (предлагаемые модификации и различные комплектации оборудования); дизайн оборудования, его цена; эффективное представление в ходе рекламной кампании возможностей предлагаемого оборудования.

Вместе с тем более привлекательным на рынке может оказываться и технологическое оборудование с менее высокими показателями качества, но, к примеру, более дешевое и с высоким уровнем сервисного сопровождения. Однако следует особо подчеркнуть, что оценивать конкурентоспособность технологического оборудования корректно только при условии соответствия каждой из рассматриваемых моделей действующим нормам промышленной безопасности, поскольку в противном случае преимущество таких моделей перед конкурентами будет достигнуто за счет частич-

ного или полного игнорирования требований безопасности при эксплуатации, что, разумеется, недопустимо.

С задачей оценки конкурентоспособности технологического оборудования сталкиваются все участники этого сектора рынка и на всех этапах его жизненного цикла:

- на этапе проектирования и реализации оборудования на рынке;
- выборе технологического оборудования для оснащения объектов на этапе разработки их технологических решений;
- оценке эффективности использования оборудования и определении направлений его дальнейшей модернизации;
- принятии решения о снятии данной модели технологического оборудования с производства.

В ряде работ предлагается определять количественную оценку конкурентоспособности технологического оборудования методом взвешенной суммы, рассчитывая безразмерный коэффициент конкурентоспособности [4]:

$$P_k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_i(W_{ij}X_{ij}), \quad (7)$$

где: P_k – коэффициент конкурентоспособности отдельно взятой модели технологического оборудования;

Z_i – коэффициент весомости i -ой группы показателей;

W_{ij} – коэффициент весомости j -го показателя в i -ой группе показателей;

X_{ij} – относительная оценка j -го показателя в i -ой группе показателей в баллах в сравнении с лучшими образцами (принятыми эталонами).

Для оценки конкурентоспособности различных видов технологического оборудования необходимо использовать частные методики, которые должны учитывать общие и индивидуальные особенности каждого его вида (типа) и включать систему взаимосвязанных обязательных (в том числе установленных действующими нормативами) и дополнительных показателей качества, их необходимое и достаточное количество для каждого вида технологического оборудования и различных условий эксплуатации, коэффициенты весомости, последовательность оценки каждого показателя, шкалы балльных оценок, порядок подсчета обобщенной оценки и её граничные значения.

При этом выбор номенклатуры показателей качества должен определяться поставленными задачами, типом технологического оборудования, а также наличием и возможностью получения объективной информации для определения их значений. Это обуславливается тем, что управленческие решения, основанные на результатах оценки конкурентоспособности технологическо-

го оборудования по данным, достоверность которых не обеспечена, приводят в конечном итоге к значительным финансовым потерям. Следует обратить внимание и на необходимость включения в методику оценки конкурентоспособности правил, которые не допустили бы «перекрытия» некоторых резко отрицательных качеств оцениваемого оборудования суммой других его положительных характеристик, что, в свою очередь, также могло бы отрицательно сказаться на достоверности полученной оценки.

Расчет коэффициента конкурентоспособности отдельно взятой модели технологического оборудования для данных условий эксплуатации (конкретной группы потребителей) проводится по выбранным показателям качества, которые формируются по группам. Для группы показателей качества и каждому показателю качества в отдельности экспертными методами рассчитываются (Z_i, W_{ij}) , позволяющие наиболее полно учесть предпо-

чтения конкретной группы потребителей или особенности условий эксплуатации. Коэффициенты весомости определяется из условия:

$$\sum_{i=1}^m Z_i = 1; \sum_{j=1}^n W_{ij} = 1 (i = 1 - m), \quad (8)$$

Значения каждого показателя качества оцениваются по 100-балльной шкале, преобразовывая абсолютные количественные значения и качественные характеристики показателей (A_{ij}) , представленных в различных единицах измерения, в единые относительные балльные оценки (X_{ij}) . Для построения шкал балльных оценок устанавливаются верхние и нижние границы значений показателей с учетом особенностей каждого вида технологического оборудования. Нижней границей $(A_{ниj})$ являются значения показателей качества устаревших моделей оборудования, либо такие значения показателей, при которых оборудование с худшими характеристиками не имеет смысла рассматривать с технической или экономической точек зрения, а также по соображениям безопасности его эксплуатации.

Верхней границей $(A_{виj})$ являются значения показателей качества лучших, перспективных моделей оборудования или оптимальные их значения, рассчитанные для конкретных условий эксплуатации определенного вида технологического оборудования. Значениям показателей верхней границы присваивается высший бал, а значениям показателей нижней границы – низший. Оценка в баллах промежуточных значений показателей качества технологического оборудования производится из условия:

$$X_{ij} = \frac{A_{ij} - A_{ниj}''}{A_{виj}'' - A_{ниj}''} 100, \text{ при } A_{ij}'' < A_{виj}'', \quad (9)$$

$$X_{ij} = \frac{A_{ij}^n - A_{ij}^e}{A_{ij}^n - A_{ij}^e} 100, \text{ при } A_{ij}^n > A_{ij}^e. \quad (10)$$

Для показателей, имеющих качественную характеристику (таких, например, как уровень технического сервиса, степень доверия к торговой марке и т.п.), предлагается использовать шкалу с заранее установленными балльными оценками для каждого из уровней качества, например: 10 баллов – низкий уровень, 30 баллов – невысокий, 50 баллов – достаточный, 70 балла – высокий, 90 баллов – очень высокий; а для показателей, характеризующих наличие или отсутствием какого-либо качества (к примеру, наличие у оборудования отдельных устройств, систем или функций), выставять 100 баллов или 1 балл соответственно. Таким образом, значения показателей качества (A_{ij}) наиболее близкие к оптимальным или к показателям лучших моделей (A_{vij}) получают наиболее высокий балл и наоборот.

На основании балльных оценок значений показателей качества, рассматриваемых моделей технологического оборудования, для каждой из них подсчитывают коэффициент конкурентоспособности (D_i) с учетом весомости каждого из рассматриваемых показателей. При выборе из конкурирующих моделей технологического оборудования предпочтение отдается той из них, которая имеет наибольший коэффициент конкурентоспособности.

Рассчитываемый по указанной методике коэффициент конкурентоспособности наиболее полно характеризует степень удовлетворения потребителя рассматриваемой моделью технологического оборудования, а также позволяет сделать объективные выводы о степени ее пригодности выполнять свои функции для конкретных условий эксплуатации. Балльные оценки значений показателей качества (X_{ij}), представленные в единой форме для нескольких конкурирующих моделей технологического оборудования, позволяют определить в чем конкретно одна модель превосходит другую, а в чем и насколько ей уступает по всему спектру принятых к рассмотрению показателей качества.

Оценка механизации производственных процессов технического обслуживания и ремонта проводится по двум показателям – уровню механизации и степени механизации, которые определяются на основе анализа операций технологических процессов и применяемого при их выполнении оборудования.

Уровень механизации $У$ представляет собой долю (в процентах) механизированного труда в общих затратах

$$У_{\text{м}} = 100 \frac{T_{\text{м}}}{T_{\Sigma}}, \quad (11)$$

где $T_{\text{м}}$ — трудоемкость механизированных операций технологического процесса (по применяемой технологической документации), ч;

T_{Σ} — общая трудоемкость всех операций, ч.

Степень механизации $\tilde{N}_i$ определяется долей (в процентах) замещения рабочих функций человека применяемым технологическим оборудованием в сравнении с полностью автоматизированным технологическим процессом

$$C_M = 100 \frac{z_1 N_{M_1} + z_2 N_{M_2} + z_3 N_{M_3} + z_{3,5} N_{M_{3,5}} + z_4 N_{M_4}}{4H}, \quad (12)$$

где z_1, z_2, z_3, z_4 – звенность применяемого оборудования, равная соответственно 1,2,3,4;

$N_{i_1}, N_{i_2}, N_{i_3}, N_{i_{3,5}}, N_{i_4}$ – число механизированных операций с применением оборудования для дилерского центра;

4 – максимальная звенность оборудования для дилерского центра;

H – общее число операций.

Замещение рабочих функций человека оценивается с помощью так называемой звенности оборудования z . При этом средства механизации, в зависимости от замещаемых функций человека, подразделяются на следующие:

– ручные орудия труда (гаечные ключи, отвертки и др.) для которых звенность $z=0$;

– машины ручного действия без подвода внешнего источника энергии (пресс, дрель, диагностические приборы и др.) для которых $z=1$;

– механизированные ручные машины с подводом внешнего источника энергии (электрозаточный станок, электродрель, пневмогайковерт и др.) для которых $z=2$;

– механизированные машины без системы автоматического управления (универсальные станки, прессы, кран-балки, диагностические стенды и т.д.) для которых $z=3$;

– машины полуавтоматы – автоматические воздухораздаточные колонки, автоматические мойки без конвейеров, автоматическое диагностическое оборудование для которых $z=3,5$;

– машины – автоматы (автоматические мойки, сушильные и окрасочные камеры) для которых $z=4$.

Уровень механизации процессов ТО и ТР по каждому типу машин для дилерского центра в целом определяется из выражения

$$Y_M = 100 \frac{T_{M_{TO,TP}}}{T_{\Sigma_{TO,TP}}}, \quad (13)$$

где $T_{M_{TO,TP}}, T_{\Sigma_{TO,TP}}$ – соответственно трудоемкость механизированных операций и общая трудоемкость всех операций ТО, диагностики, текущего ремонта, ч.

Степень механизации процессов ТО и ТР по каждому виду машин, обслуживаемых для дилерским центром в целом рассчитывается по формуле

$$C_M = 100 \frac{1N_{M_{1TO,TP}} + 2N_{M_{2TO,TP}} + 3N_{M_{3TO,TP}} + 3,5N_{M_{3,5TO,TP}} + 4N_{M_{4TO,TP}}}{4H}, \quad (14)$$

где $N_{M_{1TO,TP}} = N_{M_{1TO}} + N_{M_{1TP}} + N_{M_{1Д}} + N_{M_{1TPпост}} + N_{M_{1TPуч}}$,

...

$$N_{M_{4TO,TP}} = N_{M_{4TO}} + N_{M_{4TP}} + N_{M_{4Д}} + N_{M_{4TPпост}} + N_{M_{4TPуч}}$$

где $N_{M_{1TO}}, N_{M_{Д}}, N_{M_{TP}}, N_{M_{TPпост}}, N_{M_{4TPуч}}$ – число механизированных операций, выполняемых в процессе работ по техническому обслуживанию, диагностике (Д), текущему ремонту (ТР), постовых и участковых работ по ТР, с применением оборудования со звенностью $z=1-4$.

Для ремонтных мастерских (станций технического обслуживания) в составе дилерских технических центров уровень механизации и автоматизации производств по видам работ должен быть не ниже:

- моечно-очистные работы – 30-40 %;
- техническое обслуживание – 25-30 %;
- текущий ремонт – 20-25%.

Доля рабочих, занятых ручным трудом, должна быть не более 25-35 %.

Если рассчитанные показатели уровня механизации окажутся ниже рекомендуемых, следует предусмотреть дополнительные меры по механизации работ, выполняемых вручную, по замене оборудования некоторых видов на более производительное.

Заключение

1. Номенклатура и число единиц технологического оборудования определяются в зависимости от размера дилерского центра с учетом его специализации по определенной модели машин или видам работ.

2. Количество единиц оборудования может быть определено исходя из трудоемкости работ и фонда рабочего времени оборудования или по объемам выполняемых работ и производительности конкретного оборудования.

3. Для оценки конкурентоспособности различных видов технологического оборудования предлагается использовать частные методики, учитывающие общие и индивидуальные особенности каждого его вида (типа) и включающих систему взаимосвязанных обязательных (в том числе установленных действующими нормативами) и дополнительных показателей качества, их необходимое и достаточное количество для каждого вида оборудования и различных условий эксплуатации, коэффициенты весомости, последовательность оценки каждого показателя, шкалы балльных оценок, порядок подсчета обобщенной оценки и её граничные значения.

Литература

1. Пучин Е.А., Дидманидзе О.Н., Корнеев В.М. Средства технологического оснащения в системе технического сервиса АПК. Научно-практическое издание. – М.: УМЦ «Триада», 2004. – 100 с.
2. Миклуш В.П. Организация ремонтно-обслуживающего производства и проектирование предприятий технического сервиса АПК / В.П. Миклуш, Т.А. Шаровар, Г.М. Уманский. – Мн.: Ураджай, 2001. – 662 с.
3. Приборы, технологии и оборудование для технического сервиса в АПК: Кат.– М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 160с.
4. Брауде В.И., Тер-Мхитаров М.С. Системные методы расчета грузоподъемных машин – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1985. – 181 с.

Abstract

The methods of justification of the necessity for repair and technological equipment and tooling for dealer technical centers are given. When selecting equipment, it is recommended to use the parameters which take into account general and specific features of each type of equipment and include the system of interconnected mandatory and optional parameters of quality, their necessary and sufficient quantity for each type of technological equipment in various operating conditions, ponderability coefficients, the sequence of evaluation of each parameter, rating scales, the order of calculation of the generalized evaluation and its limit values.

УДК 004.9; 621.9

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВЫПУСКУ И РЕМОНТУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Л.М. Акулович¹, д.т.н., профессор, Д.Б. Ермашкевич²

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ», г. Минск,
Республика Беларусь

Обоснована необходимость внедрения информационных технологий для организации сквозного проектирования технологических процессов в условиях предприятий, осуществляющих производство, ремонт и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники. Разработана структура системы автоматизированного сквозного проектирования технологических процессов, описаны режимы работы входящих программных модулей. Предложенная концепция является основой создания алгоритмов и программ.

Введение

Характерными чертами развития машиностроительной промышленности, в том числе и сельхозмашиностроения, является выпуск изделий с более высокими показателями технического уровня, резкое сокращение длительности технической подготовки и периода нахождения изделий в производстве. Усложнение конструкции изделий приводит к постоянному увеличению работ, связанных с технологической подготовкой производства, объем которой в единичном и мелкосерийном производствах составляет около 25%, в серийном – до 50%, в крупносерийном и массовом – до 70% от всего объема работ по ТПП новых изделий [6-8]. Простое увеличение численности ИТР, как правило, не приводит к повышению качества и пропорциональному сокращению времени технологического проектирования из-за значительных трудностей координирования деятельности большого числа специалистов, большого объема информации на бумажной основе в процессе технической подготовки производства. Более того, сегодня имеется дефицит высококвалифицированных технологов и конструкторов в области машиностроения, в том числе сельхозмашиностроения.

Продукция для механизации сельскохозяйственных работ является металлоемкой и технологически сложной, ее изготовление требует значительных материальных и трудовых затрат [1, 2].

Особенностью машиностроительного производства предприятий по выпуску, ремонту и техническому сервису сельскохозяйственной техники является необходимость частой сменяемости номенклатуры выпускаемых изделий.

Поэтому, сегодня, в условиях ускоренного обновления и производства новых, пользующихся спросом конкурентоспособных изделий, особую актуальность для предприятий, специализирующихся на выпуске и ремонте сельскохозяйственной техники, приобретает снижение трудоемкости и сокращение сроков технологической подготовки производства, а также повышение качества технологической документации за счет использования соответствующих средств автоматизации технологического проектирования на базе современных информационных технологий. Такими средствами являются современные автоматизированные системы для технологической подготовки производства, позволяющие разрабатывать как единые технологические процессы изготовления деталей, так и управляющие программы для оборудования с числовым программным управлением.

Основная часть

Структура производства машиностроительных и ремонтных предприятий сельскохозяйственной техники различается по составу имеющихся технологических переделов, однако типичным для всех предприятий является: раскрой листового проката на гильотинных ножницах или на машинах термической

резки, лазерных установках, раскрой круглого и профильного металлопроката на разрезных станках (ленточно-отрезных, абразивно-отрезных, фрезерно-отрезных станках), холодная штамповка, термическая обработка, механическая обработка, лакокрасочные и гальванические покрытия [5,6]. В настоящее время на таких предприятиях используются локальные системы автоматизированного проектирования техпроцессов, в основном, механической обработки, подготовки управляющих программ для оборудования с ЧПУ и раскрой металлопроката, причем на многих предприятиях маршрутная технология проектируется без использования специальных САПР ТП, для оформления технологической документации может использоваться текстовый редактор Word. Опыт эксплуатации этих систем показывает, что при применении автоматизированных методов общая экономия трудозатрат уменьшается из-за необходимости неоднократной подготовки и ввода исходной информации, а также вследствие дополнительных ошибок, возникающих по этой причине.

К примеру, если в спроектированных техпроцессах встречаются операции, выполняемые на оборудовании для раскроя металлопроката, требуется задание в необходимом объеме исходной информации для соответствующих систем автоматизированного проектирования управляющих программ и раскрой металлопроката.

Поэтому, одной из целей создания автоматизированной системы является организация связей между системами автоматизации проектирования технологических процессов механической обработки, холодной штамповки, термической обработки, нанесения лакокрасочных и гальванических покрытий, раскроя металлопроката для того, чтобы при проектировании технологических процессов обработки детали одновременно с формированием техпроцессов формировать карты раскроя, управляющие программы для соответствующего оборудования с ЧПУ по маршруту обработки, выполнять сопутствующие расчеты, например, площадей покрытий, норм расхода основных и вспомогательных материалов и др.

Эффективность эксплуатации также снижается часто из-за несовместимости информационного обеспечения систем, разработанных разными организациями, т.е. отсутствием единой базы данных на платформе единой СУБД.

Как показывает анализ опыта создания локальных автоматизированных систем технологической подготовки производства, уровень автоматизации проектных процедур по видам работ может различаться в широком диапазоне и в зависимости от этого системы функционируют в разных режимах.

В частности: проектирование технологических процессов механической обработки, холодной штамповки – автоматический режим, диалоговый, проектирование по аналогу или проектирование в сочетании автоматического и диалогового режимов, при проектировании деталей сложной конфигурации,

проектирование технологических процессов раскрой, гальванических и лакокрасочных покрытий – диалоговый режим, проектирование по аналогу.

Диалоговый режим может сочетаться с определенными расчетами в процессе проектирования (расчет трудоемкости, режимов резания или параметров процесса, расчет расхода материалов и т.д.). Стремление к достижению высокого уровня автоматизации проектных процедур не всегда и везде является обоснованным, так как это ведет к значительным трудовым затратам при разработке программного обеспечения и часто не дает возможности пользователю вмешаться в процесс проектирования.

С другой стороны, в ряде случаев расчеты при наличии соответствующих алгоритмов крайне необходимы, так как их выполнить вручную иногда невозможно или трудоемко (расчеты геометрической информации при проектировании управляющих программ, расчет норм расхода материалов при многовариантной раскладке деталей на листе и т.д.).

С целью снижения материальных и трудовых затрат, сокращения сроков технологической подготовки производства совмещенная интегрированная система автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления деталей из металлопроката для сельскохозяйственной техники, должна выполнять следующие основные функции:

- обеспечивать оптимальную и рациональную раскладку деталей для последующего раскроя деталей прямоугольной формы на гильотинных ножницах и деталей произвольной формы (фигурных деталей) на машинах термической резки, лазерных установках, круглого и профильного проката с соответствующей настройкой под производственные условия конкретных предприятий;

- обеспечить на предприятиях плановый и оперативный раскрой с соответствующей адаптацией баз данных под условия предприятий;

- обеспечивать сквозное автоматизированное проектирование техпроцесса по схеме: раскладка, раскрой на гильотинных ножницах, МТР, лазерных установках и разрезных станках, холодная штамповка, термическая обработка, механическая обработка, лакокрасочные и гальванические покрытия;

- выполнять автоматизированные расчеты режимов режимов резания или параметров процесса, трудовое и материальное нормирование;

- формировать комплект стандартной технологической документации;

- обеспечивать обмен информацией с информационными системами предприятий.

Для реализации этих функций автоматизированной системы необходимо решение следующих основных задач по автоматизации этапов проектирования:

- ведение автоматизированного архива деталей и сборочных единиц;

- ввод информации с электронного чертежа детали, созданного в разных графических системах (AutoCAD, T/FLEX, Компас и др.);

- создание и адаптация баз данных металлопроката;

- проектирование сквозного технологического маршрута (расцеховка);

- построение схем раскладки прямоугольных деталей и деталей произвольной формы в автоматическом режиме, автоматизированном режиме для раскладки в полосы, соты и в интерактивном режиме редактирование схем раскладки с формированием карт эскизов раскладки и выводом их на графопостроитель или на принтер;

- построение схем раскладки круглого и профильного проката в автоматическом и автоматизированном режимах для линейного раскроя с формированием карт эскизов раскладки и выводом их на графопостроитель или на принтер;

- автоматизированный расчет коэффициента использования материала (КИМ) и норм расхода материалов во всех режимах построения схем раскладки;

- подключение и функционирование в составе комплекса узкоспециализированных автоматизированных систем для установок лазерной и термической резки;

- построение маршрута резки на МТР;

- проектирование и формирование УП на машинных носителях для МТР и карт технологической информации раскроя с выводом траектории перемещения инструмента на графопостроитель или принтер;

- создание единой базы данных для всех видов раскроя;

- проектирование технологических процессов механической обработки, холодной штамповки, термической обработки, лакокрасочных и гальванических покрытий;

- передача данных между базами данных общего назначения и модулями, выполняющими основные функции системы;

- обмен информацией с информационными системами предприятий;

- интеграция и проектирование сквозного технологического процесса обработки деталей по переделам;

- формирование и вывод стандартной технологической документации на принтер или графопостроитель.

Структурная схема совмещенной интегрированной системы автоматизированного проектирования технологических процессов изготовления деталей из металлопроката для сельскохозяйственной техники показана на рисунке 1.

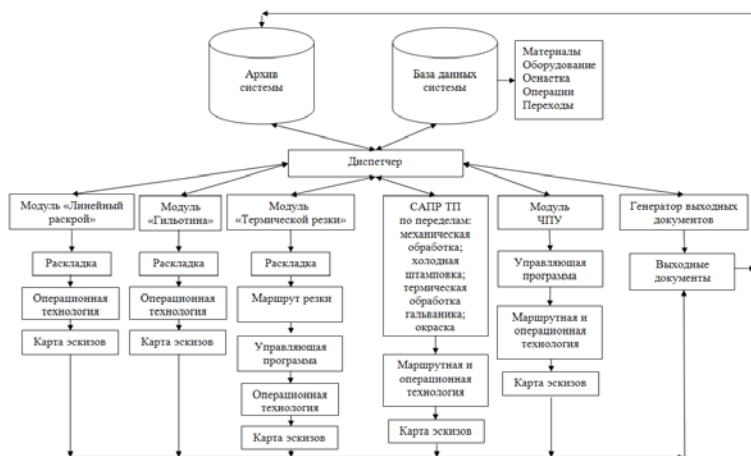


Рисунок 1 – Структура автоматизированной системы для автоматизации технологической подготовки производства предприятия по выпуску и ремонту сельскохозяйственной техники

Заключение

Предложенные основные функции и структура автоматизированной системы будут использованы при разработке алгоритмов и программного обеспечения. Внедрение автоматизированной системы на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения позволит улучшить качество технологических процессов изготовления деталей из листовых сталей, уменьшить сроки их разработки в 3...10 раз в зависимости от сложности деталей.

УДК 631.3.02:621.78.084

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Г.Ф. Бетенья¹, к.т.н., доцент, Г.И. Анискович¹, к.т.н., доцент,
А.В. Щерба², А.В. Чернуха³

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, ²ОАО «Минский агросервис», п. Юбилейный,

³ОАО «Витебский МРЗ», г. Витебск, Республика Беларусь

Приведены технологические аспекты упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости (55ПП, 60ПП), с применением термической обработки, сведения о микроструктурном строении упрочненных деталей рабочих органов из углеродистых сталей пониженной прокаливаемости.

Показано, что технология ИЗОЖ позволяет формировать мелкозернистую структуру, являющейся основой повышения конструкционной прочности и износостойкости деталей.

Введение

Сменные детали рабочих органов почвообрабатывающих, посевных и кормоуборочных машин (ДРОМ) определяют их технический уровень [1, 2]. Проблема повышения надёжности сельскохозяйственной техники, в целом, а также сменных ДРОМ в отдельности, является одной из важнейших народнохозяйственных задач. Для предприятий республики, являющихся на территории СНГ основными поставщиками продукции сельхозмашиностроения нового поколения, имидж формируется, главным образом, показателями технического уровня производимой сельскохозяйственной техники.

Традиционно применяемые материалы и технологии упрочнения сменных ДРОМ достигли своего предела в получении требуемого уровня конструкционной прочности и износостойкости и подлежат эффективной замене. Основная причина состоит в том, что с увеличением прочности (твёрдости) и износостойкости пластичность сталей уменьшается.

Сменные ДРОМ относятся к числу самых сложных изделий сельскохозяйственного машиностроения. Они работают при статических, циклических и ударных нагрузках, а также с различными рабочими средами (почвой, растительной массой, влагой и т.д.) Этим экстремальным условиям эксплуатации должны соответствовать основные критерии работоспособности (прочность, твёрдость, ударная вязкость, пластичность, износостойкость) сменных ДРОМ.

Основная часть

На современном этапе развития материаловедения, требуемые прочность, надёжность, долговечность и износостойкость применяемых конструкционных материалов, в частности сталей, должны достигаться целенаправленным формированием в них субмикро- и нанокристаллического структурного состояния [3-8]. Из теории сплавов [3] и производственного опыта для формирования наиболее благоприятной структуры и обеспечения прочности и надёжности получаемых стальных изделий должны применяться следующие основные варианты: рациональное легирование; измельчение зерна; металлургическое качество стали. Прогнозный анализ показывает, что в обозримом будущем для изготовления сменных ДРОМ стальной прокат останется преимущественным материалом. Потенциал стали как материала для сельхозмашиностроения совершенно не исчерпан, о чём свидетельствует происходящая явная смена приоритетов в металло-

ведении. Усиленно разрабатываются новые способы термической обработки стальных изделий из низко – и среднеуглеродистых сталей, чему раньше уделяли мало внимания. На первый план ставится задача по использованию нелегированных сталей. Расширяется круг научных работ по термической обработке изделий из сталей регламентированной (РП) и пониженной прокаливаемости (ПП), отличающихся относительной дешевизной и не дефицитностью. В настоящее время проверены в производственных условиях и заготовленные из сталей ПП сменные ДРОМ нового поколения с использованием отечественной технологии импульсного закалочного охлаждения жидкостью (ТИЗОЖ). Применение ТИЗОЖ при изготовлении деталей позволяет реализовать резервы на упрочнение, улучшить технологические и эксплуатационные свойства путем целенаправленного изменения структуры.

Оценка оптимальных технологических параметров термического цикла осуществлялась по показателям качества изделия. На первое место среди этих показателей ставится структурное состояние металла изделия, приобретаемое в процессе термической обработки.

Исследование микроструктуры упрочненных деталей проводилось на образцах, которые вырезались из деталей рабочих органов (лемехов, дисков и др.) почвообрабатывающих машин после различных режимов термической обработки.

Первоначально экспериментальные работы по упрочнению сменных ДРОМ из углеродистой стали 60ПП выполнялись на базе технологического научно-производственного центра БГАТУ. Исследования проводились с использованием технологического модуля ТМ-60. Принципиальная схема модуля для импульсной закалки представлена на рис. 1.

Для практической реализации технологии импульсного закалочного охлаждения в составе технологического модуля имеется закалочное устройство (ЗУ), которое предназначено для фиксации закаливаемых деталей в процессе закалки потоком охлаждающей жидкости. В качестве закалочной среды целесообразно использовать поток воды.

Ввиду высоких критических скоростей охлаждения сталей, применяемых для изготовления деталей, из-за их низкой прокаливаемости, закалочные устройства должны обеспечивать интенсивное, равномерное и экономичное охлаждение.

Закалочное устройство разрабатывается для каждого типоразмера деталей индивидуально, при этом должны учитываться следующие принципы:

- фиксация положения деталей в закалочных устройствах не должна препятствовать изменению размеров деталей в процессе охлаждения;
- постоянство скорости движения воды в устройстве;

- зазоры между стенками закалочного устройства и поверхностями закаливаемого изделия должны обеспечивать необходимую скорость потока воды и соответственно интенсивность охлаждения;

- для равномерного охлаждения закаливаемых поверхностей перед входом в закалочное устройство должно поддерживаться избыточное давление.

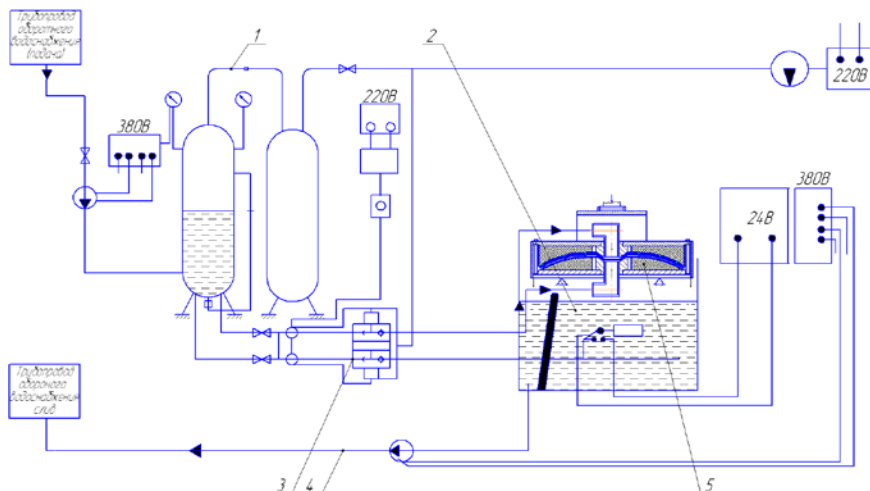


Рисунок 1 – Принципиальная схема технологии импульсного закалочного охлаждения жидкостью:

1 – блок управления расходом охлаждающей жидкости; 2 – блок управления отводом охлаждающей жидкости; 3 – система управления клапаном «Бабочка»; 4 – система обратного водоснабжения; 5 – закалочное устройство

Принципиальная схема закалочного устройства для закалки дискообразных деталей представлена на рис. 2

Применение ЗУ позволяет охлаждать детали при их термической обработке со скоростью от 4000 С/с до 50000 С/с с учетом требуемой критической скорости охлаждения, регламентируемой для данной марки стали. Режим и время термообработки изменяется в зависимости от формы детали, марки материала заготовки и требований предъявляемых к детали в эксплуатации.

Сталь 60ПП в исходном состоянии (в состоянии поставки после отжига) имеет феррито-перлитную структуру. Термическое упрочнение изготавливаемых образцов сменных ДРОМ осуществлялось путём закалки с последующим низким отпуском. Применяемые температурно-временные режимы традиционной закалки (погружением) приводят к высокой хрупкости стальных изделий, снижая их ресурс [2]. Использование интенсивно-

го импульсного водяного охлаждения при термообработке стали 60ПП позволяет избежать этого недостатка получением нанокристаллической структуры в результате фрагментации продуктов фазового превращения.

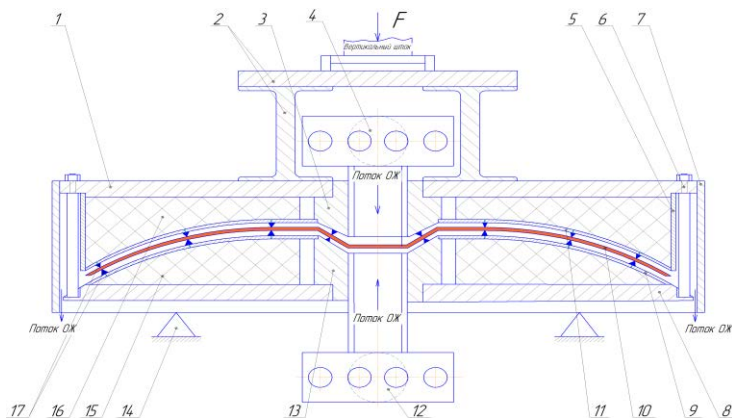


Рисунок 2 – Принципиальная схема закалочного устройства дисков:
1-плита верхняя; 2-фланец; 3-вставка верхняя; 4-коллектор верхний; 5-кожух внутренний; 6-упор; 7-кожух наружный; 8-плита нижняя; 9-матрица; 10-заготовка диска; 11-пуансон; 12-коллектор нижний; 13-вставка нижняя; 14-опора; 15-плита монтажная нижняя; 16-плита монтажная верхняя; 17-фиксатор.

Заготовки нагревались до температуры закалки с точностью $\pm 5^\circ\text{C}$, время аустенизации составляло 10 минут. Охлаждение осуществлялось потоком воды при различных значениях давления и расхода. Температура воды находилась в пределах $5 - 35^\circ\text{C}$, время охлаждения - в интервале $0,5 - 5$ с в зависимости от толщины изделия. Интенсивность охлаждения исследовалась в интервале от $1000^\circ\text{C}/\text{с}$ до $20000^\circ\text{C}/\text{с}$.

Выполненные исследования ТИЗОЖ для определенных параметров режимов (область высоких скоростей охлаждения $10000^\circ\text{C}/\text{с}$ и более) свидетельствуют о наличии фрагментации мартенсита наноразмерного масштаба, что по рекомендациям [9, 10] можно классифицировать как наноструктурные материалы. Анализ микроструктуры упрочненного слоя образца стали 60ПП при увеличениях $\times 5000$, $\times 20000$ показал, что максимальная длина игл мартенсита составляет $5 - 6$ мкм, толщина игл - порядка $0,2 - 0,3$ мкм. Структура образца характерна для мартенсита пакетного (речного) типа со средним поперечным размером реек $450 - 550$ нм. Твердость по Роквеллу упрочненного слоя - $56 - 57$ HRC.

Только при увеличениях $\times 50000$ и $\times 80000$ методом электронной микроскопии выявлена фрагментация мартенсита. В результате исследований определено, что мартенситные иглы частично фрагментированы, размер фрагментов находится в диапазоне 20 – 150 нм, их средний размер составляет 40 – 50 нм.

На отдельных фрагментах проявляются очертания субмикрозерен. Края мартенситных пластин и фрагментов частично размыты, что говорит об их аморфно-кристаллическом состоянии.

Статистические данные по средней длине фрагментов мартенситных пластин стали 60ПП после упрочнения рабочей поверхности деталей толщиной 6 – 12 мм показали, что размер 80% фрагментов находится в диапазоне 0,02 – 0,08 мкм (рис. 3). После низкого отпуска при 180 °С размер фрагментов изменяется незначительно, 60% составляют фрагменты зерен мартенсита размерами 0,02 – 0,06 мкм.

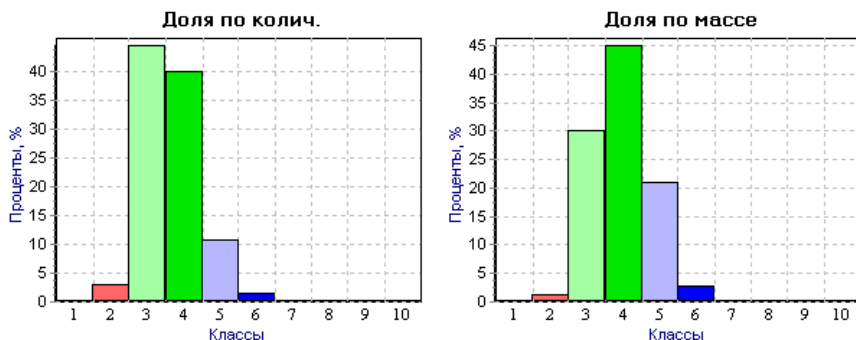


Рисунок 3 – Гистограммы распределения фрагментов мартенсита по длине в рабочей части детали из стали 60ПП после низкого отпуска в долях по количеству и по массе

Результаты испытаний на трехточечный изгиб образцов стали 60ПП после термической обработки приведены в таблице 1. Изучение механических свойств стали 60ПП после закалки (без и с отпуском) показали, что наноструктурные изменения приводят к увеличению предела прочности на изгиб в 1,35 – 1,45 раза.

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° .

Таблица 1 – Результаты испытаний упрочненной стали 60ПП на трехточечный изгиб

Номер образца	Геометрические размеры сечения образцов		Разрушающая нагрузка, кН	Предел прочности на изгиб, МПа
	толщина, мм	ширина, мм		
04/850/ без отпуска	11,93	7,59	50	3022,5
05/800/ без отпуска	11,92	7,92	50	2796,4
1т/800/+ низкий отпуск	9,75	8,05	50	3803,3
2т/850/+ низкий отпуск	9,46	8,62	50	4433,6

На рис. 4 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.

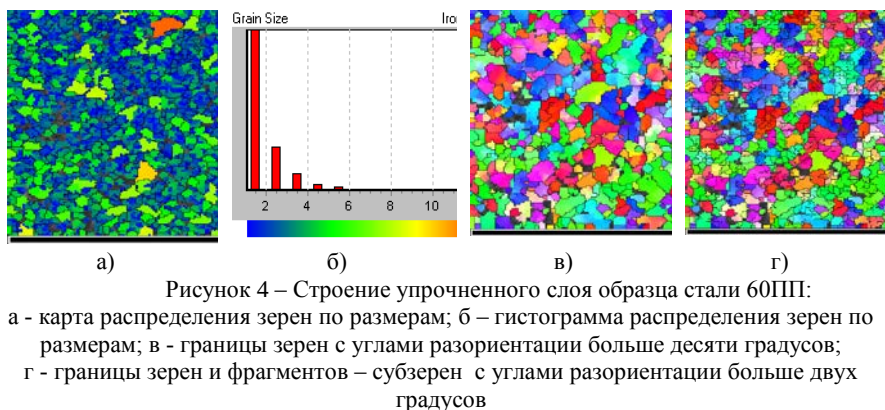


Рисунок 4 – Строение упрочненного слоя образца стали 60ПП:

а - карта распределения зерен по размерам; б – гистограмма распределения зерен по размерам; в - границы зерен с углами разориентации больше десяти градусов; г - границы зерен и фрагментов – субзерен с углами разориентации больше двух градусов

В сердцевине разбиение зерен на фрагменты практически отсутствует, преобладают зерна размерами порядка 1 – 2 мкм.

По технологии ИЗОЖ с использованием сталей пониженной прокаливаемости (55ПП, 60ПП) в настоящее время изготавливается целый ряд различных по конструкции сменных ДРОМ почвообрабатывающих и кормоуборочных машин. Разработанные технологии изготовления сменных ДРОМ нового поколения освоены на ОАО «КЗТШ» (г. Жодино), РУП «МЗШ», ОАО «БЭМЗ», ОАО «Дрогичинский ТРЗ», ОАО «ВМРЗ» (г. Витебск), ОАО «Минский Агросервис», КУПП «Берёзаагросервис», ТНПЦ БГАТУ и др. За последние 2,5 года предприятиями республики произведено сменных ДРОМ на сумму 15,4 млрд.руб. Стоимость деталей отечественного производства на 20...30% ниже стоимости импортных аналогов.

Отличительными свойствами сменных ДРОМ нового поколения являются сочетание высоких показателей твёрдости (около 60 HRC), прочности (свыше 2000 МПа), ударной вязкости (не менее 1,0 МДж/м²), пластичности, наличием наноразмерного (30 – 80 нм) структурного строения, абразивной износостойкости (коэффициент не менее 3,0 – 3,5). Технологии производства сменных ДРОМ нового поколения будут гарантированно в ближайшие 10 – 15 лет являться конкурентоспособными и обладать коммерческой перспективой. По техническому уровню сменные ДРОМ, изготовленные в соответствии с разработанной технологией, являются конкурентоспособными изделиями в сравнении с лучшими зарубежными аналогами.

Заключение

1. Применение ТИЗОЖ при изготовлении деталей позволяет реализовать резервы на упрочнение, улучшить технологические и эксплуатационные свойства путем целенаправленного изменения структуры. Фрагментация микроструктуры углеродистых конструкционных сталей является не только предметом исследований, но становится реальной технологической операцией термической обработки стальных сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин.

2. Формирование фрагментированной нанокристаллической структуры мартенсита, позволяет достигать оптимального соотношения прочностных и вязкостных характеристик, с максимальным обеспечением требуемых технико-экономических показателей. При этом характеристики механических свойств (например, предел прочности на изгиб) возрастают на 35 – 45%, что существенно превосходит аналогичные показатели при традиционных режимах закалки и отпуска.

Литература

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. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин /И.Н.Шило [и др.]. - Минск: БГАТУ, 2010. – 320 с.
3. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение: учебник для вузов /Арзамасов, Б.Н и др. – Изд. 8-е – Москва: Изд-во МГТУ, 2008. – 648 с.
4. Лякишев Н.П., Алымов М.И. Наноматериалы конструкционного назначения //Российские нанотехнологии. – 2006. – Т.1. № 1-2. – С. 71–81.
5. Рыбин В.В., Малышевский В.А., Хлусова Е.И. Технологии создания конструкционных наноструктурированных сталей //МИТОМ. – 2009. – №6 (643). – С. 3–7.
6. Горынин И.В. и др. Экономнолегированные стали с наномодифицированной структурой для эксплуатации в экстремальных условиях. //Вопросы материаловедения. – 2008. – №2(54). – С.7–19.
7. Bulk nanocrystalline steel // Ironmaking and steelmaking. – 2005. – V.32.– p.405–410.
8. Быков Ю.А. Структура и свойства конструкционных наноматериалов // Приложение №7 к журналу «Справочник. Инженерный журнал». – 2010. – №7. – С.1–24.
9. Панин В.Е., Егорушкин В.Е. Физическая мезомеханика и неравновесная термодинамика как методологическая основа наноматериаловедения // Физическая мезомеханика. – 2009. – Т. 12. № 4. – С.7–26.
10. Панин В.Е., Егорушкин В.Е. Наноструктурные состояния в твердых телах // Физика металлов и материаловедение. – 2010. – Т. 110. №5. – С.486–496.

Abstract

Given the technological aspects of hardening of parts of low-hardenability steels (55PP, 60PP) using heat treatment, information about the structure of the microstructural details of the working bodies of hardened carbon steel low-hardenability. Shown that the technology allows you to create IZOZH grain structure, which is the foundation increase structural strength and durability of parts.

УДК 621.762

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ НАПЛАВОЧНЫЙ СПЛАВ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКОЙ

В.М. Константинов¹, д.т.н., профессор,

Н.А. Лабушев², генеральный директор, В.Г. Щербаков¹, ассистент

¹ УО «Белорусский национальный технический университет», ² РО «Беллагросервис», г. Минск, Республика Беларусь

Получение абразивоизносостойких покрытий на рабочих органах почвообрабатывающих машин (РОПМ) было и остается актуальной задачей. Использование материалов для получения защитных покрытий из диффузионно-легированных (ДЛ) сплавов нашло некоторое применение в нашей стране. Установлено значительное повышение рабочего ресурса деталей

РОПМ при использовании предварительной индукционной наплавки данными материалами [1-4]. Существенное повышение цен на импортные наплавочные материалы для индукционной наплавки на РОПМ, существенно повлияло на себестоимость получаемой данным методом продукции.

Целью данной работы являлось получение из отходов металлургического производства отечественного наплавочного материала на рабочие органы почвообрабатывающих машин индукционной наплавкой.

В качестве основы для получения ДЛ сплава были выбраны отходы чугунной дробы ДЧЛ 08 после дробеструйной обработки. Опыт ранее выполненных работ свидетельствует о возможности применения так же других дисперсных металлоотходов: стружки серого чугуна, отходов белого чугуна и др. ДЛ дробы (борирование) проводили в специальной электрической печи [5]. Рассев после обработки проводился ситовым методом. Индукционную наплавку на РОПМ осуществляли на РУП «Минский завод шестерен». Приготовление микрошлифов, изучение микроструктуры и определение значений микротвердости из обработанной дробы и наплавленных покрытий проводился стандартными методами.

Гранулометрический анализа отходов чугунной дробы ДЧЛ 08 показал, что количество годной фракции размером 200 – 630 мкм составляет 60%. Химический состав дробы ДЧЛ 08: С - 2,9...3,5%, Мп - 0,40...0,70%, Si - 1,20...2,00%, $\leq 0,12\%$ S и P. Исходная микроструктура чугунной дробы: ледебурит и дендритные включения перлита различной дисперсности (рис 1а). Распределение микротвердости по сечению дробы составляет 7730-8450 МПа и у поверхностного слоя твердость возрастает до 10240 МПа, что объясняется большой скоростью охлаждения поверхности при изготовлении и получения большего количества метастабильной фазы в поверхностном слое.

Ранее выполненные исследования [6-8] позволили определить оптимальные режимы предварительного диффузионного легирования дробы и основные параметры для индукционной наплавки на РОПМ.

В диффузионно-легированная дробь представляет собой биметаллический материал, состоящий из боридного слоя с включениями графита и переходной зоны, включающей α -фазу, выделения борного цементита $\text{Fe}_3(\text{C},\text{B})$ и графита (рис 1 б). Графитные включения достигают размеров 6-10 мкм. Толщина борированных слоев составляет 100 – 130 мкм. Микротвердость ДЛ материала составляет 10500 – 11450 МПа на поверхности и постепенно снижается к центру до 3670 – 4120 МПа.

Шихтовой материал для индукционной наплавки изготавливали смешиванием ферросплава ФБХ-6-2 ГОСТ 21448-75 дисперсностью гранул 0,16—0,4 мм и ДЛ отходов чугунной дробы ДЧЛ 08 с плавкой бурой ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$). Составы подбирались экспериментально и представлены в таблице 1.

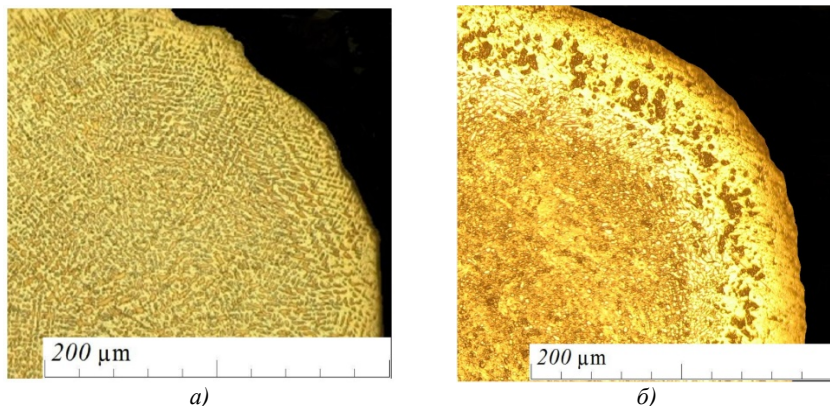


Рисунок 1 - Микроструктура отходов дроби ДЧЛ 08:
а - исходная дробь; б – после обработки

На рис. 2 показан процесс индукционной наплавки на РОПМ на РУП «Минский завод шестерен». На рис. 3 и 4 представлены микроструктура полученных наплавленных покрытий и внешний вид РОПМ после индукционной наплавки шихтовых материалов согласно табл. 1.

Таблица 1 – Составы наплавочных смесей

№ состава	Массовая доля компонентов, % мас.	Средняя микротвердость наплавленного слоя, МПа
1	35% ДЧЛ + 35% ФБХ + 30% Буры	8410 - 9780
2	50% ДЧЛ + 20% ФБХ + 30% Буры	9780 - 11440



Рисунок 2 - Процесс индукционной наплавки на РОПМ:
а – наплавочный индуктор; б – наплавляемое долото

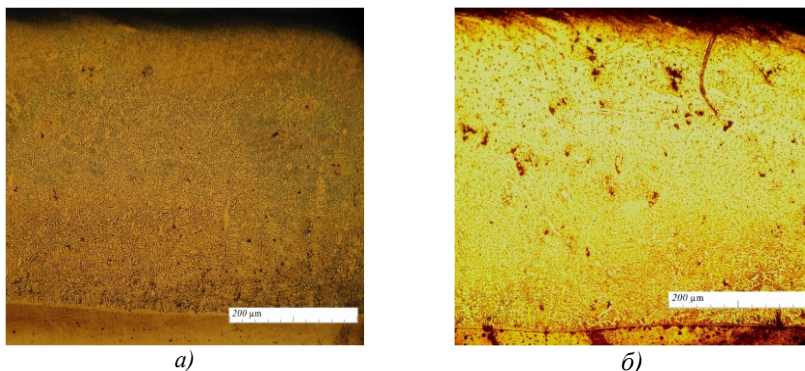


Рисунок 3 - Микроструктура наплавленных покрытий на РОПМ:
а- состав № 1; б – состав № 2

Наплавленные слои имеют участки доэвтектического, эвтектического и заэвтектического строения в наплавленном слое. Избыточные упрочняющие фазы – борокарбиды призматической формы. Полученные толщины слоев составляют порядка 1,0-1,5 мм. Пористость полученных слоев составляет порядка 3–5%. Твердость наплавленных покрытий составляет 55 – 60 HRC при высокой износостойкости в условиях интенсивного абразивного изнашивания.



Рисунок 4 - РОПМ с наплавленными покрытиями из ДЛ чугуновой дроби:
а – долото; б - лемех

Следует отметить тот факт, что во всех наплавленных слоях присутствует переходная зона между наплавленным слоем и основным металлом. Это свидетельствует об образовании металлургической связи наплавленного слоя со стальной основой детали. Это имеет существенное значения для условий ударно-абразивного изнашивания. Проведенные полевые испытания подтвердили это – наплавленный слой не выкрашивается и не скалывается.

Таким образом, установлено, что предварительно диффузионно-легированные отходы чугуна ДЧЛ 08 являются актуальной заменой дорогостоящих импортных материалов для получения абразивоизносостойких покрытий на рабочих органах почвообрабатывающих машин индукционной наплавкой.

Литература

1. Пантелеенко Ф.И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия на них. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 300 с.
2. Воронин Л.Г., Пантелеенко Ф. И., Константинов В.М. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. – 148 с.
3. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; Под. ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с., ил.
4. Константинов, В.М. Диффузионно-легированные сплавы для защитных покрытий : дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.01 / В.М. Константинов. – Минск, 2008. – 474 л.
5. Вращающаяся электрическая печь для химико-термической обработки сыпучего материала : пат. 15412 Респ. Беларусь, МПК7 F27B 7/14 / В.М. Константинов, О.П. Штемпель, В.Г. Щербаков ; заявитель Белорусский национальный технический университет. - № а 20091415 ; заявл. 05.10.09 ; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці . – 2012. № 1. – С. 143.
6. Щербаков В.Г. Анализ возможности использования металлических отходов для наплавки в условиях РУП «МЗШ» // Материалы IX Респ.СНТК «Новые материалы и технологии их обработки», апрель 2008г., Минск, БНТУ.- С. 31-32.
7. Щербаков В.Г. Анализ проблемных вопросов при производстве диффузионно-легированных наплавочных материалов в условиях РУП «МЗШ» // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы 6-й международной научно-технической конференции в 3-х томах. Т.1. Мн.: БНТУ, - 2008.
8. Константинов В.М., Сушко И.С., Казак М.М., Щербаков В.Г. Опыт использования отходов металлической дробы для производства наплавочного сплава в условиях ПРУП «МЗШ» // Международная научно-техническая конференция «Теория и практика энергосберегающих термических процессов в машиностроении» Мн.: БНТУ, 2008 – С. 107-110.

УДК 631.31. 02:669. 14. 018

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ДЕТАЛЯХ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКОЙ

**Г.Ф. Бетенья, к.т.н., доцент, Г.И. Анискович, к.т.н., доцент,
С.Н. Рогожинский, аспирант, Д.М. Шмарловский, аспирант**
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

В статье приведены сведения о микроструктурном строении упрочненных деталей рабочих органов из углеродистых сталей пониженной прокаливаемости. Установлено, что применение импульсного закалочного охлаждения и низкого отпуска обеспечивает получение стальных изделий с объёмной нанокристаллической структурой. Определено наличие наноразмерных продуктов и их параметры в деталях методами световой и электронной микроскопии.

Введение

Традиционно применяемые материалы и технологии упрочнения деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин достигли своего предела в получении требуемой конструкционной прочности и износостойкости и требуют эффективной замены. Основная причина состоит в том, что с увеличением прочности (твёрдости) и износостойкости пластичность сталей уменьшается [1,2]. Наличие абразивной среды, значительных ударных нагрузок, высоких напряжений и ряд других причин, обусловили необходимость поиска новых подходов для повышения свойств конструкционных сталей в результате формирования в них объёмного микро- и наноструктурированного состояния [2-4]. На современном этапе развития металловедения из уже получивших практическую реализацию на наномасштабном уровне явлений можно выделить два основных направления:

1. Упрочнение стали путём контролируемого введения ультра- и мелкодисперсных наночастиц [1,2,5];
2. Упрочнение за счёт фрагментации - специального управляемого измельчения структуры стали [6-8].

В последнее время установлено, что наряду с интенсивной пластической деформацией эффективное формирование мелкодисперсных структур может быть достигнуто и при закалке конструкционных сталей за счёт фазового превращения в процессе охлаждения [3]. Практические результаты достигнуты европейскими, американскими и японскими производителями. В работе [7]

сообщается о получении в промышленных условиях стальных заготовок толщиной более 200 мм с размером структурных элементов не более 40 нм.

В случае углеродистых конструкционных сталей, в частности сталей пониженной прокаливаемости (ПП) возможен вариант термической обработки на получение мартенситной структуры с повышением их прочностных характеристик на 25-30% без снижения ударной вязкости [9].

Основная часть

Термическая обработка деталей рабочих органов из углеродистой стали 60ПП, выполнялась на экспериментальной закалочной установке с различной интенсивностью охлаждения. Детали нагревались до температуры заковки с точностью $\pm 5^\circ\text{C}$, время аустенизации составляло 10 минут. Охлаждение осуществлялось потоком воды при различных значениях давления и расхода. Температура воды находилась в пределах $5-35^\circ\text{C}$, время охлаждения - в интервале 0,5-5с в зависимости от толщины изделия.

Исследование микроструктуры упрочненных поверхностей деталей после заковки и низкого отпуска проводилось на образцах в двух плоскостях по схеме, представленной на рис. 1. Образцы вырезались из деталей рабочих органов (лемехов, дисков и др.) почвообрабатывающих машин после различных режимов термической обработки.

Микроструктура упрочненного слоя и сердцевины изучалась на световом микроскопе «MeF-3» фирмы «Reichert» (Австрия). Микроструктура упрочненных слоев дополнительно исследовалась на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения «Mira» фирмы «Tescan» (Чехия) при увеличении $\times 5000$, $\times 20000$, $\times 50000$, $\times 80000$ и с использованием детектора Nordlys II EBSD (Oxford Instruments) обратно рассеянных электронов.

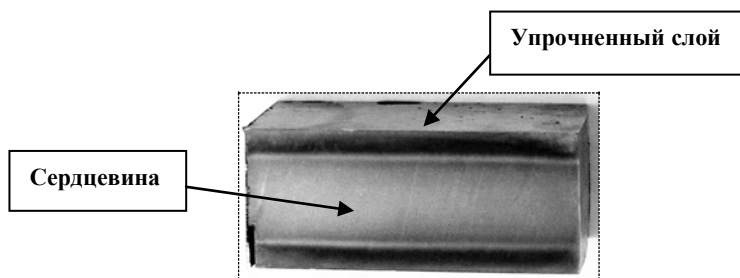


Рисунок 1 – Схема расположения исследуемых поверхностей образца стали 60ПП

Характеристика и балл мартенсита определялись по ГОСТ 8233, размеры фрагментов мартенсита с использованием метода секущих (метод подсчета пересечений границ зерен по ГОСТ 5639).

Фазовый состав, количество остаточного аустенита определялось на дифрактометре общего назначения ДРОН-3.0 в CuK монохроматизированном излучении, вторичная монохроматизация осуществлялась пиролитическим графитом с вращением образца в собственной плоскости. Количество остаточного аустенита и мартенсита рассчитывались с помощью программы автоматизированного рентгеновского исследования «WinDif», по отношению интенсивностей линий всех фаз, присутствующих в образце.

Твердость по Роквеллу определялась на твердомере ТК14-250 по ГОСТ 9013. Испытания на трехточечный изгиб проводили на универсальной испытательной машине «Инстрон 1195» в соответствии ГОСТ 473.8.

Термическое упрочнение изготавливаемых деталей рабочих органов осуществляют путём закалки с последующим низким отпуском для получения структуры мартенсита отпуска повышенной твердости (60 - 62HRC). Применяемые температурно-временные режимы классической закалки приводят к высокой хрупкости стальных изделий, снижая их ресурс [9]. Использование интенсивного импульсного водяного охлаждения при термообработке стали 60ПП позволяет избежать этого недостатка в результате получения объёмной нанокристаллической структуры и фрагментации зерен мартенсита.

На рис. 2 (а, б) показаны микроструктуры упрочненного слоя образца стали 60ПП при увеличениях $\times 5000$, $\times 20000$. Максимальная длина игл мартенсита составляет 5-6 мкм, толщина игл - порядка 0,2 – 0,3 мкм. Структура образца характерна для мартенсита пакетного (реечного) типа со средним поперечным размером реек 450 – 550 нм. Твердость по Роквеллу упрочненного слоя - 56 - 57 HRC.

Только при увеличениях $\times 50000$ и $\times 80000$ методом электронной микроскопии выявлена фрагментация мартенсита рисунке 2 (в, г). В результате исследований определено, что мартенситные иглы частично фрагментированы, размер фрагментов находится в диапазоне 20 – 150 нм, их средний размер составляет 40 – 50 нм.

На отдельных фрагментах проявляются очертания субмикрозерен. Края мартенситных пластин и фрагментов частично размыты, что говорит об их аморфно-кристаллическом состоянии.

Статистические данные по средней длине фрагментов мартенситных пластин стали 60ПП после упрочнения рабочей поверхности деталей толщиной 6-12 мм показали, что размер 80% фрагментов находится в диапазоне 0,02 - 0,08 мкм (таблица 1) После низкого отпуска при 180°C размер фрагментов изменяется незначительно, 60% составляют фрагменты зерен мартенсита размерами 0,02-0,06 мкм.

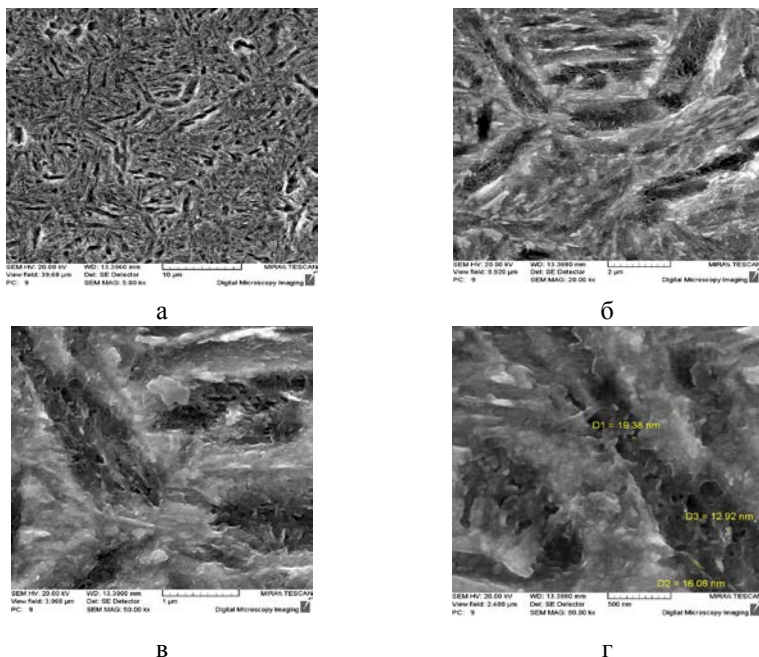


Рисунок 2 – Микроструктура упрочненного слоя образца стали 60ПП толщиной 8мм после импульсного закалочного охлаждения водой и низкого отпуска:
а) - x5000; б) - x20000; в) - x50000; г) - x80000

Результаты рентгеноструктурных исследований и расчетов параметров тонкой структуры образца толщиной 6мм в упрочненном слое только после закалки приведены в таблице 2.

Таблица 1 - Разбиение на классы по длине фрагментов в мартенситных пластинах детали из стали 60ПП после низкого отпуска

Класс	Количество, штук	Интервал, мкм	Доля по количеству, %	Доля по массе, %
1	0	0 – 0,02	0	0
2	2	0,02 – 0,04	3,08	1,14
3	29	0,04 – 0,06	44,62	30,08
4	26	0,06 – 0,08	40	45,04
5	7	0,08 – 0,1	10,77	20,88
6	1	0,1 – 0,12	1,54	2,85
7	0	0,12 – 0,14	0	0
8	0	0,14 – 0,16	0	0
9	0	0,16 – 0,18	0	0
10	0	0,18 – 0,2	0	0

Таблица 2 – Расчетные параметры тонкой структуры в упрочненном слое стали 60ПП

Параметр тонкой структуры	Упрочненный слой
Ширина ФФУ	1,9211
Средняя относительная деформация, $\times 10^{-3}$	1,403
Плотность дислокаций, $\text{см}^{-2} \times 10^{11}$	0,128
Размер ОКР, Å	101 ± 3
Параметр ячейки Å	2,8651

Из таблицы 2 видно, что в упрочненном слое размер ОКР уменьшается в 1,1 раза от 116 до 101Å, что подтверждается уширением линии на рентгенограмме. В 1,3 раза увеличивается величина средней относительной деформации от $1,095 \times 10^{-3}$ до $1,403 \times 10^{-3}$. Плотность дислокаций увеличивается в 1,6 раза от $0,780 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$ до $0,128 \times 10^{11} \text{ см}^{-2}$ относительно упрочненного слоя образца толщиной 12мм. Распределение относительной среднеквадратической микродеформаций - ОСМД - $\langle E^2(L_n) \rangle^{1/2}$ – степенное, характеризующееся скоплением дислокаций. Расчет количества остаточного аустенита в программе PdfWin показал, что он составляет 6 – 10 %.

Таблица 3 – Структурные характеристики углеродистой конструкционной стали 60ПП при различных режимах термической обработки

Толщина, мм	Режим термич. обработ.	Структурные параметры мартенсита		Твердость, HRC	Характеристика структуры упрочненного слоя
		Макс. длина игл, мкм	Сред. размеры фрагментов, нм		
8	ИЗОЖ+ низкий отпуск	6	40-50	57	Мелкоигольчатый мартенсит, балл 4
8	ИЗОЖ+ низкий отпуск	4	10-50	56	Мелкоигольчатый мартенсит, балл 3
8	ИЗОЖ+ низкий отпуск	3	40-70	54	Мелкоигольчатый мартенсит, балл 2-3, аморфно-кристаллическое состояние мартенситных пластин
12	ИЗОЖ+ низкий отпуск	4	5-50	58	Мелкоигольчатый мартенсит, балл 4, аморфно-кристаллическое состояние мартенситных пластин
6	ИЗОЖ+ низкий отпуск	4	30 - 60	60	Мелкоигольчатый мартенсит, балл 4

Результаты исследований упрочненного слоя образцов стали 60ПП с углубленным изучением микроструктуры мартенсита при больших увеличениях, выявили предпосылки для определения влияния фрагментации игл мартенсита на её механические свойства (таблица 3). Несущественное изменение значений структурно – нечувствительного свойства (твердости) для различных режимов термического упрочнения в полной мере не отражают эту зависимость.

Результаты испытаний на трехточечный изгиб образцов стали 60ПП после термической обработки (без и с отпуском) показали, что наноструктурные изменения приводят к значительному увеличению предела прочности на изгиб в 1,35 - 1,45 раза.

Заключение

1. В объёмных деталях рабочих органов из углеродистых сталей пониженной прокаливаемости при их импульсном закалочном охлаждении и низком отпуске формируется фрагментированная нанокристаллическая структура мартенсита, что позволяет достигнуть оптимального соотношения прочностных и вязкостных характеристик.
2. В результате выбранных режимов термообработки для стали 60ПП мелкоигльчатый мартенсит с наибольшей длиной игл 1 - 4 мкм дробится на отдельные, разориентированные под определёнными углами фасетки размерами 20-80нм внутри пластинок мартенсита. При этом характеристики её механических свойств (например, предел прочности на изгиб) возрастают на 35 - 45%, что существенно превосходит аналогичные показатели при традиционных режимах закалки и отпуска.

Литература

1. Лахтин Ю.М., Леонтьев В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. – М.: Машиностроение, 1990. – 528с.
2. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение: учебник для вузов /Арзамасов, Б.Н и др. – Изд. 8-е – Москва: Изд-во МГТУ, 2008. - 648с.
3. Лякишев Н.П., Алымов М.И. Наноматериалы конструкционного назначения //Российские нанотехнологии, 2006, Т.1, № 1-2, С. 71 - 81.
4. Рыбин В.В., Малышевский В.А., Хлусова Е.И. Технологии создания конструкционных наноструктурированных сталей //МИТОМ, 2009, №6 (643), С. 3-7.
5. Ушеренко С.М. Сверхглубокое проникание частиц в преграды и создание композиционных материалов. Минск: НИИ ИП с ОП, 1998. – 210 с.
6. Горынин И.В. и др. Экономнолегированные стали с наномодифицированной структурой для эксплуатации в экстремальных условиях. //Вопросы материаловедения. 2008. №2(54), с.7-19.

7. Bulk nanocrystalline steel // Ironmaking and steelmaking.-2005.-V.32-p.405-410.

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.

Abstract

The article presents information on the microstructural details of the structure of the hardened working parts from low carbon steel hardenability. Found that the use of pulsed cooling and hardening of low holiday provides steel products with a bulk nanocrystalline structure. Defined by the presence of nanoscale products and their parameters in detail by light and electron microscopy.

УДК 621.81.004.67

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УПРОЧНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

**В.С. Ивашко¹, д.т.н., профессор, В.А. Лойко², к.т.н., доцент,
М.Л. Хейфец³, д.т.н., профессор**

¹УО «Белорусский национальный технический университет», ²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

³Национальная академия наук Республики Беларусь,

г. Минск, Республика Беларусь

В статье приведены материалы, позволяющие прогнозировать свойства изделий на основе технологических и эксплуатационных исследований с учетом входных потоков данных о веществе, энергии и другой информации.

Введение

Определение и оценка изменений в технологических и эксплуатационных процессах показателей качества деталей машин с учетом их взаимного влияния затруднены многосвязным характером взаимодействий формирующихся свойств изделий.

Для разработки математического аппарата передачи показателей качества изделий при технологическом и эксплуатационном наследовании необходимо корректное понижение размерности задачи описания трансформации свойств [1-4].

Актуально понижение размерности задачи описания трансформации свойств при создании новых интенсивных методов обработки, основанных на сочетании в одном процессе различных видов энергии или разных способов воздействия на обрабатываемый материал [2].

Основная часть

В общем виде системная модель технологии представляется сочетанием трех входных потоков: вещества, энергии, информации.

Поэтому под методом обработки понимается совокупность энергетических и информационных процессов, направленных на изменение формы, размеров, качества поверхности и физико-химических свойств конструкционного материала.

Для формализации условий целенаправленного создания новых методов обработки каждая совокупность одноименных компонентов системы описывается как некоторое множество технологических решений (ТР).

Поэтому возможно любой метод обработки представить в виде кортежа, каждый элемент которого является элементом соответствующего множества ТР.

Полагая, что если два любых компонента метода обработки обладают хотя бы одним общим свойством, между ними существует связь по общности свойств, что дает возможность организовать выбор технологических решений по эквивалентности и предпочтению.

Это позволяет формализовать условия выбора ТР по конкретному значению установленного критерия выбора и дает возможность выбирать решение по нескольким критериям, соответствующим различным свойствам решения.

Принятие ТР в системах автоматизированного проектирования традиционно основывается на анализе эквивалентности ($x \equiv y$) и предпочтения (нестрогого $x \leq y$ или строгого $x < y$) решений, заложенных в базу знаний. Это предполагает использование свойств [3, 4]: рефлексивности ($x \equiv x$, $x \leq x$ – истинно; $x < x$ – ложно); симметричности ($x \equiv y \Rightarrow y \equiv x$ – истинно; $x \leq y$ и $y \leq x \Rightarrow x = y$ – антисимметрично; $x < y$ и $y < x \Rightarrow$ взаимоисключение – несимметрично); транзитивности ($x \equiv y$ и $y \equiv z \Rightarrow x \equiv z$, $x \leq y$ и $y \leq z \Rightarrow x \leq z$, $x < y$ и $y < z \Rightarrow x < z$ – истинно).

В результате, используя свойство транзитивности, наиболее предпочтительное из предыдущих решений сравнивается с предложенным или выбранным из базы знаний по свойствам симметрии параметров качества.

Однако в общем случае разные неэквивалентные ТР наиболее предпочтительны для различных параметров качества из требуемого комплекса свойств. В этом случае необходимо использовать доминирующее ТР

($x \ll y$), характеризующееся свойствами: анти рефлексивности ($x \ll x$ – ложно); несимметричности ($x \ll y$ и $y \ll x \Rightarrow$ взаимоисключение); не транзитивности (из $x \ll y$ и $y \ll z$ не следует $x \ll z$).

Распределения случайных величин, на фоне которых проявляются моды, описываются законами: равномерным $f(x) = 1 / (\mu_1 - \mu_0)$, при $\mu_0 \leq x \leq \mu_1$; экспоненциальным $f(x) = (1/\mu) \exp(-x/\mu)$, при $\mu > 0, x > 0$; нормальным $f(x) = (1 / (\sigma\sqrt{2\pi})) \exp(-(x - \mu)^2 / (2\sigma^2))$, при $\sigma > 0, -\infty < \mu < \infty, -\infty < x < \infty$ где μ – математическое ожидание; μ_0 и μ_1 – ограничения; σ^2 – дисперсия случайных величин x .

Судить о степени соответствия статистических данных выбранному закону распределения, следовательно о характере проявления моды, позволяет соотношение Романовского:

$$R = (\lambda_p^2 - k) / \sqrt{2k},$$

где λ_p^2 – критерий Пирсона; k – число степеней свободы, т.е. количество групп в изучаемом ряду, рассчитанных (μ, σ и др.) и используемых при вычислении теоретического распределения статистических характеристик.

При выборе количества ограничений для объектов и процессов целесообразно рассмотреть взаимозависимость противоречивых требований по надежности и гибкости производственной системы. В результате соотношение надежности – устойчивости и гибкости – адаптивности может служить критерием, позволяющим принять ТР о рациональной структуре производственной системы.

В самоорганизующихся системах можно управлять гибкостью и надежностью, изменяя число подсистем. Каждая подсистема i имеет выходы: q_1 – детерминированный строго определенный и q_2 – флуктуирующий с рассеянными характеристиками.

Полный выход подсистемы в первом приближении с учетом аддитивности материальных и информационных потоков:

$$q^{(i)} = q_1^{(i)} + q_2^{(i)}.$$

Считая, что в условиях производства $q^{(i)}$ – независимая случайная величина, полная величина выхода следующая:

$$Q = \sum_{i=1}^n q^{(i)}.$$

Полный выход, согласно предельной центральной теореме, растет пропорционально числу подсистем n , в то время как величина рассеяния растет пропорционально квадратному корню $\sqrt{n}$. При автоматизированном

проектировании принятие ТР по совершенствованию производственных систем целесообразно проводить на основе синергетического анализа технологических и эксплуатационных процессов и объектов [1, 2,].

Согласно синергетической концепции устойчивые моды подстраиваются под доминирующие неустойчивые моды и могут быть исключены. Сокращением числа степеней свободы получают уравнения, группирующиеся в несколько универсальных классов, вида:

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \vec{U}^* = \vec{G} \left(\vec{U}^*, \nabla \vec{U}^* \right) + D \nabla^2 \vec{U}^* + \vec{F}(\tau),$$

где $\vec{U}^*$ – контролируемый параметр; τ – текущее время; G – нелинейная функция $\vec{U}^*$ и возможно градиента $\vec{U}^*$; D – коэффициент, описывающий диффузию, когда его значение действительно, или описывающий распространение волн, при мнимом значении; $\vec{F}$ – флуктуирующие силы, обусловленные взаимодействием с внешней средой и диссипацией внутри системы.

В соответствии с синергетической концепцией фазовые переходы происходят в результате самоорганизации, процесс которой описывается тремя степенями свободы, отвечающими параметру порядка (Π), сопряженному (C) ему полю и управляющему (V) параметру [1]. Кроме релаксации к равновесному состоянию в течение времени τ^P , при участии двух степеней свободы могут реализовываться как режим запоминания, так и автоколебания, а при участии трех – возможен переход в хаотическое состояние. В результате состояние технологической и эксплуатационной системы характеризуется несколькими режимами [1,2]: релаксационным – при времени релаксации параметра порядка, намного превосходящим времена релаксации остальных степеней свободы ($\tau_{\Pi}^P > \tau_V^P$ и $\tau_{\Pi}^P \gg \tau_C^P$); с запоминанием – при переходе из неупорядоченного состояния в «замороженный» беспорядок, реализуемым в случае, когда время релаксации параметра порядка окажется намного меньше остальных времен ($\tau_{\Pi}^P \ll \tau_V^P$ и $\tau_{\Pi}^P \ll \tau_C^P$); автоколебательным – при соизмеримости характерных времен изменения параметра порядка и управляющего параметра или сопряженного поля ($\tau_{\Pi}^P \gtrsim \tau_V^P$ или $\tau_{\Pi}^P \gtrsim \tau_C^P$); стохастическим – возможным при соизмеримости характерных времен всех трех степеней свободы ($\tau_V^P \gtrsim \tau_{\Pi}^P \gtrsim \tau_C^P$).

Моделирование процессов передачи на основе синергетического подхода позволяет учитывать стабильность формирования параметров качества и рассматривать механизмы управления устойчивостью технологиче-

ского и эксплуатационного процессов через использование обратных связей [1, 2].

Поскольку условия, обеспечивающие самоорганизацию поверхностных явлений и стабилизацию формирования параметров качества интенсивной обработки, являются следствием избыточности рассматриваемой технологической системы по структурному составу [1, 2], целесообразно в качестве целевой функции вместо конкретных значений совокупности критериев выбора использовать критерии самоорганизации процессов [3].

Взаимосвязанные процессы движения и обмена материальными и информационными потоками в технологической системе описываются энтропией [1, 3]:

$$\varepsilon = -K \int_0^{\infty} p \ln p dp ,$$

где K – постоянный коэффициент; p – плотность распределения вероятных состояний системы.

Уравнение баланса локальной плотности энтропии $\rho\varepsilon$ по времени τ :

$$\partial(\rho\varepsilon)/\partial\tau + \nabla \cdot (\rho\varepsilon \vec{V}) + \nabla \cdot \vec{F}_\varepsilon = \sigma,$$

в котором $\vec{F}_\varepsilon$ – плотность потока энтропии; $\vec{V}$ – скорость потока; $\sigma = d\varepsilon/d\tau$ – производство энтропии:

$$\sigma = \vec{F}_q \cdot [\nabla(1/T)] - \sum_{i=1}^k \vec{F}_{di} \cdot [\nabla(W_i/T) - (1/T) \vec{F}_{mi}] - (1/T) \vec{P}_g \cdot \nabla \vec{V} + (1/T) \sum_{i=1}^k W_i \cdot \sum_{r=1}^{R_o} \nu_{ir} \omega_r,$$

где $\vec{F}_q$ – плотность теплового потока; T – абсолютная температура; k – число компонентов; $\vec{F}_{di}$ – плотность диффузионного потока i -того компонента; W_i – химический потенциал i -того компонента; $\vec{F}_{mi}$ – сила масс, действующая на i -тый компонент; $\vec{P}_g$ – диссипативная часть тензора давления, описывающая вязкие силы; R_o – число протекающих реакций; ν_{ir} – стехиометрический коэффициент i -того компонента r -той реакции; ω_r – скорость r -той реакции.

В результате высокоэнергетической обработки в модифицированном переходном поверхностном слое может быть получена достаточно высокая концентрация вводимых атомов [1, 4]. Однако поскольку бомбардирующие

ионы претерпевают многочисленные упругие соударения с атомами кристаллической решетки, во внедренном слое образуется большое количество радиационных дефектов, на 2 - 3 порядка превосходящее число имплантированных атомов. Эти два процесса оказывают существенное влияние на физико-механические и физико-химические свойства поверхности, приводя в некоторых случаях к структурным и фазовым превращениям. Сформированный указанным методом слой композиционного материала обеспечивает эксплуатацию, при которой система трения сама организует-ся в направлении низкой интенсивности участка нормального износа. Начальные условия формирования и реорганизации модифицированных слоев определяются химическим, фазовым и структурным составом основы, видом и энергией ионов и атомов, участвующих в процессах имплантации и осаждения покрытия, а также энергией взаимодействия поверхностей при трении. Граничные условия зависят от конструкции модифицированных слоев и относительных движений поверхностей в процессе эксплуатации.

Заключение

Изменение начальных и граничных условий в процессах формирования, модификации и эксплуатации поверхности возможно осуществлять потоками энергии различной природы или одним источником с изменяющейся интенсивностью, в том числе используя энергию процессов приработки, износа и разрушения.

Последовательность воздействий при формировании граничных условий и размещении на глубине от поверхности технологических барьеров целесообразно составить в порядке, обратном работе поверхностных слоев: первоначально вносить поток энергии, действующий при эксплуатации, а в последнюю очередь – который имеет минимальные отклонения от начальных условий установившегося режима работы детали.

Рационально формировать наследуемые структуры на операциях обработки и на стадиях эксплуатации. Целесообразно связать эти процессы таким образом, чтобы созданные структуры восстанавливались или перестраивались в зависимости от условий эксплуатации поверхностных слоев детали.

Литература

1. Хейфец, М.Л. Формирование свойств материалов при послойном синтезе деталей / М.Л. Хейфец. – Новополюцк: ПГУ, 2001. – 156 с.
2. Лойко, В.А. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве. / В.А. Лойко и [др.] – Минск: БГАТУ, 2007.– 190 с.

3. Синергетические аспекты физико-химических методов обработки / А.И. Гордиенко, М.Л. Хейфец, Б.П. Чемисов и др. – Мн.: ФТИ НАНБ; Новополоцк: ПГУ, 2000. – 172 с.

4. Хакен, Г. Синергетика / Г. Хакен. – Москва: Мир, 1980. – 404 с.

Abstract

The materials, allowing to predict properties of products on the basis of technological and operational researches taking into account entrance data flows about substance, energy and other information are given in article.

УДК 658.588.8

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕМОНТУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**И.Н. Жмыхов¹, к.т.н., доцент, А.В. Иванов¹, д.т.н., профессор,
В.М. Поздняков², к.т.н., доцент**

*¹УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,
г. Могилев, ² УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

В статье проанализировано состояние системы организации ремонта технологического оборудования на предприятиях агропромышленного комплекса на современном этапе.

Введение

Поддержание рабочей готовности технологических активов достигается в основном за счет ремонтного и технического обслуживания оборудования, а также используемых при этом ресурсов [1]. Растущая необходимость в умении предотвращать отказы оборудования и неспособность традиционных методик выполнять эти задачи для новых типов оборудования привели к появлению новых подходов к организации ремонтов. Эти подходы опираются на тот факт, что существует взаимосвязь между возможными техническими неисправностями агрегата и диагностическими параметрами, которые можно контролировать.

Основная часть

Научно доказано, что плановые капитальные ремонты могут приводить и к росту числа отказов. Исследования показали, что возраст оборудования (если он не превышает нормативный срок эксплуатации) никак не сказывается на вероятности отказа оборудования, более того на практике периодические капитальные ремонты зачастую ухудшают характеристики оборуду-

дования. Даже в тех случаях, когда вскрывается агрегат без оснований для ремонта, остаточный ресурс этого агрегата уже уменьшится относительно того, который был до вскрытия. Обусловлено это тем, что любое «вскрытие» механизма нарушает состояние кинематических взаимосвязей в его узлах, достигнутое естественной приработкой сопрягаемых узлов и деталей в процессе эксплуатации [2].

При организации ремонтов на промышленных предприятиях в мировой практике нашли применение подходы:

- ремонт по техническому состоянию;
- послеосмотровый метод ремонта;
- обслуживание, ориентированное на надежность.

Ремонт по техническому состоянию предполагает, что для групп производственного оборудования прописаны контрольные параметры, значения которых замеряются в ходе мониторинга или при снятии показаний датчиков. Для каждого контролируемого параметра прописаны «критические» точки, при достижении которых требуется принятие мер (например, ремонт). В частности, при износе деталей наблюдается изменение уровня вибрации.

Как правило, при переходе на ремонты по состоянию сильно сокращается количество ремонтных работ за счет исключения ремонта бездефектных узлов и увеличивается межремонтный ресурс по сравнению с ППР на 25÷40 %.

При ремонте по техническому состоянию снижаются затраты на покупку запчастей и инструментов по сравнению с ППР (заказ запчастей и инструментов происходит по мере необходимости проведения ремонтов), обеспечивается экономия энергоресурсов до 15 %.

Как видно, ремонт по техническому состоянию имеет много достоинств. Тем не менее, в отечественной промышленности система ремонта по техническому состоянию производственного оборудования фактически не применяется. Существуют несколько причин, тормозящих процесс перехода от ППР к ремонтам по состоянию:

1. Нормативно-правовая база, предписывающая проводить плановые ремонты с определенной периодичностью для каждого типа оборудования.
2. Необходимость значительных инвестиций в средства диагностики.
3. Необходимость повышения требований к квалификации работников, обслуживающих оборудование.
4. Необходимость организационных преобразований: совершенствование планирования и составления графиков ремонта.
5. Отсутствие системы оперативного учета и анализа результатов технического обслуживания оборудования.

Примечательно, что при переходе на систему ремонта по состоянию, все равно придется планировать ремонты, только сроки и объем работ будут уточняться в зависимости от состояния оборудования.

В целом задача планирования работ по техобслуживанию и ремонту на предприятии, которое эксплуатирует тысячи единиц оборудования, – довольно сложная.

Послеосмотровый метод ремонта направлен на решение тех же задач, что и метод ремонта по техническому состоянию, но принятие решения о ремонте происходит в результате визуального осмотра и контроля состояния оборудования. Необходимость в этом, как правило, возникает при останове оборудования для каких-либо профилактических мероприятий, например, при технологических чистках.

В последние годы появились новые разработки, как управленческих концепций, так и информационных систем, позволяющих усовершенствовать процесс обслуживания.

Наиболее популярна *методика обслуживания по надежности*, эффективно реализованная во многих европейских компаниях. Методика известна во всем мире как Reliability - centered Maintenance (RCM-методика). RCM - методика определяет требования к обслуживанию производственного оборудования с учетом окружения, в котором эти активы эксплуатируются. Данный подход предполагает классификацию узлов и компонентов производственного актива в соответствии с их критичностью и риском их отказа.

В целях обеспечения работоспособности обслуживаемого оборудования в современном мире все чаще используется аутсорсинг (outsourcing – заимствование ресурсов извне). Иными словами, аутсорсинг – это выполнение определенных задач или некоторых процессов сторонней организацией, обычно не являющихся профильным для бизнеса компании.

Отличительной особенностью технологии ремонтов на базе аутсорсинга является внедрение методов неразрушающего контроля, которые обеспечивают получение достоверной информации о текущем состоянии оборудования без нарушения производственного цикла [6, 7, 8].

Разумеется, что наибольшими ресурсами в случае аутсорсинга обладают заводы машиностроения, располагающие как технической и технологической документацией, так и производственными ресурсами для изготовления запасных частей, сборки узлов и машин, даже при необходимости их модернизации.

Использование аутсорсинга получило стремительный размах во всем мире в течение последних десятилетий. По мнению специалистов, на долю Германии приходится 13 % общемирового рынка аутсорсинга, 42 % – на компании из США, 17 % – Великобритании.

Для оценки технического состояния оборудования используются все виды проникающих физических полей, излучений и веществ (магнитных, радиационных, рентгеновских, акустических и др.) для реализации неразрушающих методов диагностики, таких как оптические, магнитные, элек-

трические, вихреговые, радиоволновые, тепловые, радиационные, акустические и др. [6, 7, 8].

Результаты технического диагностирования оборудования могут использоваться при определении остаточного ресурса работы оборудования (остаточный ресурс), определяемому по наиболее неблагоприятному режиму предстоящей эксплуатации [9, 10, 11].

Мониторинг оборудования включает также систему вибродиагностики. При этом система непрерывно получает сигнал от вибродатчиков и отображает виброграмму и ее спектр на экране. Данными для диагностики являются амплитуды наиболее высоких пиков спектрограммы. В случае их внезапного увеличения или смещения производится подача предупреждающего сигнала.

Достоинством системы является возможность непрерывного контроля правил эксплуатации оборудования, а также поддержания параметров технологического процесса в заданных пределах и увеличения за счет этого сроков эксплуатации техники и обеспечения высокого качества продукции. В случае возникновения нештатной ситуации специалисты с помощью Интернета могут связаться с центральным сервером и получить консультацию в любое время суток.

При диагностике с помощью переносных диагностических устройств контроль состояния оборудования производится с определенной периодичностью [9, 10, 11]. Для упрощения процедуры диагностики основного и вспомогательного оборудования могут быть использованы экспертные системы. Основная задача таких систем – максимально упростить процесс диагностики и автоматизировать процедуру отчетности, т.е. избавить специалистов от рутинной работы. Экспертная система с высокой вероятностью определяет большинство типовых дефектов, таких, как дисбаланс, расцентровка, износ подшипника и позволяет специалистам расходовать освободившееся время на увеличение объемов контролируемого оборудования и более детальную диагностику сложных агрегатов.

Проблема контроля вибрации и диагностики оборудования в труднодоступных местах может быть решена при помощи полустационарных систем. В таких системах датчики в точках измерения, как правило, это подшипниковые узлы, смонтированы стационарно, а блоки коммутации выведены в безопасное место.

Несомненно, что техническая диагностика - составная часть технического процесса (эксплуатация), неотъемлемое звено любого ремонта, гарант безопасной работы оборудования, квалифицированное использование которой существенно снижает издержки на обслуживание и ремонт оборудования.

Заключение

На основании проведенного анализа установлено, что большинство распознаваемых дефектов, которые могут возникать в агрегате, имеют

определенные диагностические признаки и параметры, предупреждающие о том, что дефекты присутствуют, развиваются и могут привести к отказу. Диагностические признаки дефектов могут включать технологические и режимные параметры (температуру, нагрузку, давление, вибрацию и др.).

Литература

1. Яцков, А.Д. Диагностика, монтаж и ремонт оборудования пищевых производств / А.Д. Яцков, А.А. Романов. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2006. – 120 с.
2. Ящура, А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования. Справочник. – М. : НИЦ ЭНАС, 2008. – 360 с.
3. Каледжан С.О. Аутсорсинг и делегирование полномочий в деятельности компаний / С.О. Каледжан. М.: Дело, 2003. - 272 с.
4. Омарова Н.Ю. Основные причины и преимущества внедрения аутсорсинга на предприятиях агропромышленного комплекса // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 4 – стр. 180-182. URL: www.rae.ru/snt/?section=content&op=show_article&article_id=4731 (дата обращения: 01.04.2014).
5. Кормильцин, Г.С. Основы диагностики и ремонта химического оборудования: учеб. пособие. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 120 с.
- 6 Патент РБ №5730. МПК7 B02C25/00 Способ контроля работы мукомольного вальцового станка // Иванов А.В. Цупрев Н.И., Волынская Е.Л., Цедик А.П. Заявлено 30.12.00, опубл. 22.07.03. Бюл. № 4
7. А. с. 1068701 СССР, МКИ5 G 01 B 11/14. Бесконтактный способ контроля зазора между деталями работающих машин в запыленных средах / А.В. Иванов, М.М. Гернет, В.И. Денисов и др. (СССР) - ¹ 3521150/25-28; Опубл. 23.01.84, Бюл. ¹ 3.-5 с.
- 8 А.с. 1456753 СССР, МКИ5 G 01 B 5/14. Устройство для бесконтактного измерения зазора между вальцами мукомольных станков /А.В. Иванов, В.И. Штернис, Н.В. Иванова. (СССР). -4269968/25-28; Заявлено 1404.87; Опубл. 07.02.89, Бюл. ¹ 5.
9. Иванов А.В., Волынская Е.Л. Перспективы технического диагностирования мукомольных вальцовых станков / Хранение и переработка сельхозсырья. – М., 1998, №8., с. 50-52.
10. Иванов А.В., Волынская Е.Л., Кошак Ж.В. Исследование технического состояния вальцовых станков на Климовичском комбинате хлебопродуктов/ Хранение и переработка сельхозсырья. – М., 2004, №2, с.64-65.
11. Иванов А.В., Волынская Е.Л., Кошак Ж.В. Система контроля работы мукомольных вальцовых станков/ Хранение и переработка сельхозсырья. – М., 2005, №6, с.58.

Abstract

The article analyzes the state of the system organization of repair of technological equipment for agricultural enterprises at the present stage.

УДК 621.891

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОТИВОПИТТИНГОВОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

В.А. Войтов, д.т.н., профессор, А.Н. Шевченко, аспирант

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко, г. Харьков, Украина*

В статье на основе анализа сигналов акустической эмиссии разработан новый метод лабораторной оценки противопиттинговой способности масел и приведены результаты испытаний трансмиссионных масел различных групп эксплуатации по API.

Актуальность вопроса. Влияние эксплуатационных свойств смазочного материала на рост усталостных трещин, которые приводят к образованию очагов и ямок на рабочих поверхностях трения, отмечается многими исследователями [1]. По причине усталостного изнашивания, по данным работы [2], выходят из строя ~ 50% деталей и агрегатов трансмиссии автомобилей и выбраковывают при разборке и ремонте до 85% зубчатых передач и подшипников тракторных трансмиссий. Таким образом, контроль показателя противопиттинговой способности масла определяет надежность и долговечность механических передач.

Анализ методов оценки противопиттинговой способности масел. Для оценки противопиттинговой способности (ППС) масел применяют такие методы испытаний, как лабораторные с применением четырехшариковой машины [3,4], так и стендовые – модельные [2] и натурные [5,6]. Проведение испытаний на четырехшариковой машине существенно проще и быстрее по времени, чем испытания на модельных и натуральных стендах.

На наш взгляд в работе [3] методика оценки противопиттинговой способности масел на четырехшариковой машине имеет следующие недостатки:

- занимает много времени определение механических свойств шариков, которые не должны иметь различную твердость;
- испытания проводят при различных нагрузках 3000 Н и 3900 Н.

Критерием оценки ППС масла служило время появления питтинговых язв на верхнем шарике, которое составляло 10-15 % от общего времени опыта.

В работе [7] разработана методика и показатели противопиттинговой способности масел с использованием четырехшариковой машины и вибродиагностического метода. Однако, как показали многочисленные эксперименты проведенные нами, вибродиагностический метод дает большую

дисперсию разброса времени начала усталостного выкрашивания. Это, в свою очередь, снижает информативность вибродиагностического метода.

Отказ от натурных испытаний обычно связан с их длительностью и плохой воспроизводимостью полученных результатов, при этом оценка простыми лабораторными методами занимает меньше времени в сравнении с модельными и натурными стендовыми.

Постановка задачи. Таким образом, метод испытания по оценке противопиттинговой способности масел должен моделировать условия работы ответственных узлов трения механических передач, зубчатых передач и подшипников качения, быть кратковременным, а также обеспечивать хорошую воспроизводимость результатов исследований.

Метод решения задачи. В статье представлен новый лабораторный метод оценки ППС масел с использованием четырехшариковой машины и метода акустической эмиссии (АЭ).

На рисунок 1 представлен нижний узел четырехшариковой машины для крепления испытуемого подшипника № 202, а также комплекс для регистрации сигнала акустической эмиссии.



Рисунок 1 - Внешний вид устройства для исследования противопиттинговых свойств масел:

1 – испытуемый подшипник; 2 – пьезоэлемент; 3 – электронный блок

Сущность этого метода состоит в анализе сигналов АЭ возникающих на рабочих площадках серийного однорядного шарикового подшипника 202 легкой серии с целью выявления начала развития усталостного изнашивания (питтинга).

Преимущество этого метода, в отличие от температурного и вибрационного методов, является мгновенная реакция на изменение технического состояния подшипника. Схема устройства для определения противопиттинговой способности масел показана на рис.2. Частота вращения шпинделя четырехшариковой машины 1460 об/мин, осевая нагрузка 6174 Н, контактное напряжение в зонах контакта 3874 МПа. Объем испытуемого мас-

ла на один эксперимент 12 мл. В качестве показателя оценки ППС масла выбрано время t появления очагов или ямок усталостного изнашивания.

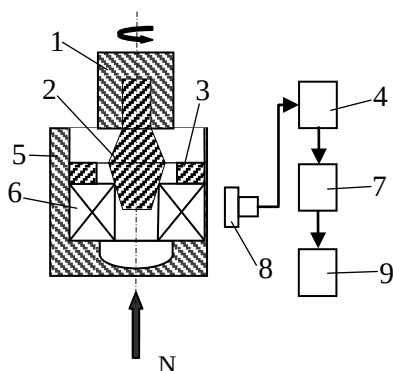


Рисунок 2 - Схема устройства для определения противопиттинговых способностей масла:

1 - шпиндель; 2 – конус; 3 – гайка; 4 – предусилитель; 5 – чашка; 6 – подшипник; 7 – основной усилитель; 8 – пьезоэлемент; 9 – компьютер.

Генерация акустической эмиссии подшипниковым узлом воспринимается пьезоэлектрическим датчиком 8, сигнал от которого усиливается предусилителем 4 и через основной усилитель 7 поступает в компьютер 9. При проведении испытаний наибольшее значение амплитуды акустической эмиссии фиксировалось в диапазоне 200...700 кГц.

Большое количество проведенных экспериментов по анализу процесса образования усталостного выкрашивания показали, что при оценке начала образования питтинга лучше всего использовать спектральную мощность акустико-эмиссионного излучения, которая определялась по выражению:

$$W_A = \frac{A_{\Sigma}^2}{t_p},$$

где A_{Σ}^2 – суммарное значение квадрата амплитуд за время регистрации t_p ;

t_p – время регистрации сигналов АЭ.

В качестве диагностического признака начала появления питтинга использовалось превышение мощности сигнала АЭ в указанной полосе частот над начальным значением более, чем в 2,5 раза, рис.3 и 4.

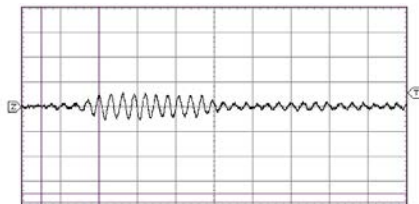


Рисунок 3 - Сигнал акустической эмиссии от подшипника не имеющего усталостного выкрашивания

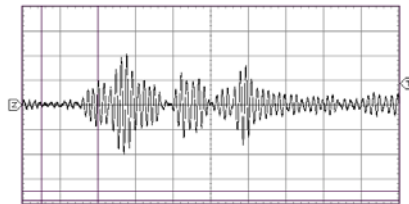


Рисунок 4 - Сигнал акустической эмиссии от подшипника после появления питтинга

Обработка результатов, полученных в ходе проведения эксперимента, осуществлялась с помощью методов математической статистики (критерий Кохрена) [8]. При этом предполагалось, что время появления очагов усталостного изнашивания подчинено нормальному закону распределения. Точность определения τ по предложенному методу, подсчитанная с помощью формул теории случайных погрешностей по результатам восьми параллельных опытов, составляет $\pm 14\%$. При трех параллельных опытах точность определения τ составляет $\pm 32\%$. Такой результат следует считать вполне приемлемым, учитывая высокий коэффициент рассеивания данных по расчету долговечности подшипников. Результаты полученные по предложенному методу показали значительное сокращение времени испытаний масел с различным уровнем эксплуатационных свойств. Характер появления очагов и ямок усталостного изнашивания на внешнем кольце серийного подшипника после испытания на трансмиссионном масле elf показано на рис.5.

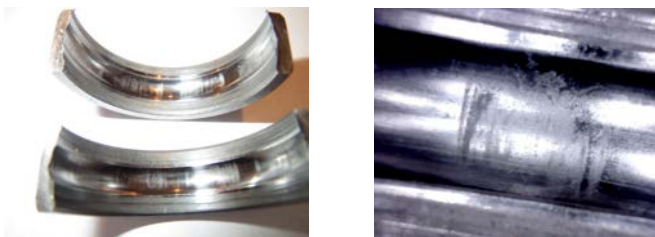


Рисунок 5 – Фотография начала усталостного разрушения дорожки внешнего кольца подшипника

Результаты времени появления очагов усталостного выкрашивания τ приведены в таблице 1.

В таблице 1 приведен рейтинг противопиттинговой способности испытуемых масел в порядке их улучшения свойств.

Таблица 1 – Время появления очагов усталостного выкрашивания для различных марок масел

Марка масла	Группа масла по эксплуатационным свойствам по API	Среднее арифметическое время появления очагов усталостного выкрашивания τ , мин
MT-16п	CA	13
K-19	–	16
Castrol EP80	GL-4	33
И-20А	–	35
AVIA MZ80	GL-4	42
ТАп-15В	GL-3	46
МС-14	–	72
elf 80W90	GL-5	78
ТАД-17и	GL-5	90
МС-20	–	120

Заключение

Таким образом, с помощью предложенного лабораторного метода оценки противопиттинговой способности масел, который основан на регистрации и анализе сигналов АЭ, можно выполнить сравнительную оценку способности масла предотвращать усталостное изнашивание деталей и агрегатов трансмиссии.

Литература

1. Система показателей качества продукции. Масла смазочные. Номенклатура показателей: ГОСТ 4.24-84. – [Введ. 1985-07-01]. – М.: Стандартинформ, 2011. – 13 с. – (Межгосударственный стандарт).
2. Заскалько П.П., Крысин В.Д., Некрасов В.И. Оценка противопиттинговых свойств трансмиссионных масел // Химия и технология топлив и масел. – 1988. – №5. – С. 27-29.
3. Заскалько П.П., Раджабов Э.А. Метод квалификационной оценки противопиттинговых свойств трансмиссионных масел // Химия и технология топлив и масел. – 1984. – №12. – С. 21.
4. Кривошеин Г.С., Безбородько М.Д. Противопиттинговые свойства масел // Химия и технология топлив и масел. – 1961. – №6. – С. 47-50.
5. Соколов В.В., Ефремов В.Н. К выбору масел для коробок передач автомобилей с дизелями // Автомобильная промышленность. – 1979. – №1. – С. 5 – 6.
6. Иосебидзе Д.С., Чихладзе Г.Е. Исследование возможности повышения долговечности главной передачи автомобилей КамАЗ путем применения углеродного суспензионного масла // Трение и износ. – 1984. – Т.5, №4. – С. 664 -669.

7. Войтов В.А. Методика оценки показателя противопиттинговой способности смазочных материалов / В.А. Войтов, С.А. Митиков, М.И. Суханов, С.А. Шевченко // Проблемы трибологии. – 2006. – № 1. – С. 39 – 43.

8. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учебн. Пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1988. – 239 с.

Abstract

Based on the analysis of acoustic emission signals developed a new method of laboratory evaluation vs. pitting ability oils and results of tests of gear oils for various groups' exploitation API are presented in the article.

УДК 621. 924.9

ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ ПРИ УДАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С УПРУГО-ПЛАСТИЧНЫМ ПОЛУПРОСТРАНСТВОМ

А.В. Горик, д.т.н., профессор, А.А. Ландар, к.т.н., доцент

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Представлено аналитическое определение оптимальных режимов (скорости и угла атаки) абразивной очистки поверхностей машин и оборудования на основании упругопластической модели взаимодействия твердой сферической частицы с упруго-пластичным полупространством.

Введение

Дробеструйная обработка металлических изделий с целью очистки поверхности от окалины, ржавчины, пригара, формовочной земли, сварочного флюса и других механических и окисных загрязнений, характеризующаяся массовым скоростным съемом элементарных объемов обрабатываемого материала, является распространенным технологическим процессом в техническом сервисе машин и оборудования. Съем металла при взаимодействии контртел в результате пластических деформаций сопровождается достаточно высокими давлениями режущих кромок дробинки на обрабатываемую поверхность. Величина давлений по разным источникам колеблется от нескольких сотен до десятков тысяч МПа [1, 2]. При этом указывается на усталостный съем металла при сопутствующих явлениях микрорезания без выхода на конкретные решения относительно контактного движения дробинки.

Основными технологическими режимами дробеструйной очистки металлических изделий являются скорость V и угол α атаки [3, 4], которые определяют проектные параметры процесса. К сожалению, взаимосвязанные скоростные и геометрические характеристики процесса, не достаточно описаны аналитически, что приводит к неэффективным проектным решениям или дополнительным затратам на экспериментальное определение оптимальных режимов дробеструйной очистки при конкретных исходных данных.

На основании экспериментальных исследований предлагается возможный аналитический способ описания некоторых параметров движения летящей твердой частицы в момент контакта с упруго-пластичным полупространством.

Экспериментальные исследования проводились на плоских образцах из низкоуглеродистой стали 10. Атакующая частица – стальная колотая дробь ДСК-17 с условным диаметром 1мм . Скорость атаки $v_0 = 90...120 м/с$, угол атаки $\alpha = 45^\circ...60^\circ$.

Результаты исследований

Представим косой удар дробинки, которая атакует обрабатываемую поверхность со скоростью V под углом α , в виде двух независимых движений: по нормали к обрабатываемой поверхности и в тангенциальном направлении относительно поверхности (рис.1).

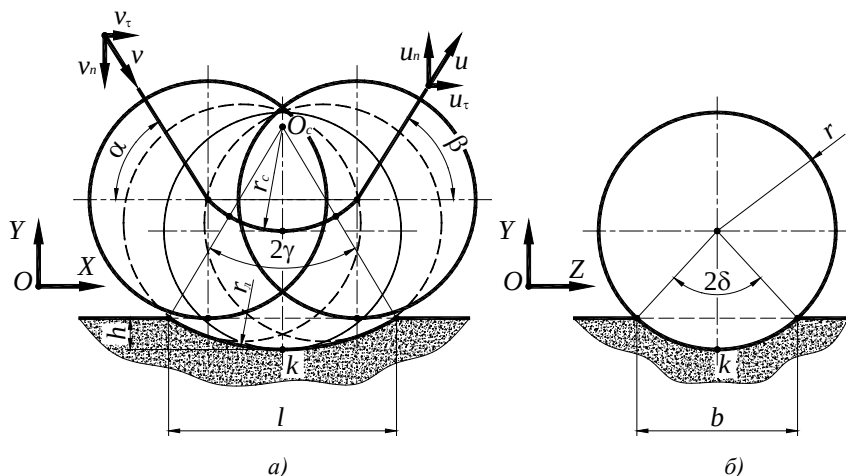


Рисунок 1 – Принята схема однократного контакта дробинки с обрабатываемой поверхностью

Для аналитического обоснования скорости и угла атаки принимаем траекторию движения дробинки относительно нормали, которая проходит через

точку k максимального погружения, симметричной (рис. 1, a). Это означает, что активная фаза контакта (фаза погружения) и пассивная (фаза выхода) имеют сходные кинематические параметры. При этом соотношения составляющих скоростей в нормальном и касательном к плоскости направлении остаются постоянными и связанными тригонометрическими функциями [3]. Также считаем движение сферической твердой частицы во время контакта плоскопараллельным, а полупространство – упруго-пластичным.

Оценим сначала скоростные параметры контакта дробинки с полупространством. Разложим скорости атаки V и рикошета U на нормальные $v_n = v \sin \alpha$, $u_n = u \sin \beta$ и тангенциальные $v_\tau = v \cos \alpha$, $u_\tau = u \cos \beta$ составляющие. Принятые допущения позволяют рассматривать движение дробинки только в фазе погружения, когда в соответствии с упругопластической моделью [3], движение в нормальном направлении описывается соотношениями

$$y(t) = v_{0y} \sqrt{m/k} \sin(\sqrt{k/m} \cdot t), \quad v_y(t) = v_{0y} \cos(\sqrt{k/m} \cdot t), \quad (1)$$

где $y(t)$ – абсолютная величина погружения дробинки; t – время погружения; v_{0y} – нормальная составляющая начальной скорости; k – упруго-пластический коэффициент [4]; m – масса дробинки.

Исходя из (1), конечные значения y и t на фазе погружения

$$y_{\max} = h = v_{0y} / \sqrt{k/m}, \quad t_{y_{\max}} = t_h = 0,5\pi / \sqrt{k/m}. \quad (2)$$

Движение дробинки в тангенциальном направлении на активной фазе погружения определяется выражениями

$$x(t) = (v_{0x} + \mu_s v_{0y})t - \mu_s v_{0y} \sqrt{m/k} \sin(\sqrt{k/m} \cdot t), \quad (3)$$

$$v_x(t) = (v_{0x} + \mu_s v_{0y}) - \mu_s v_{0y} \cos(\sqrt{k/m} \cdot t), \quad (4)$$

где $x(t)$ – абсолютная величина перемещения дробинки по касательной к плоскости; v_{0x} – тангенциальная составляющая начальной скорости; μ_s – приведенный коэффициент трения при пластическом деформировании обрабатываемой поверхности.

Подставив в (3) время контакта из (2), получим тангенциальное перемещение атакующей частицы на первой активной фазе – фазе погружения при абсолютных значениях скоростей

$$x = \sqrt{m/k} (0,5\pi v_{0x} + \mu_s v_{0y} (1 - 0,5\pi)). \quad (5)$$

Усредненные скорости на фазе погружения в соответствии с полученными выражениями (1, 4) будут определяться так:

$$v_{y.cp} = y_{\max} / t_h = \left(v_{0y} / \sqrt{k/m} \right) / \left(0,5\pi / \sqrt{k/m} \right) \approx 0,64 v_{0y},$$

$$v_{x.cp} = x / t_h = \left(0,5\pi v_{0x} + \mu_s v_{0y} (1 - 0,5\pi) \right) / 0,5\pi.$$

Эти подходы к скоростным показателям дробеструйной очистки позволяют с практической точностью определять полные перемещения атакующей частицы по нормальному и тангенциальному направлениям, время контакта дробинки с обрабатываемой поверхностью $t_k = 2t_h$. Полученные выражения служат исходными условиями для определения наибольшей производительности процесса и, как следствие, оптимального угла атаки дробеструйным факелом обрабатываемой поверхности.

Для аналитического установления, с точки зрения максимальной производительности процесса, оптимального угла атаки, рассмотрим взаимодействие отдельно взятой твердой дробинки с обрабатываемой поверхностью и распространим его на весь дробеструйный факел с возможными поправками.

В процессе взаимодействия с обрабатываемой поверхностью в соответствии с [3] дробинка оставляет на ней след (лунку) длиной $l = l_{cl}$ шириной $b = b_{cl}$ и глубиной $h = h_{cl}$ (рис.1), который условно можно представить сочетанием двух сферических полусегментов, соединенных цилиндрическим сегментом, как результат независимых последовательных движений по y и x .

Объем такого следа свяжем с производительностью деформирования обрабатываемой поверхности при абразивном действии на нее дробинки диаметром d . Объем следа является суммой объемов сферического сегмента $w_c \approx 0,5\pi d h_{cl}^2$ и цилиндрического, длина которого определяется удвоенным значением тангенциального перемещения x атакующей частицы на первой активной фазе (5), $w_y \approx 2\pi d h_{cl} x$. Таким образом,

$$w_{cl} = w_c + w_y \approx 0,5\pi d h_{cl}^2 + 2\pi d h_{cl} x.$$

Отнеся полученный объем к соответствующему времени контакта с учетом выражений (2), перейдем к производительности деформирования в зависимости от скорости и угла атаки.

Производительность деформации поверхностного слоя, в результате которого дробинка образует на обрабатываемой поверхности след в виде продленного сферического сегмента при движении по нормали за время $t = t_h$, составляет

$$Q_n = w_c / t_h = dv_{oy}^2 \sqrt{m/k},$$

при движении в тангенциальном направлении за время $t = t_k = 2t_h$

$$Q_\tau = w_u / t_k = dv_{oy} \sqrt{m/k} (\pi v_{ox} + \mu_s v_{oy} (2 - \pi)).$$

Производительность отделения частиц металла Q_w в процессе дробеструйной очистки, которая выражается объемом удаленного металла за единицу времени, пропорциональна производительности деформации поверхности. Ее можно определить по зависимости:

$$Q_w = (Q_n k_{разр} + Q_\tau k_{смп}) (B/m),$$

где Q_w – объемная производительность дробеструйной очистки; $k_{разр}$ – коэффициент разрушения металла в результате усталостного механизма; $k_{смп}$ – коэффициент стружкообразования при микрорезании; B – массовая подача дробы за единицу времени; m – масса одной дробинки.

Приведенные коэффициенты $k_{разр}$ и $k_{смп}$ характеризуют разную природу разрушения поверхностного слоя металла при дробеструйной очистке. Для низкоуглеродистых сталей эти коэффициенты в зависимости от угла атаки изменяются по нелинейным законам увеличиваясь от некоторого минимального значения при $\alpha \rightarrow 0^\circ$ до максимальных значений при $\alpha = 45^\circ \dots 60^\circ$ и снова идут на спад. Их максимальные значения при скоростях атаки дробью диаметром 1 мм в диапазоне 90...120 м/с такие: $k_{разр} \approx 0,1 \dots 0,2$, а $k_{смп} \approx 0,3 \dots 0,5$. Оптимальный угол атаки α можно определить, построив графические зависимости $(Q_n k_{разр}, Q_\tau k_{смп}, Q_w) = f(\alpha)$, при постоянных значениях v_0 и d .

Заключение

Экспериментальные данные и теоретические расчеты свидетельствуют о том, что оптимальные углы атаки низкоуглеродистых сталей находятся в диапазоне значений $\alpha \approx 45^\circ \dots 60^\circ$. При этом достигается также и наибольшая продуктивность очистки металлических изделий. Полученные результаты относительно угла атаки α отвечают оптимальным технологическим режимам дробеструйной очистки всех марок углеродистых сталей, прошедших термическую обработку в режиме нормализационного отжига. К тому же углы атаки $\alpha = 45^\circ \dots 60^\circ$ обеспечивают и наиболее высокую стойкость стальной колотой дробы, что положительно отражается на эффективности технологического процесса дробеструйной очистки.

Литература

1. Виноградов В.Н. Изнашивание при ударе / В.Н. Виноградов, Г.М. Сорокин, А.Ю. Албагачиев. – М.: Машиностроение, 1982. – 192с.
2. Лурье Г.Б. Шлифование металлов / Г.Б. Лурье. – Л.: Наука, 1977. – 224с.
3. Горик А.В. Упругопластическая модель ударного взаимодействия твердой частицы с плоской металлической поверхностью / А.В. Горик, С.Б. Ковальчук, Г.А. Шулянский // Бетон и железобетон в Украине. – Полтава, 2013. – 1 (71). – С.13-21.
4. Горик А.В. Определение упругопластического коэффициента ударного взаимодействия сферического индентора с деформируемым полупространством / А.В. Горик, С.Б. Ковальчук, Г.А. Шулянский // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 1/7(61). – 2013. – С.56-59.

Abstract

The analytical determination of optimal modes (speed and angle of attack) abrasive surface cleaning machines and equipment based on an elastoplastic model of interaction between a solid spherical particles with an elastic-plastic half-space

УДК 502/504 631.311.5

ОБКАТКА И ОБЖАТИЕ ВТУЛОК ИЗ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

С.О. Нукешев¹, д.т.н., доцент, С.К. Тойгамбаев², к.т.н., профессор,
С.Н. Романюк², аспирант

¹Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан, ²Московский государственный университет природообустройства, г. Москва, Российская Федерация

В статье приведен обобщен обзор существующих способов восстановления подшипников скольжения. Приводятся некоторые результаты проведенных опытов с использованием многороликовой установки для обкатки и обжатия подшипников скольжения при их восстановлении.

Введение

Бронзовые подшипниковые втулки нашли широкое применение в сельскохозяйственных, транспортных и технологических машинах. Они способны воспринимать значительные знакопеременные нагрузки, выдерживать высокие скоростные и температурные режимы, работать в условиях недостаточной смазки, в присутствии абразива, воды и других

агрессивных сред, благодаря низкому коэффициенту трения, хорошей сопротивляемости износу и коррозии, высоким механическим и технологическим свойствам [1, 2].

Указанные преимущества позволяют использовать бронзовые подшипниковые втулки в двигателях (втулка верхней головки шатуна, втулка турбокомпрессора), в тяжелонагруженных узлах трения (втулки опорных и поддерживающих катков, подъемных стрел, поворотной платформы экскаватора, втулки балансиров, опорных кареток и натяжных колес тракторов). Например, только в одном экскаваторе ЭО -5111 в опорных роликах гусеничной тележки используется 24 бронзовых втулок, в поддерживающих роликах – 6 втулок и в ведущих и направляющихся колёсах – 10 штук.

В большинстве случаев бронзовые подшипниковые втулки имеют цилиндрическую форму и гладкими наружными и внутренними поверхностями. Иногда конструктивное исполнение предусматривает маслосъемную канавку на внутренней поверхности.

При эксплуатации транспортных и технологических машин природообустройства происходит износ внутренней рабочей поверхности бронзовых втулок, пределы которых рекомендуют подразделять на 3 категории, исходя из его величины на диаметр:

1 – втулки, работоспособность которых прекращается при износе до 0,1 мм;

2 – втулки, теряющие работоспособность при износе до 2,0 мм;

3 – втулки с износом более 2,0 мм.

Диаметр втулок колеблется от 20 до 250 мм, масса от 0,070 до 8 кг.

Основная часть

В настоящее время в промышленности используется большое количество различных марок бронз. Наиболее распространенные среди них оловянистые бронзы - БрОЦС5-5-5, БрОЦС6-6-3, БрОЦС4-4-2, алюмино-железистые бронзы - БрАЖ9-4, БрАЖМц1-3-1,5), свинцовистые бронзы - БрС-30.

Все указанные марки бронз обладают высокими антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью, прочностью и хорошей теплопроводностью. Анализ номенклатуры деталей бронзовых подшипниковых втулок, используемых в тяжелонагруженных узлах сельскохозяйственных, транспортных и технологических машин природообустройства показал, что наиболее часто применяются оловянистые и алюминиевые бронзы (БрОЦС5-5-5, БрАЖ9-4).

За последние 15...20 лет в ремонтном производстве накопился определенный опыт восстановления изношенных бронзовых деталей такие как; осадка, обкатка, заливка, а также бронзовые втулки восстанавливают и термодиффу-

зионными способами, наплавкой и напеканием. Выбор рационального способа восстановления зависит и от конструктивно – технологических особенностей рабочей поверхности деталей; формы и размера, состава бронзы и вида термообработки, поверхностной твердости и шероховатости, плотности и пористости, от условий работы и вида трения, величины износа и, что немаловажно от стоимости восстановления. Для учета всех этих факторов обычно рекомендуется последовательно пользоваться тремя критериями:

- технологическим критерием или критерием применимости;
- критерием долговечности;
- технико-экономическим критерием (отношением стоимости восстановления к коэффициенту долговечности) [2].

На рисунке 1 показаны некоторые способы их восстановления.

Наиболее простым методом восстановления бронзовых втулок является метод пластической деформации. Пластическую деформацию втулок выполняют как в холодном, так и в горячем состоянии. Основными видами пластической деформирования являются осадка и обжатие. Осадка применяется для уменьшения внутреннего и увеличения наружного диаметра втулки, за счет уменьшения ее длины.

Для сопряжения, воспринимающих значительные удельные нагрузки, уменьшение длины втулок допускается не более чем на 5...8%, для менее нагруженных втулок – на 10...15% от их первоначальной длины. С уменьшением длины осаживаемой втулки за счет уменьшения площади ее поверхности, резко увеличивается давление вала на втулку, что вызывает повышенный износ и сокращение ресурса втулки. Поэтому данным способом рекомендуется восстанавливать бронзовые втулки с внутренним диаметром до 60 мм и величиной износа до 0,2 мм. Процесс обжатия втулки предусматривает уменьшение их наружного и внутреннего диаметра в результате пластической деформации. Наиболее часто встречающаяся рекомендация в литературе – это обжатия с помощью конусной матрицы [3]. Однако конкретных исследований по предлагаемой схеме обжатия бронзовых втулок не встречается. На кафедре «Технологии металлов и ремонта машин» МГУ Природообустройства давно занимаются разработкой различных технологий восстановления бронзовых подшипников скольжения. Поэтому одним из направлений по этой тематике является исследования по воздействию пластической деформации с помощью роликовых инструментов, один из вариантов, конструкции которых представлен на рисунке 2.

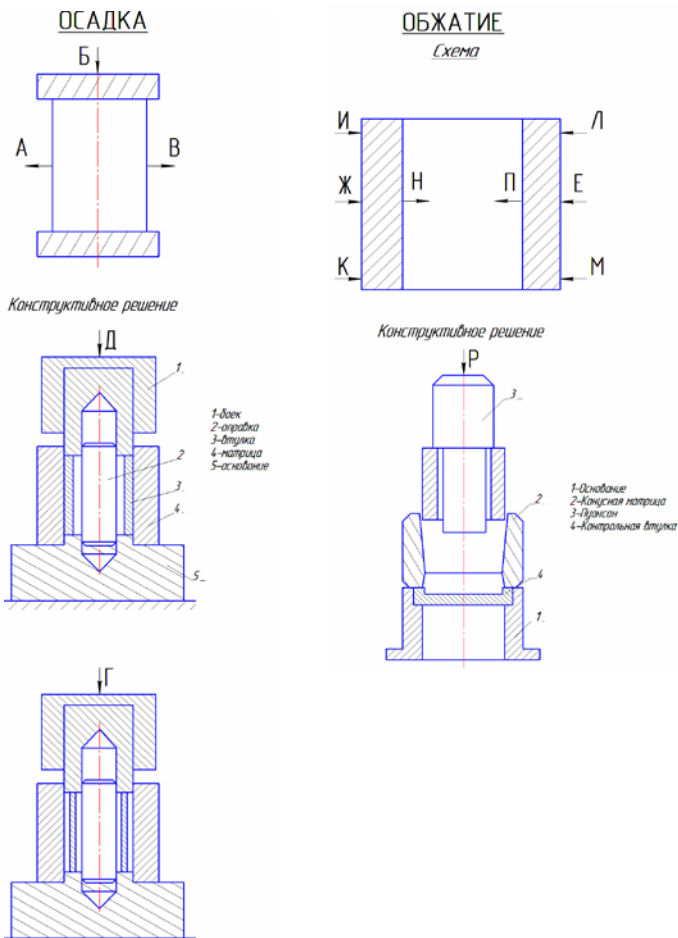
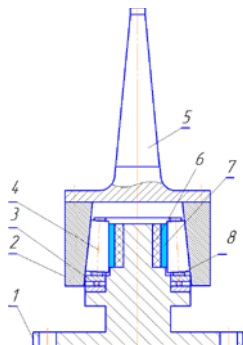


Рисунок 1 – Некоторые способы восстановления бронзовых втулок

В конструкции предусмотрены конические деформирующие ролики, количество которых зависит от наружного диаметра деформируемой поверхности бронзовой втулки. Но особенностью данной конструкции является одновременная деформация наружной поверхности втулки по всей ее длине за счет сочетания конических деформирующих роликов 4 и нажимного конического корпуса 2 при перемещении, которого по образующей роликов создаются радиальные осевые силы, вызывающие пластическую деформацию металла наружной поверхности втулки.



- 1 – опора;
- 2 – нажимной конус;
- 3 – упорный подшипник;
- 4 – деформируемый ролик;
- 5 – коническая оправка;
- 6 – гидропласт;
- 7 – втулка для обжима;
- 8 – сепаратор

Рисунок 2 – Многороликовая обкатка втулок

Вращение деформирующих роликов вокруг наружной поверхности втулки и плавное нагружение радиальной силой этой поверхности за счет различной скорости перемещения нажимного конического конуса создает условие, позволяющее проводить процесс обжима наружной поверхности втулки на различную величину.

Заключение

В настоящее время на кафедре технологии металлов и ремонта машин Московского государственного университета природообустройства, проводятся исследования по изучению режимов обжатия бронзовых втулок, изменения их физико-механических свойств после обкатывания и ряд других исследований, которые позволят разработать технологический процесс восстановления бронзовых подшипников скольжения данным методом.

Литература

1. Бурмаков, Ф.Х. Работоспособность и долговечность восстановленных деталей и сборочных единиц машин / Ф.Х. Бурмаков, П.П. Лезин П.П. - Издат. Мордовский университет, 1993. – 120с.
2. Технология ремонта машин / Е.А. [и др.] Пучин Е.А, часть 1. М.: УМЦ Триада, -2006. Ч.1. – 346 с.
3. Аверкин, Ю.А. Исследования обжима полых цилиндрических заготовок / Ю.А. Аверкин // Инженерные методы расчёта процессов обработки металлов давлением: Сб. научных трудов. М.: Машгиз. – 1957. – С.167-190.

Abstract

The article provides an overview of existing methods of recovery bearings. Some results of experiments using mnogovalikovaya installation for running and compression bearings in their recovery.

УДК 621.565

ОТКАЧКА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ХЛАДАГЕНТА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

**Д.Ф. Кольга, к.т.н., доцент, Ф.Д. Сапожников к.т.н., доцент,
В.С. Сыманович, к.т.н., доцент, Э.В. Колодько, ассистент,
К.А. Бактыкереева, ст. преподаватель**

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

В статье рассмотрены вопросы откачки и восстановления хладагента холодильных установок с помощью станции BLUE-R-95.

Введение

В настоящее время парк молокоохладительных установок пополняется как за счет собственного производства, так путем завоза их из-за рубежа. В результате проводимого укрупнения хозяйств, реконструкции животноводческих комплексов зачастую приходится перебазировать холодильные установки с одной фермы на другую. Во избежание утечки хладагента при транспортировке холодильной установки его закачивают в ресивер или сливают в баллон. Эту операцию необходимо грамотно выполнить, чтобы хладагент не попал в атмосферу. Во-первых, он дорог стоит, а во вторых, сейчас хорошо известно крайне неблагоприятное воздействие хладагентов на озоновый слой и на повышение парникового эффекта. Во вновь разрабатываемых и создаваемых холодильных установках в настоящее время используются хладагенты R 134 а, R 404A, R 407C, R 410A и т.д., которые являются озонобезопасными, но не экологически чистыми.

Отсюда становится понятной важность проблемы повторного использования хладагентов с целью возможности продолжить эксплуатацию существующих установок с минимальными издержками.

Основная часть

Повторное использование означает новую заправку уже использовавшегося и слитого из установки хладагента, как правило, в ту же установку, из которой он был извлечен. При этом перед новой заправкой проводят очистку хладагента от механических примесей, отделение содержащегося в нем масла, снижение содержания влаги и кислот, используя при этом различные фильтрующие устройства, в том числе одноразовые фильтры-осушители.

Гарантией чистоты хладагента может служить только предшествующая сливу нормальная работа установки. Запрещается повторное использование хладагента без его восстановления в случае перегорания обмотки электродвигателя или повторяющихся аварий.

Восстановление заключается в обработке слитых хладагентов таким образом, чтобы привести их характеристики в соответствие с характеристиками для хладагентов, устанавливаемыми требованиями стандарта. При этом состав хладагентов систематически подвергается химическому анализу, позволяющему установить, достигнуты ли требуемые характеристики или нет. Это означает наличие таких процедур обработки и последующего химического анализа, которые могут быть произведены либо на специальных установках, либо на заводах, выпускающих хладагенты.

При восстановлении хладагента, помимо оснащения аппаратуры для его подготовки к повторному использованию соответствующими средствами (а именно маслоотделителем и фильтрами), необходимо получить подтверждение достижения требуемого результата с помощью полного анализа свойств хладагента, убеждающего, что его характеристики соответствуют характеристикам свежего хладагента (в то время как после подготовки к повторному использованию хладагент считается достаточно чистым для заливки в ту же установку, из которой он был извлечен). Восстановление отличается от подготовки к повторному использованию еще двумя моментами: во-первых, восстановленный хладагент может быть залит в любую установку и, во-вторых, по экономическим соображениям восстановление производится только для больших количеств хладагента. Этим объясняется то, что поставщики хладагентов (за рубежом) создали сеть пунктов по опорожнению установок, имея в виду их последующее восстановление.

Следует отметить, что в настоящее время невозможно ни повторное использование, ни восстановление хладагента, если он по каким-то причинам оказался смешан с другим хладагентом. Это обусловлено тем, что пока еще не достигнута возможность отделения одного хладагента от другого, поэтому смешанные хладагенты подлежат только немедленному уничтожению. Чаще всего уничтожение осуществляется путем их сжигания, с последующей смывкой продуктов горения, содержащих агрессивные кислоты. Можно также производить расщепление хладагентов в специальных реакторах [1]. Для восстановления хладагентов применяются различные установки импортного производства, такие как RMS 450 фирмы «JTE», R 60a фирмы "Yellow Jacket", RSC-B-1,0 "Refrigerant Services Inc", RSF – 2,5u, BABY – R /VERSION 2, MAXI – R, MINI – R, 2P.136 и 2P. 023 фирмы "Klimax Sistem S.R.L.", FAST 6 – R12 "ReFCO", MACH 1 модель 2R 200 E "SPS", PYTAGORA "WJGAM" и др [2].

Большое распространение в республике получила станция восстановления и очистки хладагента BLUE – R 95. В связи с тем, что специалисты испытывают затруднение при эксплуатации станции возникла необходимость описать методы ее работы. На рис.1 представлена схема передней панели станции.



Рисунок 1 — Схема передней панели станция восстановления и очистки хладагента BLUE-R-95:

1. Манометр для низкого давления, 2. Манометр для высокого давления, 3. Вход 1/4" SAE, 4. Выход 1/4" SAE, 5. Кнопка для выбора хладагента, 6. Переключатель, 6.1. Кнопка для перерыва циркуляции; 7. Электрический соединитель DIN для защиты от превышения, 8. Тревога для превышения, 9. Тревога для защиты от избыточного давления; 10. Кнопка RESET; 11. Саморазгрузочное соединение 1/4" SAE

При откачке хладагента необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. Заправлять баллон только на уровне 80 % от его максимального объема. В противном случае баллон может разорваться. Надо использовать весы WS-30 или специальный OFP цилиндр (Ovezfree Pzotected Bottee), которые автоматически отключают станцию при достижении заданного объема и не дают превысить допустимый уровень хладагента в баллоне [3].

На входе станции устанавливается фильтр, который рекомендуется менять при использовании разных хладагентов. У каждого хладагента есть свой собственный фильтр.

При работе с системой, в которой был или есть сгоревший компрессор, обязательно используется два антикислотных фильтра. После восстановления этой системы станция очищается чистым хладагентом и маслом. При достижении давления больше чем 3,86 Мпа, система автоматически отключается.

Восстановление хладагента станцией BLUE – R-95 прямым методом производится в следующей последовательности (рис.2). Кнопкой 5 выбирается нужная группа хладагента, открываются вентили выбранной группы хладагентов и манометрического коллектора. Присоединяется станция к баллону и включается в работу. Восстановление происходит автоматически. При достижении вакуума закрываются вентили манометрического коллектора и станция отключается.



Рисунок 2 – Схема восстановления хладагентов прямым методом

После восстановления обязательно проверяется, чтобы хладагент, загрязняющие вещества и опасные кислоты не остались в станции. Для чего используются саморазгрузочный метод (рис.3). Для чего отсоединяется зарядный шланг между станцией и баллоном для сбора хладагента, закрываются вентили баллона и шланга, подсоединяется вход 3 с выходом 4, закрывается шаровой вентиль на правой стороне станции, соединяется шлангом саморазгрузочный выход 11 и баллон, открывается вентиль шланга между выходом и выходом 4, включается станция. При достижении требуемого вакуума (10 кПа) станция отключается и приводится в исходное положение.



Рисунок 3 – Схема саморазгрузочного метода

Кроме того, в станции предусмотрена операция охлаждения баллона для сбора хладагента во время его откачки.

Заключение

Использование изложенных в статье рекомендаций позволит сократить издержки эксплуатации холодильных установок и обеспечить экологическую безопасность окружающей среды.

Литература

1. П. Китзоогланиам. Пособие для ремонтника. Перевод с французского под редакцией д.т.н. проф. В.Б. Саожникова. АНОО «Учебный центр «Остров» М.; 2007.
2. С.Б. Бабакин, М.В. Выгодин. Технические и химические средства для сервиса автомобильных кондиционеров и холодильных систем. Справочник. Рязань, «Русское слово». 2004.
3. Инструкция по эксплуатации станции откачки и восстановления BLUE-R-95. ООО «Престиж-климат». 2013.

Abstract

The article discusses the pumping and recovery of refrigerant chillers using station BLUE-R-95.

УДК 621.9.048

ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

**В.И. Иванов¹, к.т.н., В.П. Лялякин¹, д.т.н., профессор,
Д.А. Игнатьков², д.т.н., профессор**

¹Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка Россельхозакадемии, г. Москва, Российская Федерация, ²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрено использование электроискрового метода нанесения покрытий применительно к предприятиям агропромышленного комплекса для решения задач восстановления работоспособности деталей и увеличения ресурса деталей и инструментов для механической обработки материалов.

Введение

Одной из основных государственных задач является устранение зависимости от импорта основной продовольственной продукции, производство и обеспечение населения высококачественными продуктами питания в достаточном количестве. Основой выполнения этих задач является тех-

нический потенциал села и его управляющая структура – инженерно-техническая система. Основная направленность ее деятельности – это поддержание высокой работоспособности сельскохозяйственных машин и технологического оборудования АПК. Важным элементом при этом является применение ресурсосберегающих процессов, обеспечивающих достижение 80-100 %-ного послеремонтного ресурса на основе использования прогрессивных упрочняющих и восстанавливающих технологий, в т.ч. нанотехнологий и высокоточного оборудования.

На примере России отметим, что в настоящий период здесь ежегодные затраты на поддержание в работоспособном состоянии сельскохозяйственной техники, 45-90% которой укомплектовано агрегатами после капитального ремонта, составляют 60-70 млрд рублей. Из них 25-30 млрд рублей расходуются на приобретение запасных частей, в том числе 10-12 млрд рублей – на закупку новых агрегатов. Стоимость отремонтированных агрегатов составляет 40-120 % по отношению к новому изделию, а их ресурс – в 1,5-6 раз ниже ресурса агрегатов заводского изготовления. Анализ показывает, что повышение межремонтного ресурса агрегатов до уровня нового изделия составит экономию не менее 5-7 млрд рублей в год. Обеспечение повышенного межремонтного ресурса сельхозтехники налагает повышенные требования к техническому обеспечению предприятий агропромышленного комплекса (АПК).

Значительный резерв в повышении эффективности ремонтного производства заключается во вторичном использовании изношенных деталей после их восстановления. Работы ученых и специалистов-практиков показывают [1, 2 и др.], что более 75 % изношенных деталей после восстановления целесообразно повторно использовать; это экономически оправдано как для ремонтного производства, так и для потребителя. Реальные затраты на восстановление детали обычно не превышают 25-30 % ее стоимости, а при грамотном назначении технологии восстановления достигается 100-процентный ресурс. Этому способствует также применение технологий упрочнения для увеличения срока службы различных деталей, режущих органов, инструментов и др.

Ниже применительно к предприятиям АПК рассмотрено использование электроискрового метода обработки металлических поверхностей в воздушной среде (ЭИО), обеспечивающего нанесение металлопокрытий.

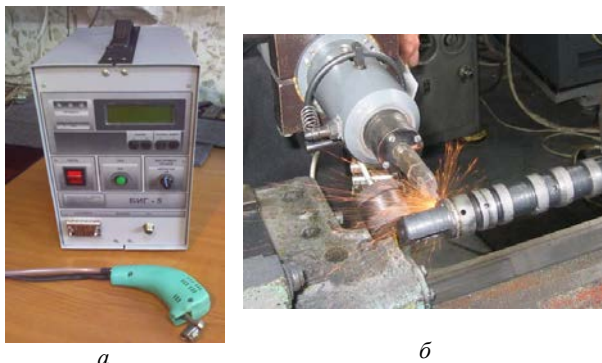
При ЭИО осуществляется воздействие на металлические поверхности в газовой среде короткими (до 1000 мкс) электрическими разрядами с энергией от сотых долей до десятка и более джоулей и частотой обычно до 1000 Гц. При периодическом, с определенной частотой, контакте электрода (анода) с обрабатываемым изделием (катодом) и его разрыве возникают электрические разряды, создаваемые генератором импульсов. В результате

обработки на поверхности детали образуется новый слой, которому в зависимости от параметров искрового разряда, состава электродного материала, материала обрабатываемой детали и других факторов придаются отличные от исходного состояния свойства, управляемые в широких пределах и обеспечивающие требуемые качества: повышенные микротвердость, износостойкость, жаростойкость и другие.

ЭИО обладает высокой универсальностью, что обеспечивается возможностью нанесения металлопокрытий толщиной 0,01-1 мм и более большинством токопроводящих материалов на металлические детали независимо от формы и размеров, исключая отверстия малых диаметров (менее 5 мм). В АПК применение электроискровых технологий осуществляется для решения многих технических задач:

- восстановление размеров поверхностей деталей, работающих в неподвижных соединениях;
- восстановление рабочих поверхностей деталей, работающих в условиях трения скольжения;
- устранение локальных дефектов на рабочих поверхностях (например, задиры зеркала блока цилиндров);
- упрочнение различных режущих инструментов, измельчителей, рабочих органов почвообрабатывающих элементов и др.;
- поверхностное упрочнение рабочих поверхностей деталей взамен объемной закалки.

Значительный вклад в результаты исследований ЭИ процессов, развитие ЭИ технологий и оборудования, помощь предприятиям в их производственном освоении принадлежит «Лаборатории ремонта деталей и узлов электроискровыми технологиями им. проф. Ф.Х. Бурумкулова» ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии. Здесь на основе теоретических и экспериментальных исследований разрабатываются и передаются в производство ЭИ технологии восстановления многих ответственных деталей, технологии ремонта гидравлических агрегатов (гидрораспределителей, шестеренных насосов типа НШ-К, аксиальнопоршневых гидронасосов, гидроусилителей руля) с обеспечением 100 %-ного послеремонтного ресурса, технологии упрочнения с увеличением стойкости не менее 2 раз инструментов для обработки резанием и давлением металлов и неметаллических материалов; созданы в содружестве с партнерами новые установки ЭИО типа «БИГ», например, широкодиапазонная установка «БИГ-5», механизированная установка «БИГ-3» (рисунки 1а и 1б).



а
б
Рисунок 1 - Новые установки ЭИО:
а - «БИГ-5» (универсальная); б - «БИГ-3» (механизированная)

Отметим весьма существенный элемент: при назначении технологии нанесения упрочняющих или восстанавливающих ЭИ покрытий и последующей обработки учитываются условия работы поверхностей и связанные с ними факторы, инициирующие изнашивание рабочих поверхностей. Эти факторы определяют в значительной степени технологические особенности назначаемой технологии обработки деталей и инструментов. Реализация такого подхода позволяет на практике обеспечить требуемый ресурс обрабатываемых объектов.

Помимо технологий восстановления и упрочнения деталей и инструментов, ремонтных технологий ответственных агрегатов сельхозтехники, определяющих ее ресурс, оборудования для реализации этих технологий, услуг по восстановлению и упрочнению, выходным продуктом деятельности ГОСНИТИ являются участки ремонта различных агрегатов сельскохозяйственной техники с восстановлением изношенных деталей, в т.ч.:

- участок ремонта аксиально-поршневых гидронасосов;
- участок ремонта гидрораспределителей;
- участок ремонта шестеренных гидронасосов НШ-К;
- участок восстановления шатунов дизельных двигателей А-41, СМД-60(-62), ЯМЗ-236 (-238, -240), РАБА-МАН.

На повестке дня стоит вопрос разработки проекта по созданию универсального комплексного предприятия по ремонту агрегатов сельхозтехники отечественного и зарубежного производства, базирующийся преимущественно на использовании качественно восстановленных деталей. Очевидна необходимость таких региональных предприятий. Они могут быть проводником современных технологий, способствовать решению многих социальных проблем.

Многолетний опыт применения ЭИО при решении широкого круга производственных задач, связанных с восстановлением работоспособности деталей, инструмента и агрегатов, показывает его высокую эффективность. Это подтверждается заказчиками окупаемостью своих капитальных затрат в пределах 6-9 месяцев. Экспонируемые на многих международных специализированных выставках разработки ГОСНИТИ, связанные с ЭИО, привлекают многочисленных специалистов и руководителей предприятий своей эффективностью, экономичностью и универсальностью.

Широкое и эффективное использование на производстве ЭИ метода обработки металлических материалов подтверждает сказанные еще в 1947 г. слова Б.Р. Лазаренко, открывшего миру для практического применения электрическую искру: «Многовековое царствование механического способа обработки металлов, перевернувшего мир в прошлых столетиях, - кончается. Его место занимает, несомненно, более высокоорганизованный процесс, когда обработка металла производится электрическими силами... Ему будет принадлежать будущее, и притом - ближайшее будущее».

Заключение

Электроискровой метод нанесения металлопокрытий обладает высокими эффективностью, экономичностью и универсальностью, он перспективен для использования на предприятиях АПК для восстановления работоспособности и увеличения ресурса деталей, инструментов, рабочих органов почвообрабатывающих и перерабатывающих машин.

Литература

1. Черноиванов В.И. Бледных В.В., Северный А.В. и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие / Под ред. В.И. Черноиванова. – М. – Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.
2. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) /МГУ им. Н.П.Огарева и др.; Ф.Х. Бурумкулов, П.П. Лезин, П.В. Сенин, В.И. Иванов, С.А. Величко, П.А. Ионов. – Саранск: Красный Октябрь, 2003. – 504 с.
3. Иванов Г.П. Технология электроискрового упрочнения инструментов и деталей машин. М.: Машгиз, 1961. – 303 с.
4. Самсонов Г.В., Верхотуров А.Д., Бовкун Г.А., Сычев В.С. Электроискровое легирование металлических поверхностей. - Киев, Наукова думка, 1976. – 220 с.
5. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. - Кишинев: Штиинца, 1985. - 196 с.

6. Альбом инновационных технологий ремонта агрегатов с восстановлением и упрочнением деталей прогрессивными методами / Бурумкулов Ф.Х., Сенин П.В., Величко С.А., Ионов П.А., Денисов В.А. (ответственный исполнитель), Иванов В.И. и др. Под рук. акад. РАСХН В.И. Черноиванова // Москва: ГОСНИТИ, 2012. – 88 с.

Abstract

Examines the use of electric-coating method applied to agricultural enterprises for solving disaster recovery items and increase the resource parts and tools for machining materials.

УДК 621.664:669.715

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ С УПРОЧНЕНИЕМ КРЫШКИ КАРТЕРА
ДВИГАТЕЛЯ BRIGGS&STRATTON МОДЕЛИ 115400**

В.Н. Логачев, к.т.н., доцент

*ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»,
г. Орел, Российская Федерация*

В работе представлен технологический процесс восстановления и упрочнения микродуговым оксидированием (МДО) крышки картера двигателя Briggs&Stratton модели 115400, который позволяет в 2,0...2,5 раза увеличить ресурс восстановленных деталей по сравнению с новыми.

Крышка картера изготовлена из алюминиевого сплава SG70A по американскому стандарту и является аналогом по российскому стандарту АК7ч ГОСТ 1583. Для получения данных по износам поверхностей под шейку кулачкового вала крышек картера модели 115400 были произведены замеры изношенных деталей. Измерению подвергали выборку деталей в количестве 50 штук. Выбор плоскостей измерений проведен согласно ГОСТ 18509. Для измерения износа поверхности под шейку распределительного вала использовали индикаторный нутромер НИ–18–1 ГОСТ 868 с ценой деления 0,005 мм. Результаты замеров поверхности под шейку кулачкового вала показали, что износ отверстия крышки в соединении с кулачковым валом достигает 0,3 мм. По внешнему виду изношенная поверхность характеризуется наличием рисок и задиrow (рисунок 1).

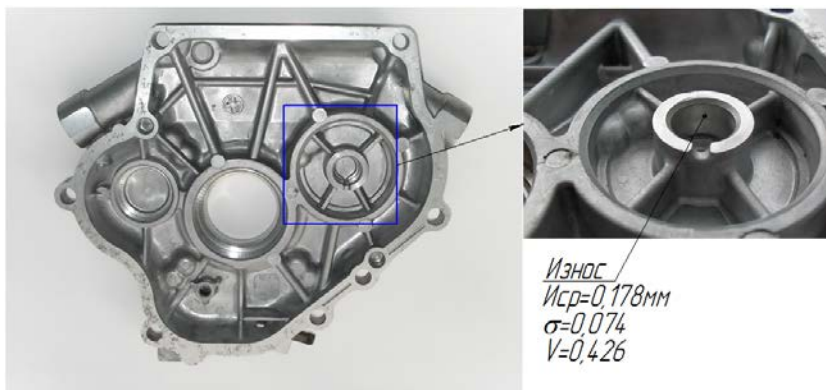


Рисунок 1 – Изношенная поверхность под шейку кулачкового вала двигателя Briggs&Stratton модели 115400:

Иср – средний износ; σ – среднее квадратическое отклонение; V – коэффициент вариации

При износе отверстия под кулачковый вал свыше 0,084 мм, что составляет около 80% от общего числа изношенных деталей подвергшихся выборке, мы предлагаем их восстанавливать постановкой дополнительной ремонтной детали (ДРД) упрочненной МДО.

Технология восстановления и упрочнения крышки картера двигателя Briggs&Stratton модели 115400 включает следующие операции (рисунок 2).

Детали, поступающие в ремонт, тщательно очищают от загрязнений, используя при этом шаберы и щетки, изготовленные из стальной проволоки диаметром не более 0,15 мм. Очистку ведут как ручную, так и с использованием пневматических или электрических дрелей, при этом следят за тем, чтобы не получить грубых рисок на рабочих поверхностях деталей. После очистки остатки загрязнений удаляют в водных растворах синтетических моющих средств типов МС, МЛ или Лабомид с использованием погружных моечных машин, хорошо зарекомендовавших себя при очистке внутренних поверхностей деталей сложной формы и позволяющих производить нагрев моющего раствора. Температура раствора 70...80°C, продолжительность очистки составляет 3...5 мин. Затем детали промывают в теплой воде, имеющей температуру не ниже 30...35°C, и высушивают [1].

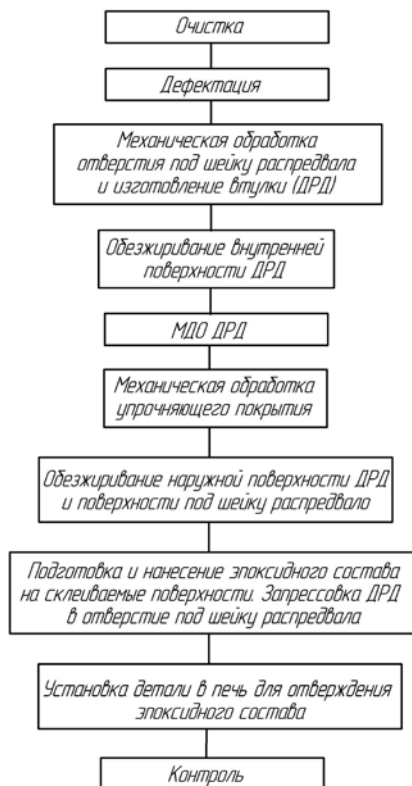


Рисунок 2 – Структурная схема технологического процесса восстановления и упрочнения крышки картера двигателя Briggs&Stratton модели 115400

Очищенные детали подвергают дефектации. Далее поверхность под шейку распредвала обрабатывают зенкером на вертикально-сверлильном станке 2Н125 для установки ДРД. С помощью токарного станка типа 1В62Г изготавливаем ремонтную втулку из алюминиевого сплава АК7ч с припуском на внутренней поверхности под МДО. МДО осуществляют в электролите следующего состава: КОН – 3 г/л, Na_2SiO_3 – 14 г/л, остальное – дистиллированная вода. Оксидируемые поверхности обезжиривают смоченным в ацетоне тампоном. После этого детали просушивают и устанавливают на подвеску. Режимы обработки: плотность тока – 25 А/дм^2 , температура электролита – $20...25^\circ\text{C}$, продолжительность оксидирования – 2 часа. Прирост размеров составляет $120...130 \text{ мкм}$. После МДО детали снимают с подвески, промывают проточной водой комнатной температуры, сушат и осуществляют контроль полученного покрытия.

Для удаления технологического слоя покрытия, а также придания требуемых размеров и геометрических форм упрочненные рабочие поверхности деталей подвергают механической обработке. При этом используют эластичный абразивный инструмент, состоящий из лепестков шлифовальной шкурки, закреплённых между двумя дисками. Обработку ведут периферийной частью лепестков шкурки при вращении инструмента [2, 3, 4].

Смоченным в ацетоне тампоном обезжиривают наружную поверхность упрочненной втулки и поверхность под шейку распределительного вала. Затем подготавливают эпоксидный состав и наносят его на обезжиренные поверхности. Далее втулку запрессовывают в отверстие в крышке под шейку распределительного вала и убираются излишки эпоксидного клея. После этого деталь устанавливается в печь с температурой 80°C для отверждения эпоксидного состава в течении 5 ч. Далее осуществляют контроль качества восстановления детали.

Разработанная технология восстановления крышки картера двигателя Briggs&Stratton модели 115400 дополнительной ремонтной деталью упрочненной микродуговым оксидированием позволяет в 2,0...2,5 раза увеличить ресурс детали в сравнении с новой.

Литература

1. Надёжность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. М.: Колос, 2000. 776 с.
2. Восстановление и упрочнение деталей из алюминиевых сплавов микродуговым оксидированием: учеб. пособие / А.Н. Новиков, А.Н. Батищев, А.В. Коломейченко [и др.]. Орёл: ОрёлГАУ, 2001. 99 с.
3. Коломейченко А.В. Восстановление сильно изношенных деталей из алюминиевых сплавов // Ремонт, восстановление, модернизация. 2002. № 1. С. 29-32.
4. Технология восстановления с повышением износостойкости подшипников скольжения / Коломейченко А.В., Логачев В.Н. // Техника и оборудование для села. – 2013. – №11. – С37-38.

Abstract

This paper presents a technological process of restoration and strengthening micro-arc oxidation (MAO) cover crankcase Briggs & Stratton model 115400, which allows a 2.0...2.5 times increase the resource restored parts than new.

УДК 621.762

**РЕГЕНЕРАЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ, ВОЛОКОН И СЕТОК В
ХОЗЯЙСТВАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**А.А. Андрушевич¹, канд. техн. наук, Р.А. Кусин¹, канд. техн. наук,
И.Н. Черняк², В.К. Корнеева¹, П.С. Чугаев¹, А.И. Илюкевич²**

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
²ГНУ «Институт порошковой металлургии», г. Минск, Республика
Беларусь*

Рассмотрены основные методы регенерации фильтрующих материалов на основе металлических порошков, волокон и сеток, применяемых в агропромышленном комплексе.

Введение

Основным назначением фильтров является очистка жидкостей и газов от посторонних примесей: жидкостей от твердых частиц, газовых пузырьков и включений другой нерастворимой жидкости, газа от твердых или жидких частиц. Отличительной их особенностью является осуществление фазоразделения в результате процесса фильтрования. Применение таких фильтров позволяет повысить качество выпускаемой продукции, надежность и долговечность пневмо- и гидросистем различного назначения, обеспечить защиту окружающей среды. Фильтры используются для очистки воды, щелочных, кислотных и солевых растворов, горючесмазочных материалов, молока, смол, основ для лаков, расплавов солей и полимеров, фильтрации сжиженных и сжатых газов при их производстве и практическом применении, отходящих газов в технологических циклах различных производств.

На сегодняшний день широко применяются бумажные, стеклянные, керамические, тканевые, войлочные, полимерные фильтрующие материалы. Особое место среди фильтрующих материалов по ряду достоинств занимают порошковые фильтрующие материалы (ПФМ), изготовленные из металлических порошков. Такие материалы характеризуются большей проницаемостью, прочностью, возможностью регулирования и управления свойствами в более широких диапазонах, высокой тепло- и электропроводностью, устойчивостью против коррозии и к тепловым ударам, возможностью подвергаться механической обработке и сварке. Известны области применения изделий из металлических ПФМ, где они успешно работают при давлении 25 МПа и выше[1]. Но основное преимущество ПФМ на металлической основе по сравнению с другими материалами – это возможность их многократной регенерации, что компенсирует их более высокую стоимость. Сегодня из ПФМ

могут изготавливаться изделия широкой номенклатуры: из порошков бронзы изготавливаются листы 1 400х350 мм и трубы на их основе диаметром до 500 мм и длиной 1 000 мм и более, диски диаметром от 52 до 305 мм и «чечевицы» на их основе, изделия в виде стаканов, таблеток, пробок и более сложной формы. Из порошков коррозионностойких сталей, никеля и титана изготавливаются диски диаметром до 120 и длиной до 500 мм, а также втулки и стаканчики диаметром до 80 мм.

Высоким комплексом свойств обладают и другие фильтрующие материалы на основе металлов: сетчатые и волокновые.



Рисунок 1 - Внешний вид порошковых фильтрующих материалов из металлических порошков

Наиболее перспективными областями применения фильтрующих элементов на основе металлических порошков, волокон и сеток на предприятиях агропромышленного комплекса являются: очистка технических масел, очистка воздуха и водяного пара, очистка воды, равномерное распределение потока газа на поверхности раздела ПФМ–жидкость, глушение шума и пламягашение.

Основная часть

Фильтрующие материалы (ФМ) в процессе эксплуатации загрязняются оседающими на поверхности и в порах частицами, что с течением времени приводит к уменьшению их фильтрующей способности. Существует несколько основных способов регенерации фильтров.

Выбор способа регенерации определяется условиями работы фильтра, а также химической природой ФМ и осаждаемого загрязнителя.

1. Механические методы регенерации. Наиболее часто механическим методам регенерации подвергаются ФМ, используемые для механической очистки жидкостей или газов от твердых частиц загрязнителя. Твердые частицы, увлекаемые потоком очищаемой среды к фильтрующей перегородке, могут оседать на ее поверхности или задерживаться внутри ФМ из-за механического торможения либо в результате адсорбционных и электрокинетических явлений. Осевшие на поверхности либо удержанные в структуре ФМ твердые частицы образуют дополнительный пористый слой,

увеличивающий гидравлическое сопротивление ФМ. В таких случаях эффективно механическое удаление (снятие) образовавшегося на поверхности слоя либо регенерация противодавлением. Во-втором случае, очищенную среду (жидкость или газ) пропускают через засоренный ФМ в направлении, противоположном направлению фильтрации. Очистка должна производиться под давлением, превышающем давление фильтрации.

Регенерация противотоком производится без демонтажа фильтрующих элементов. В большинстве случаев (в частности в непрерывных технологических потоках) устанавливаются параллельно два фильтра, один из которых работает, а другой в это время подвергается регенерации. Например, фильтрующие элементы для очистки питьевой, изготовленные из порошков бронзы марки БрО10Ф1, хорошо поддаются регенерации противотоком, при этом прилагаемое давление воды на 0,05-0,1 МПа выше, чем при процессе фильтрации. При этом количество циклов регенерации составляет не менее пятидесяти, что делает использование таких фильтрующих элементов экономически выгодными по сравнению с другими типами фильтрующих материалов.

К механическим методам регенерации ФМ также относится ультразвуковая регенерация. Для этого фильтрующий элемент погружается в моющую жидкость, в которой возбуждаются ультразвуковые колебания. Возникающие в жидкости кавитационные явления, а также разнонаправленные потоки способствуют удалению загрязняющих частиц с поверхности ФМ и из его пор.

Очищаемые элементы располагают в ультразвуковой ванне так, чтобы направление очистки совпадало с линиями пучностей, т.е. с направлением распространения изгибающих колебаний в диафрагме. В этом случае исключается явление «полосоватости», вызываемое наличием зон с различным уровнем кавитации, что позволяет добиться высокого качества очистки.

Регенерация ультразвуком может достигать 100 % восстановления свойств ФМ, причем степень его очистки при последующих регенерациях уменьшается незначительно.

2. Химические методы регенерации. Регенерация химическими растворителями заключается в растворении частиц, застрявших в порах ФМ, и производится в том случае, если обратная продувка малоэффективна. В качестве растворителей можно использовать кислоты, щелочи, ацетон, бензин, спирт и др. При этом растворитель не должен взаимодействовать с материалом фильтра. Например, фильтры из коррозионностойкой стали регенерируют азотной кислотой (большая часть осадков из частиц металла растворяется). Аналогично возможна регенерация фильтров, забитых органическими примесями.

Нередко, при очистке питьевой воды, в поровых каналах ФМ в больших количествах происходит осаждение ржавчины, образующейся при окисле-

нии растворенного в воде железа. В таких случаях наиболее часто для регенерации фильтрующих элементов применяют специальные составы.

Главными недостатками регенерации фильтрующих элементов химическими растворителями являются частая необходимость демонтажа фильтра, длительность процесса растворения примесей, непосредственный контакт материала фильтра с агрессивными жидкостями.

Наилучшие результаты достигаются при одновременном сочетании механических и химических методов регенерации ФМ, к примеру промывка фильтрующего элемента с помощью химических растворителей в ультразвуковой ванне.

3. Термические методы регенерации. Регенерация ФМ прокаливанием служит, главным образом, для удаления органических загрязнений; ее применяют в том случае, если фильтрующий элемент обладает достаточной термической стойкостью. Эта операция производится в струе горячего газа, пропускаемого через фильтрующий элемент. При этом газ вступает в химическую реакцию с осевшим загрязнителем или последний выгорает/разлагается.

Термическая регенерация применяется относительно редко, что связано с необходимостью демонтажа фильтрующих устройств, применения специального термического оборудования и защитной среды, трудностью последующего удаления продуктов реакции термического разложения[3].

Качество регенерации фильтрующих элементов можно оценивать по изменению ряда эксплуатационных показателей элемента: по приращению его массы, увеличению его начального гидравлического сопротивления, уменьшению ресурса работы до снижения скорости фильтрования на заданную величину или до достижения максимально допустимого перепада давлений и т.д. В условиях фильтрования при постоянном давлении лучше всего оценивать регенерацию по изменению пропускной способности во времени. Эти показатели позволяют учитывать не только начальные послерегенерационные изменения фильтрующих свойств, связанные с остаточным загрязнением фильтрующей перегородки, но и интенсивность ее закупоривания после регенерации [4].

Заключение

Таким образом, одним из основных преимуществ фильтрующих материалов на металлической основе по сравнению с другими материалами является возможность их многократной регенерации, что компенсирует их более высокую стоимость и делает их использование экономически более выгодным по сравнению с другими типами фильтрующих материалов. Металлическая основа этих материалов позволяет использовать любой из известных методов регенерации: механическую, химическую или термическую.

Литература

1. Фильтрующие материалы: перспективные области применения в агропромышленном комплексе и современные технологии получения: монография / В.М. Капцевич [и др.]. – Мн.: БГАТУ, 2006. – 189 с.
2. П.А. Витязь, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления. – Минск: НИИ ИП с ОП, 1999. – с. 304.
3. А.с. 801058 СССР. Устройство для переливания хладгена / В.А. Кривонос, О.Г. Расин, В.К. Шелег и др. // Открытия. Изобретения. – 1981. – №28.
4. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений. – М.: Химия, 1982. – 272 с.

Abstract

The basic methods of regeneration of filter materials based on metal powders, fibers and grids used in agroindustrial complex have been considered.

УДК: 621.901

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НОЖЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Т.С. Скобло, д.т.н., профессор, Е.Л. Белкин, инженер,
С.П. Романюк, аспирант, А.И. Сидашенко, к.т.н., профессор**
Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, г. Харьков, Украина

Выполнен анализ структурных изменений в процессе эксплуатации режущего инструмента, используемого для дробления орехов в кондитерском производстве из конструкционной стали 65Г. С помощью математических методов проведена количественная оценка степени деформации различных областей ножа.

Постановка проблемы

Постоянно возрастающие требования к качеству выпускаемой кондитерской продукции требуют совершенствования технологий не только самих изделий, но и повышения требований к элементам оборудования. Резка орехов осуществляется стальными дисковыми ножами, которые совершают вращательные движения.

Исследуемые ножи изготовлены из холоднокатаных сталей 65Г и 20Х13, толщиной 0,64мм, имеют очень дисперсную структуру, и оценить металлографически соотношение фаз, а также выявить их перераспределение при интенсивной пластической деформации в процессе эксплуатации не представляется возможным. Для определения степени деградации разработали специальную методику, основанную на математическом описании ее выявления [1]. Для этого сопоставительно анализировали до- и после эксплуатации режущую кромку (подвержена интенсивному износу), а также зоны у основания ножа и его середины, которые работают в условиях циклического деформационного воздействия.

Детальный анализ структур, формирующихся в процессе трения под действием высокого давления, повышенной температуры (особенно в зоне режущей кромки) является важной задачей, поскольку выкрашивание приводит к накоплению продуктов износа в перерабатываемой продукции.

Целью работы является оценка структурообразования ножей из стали 65Г до- и после эксплуатации с помощью анализа изображений методами математического анализа.

Анализ исследований и публикаций

Круглые и дисковые ножи используют главным образом для резки пластичных и мягких материалов [2]. Лезвие при этом гладкое или с плавными зубьями. Чтобы условия резки были благоприятными, рекомендуется выбирать радиус диска ножа в 2,5 – 3 раза больше толщины разрезаемого материала. Окружные скорости ножа в основном используют в пределах $10...80 \text{ мс}^{-1}$. Круговые ножи удобны тем, что при соответствующей конструктивной форме они втягивают разрезаемый материал в зону резки. Плоские ножи широко применяются в пищевой промышленности. Работают они в большей части по принципу разрезания давлением или ножниц. Толщина ножа должна быть как можно меньше, так как при резании сопротивление сильно увеличивается. На силу резания влияет угол заточки резака ножа. Оптимальные параметры угла заточки ножа составляют $12...20^\circ$. При выборе оптимального режущего органа большое значение отводится также выбору материала ножа. При использовании ножа в пищевой промышленности он должен отвечать требованиям гигиены, быть износостойким и иметь незначительный коэффициент трения.

Дисковый режущий инструмент для дробления орехов изготавливают из холоднокатаной тонколистовой стали 65Г (отечественные) или нержавеющей 20Х13 (зарубежные) [3]. В процессе эксплуатации при одинаковых условиях ножи, изготовленные из разных сталей, выходит из строя по разным причинам.

Материалы и результаты исследования

Для сопоставительного анализа использовали новый режущий инструмент из конструкционной холоднокатаной тонколистовой стали 65Г и тот, который был изъят после эксплуатации.

Для количественного анализа структурных изменений в процессе эксплуатации в дисковых ножках была разработана методика математической обработки изображений [1], которая включала 17 групп цветов (0 – 9 относятся к ферриту, 10 – к аустениту и 11 – 16 к карбидной фазе) от 0 до 255.

С помощью регрессионного анализа проанализировали, как процентное содержание одного цвета зависит от изменения доли другого. Для этого рассматривали все переборы цветов во взаимодействии друг с другом.

При анализе внимание обращали на зависимости аустенита с другими фазами: 4-й, 5-й, 6-й, 9-й цвета (это феррит с разной долей углерода) определяли с одинаковым или отличающимся коэффициентом корреляции к аустениту. Показано, что 10-й цвет аустенита определяет долю карбидов (11-го цвета).

При проведении математического анализа стали 65Г выявлена зависимость (до эксплуатации) между ферритом, максимально насыщенным углеродом (9-й цвет) и аустенитом (10-й цвет). Связей феррита и карбидов не очень много, но они существуют. Феррит (9-го цвета) более сильно коррелирует с карбидом 11-го цвета (с минимальной концентрацией углерода).

В стали 65Г после эксплуатации также сохраняются сильные зависимости между 9-м цветом и 10-м, а также - 9-м и 11-м. При этом коэффициент корреляции в уравнениях регрессии значительно выше, чем у нового режущего инструмента. В то же время в режущем инструмента в результате деформации появилась сильная зависимость, которой не было в новом ноже. 10-й цвет аустенита определяет количество карбидов 11-го и 12-го цветов (с минимальной концентрацией углерода), что свидетельствует о его распаде с образованием этих карбидов при эксплуатации. В стали 65Г после эксплуатации выявлена зависимость между чистым ферритом и карбидами цементитного типа.

Анализируя значения функций (дивергенции, лапласиана, обобщенного градиента) для изображений при разных увеличениях, пришли к выводу, что все функции зависят от увеличения изображения на фотографии. С его увеличением возрастает и значение функций. Коэффициент корреляции хотя и небольшой, но он один и тот же для всех функций. Значение коэффициента регрессии положительно (то есть, с увеличением коэффициента увеличения возрастает и значение функции). Значение этого коэффициента регрессии зависит от среднего значения функции: чем она больше, тем больше коэффициент регрессии. Поэтому были посчитаны средние результаты (табл.1) для каждого образца отдельно по лезвию и основной части (основание и середина).

Таблица 1 - Значения средних исследованных функций

Цвет	Среднекв. отклонение цвета	Обоб- щенный градиент	Лапла- сиан	4-й лапласиан	Дивер- генция	Область ножа	Сталь 65Г
105.8	029.7	035.7	121.3	434.6	064.0	Лезвие	До экс- плуатации
128.9	030.6	038.3	130.7	460.9	069.0	Основная часть	
102.2	046.8	054.6	179.7	612.6	096.3	Лезвие	После эксплуата- ции
111.3	044.7	053.8	174.2	589.3	093.8	Основная часть	

Из табл.1 видно, что в результате эксплуатации происходит изменение среднего цвета (в результате уменьшения концентрации углерода), как по лезвию, так и основной части. Микрорентгеноспектральным анализом были получены данные, подтверждающие уменьшение количества углерода в режущей кромке, что соответствует выполненным результатам расчетов. Благодаря математической обработке изображений получена информация о том, что обезуглероживанию подвержены все области режущего инструмента. Среднеквадратичное отклонение (46,8) цвета свидетельствует о неравномерности процесса обезуглероживания.

Проведенное сравнение средних значений функций показало, что после эксплуатации значения всех функций в полтора раза больше, чем до эксплуатации. Это результат того, что на структуру ножа, кроме температуры, влияют и центробежные силы, возникающие при больших оборотах режущего инструмента. В результате данного исследования можно сделать вывод о том, что во время эксплуатации меняется структура стали как лезвия, так и основной его части. Причем изменения функций сравнимо с характером процессов, соответствующих термообработке [4].

Более детально сравнили функции до и после эксплуатации. Чтобы не учитывать коэффициент регрессии в зависимости от степени увеличения, сравнивали интересующие соотношения при одних и тех же степенях увеличения, оцениваемых структур, или близких к ним. Расчет сравнения провели для дивергенции. Для остальных функций величины сравнения практически такие же, как и для дивергенции. Сравнивали отношение дивергенции лезвия после эксплуатации к дивергенции до эксплуатации при увеличении 5000. Это отношение значений составляет 181.3 к 62.5, то есть изменяется в 2.9 раза. В результате установлено, что после длительной эксплуатации структура лезвия стала более хаотичной, имела место пластическая деформация, ползучесть, что характерно для термостойкой стали. В такой стали могут возникнуть пустоты (поры). Выявлено и трещинообразование.

При увеличении 5000 эти процессы выявляются в большей мере, чем при 2000 и 1000, что подтверждает факт локальности. Это характерно как для лезвия, так основания и середины дискового ножа.

При увеличении 5000 дивергенция, относящаяся к структуре стали 65Г после эксплуатации, значительно больше, чем до эксплуатации, как по лезвию, так и по основанию и середине, что свидетельствует о деформации всего ножа при эксплуатации. Однако по лезвию она значительно больше, чем по основанию и середине (почти в 1.8 раза). Это свидетельствует о том, что в лезвии в процессе эксплуатации происходит больше структурных изменений, чем в основанной части ножа.

В результате проведенного анализа получены данные о том, что в стали 65Г после эксплуатации наблюдается значительная пластическая деформация. О наличии такой деформации свидетельствуют выявленные одного цвета полосы скольжения (результат как заточки лезвия, так пластической деформации при эксплуатации) и устойчивая сетчатая структура.

В ходе работы были получены данные по распределению однородности структуры, на основании которых можно утверждать, что наибольшее число неоднородных структур принадлежит стали 65Г после эксплуатации (например, изображение лезвия при увеличении 5000, на котором однородность почти везде меньше 0.5). Это подтверждает вывод о значительных структурных изменениях в процессе эксплуатации и нестабильности карбидной фазы в стали 65Г.

Следует отметить, что в стали 65Г до эксплуатации (изображение при увеличении 10000) формируется заметное количество структур, на которых неоднородность меньше 0.5. Это связано со слишком большой степенью увеличения изображения режущей кромки (локальностью).

Рассматривали пиксели, для которых абсолютная величина дивергенции больше 255, что соответствует бейнитной или мартенситной структуре. Для этих дисков сомнительно, чтобы термообработка способствовала получению таких структур. В процессе эксплуатации возникают мелкие трещины, формируются пустоты, сталь довольно капризная. Бейнитные структуры могут образоваться и за счет локальных повышенных концентраций углерода, возникающих при колебаниях (вибрациях) диска в процессе эксплуатации.

Проведенным анализом изображения с максимальным количеством бейнитной или мартенситной структур, установлено, что они выявляются после эксплуатации, что характеризует особенности структурных изменений.

Сочетания цветов на фотографиях определенным образом связаны со структурой металла. Распределение цветов подчиняется правилам, которые соответствуют определенным законам физики. Используя распределение Бозе-Энштейна, применяемое в статистической физике, выполнено исследование различных сочетаний цветов вокруг общей точки. Расчет проведен для

9 точек: одна из которых расположена в центре и 8 точек вокруг нее. Максимальное количество сочетаний цветов для этих точек будет равно девяти.

После эксплуатации (особенно для основания и середины) есть смещение гистограмм вправо, т. е. в сторону увеличения сочетаний цветов. Выявляется больше сочетаний разных цветов (возрастает неоднородность структуры), чем до эксплуатации. Но в связи с разным увеличением сравнение смещения проводили по усредненным значениям в лезвии и остальным зонам гистограмм. Смещение гистограмм вправо свидетельствует о диффузионном характере изменения структуры после эксплуатации.

После эксплуатации стали 65Г в лезвии число сочетаний увеличилось в 1.2 раза, а в других зонах - в 1.45 раз. Можно обоснованно считать, что количество фаз пропорционально количеству сочетаний цветов. Такое изменение позволяет оценить характер диффузии. Она происходит из-за ползучести в результате вибрации диска.

На основании полученных данных по сочетанию цветов вокруг общей точки с учетом полученных гистограмм, проведено сравнение изображений с помощью критерия Колмогорова [5]. Рассматривали все сочетания фотографий по две. Для каждого сочетания производили сравнение гистограмм цветов (первой и второй гистограмм Бозе), то есть вычисляли вероятности совпадений. Результаты этого расчета приведен в табл. 2. В ней представлены вероятности только тех, сочетаний фотографий, для которых вероятности больше 0.5. Таких результатов оказалось 9.

Гистограммы Бозе в сочетании с гистограммой цветов с помощью критерия Колмогорова, даже без учета распределения исследованных функций, дают представление об идентичности анализируемых фотографий.

Из табл.2 видно, что гистограммы лезвия 01 совпадают с гистограммами лезвия 04 (сталь 65Г до эксплуатации), а также с гистограммами лезвия 12 (сталь 65Г после эксплуатации).

С небольшой вероятностью (0.5) отмечается совпадение изображений лезвия нового ножа 02 и 03, а также лезвия фото 03 с лезвием после эксплуатации 15.

Похожи между собой изображения структуры основания (06) нового ножа с серединой (11), а также основание (18) и середина (20) ножа после эксплуатации.

Выявлено совпадение средних частей ножей нового (10) и после эксплуатации (20).

Проанализировав данные табл. 2, можно сделать вывод, что лезвие и основная часть ножа (середина и основание) очень редко похожи. Из 190 комбинаций очень мало совпадений, т.е. структура лезвия и остальных частей ножа (середина, основание) мало похожи. Существенно отличаются структурой ножи до и после эксплуатации.

Таблица 2 - Результаты анализа похожих фотографий по гистограммам цветов и Бозе

№ 1 фото	№ 2 фото	Вероятность совпадения	Увеличение фото 1	Увеличение фото 2
01	04	1.0	2000	2000
01	12	1.0	2000	2000
02	03	0.5	500	1000
02	08	1.0	500	100
03	15	0.5	1000	3000
04	12	0.9	2000	2000
06	11	0.8	500	5000
10	20	1.0	10000	5000
18	20	0.8	5000	05000

Гистограммы Бозе в сочетании с критерием Колмогорова дают представление об идентичности анализируемых фотографий.

Нейтральность и числа нейтральности можно отнести к объективной физической характеристике стали. Нейтральность связана с процессами, происходящими в структуре при термообработке и эксплуатации (пластической деформации, сопровождаемой процессами текучести, порообразованием и диффузией углерода).

Анализируя свойства нейтральности фотографий, было обнаружено, что если взять точки рисунка только для отрицательных и только для положительных лапласианов, то первый будет заметно ярче второго. Это говорит о том, что точек с отрицательным лапласианом заметно меньше и они ярче. Для четвертого лапласиана картина обратная. Выявлено, что точки на фотографии, соответствующие отрицательным лапласианам, смещены в сторону расположения карбидов, а соответствующие положительным лапласианам – в сторону феррита. Смещение цветов показывает, что к большим по абсолютной величине лапласианов относится меньшее число точек. После эксплуатации заметно увеличивается смещение (разность) цветов, что указывает на структурные превращения.

Рассмотрены коэффициенты множественной корреляции между отношением числа точек с отрицательным лапласианом к числу точек с положительным лапласианом, алгебраической величиной нейтральности (с учетом знака), абсолютной величиной нейтральности, однородностью и процентом общей доли феррита, аустенита, карбида. Для всех изображений при разных увеличениях коэффициенты корреляции изменяются в пределах от 0.3 до 1 (в отдельных случаях). Средние значения коэффициентов корреляции для материалов ножей до- и после эксплуатации, в лезвии и основной части ножа изменяются в пределах от 0.4 до 0.7.

Проведен анализ влияния и значимости факторов для анализируемых структурных составляющих. Нельзя однозначно сказать, какой из факторов наиболее значимый. Для разных случаев значимы фазы феррита, для других аустенита, для третьих - карбида. Средние значения значимости фаз по исследуемым образцам приведены в табл. 3.

Таблица 3 - Средние значения значимости факторов в лезвие и основной части исследуемых ножей до и после эксплуатации

Фактор	феррит	аустенит	карбид	Область ножа	Примечание
Отношением числа точек с отрицательным лапласианом к числу точек с положительным лапласианом	1.6	1.1	2.0	Лезвие	До эксплуатации
	1.1	1.9	2.3	Основная часть	
	1.3	1.2	1.4	Лезвие	После эксплуатации
	1.1	1.0	1.0	Основная часть	
Алгебраическая величина нейтральности	1.1	1.0	1.1	Лезвие	До эксплуатации
	1.4	1.5	1.2	Основная часть	
	1.3	1.2	1.6	Лезвие	После эксплуатации
	1.1	1.1	1.3	Основная часть	
Абсолютная величина нейтральности	1.6	1.1	1.8	Лезвие	До эксплуатации
	1.6	2.4	2.2	Основная часть	
	1.5	1.1	1.6	Лезвие	После эксплуатации
	1.2	1.1	1.1	Основная часть	
Однородность	1.2	1.4	1.4	Лезвие	До эксплуатации
	1.1	1.2	1.2	Основная часть	
	1.0	1.1	1.8	Лезвие	После эксплуатации
	1.2	1.3	1.2	Основная часть	

Чем больше показатель отличается от 1, тем интенсивнее влияние фактора. То, что однородность влияет на цвет, подтверждено и другими работами [4,6]. Новизна этих исследований заключается в том, что впервые, введенные в расчет новые три фактора, несомненно, являются физически значимыми. Из табл.5 видно, что каждый из введенных факторов по-своему влияет как в лезвиях, так и в зонах основания и середины для разных анализируемых вариантов. При этом влияние заметно.

Рассмотрен еще один аналитический метод для выявления изменения концентрации углерода в фазах. Разложение гистограмм по трем базисам дает представление о том, из каких основных сочетаний фаз состоит фрагмент 10 на 10 пикселей. Для каждого фрагмента строили гистограмму цветов. Она состоит из 16 интервалов с цветом от 0 до 255. Точно так же, ее строили для всей фотографии. Выбор базисных гистограмм производили

по каждому из 16 цветов. Из всех фрагментов выбирали тот, для которого процент рассматриваемого цвета был наибольшим. Базисными гистограммами были те, на которых содержание рассматриваемого цвета было близко или равно 100 %. Выбор тех трех базисов, для которых величина квадратичного отклонения, была бы минимальной, производили путем перебора всех 16 базисов по 3. В результате получили для каждой фотографии список сочетаний базисов и фрагментов, относящихся к каждому сочетанию. Обычно 5 сочетаний базисов достаточно, чтобы охватить основную массу фрагментов. В результате проведенного анализа был сделан вывод, что в лезвие, середину и основание, в основном, входят похожие базисы. На фрагментах 10 на 10 пикселей изображений ножей основной фазой является феррит с небольшой долей карбидов. Аустенит выявлен только локально в ноже лезвия при увеличении 5000.

С помощью математической обработки изображений получены данные о том, что происходит деформация всего ножа при эксплуатации. В лезвии она значительно больше, чем в зоне основания и середины. Это свидетельствует о том, что в лезвии после заточки и последующей эксплуатации происходит больше структурных изменений, чем в основанной части ножа. Анализ изображений при больших увеличениях подтвердил локальное изменение структуры.

Заключение

1. С помощью математической обработки был проведен сопоставительный анализ металлографических изображений ножей, изготовленных из стали 65Г до- и после эксплуатации. Показано, что структура стали до эксплуатации значительно отличается от формируемой после эксплуатации.

2. При проведении анализа установлено, как процентное содержание одного цвета зависит от доли другого. В обоих ножах выявлена зависимость между ферритом, максимально насыщенным углеродом с аустенитом, а также карбидами с минимальной концентрацией углерода. При эксплуатации аустенит распадается с образованием этих карбидов.

3. Выполнено исследование различных сочетаний цветов на фотографиях, используя распределение Бозе-Энштейна. Полученные данные об увеличении сочетаний разных цветов после эксплуатации свидетельствует о неоднородности структуры. Анализ гистограммы Бозе в сочетании с гистограммой цветов с помощью критерия Колмогорова показал существенное отличие структуры ножей до и после эксплуатации.

4. Проведен подбор основных сочетаний фаз на фрагментах 10 на 10 пикселей для выявления в них изменения концентрации углерода. Разложением гистограмм по трем базисам получили пять основных сочетаний, на основе феррита и карбидов.

Литература

1. Скобло Т.С. Методика математической оценки фазового состава стали /Т.С.Скобло, Е.Л.Белкин, С.П.Романюк // Вісник ХНТУСГ: [«Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві»]. - Випуск 146. – Харків, 2014. - С.8-24.
2. Оборудование для механической переработки в пищевых производствах: [учеб. пособие] / В.Н. Долгунин, В.Я. Борщев, А.Н. Куди, О.О. Иванов.– Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн.ун-та, 2005. – 80 с.
3. Скобло Т. С. Процессы, происходящие в тонкостенных ножах при их изготовлении и эксплуатации /Т.С.Скобло, С.П.Романюк, Е.Л.Белкин, А.И.Сидашенко //Промышленность в ФОКУСЕ.– 2014. – № 3. - С.54-57.
4. Скобло Т.С., Ключко О.Ю., Белкин Е.Л. Применение компьютерного анализа металлографических изображений при исследовании структуры высокохромистого чугуна //Заводская лаборатория. Диагностика материалов.–2012.-№ 6 (78).- С.35-42.
5. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика/ А.И. Кобзарь. — М.: Физматлит, 2006. — 816с.
6. Скобло Т.С., Ключко О.Ю., Белкин Е.Л. Исследование структуры высокохромистого комплекснолегированного чугуна с применением методов математического анализа //Сталь.–2012.-№ 3 -С. 46-52.

Abstract

The analysis of structural changes in the operation of the cutting tool used for nuts crushing in the confectionery industry of structural steel 65Mg is carried out. Using the mathematical methods the quantitative estimation of deformation degree different blade areas is carried out.

УДК 621. 629.3; 669.54. 793

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

С.К. Тойгамбаев¹, к.т.н., профессор,

С.О. Нукешев², д.т.н., доцент, С.Н. Романюк², аспирант

*¹Московский государственный университет природообустройства,
г. Москва, Российская Федерация, ²Казахский агротехнический
университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан*

В статье приводится краткий анализ существующих способов восстановления бронзовых подшипников скольжения. Изложены некоторые результаты исследований и опытов в области восстановления их работоспособности. Предлагаются конструктивные решения приспособлений для восстановления подшипников скольжения.

Введение

Применение прогрессивных технологий при восстановлении изношенных деталей в 5...8 раз сокращает количество операций по сравнению с их изготовлением, 10...20 раз снижает расход материалов. В результате применения ремонтных технологий себестоимость восстановления многих деталей составляет 60...80% от себестоимости новых. В настоящее время разработка новых технологий ремонта изношенных деталей или совершенствование существующих восстановительных операций становится ещё более актуальной.

Большинство деталей выходит из строя из-за потери функциональных свойств, связанных с износом сопрягаемых поверхностей. Поэтому, как правило, рекомендуемые ремонтные технологии связаны с восстановлением изношенных поверхностей до их номинального размера. При этом одновременно становится задача повысить износостойкость восстанавливаемой поверхности по сравнению с новой. Это особенно важно при ремонте деталей, изготовленных из достаточно дефицитных материалов (цветные сплавы). Чаще всего конструкции этих деталей представляют собой бронзовые подшипники скольжения в виде втулок, которые нашли широкое применение в сельскохозяйственных, транспортных и технологических машинах. Они способны воспринимать значительные знакопеременные нагрузки, выдерживать высокие скоростные и температурные режимы, работать в условиях недостаточной смазки, в присутствии абразива, воды и других агрессивных сред, благодаря низкому коэффициенту трения, хорошей сопротивляемости износу и коррозии, высоким механическим и технологическим свойствам [1, 2]. Указанные преимущества позволяют использовать бронзовые подшипниковые втулки в двигателях (втулка верхней головки шатуна, втулка турбокомпрессора), в тяжелонагруженных узлах трения (втулки опорных и поддерживающих катков, подъемных стрел, поворотной платформы экскаватора, втулки балансиров, опорных кареток и натяжных колес тракторов). Например, только в одном экскаваторе ЭО - 5111 в опорных роликах гусеничной тележки используется 24 бронзовые втулки, в поддерживающих роликах – 6 втулок и в ведущих и направляющих колёсах – 10 штук. В большинстве случаев бронзовые подшипниковые втулки имеют цилиндрическую форму с гладкими наружными и внутренними поверхностями. Иногда конструктивное исполнение предусматривает маслосъемную канавку на внутренней поверхности. При эксплуатации машин происходит износ внутренней рабочей поверхности бронзовых втулок, пределы работы которых рекомендуют подразделять на 3 категории, исходя из его величины на диаметр:

- 1 – втулки, работоспособность которых прекращается при износе до 0,1 мм;
- 2 – втулки, теряющие работоспособность при износе до 2,0 мм;
- 3 – втулки с износом более 2,0 мм.

Диаметр втулок колеблется от 20 до 250 мм, масса от 0,070 до 8 кг.

В настоящее время в промышленности используется большое количество различных марок бронз. Наиболее распространенные среди них оловянистые бронзы - БрОЦС5-5-5, БрОЦС6-6-3, БрОЦС4-4-2, алюмино-железистые бронзы - БрАЖ9-4, БрАЖМц1-3-1,5), свинцовистые бронзы - БрС-30.

Все указанные марки бронз обладают высокими антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью, прочностью и хорошей теплопроводностью. Анализ номенклатуры деталей бронзовых подшипниковых втулок, используемых в тяжелонагруженных узлах машин показал, что наиболее часто применяются оловянистые и алюминиевые бронзы (БрОЦС5-5-5, БрАЖ9-4).

Основная часть

В настоящее время самым распространенным способом при восстановлении работоспособности агрегата или сборочной единицы, в котором вышла из строя бронзовая подшипниковая втулка, является замена изношенной втулки новой, изготовленной из заготовки аналогичной марки бронзы. Однако высокая стоимость изготовления новой втулки делает этот способ крайне неэкономичным. За последние 15...20 лет в ремонтном производстве накопился определенный опыт восстановления изношенных бронзовых деталей: осадка, обкатка, заливка, а также бронзовые втулки восстанавливают и термодиффузионными способами, наплавкой и напеканием. Выбор рационального способа восстановления зависит и от конструктивно – технологических особенностей рабочей поверхности деталей: формы и размера, состава бронзы и вида термообработки, поверхностной твердости и шероховатости, плотности и пористости, от условий работы и вида трения, величины износа и, что немаловажно от стоимости восстановления. Для учета всех этих факторов обычно рекомендуется последовательно пользоваться тремя критериями:

- технологическим критерием или критерием применимости;
- критерием долговечности;
- технико-экономическим критерием (отношением стоимости восстановления к коэффициенту долговечности) [2].

В практике ремонтного производства существуют большое количество способов восстановления бронзовых подшипников скольжения. На рисунке 1 указаны способы, которые имеют наиболее широкое применение.

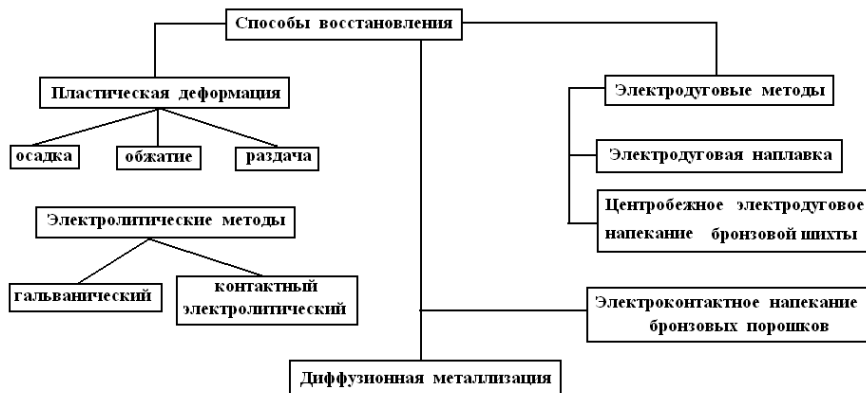


Рисунок 1 – Основные способы восстановления бронзовых подшипников скольжения

Наиболее простым методом восстановления бронзовых подшипников скольжения является метод пластической деформации.

Пластическую деформацию втулок выполняют как в холодном, так и в горячем состоянии. Основными видами пластической деформирования являются осадка и обжатие.

Для осадки втулок применяют гидравлические прессы с усилием в 20...40 МПа.

Величину давления при осадке определяют по формуле:

$$P = \sigma_t (1 + d / 6 \cdot \ell) ; \text{ МПа} \quad (1)$$

где σ_t – предел текучести материала детали, МПа;

d – наружный диаметр втулки после осадки, мм;

ℓ – длина втулки, мм.

Результатом обжатия втулок является уменьшение их наружного и внутреннего диаметров в результате пластической деформации. Технология восстановления втулок этим методом предполагает продавливание их через цилиндрические отверстия заданного диаметра Добж. Следовательно, изменение наружного диаметра составит:

$$\Delta \text{обж} = D_0 - D \text{ обж} \quad (2)$$

При обжатии, в результате пластической деформации, происходит некоторое вытягивание втулки в длину и увеличение толщины стенки.

Отметим, что для того, чтобы втулку можно было восстановить, внутренний диаметр должен оказаться меньше исходного $d_{\text{ном}}$ по чертежу втулки, чтобы после запрессовки и расточки втулки в составе блока, ее внутренний диаметр снова вернулся к исходному значению d_0 .

Технология восстановления втулок обжатием предполагает продавливание их через цилиндрические отверстия определенного диаметра деформирующего элемента (матрицу). Среди известных конструкций обжимок, матрица является неподвижным элементом. На кафедре «Технологии металлов и ремонта машин» МГУ Природообустройства проводятся исследования по разработке различных технологий восстановления бронзовых подшипников скольжения. Одним из направлений по этой тематике являются исследования по воздействию пластической деформации с помощью вращающихся матриц при восстановлении бронзовых втулок. В качестве обжимного элемента рекомендуется использовать вращающиеся матрицы (рисунок 2), принципиальная схема обжима втулок показана на рисунке 3, на рисунке 4 – ручка привода роликов.

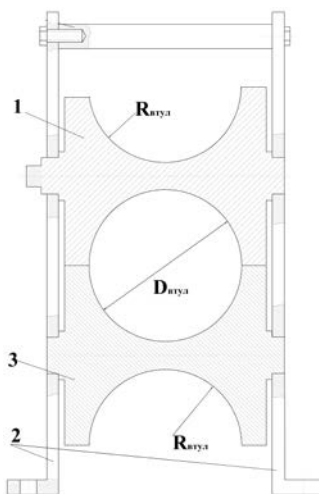


Рисунок 2 – Продольный разрез установки для обжатия втулок вращающимися матрицами:

1 – верхний ролик, 2- вертикальные стойки, 3 – нижний ролик

Данный метод отличается простотой и доступностью в использовании, однако он не всегда применим, и сочетание других методов при восстановлении бронзовых подшипников скольжения просто необходимо. Например, для сопряжения, воспринимающих значительные удельные нагрузки, уменьшение длины втулок допускается не более чем на 5...8%, для менее нагруженных втулок – на 10...15% от их первоначальной длины. С уменьшением длины осаживаемой втулки за счет уменьшения площади ее поверхности, резко увеличивается давление вала на втулку, что вызывает повышенный износ и сокращение ресурса втулки.

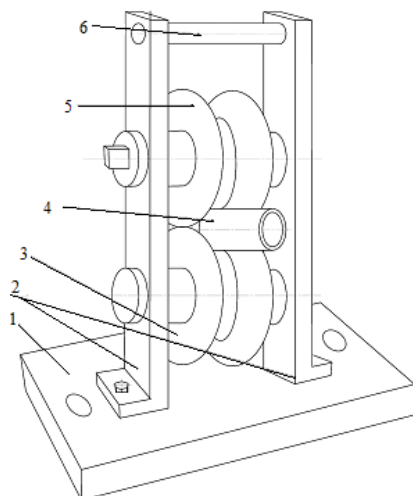


Рисунок 3 – Общий вид установки для обжатия втулок вращающимися матрицами:

1 – стальная платформа, 2- вертикальные стойки, 3 – нижний ролик, 4 –
восстанавливаемая втулка, 5 – верхний ролик, 6 – упорная планка

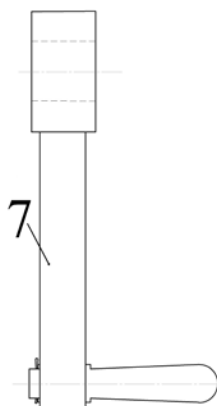


Рисунок 4 – Ручка
привода роликовой
матрицы

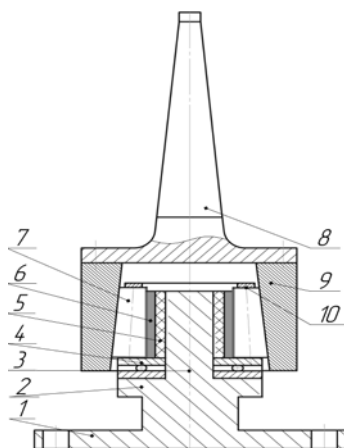


Рисунок 5 – Многороликовая обкатка бронзовых
подшипников скольжения:

1- нижняя платформа опоры- матрицы, 2- верхняя
платформа опоры-матрицы, 3- ствол опоры-матрицы, 4-
упорный подшипник, 5- гидропласт, 6- втулка для
обжима, 7- деформирующий ролик, 8- нажимной конус,
9- коническая оправка, 10- сепаратор

Поэтому данным способом рекомендуется восстанавливать бронзовые втулки с внутренним диаметром до 60 мм и величиной износа до 0,2 мм.

Процесс обжатия втулок предусматривает уменьшение их наружного и внутреннего диаметра в результате пластической деформации. Наиболее часто встречающаяся рекомендация в литературе – это обжатие с помощью конусной матрицы [3].

Однако конкретных исследований по предлагаемой схеме обжатия бронзовых втулок не встречается.

С целью разработки различных технологий восстановления бронзовых подшипников скольжения, проводятся исследования по воздействию пластической деформации с помощью роликовых инструментов (рисунок 5). В конструкции предусмотрены конические деформирующие ролики 7, количество которых зависит от наружного диаметра деформируемой поверхности бронзовой втулки 6.

Но особенностью данной конструкции является одновременная деформация наружной поверхности втулки по всей ее длине за счет сочетания конических деформирующих роликов 7 и нажимного конического конуса 8, при перемещении которого по образующей роликов создаются радиальные осевые силы, вызывающие пластическую деформацию металла наружной поверхности втулки.

Вращение деформирующих роликов вокруг наружной поверхности втулки и плавное нагружение радиальной силой этой поверхности за счет различной скорости перемещения нажимного конического конуса создает условие, позволяющее проводить процесс обжима наружной поверхности втулки на различную величину.

Заключение

Представлены новые технологии по изучению режимов обжатия бронзовых втулок, изменению их физико-механических свойств после обкатывания и обжатия, позволяющие разработать технологический процесс восстановления бронзовых подшипников скольжения.

Литература

1. Бурумкулов, Ф.Х. Работоспособность и долговечность восстановленных деталей и сборочных единиц машин / Ф.Х. Бурумкулов, П.П. Лезин П.П. - Мордовский университет, 1993. – 120 с.
2. Технология ремонта машин / Е.А. Пучин [и др.], часть 1. М.: УМЦ Триада. - 2006. Ч.1. – 346 с.
3. Аверкин, Ю.А. Исследования обжима полых цилиндрических заготовок / Ю.А. Аверкин // Инженерные методы расчёта процессов обработки металлов давлением: Сб. научных трудов. М.: Машгиз. – 1957. – С.167-190.

Abstract

The article gives a brief analysis of existing methods of recovery bronze bearings. Some results of the researches and experiments in the field of restoration of working capacity of the bearings. Offers design solutions devices for recovery bearings.

УДК 620.178

**МАШИНА ТРЕНИЯ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АПК**

**В.М. Сорокин¹, д.т.н., профессор, А.А. Тихонов¹, к.т.н., доцент,
В.В. Иванов¹, к.т.н., доцент, Н.М. Тудакова², к.т.н., доцент,
А.В. Михеев², к.т.н., доцент, В.А. Зотова², к.т.н., доцент**

*Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Ниже-
городский государственный технический университет им. Р.И. Алексеева,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Приводится описание новой конструкции машины трения для уско-
ренных испытаний материалов и результаты ее апробации.*

Современная сложная машина типа автомобиля или трактора, а также сложный прибор, агрегат (двигатель или трансмиссия) подвергаются в процессе производства длительным ресурсным испытаниям различных видов (доводочные, определительные, исследовательские и др.), поэтому пути сокращения их продолжительности имеют важное значение [1,2].

Один из очевидных путей сокращения длительности всего комплекса испытаний – увеличение числа одновременно испытываемых изделий или образцов, в том числе одновременно по времени, в одном цикле, в различных условиях нагружения, смазывания и других факторах. С этой целью, на основе анализа литературных источников, патентов, профессором В.М. Сорокиным с сотрудниками была разработана, изготовлена и апробирована многопозиционная, многоцелевая машина трения (ММТ) для проведения многофункциональных трибологических испытаний образцов, обеспечивающая высокую производительность, точность и достоверность результатов испытаний (заявление на выдачу патента РФ от 21.03.2014г.).

Конструктивная схема разработанной ММТ изображена на рис.1. Она состоит из основания 1, на котором закреплены опоры 2, обеспечивающие свободное вращение от электродвигателя 3 вала 4 с образцами 5, к которым поджимаются узлом прижима 6 контробразцы 7, шарнирно установленные в профрезерованные гнезда в стаканах 8. Стаканы закреплены с

помощью гаек 9 и стопорных винтов 10 в отверстиях, равномерно расположенных с шагом ℓ вдоль по длине вертикальных стенок держателей 11, закрепленных винтами и шпильками (не показаны) на основании 1 по обе стороны от вала 4, строго параллельно его продольной оси. Держатели смещены относительно друг друга вдоль оси вала на величину $\ell/2$, создавая, тем самым, только одну пару трения в плоскости контакта образца 5 и контробразца 7.

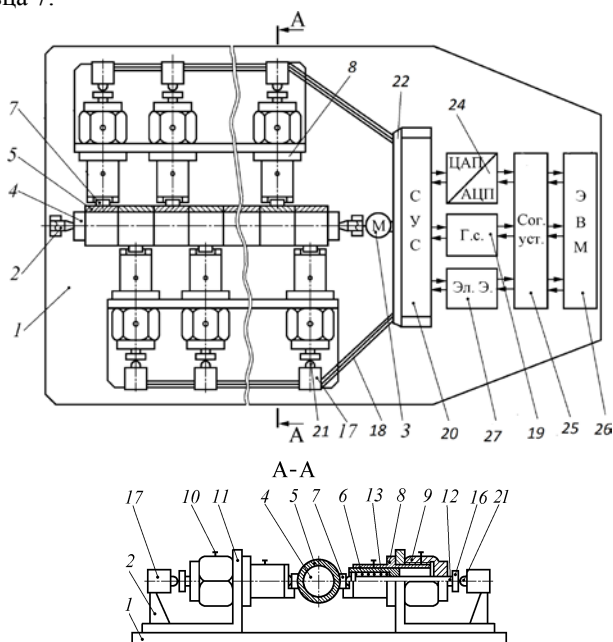


Рисунок 1 - Конструктивная схема разработанной ММТ

Каждая пара трения состоит из образца в виде кольца (втулки) 5, неподвижно установленного на валу 4 и контробразца 7, представляющего собой вырезанную по форме образца площадку в виде вогнутой пластины. Поверхности трения каждой пары (образец-контробразец) могут быть обработаны разными заданными методами и режимами и, следовательно, иметь различное заданное состояние по параметрам шероховатости, микротвердости, напряженному состоянию и др. При этом нагружение каждой пары выполняется автономно, независимо друг от друга, и может осуществляться с разной нагрузкой, и отличаться условиями смазывания.

Узел прижима 6, содержащий толкатель 12, выполненный ступенчатым с цилиндрическим пояском, пружину 13 и оправку 14, установлен в стаканах 8

с возможностью поджатия и фиксации винтом 15, обеспечивая при этом предварительный поджим сферическим концом толкателя 12 испытываемых образцов 5 и 7 друг к другу перед началом нагружения и испытаний. Другим концом толкатель 12 соединен с силоизмерителем 16 и штоком 21 гидроцилиндра 17, входящий в систему нагружения и управления ММТ.

Механизм нагружения для каждой пары трения выполнен автономным и содержит гидроцилиндр 17 одностороннего действия, соединенный трубопроводами 18 с гидростанцией 19 через блок станции управления системой 20 (СУС). Шток гидроцилиндра 17 шарнирно связан с силоизмерителем 16, содержащим тензодатчики Т1-Т4, включенные по мостовой схеме, для измерения сил нагружения пары трения и отслеживания изменений в процессе испытаний. Любые изменения сил нагружения фиксируются тензодатчиками силоизмерителя 16 и поступают через переключатели на блоки усиления аналогового сигнала, смонтированные на СУС (20), затем в аналогоцифровой/цифроаналоговый преобразователь и через согласующее устройство 25 (СУ) на ЭВМ/управляющий компьютер 26, который обрабатывает поступающие данные в соответствии с программой управления эксперимента. Нагружение и отслеживание изменений силы нагружения на испытуемый образец (обратная связь) производится от ЭВМ через СУ, гидростанцию (ГС), связанную трубопроводами 18 с гидроцилиндром 17, шток которого упирается в силоизмеритель и затем через толкатель 12 узла прижима 6 контрообразца 7 передается на образец 5.

Электропитание систем ММТ осуществляется от электросети через блок подачи электроэнергии 27.

Согласующее устройство 25 (СУ) обеспечивает необходимое количество каналов ввода-вывода для подключения внешних блоков-устройств ММТ и выполняет функции согласования уровней выходных сигналов, поступающих в управляющий компьютер с АЦП, а так же выходных сигналов, поступающих из управляющего компьютера на блоки управления приводами машины трения электромотора 3 и гидроцилиндром 17.

В нашей конкретной ММТ применили следующие компоненты: управляющий компьютер класса Pentium; согласующее устройство выполнено в виде интерфейсной платы, устанавливаемой на системной шине компьютера управления, построенной на микросхеме портов ввода-вывода КР580ВВ55А, имеющей 24 канала программного ввода-вывода; для измерения нагрузки применили датчики-мосты на базе тензорезисторов типа 2ПКП-15-120Х, усилители аналогового сигнала типа ТА-5 и АЦП типа Ф7077/1; в системе управления применили двигатели АЕGS026/48 и модули управления MI06 немецкой фирмы Ketoelectronic.

Устройство работает следующим образом.

Перед началом испытания машина трения находится в исходном состоянии. Шток гидроцилиндра 17 находится в крайнем верхнем положении. Производится установка вала 4 с зацепленными на нем образцами 5 в центра опор 2 и контробразцов 7 в гнезда стаканов 8.

Дальнейшая работа ММТ осуществляется в автоматическом режиме в соответствии с алгоритмом испытания, обеспечение которого возлагается на программу управления, функционирующую от компьютера 26.

Первым шагом алгоритма испытания является тарировка силоизмерителя 16, которая производится перед каждым испытанием и заключается в определении нулевой точки отсчета измерителя силы нагружения.

Вторым шагом алгоритма испытания является приведение образцов 5 и 7 в контакт и установка силы нагружения, для чего компьютер 26 формирует и передает через интерфейсную плату согласующего устройства 25 сигналы управления модулю управления гидростанцией 20, обеспечивающей подачу жидкости в гидроцилиндр 17, поршень которого сжимает пружину в цилиндре (не показана), при этом шток 21, перемещаясь, воздействует на силоизмеритель 16, толкатель 12, обеспечивает заданное усилие на образцах пары трения.

Затем с электростанции 27 через СУС 20 подается электроток на двигатель 3 и производится включение вращения вала 4 с образцами 5.

Изменение силы нагружения в процессе испытаний из-за износа образцов 5 и 7 фиксируется тензометрическим измерителем силы 16, аналоговый сигнал с которого поступает на усилитель, преобразуется аналого-цифровым преобразователем и поступает в цифровой виде через согласующее устройство 25 в управляющий компьютер 26, на котором функционирует программа управления экспериментом.

Далее программным путем осуществляется анализ достигнутого значения нагружающей силы и производится включение гидростанции для восстановления нагружающей силы или увеличения ее в случае необходимости.

После окончания программы испытания производится возврат рабочих органов машины трения в исходное состояние, для чего компьютер 26 формирует управляющие сигналы, передаваемые через согласующее устройство 25 для модулей 19, 20, 24 и 27, обеспечивающих работу гидроцилиндра 17 и электродвигателя 3, которые управляют нагружением и движением образцов 5 и 7.

Для подтверждения эффективности предложенной ММТ проводили исследования. К образцам (втулкам) с наружным диаметром 80-100 мм, установленным на валу, прижимались с заданным усилием контробразцы размером 12x10 мм, вырезанные электроискровым способом из натурных деталей (валы, гильзы). Трущиеся поверхности образцов подвергали антифрикционной обработке (см. таблицу), контробразцы антифрикционной обработке не подвергали. Скорость вращения образцов варьировалась в

пределах 0,6-1,0 м/с; усилие при нагружении – от 6 до 10 МПа (при испытаниях на износ); время испытаний 160-180 часов при смазке маслом МС-1 (1-2 капли в течение 30 минут).

Величину износа образцов и контрообразцов определяли путём взвешивания на аналитических весах до и после испытаний (весовой метод), а также методом измерения микрометрами или индикаторами с ценой деления 0,001 мм (линейный метод). Интенсивность изнашивания и коэффициент трения – по стандартной методике ИМАШ. Испытания на задиростойкость – по методике, изложенной в [2]. Повышение производительности оценивалось сравнением суммарного времени испытаний одинакового количества пар трения на разных установках.

Результаты всех испытаний частично приведены в таблице.

Анализ данных таблицы и работ других исследователей (Д.Н. Гаркунова, И.В. Крагельского, В.Г. Мельникова и др.) показал, что предложенная ММТ позволяет получать достоверные результаты при исследованиях трибологических свойств материалов, а высокая эффективность по производительности, точности достигается благодаря конструктивно-технологическим особенностям машины трения.

Таблица - Результаты испытаний образцов (8-16 пар трения)

Материал		Интенсивность изнашивания, $\text{мм}^3/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot 10^{-3}$	Задиростойкость Z_d , сек. (среднее)	Повышение эффективности испытаний в сравнении с ранее выполненными на СМЦ-2,	
Образец	Финишная обработка образца			Снижение времени (в разы)	повышение точности результатов; %
Контр образец	Шлифование + вибронакатывание $Ra=0,15-0,2$ мкм	8,5 - 9,6	15,2	8-16	7-10
	Шлифование $Ra=0,4-0,6$ мкм + ФАБО (меднение) $b=3-4$ мкм	3,8-4,2	122,4		
Сталь 45	Шлифование $Ra=0,8-1,2$ мкм + вибронакатывание с раствором CuCl_2	1,62-1,74	187,6		
Сталь 30ХГСА	Растачивание + вибродорнование раствор $\text{Cu}+\text{MoS}_2$	1,53-1,64	190,5		
Сталь 30ХГСА					
Чугуны (HB280) высоколегир.					
Сталь 45					
Сталь 40Х					

Литература

1. Кугель Р.В., Испытания на надёжность машин и их элементов. М.: Машиностроение. 1982. – 181 с.
2. Сорокин В.М., Зотова В.А., Михеев А.В. и др. Методика и результаты сравнительных испытаний на износо- и задиристость гильз и цилиндров после комбинированной обработки. Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика. Ч.2, СПб.: изд. Политехнического университета, 2012. – с. 311-316.

Abstract

The presented description the new construction machine friction for accelerations tests materials and results of approval.

УДК 621.391.92.03

ВИБРОДУГОВАЯ НАПЛАВКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА И МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ПАСТ – ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН

*Н.В. Титов, к.т.н., доцент, А.В. Коломейченко, д.т.н., профессор
ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»,
г. Орел, Российская Федерация*

В статье представлен перспективный способ упрочнения рабочих органов машин, работающих в условиях прямого воздействия абразивных частиц. Показано, что упрочненные данным способом стрельчатые лапы культиваторов имеют в среднем в 1,5...1,9 раза более высокую износостойкость, чем серийные неупрочненные лапы.

При эксплуатации почвообрабатывающих и многих других машин (дорожно-строительных и мелиоративных, для внесения удобрений, очистки животноводческих ферм и т.д.) их рабочие органы вследствие воздействия абразивных частиц интенсивно изнашиваются. Это приводит к простоям техники, а также к значительным затратам на новые запасные части. Поэтому разработка и внедрение технологий упрочнения рабочих органов данных машин является актуальной задачей, решение которой имеет большое значение для различных отраслей.

В связи с интенсивным развитием фермерских хозяйств и малых сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности возникает необходимость упрочнения рабочих органов машин для увеличения их наработки в

условиях мелкосерийного производства. Для решения этой задачи в ГНУ ГОСНИТИ разработаны технология и оборудование для скоростного электродугового упрочнения (ЭДУ) рабочих органов. Сущность ЭДУ заключается в термодиффузионном насыщении поверхности детали углеродом за счет испарения графитового электрода при горении прямой или косвенной дуги [1]. При использовании ЭДУ обеспечивается высокая производительность процесса, а разработанное оборудование отличается простотой конструкции, невысокой стоимостью и мобильностью. Вместе с тем, скоростное ЭДУ обеспечивает твердость упрочняемой поверхности не выше 53..56 HRC, что для многих рабочих органов оказывается недостаточным.

Значительно повысить твердость и износостойкость рабочих органов машин позволяет современный инновационный способ упрочнения – вибродуговая наплавка (ВДН) с использованием графитового электрода и металлокерамических паст (МКП). Сущность способа заключается в следующем. Вначале на режущую кромку рабочего органа наносится МКП, которая высушивается до затвердевания. Затем между упрочняемой поверхностью с нанесенной МКП и графитовым электродом установки зажигается электрическая дуга. При ее горении происходит как ВДН с получением металлокерамического покрытия, так и термодиффузионное насыщение металла рабочего органа легирующими элементами, входящими в состав МКП, и углеродом за счет его диффузии вследствие сублимации графитового электрода [2, 3]. Применение при ВДН металлокерамических материалов в виде паст обусловлено их очень высокой стойкостью к абразивному и коррозионно-механическому изнашиванию.

В состав МКП входит стальная матрица (наплавочный порошок), оксиды алюминия Al_2O_3 и кремния SiO_2 , карбид бора B_4C , являющиеся керамическими компонентами, а также азот и алюминий (легирующие компоненты). Связующим веществом является 50% водный раствор клея ПВА. Матрица служит противоударным, удерживающим и композитным каркасом МКП. Поэтому в качестве матричного материала целесообразно использовать стальные наплавочные порошки с высокой твердостью и абразивной стойкостью. Керамические компоненты вводятся в состав МКП из-за их высокой твердости. Они обеспечивают упрочненным рабочим органам соответствующие износо- и коррозионную стойкость. Наиболее предпочтительным является использование карбида бора, но его стоимость несколько выше, чем цена оксидов алюминия и кремния. Вместе с тем, при использовании последних хуже зажигается и горит электрическая дуга, что приводит к некоторому снижению износостойкости упрочненного рабочего органа. Использование в составе МКП веществ, содержащих азот (например, нитрата аммония NH_4NO_3 или карбамида NH_2CONH_2) связано с тем, что при их термодиссоциации азот образует нитриды Fe_4N , Fe_3N , Si_3N_4

и др., которые также являются упрочняющими компонентами. Алюминий используется для раскисления железа, а также образования керамической фазы путём превращения его в оксид алюминия Al_2O_3 и, при последующем расплавлении, в корунд. Последний в минералогической таблице по твёрдости занимает 9-е место, что очень близко к твёрдости алмаза.

Для ВДН используют установку ВДГУ-2, которая разработана и производится в ГНУ ГОСНИТИ (рисунок 1). В состав установки входит инверторный тиристорный источник тока типа MASTER 162 на 200...250А, пульт управления и вибратор с закрепленным в нем графитовым электродом диаметром 8...10 мм.

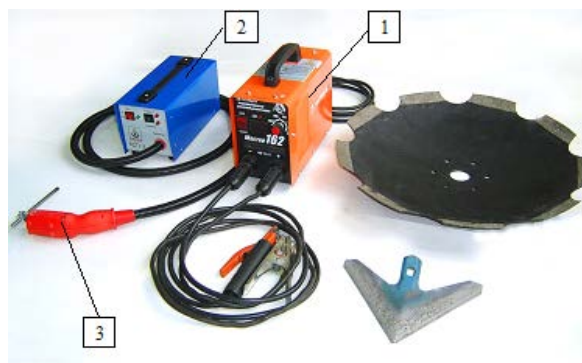


Рисунок 1 – Комплект оборудования ВДГУ-2 для упрочнения рабочих органов машин: 1 – источник тока; 2 – пульт управления; 3 – вибратор с графитовым электродом

Проведенные исследования упрочненных образцов с использованием МКП различного состава позволили установить, что твердость упрочненного основного металла изменяется в интервале 51...56 HRC, а наплавленного покрытия – от 70 до 76 HRC, тогда как твердость закаленной стали 65Г находится в интервале 44...48 HRC. Вместе с тем, ресурс рабочих органов машин, упрочненных ВДН и работающих в условиях абразивного износа, зависит не только от твёрдости, но и от состояния границы наплавленного слоя с основным металлом, т.е. от эффекта расплавления материала основы и смешивания его с расплавом МКП. Проведенный анализ позволил установить, что микроструктура упрочнённых образцов независимо от состава используемых МКП состоит из 3-х зон (рисунок 2).

Основной металл (зона 1) имеет выраженные фазовые изменения до линии раздела за счёт диффузии элементов, входящих в состав наплавленной МКП, и углерода. Наплавленный слой состоит из 2-х зон – переходной

и основной упрочненной. Переходная зона представляет собой сплав расплавленного верхнего слоя основы и материала МКП. Основная упрочненная зона является наиболее твердой и состоит из стальной матрицы, удерживающей образованные карбиды железа FeC , Fe_2C_3 , бориды FeB и Fe_2B и керамические фазы – железную шпинель, карбид бора и корунд. Линия перехода наплавленного слоя в основной металл более четко прослеживается на снимках микроструктуры при малом увеличении.

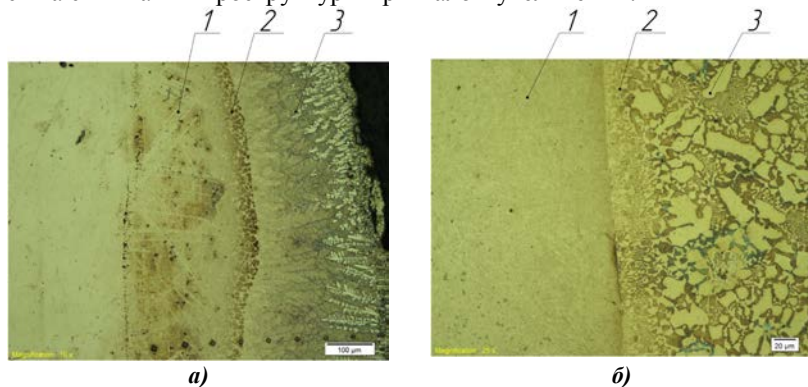


Рисунок 2 – Микроструктура образцов, упрочненных ВДН с использованием графитового электрода и МКП, при увеличении $10^{\times}$ (а) и $25^{\times}$ (б).

Зоны: 1 – основной металл; 2 – переходная; 3 – основная упрочненная

Оценка эффективности использования ВДН для упрочнения рабочих органов машин проводилась на примере упрочнения стрелчатых лап. В настоящее время в сельском хозяйстве для обработки почвы используется большое количество отечественных и зарубежных машин (культиваторы, посадочные комплексы, сеялки, рыхлители и др.), основным рабочим органом которых являются стрелчатые лапы. При эксплуатации данных машин стрелчатые лапы вследствие прямого воздействия абразивных частиц интенсивно изнашиваются, их режущие кромки затупляются, происходит существенное изменение формы, профиля и рабочих размеров. В результате снижается качество выполняемых работ, нарушаются агротехнические сроки их проведения, увеличиваются простои техники, возрастают затраты на обработку почвы и топливосмазочные материалы, уменьшается количество полученной товарной продукции. При некачественной культивации теряют всхожесть до половины высеваемых семян, а взошедшие созревают неравномерно.

Были проведены полевые испытания стрелчатых лап культиватора КШУ-12Н, выпускаемого Грязинским культиваторным заводом, упрочненных ВДН в сравнении с новыми неупрочненными изделиями. Испытания проводились на супесчаных почвах. Для упрочнения лап была подготовлена

МКП, содержащая наплавочный порошок ПГ-10Н-01, карбид бора, оксид кремния, нитрат аммония и алюминиевый порошок. МКП готовилась смешением указанных компонентов механическим способом с добавлением связующего вещества. Всего было упрочнено 12 стрелчатых лап. У половины испытуемых лап МКП наносилась на лицевую сторону (рисунок 3, а). На оставшиеся лапы МКП наносили на тыльную сторону (рисунок 3, б).

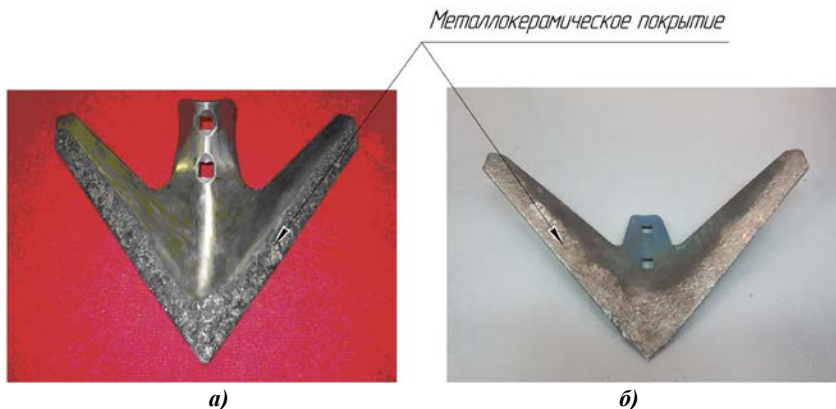


Рисунок 3 – Стрелчатые лапы культиватора КШУ-12Н, упрочненные ВДН при нанесении МКП с лицевой стороны (а) и с тыльной стороны (б)

Толщина нанесенного слоя МКП составляла 2,5...3,0 мм. После нанесения она высушивалась до затвердевания и расплавлялась электрической дугой на следующих режимах: сила тока $I=70...80$ А, напряжение $U=60$ В, частота вибрации графитового электрода – 25...50 Гц. Толщина полученного металлокерамического покрытия составляла 0,7...0,8 мм, глубина упрочнения – 1,3...1,5 мм, твердость – 73...75 HRC. После ВДН производилась термическая обработка лезвий лап токами высокой частоты (ТВЧ).

Многочисленными исследованиями установлено, что независимо от типа почв у стрелчатых лап наиболее интенсивно изнашивается носок [4, 5]. Его износ в среднем в 3...4 раза превышает износ остальных поверхностей лап. Также одним из выбраковочных критериев стрелчатых лап является предельный износ их крыльев по ширине.

Измерение износа стрелчатых лап проводилось по следующей методике. Изношенная лапа укладывалась на лист бумаги, на котором был обозначен контур новой лапы. Измерялось расстояние от контура изношенной лапы до контура новой лапы по носку и крыльям. После этого вычислялось среднее арифметическое значение по каждому измеряемому параметру.

Полученные после полевых испытаний значения износов стрелчатых лап представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты полевых испытаний стрелчатых лап культиватора КШУ-12Н

Способ упрочнения	Среднее значение износа носка стрелчатых лап, мм	Среднее значение износа крыльев стрелчатых лап по ширине, мм
ВДН при нанесении МКП с лицевой стороны лапы	21	4
ВДН при нанесении МКП с тыльной стороны лапы	17	3
Без упрочнения	32	10

Проведенные полевые испытания позволили установить, что при наработке 22 га неупрочненные стрелчатые лапы достигли своего предельного состояния (износ носка составил 32 мм) и подлежат замене. Износ носка упрочненных стрелчатых лап составил, соответственно, 21 мм (при нанесении МКП с лицевой стороны лапы) и 17 мм (при нанесении МКП с тыльной стороны лапы). Таким образом, износостойкость упрочненных ВДН с использованием графитового электрода и МКП стрелчатых лап оказалась в среднем в 1,5 и 1,9 раз выше, чем у серийных неупрочненных изделий. Аналогичные результаты получились и при анализе износов крыльев стрелчатых лап по ширине после полевых испытаний.

Литература

1. Рыжих, Ю. Л. Метод электродуговой скоростной цементации почвообрабатывающей и другой техники [Текст] // Труды ГОСНИТИ, 2008.-Т.101. – С. 169-173.
2. Титов, Н. В. Анализ перспективных способов упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст] / Н. В. Титов, А. В. Коломейченко, В. В. Виноградов // Техника и оборудование для села, 2013.-№10. – С. 33-36.
3. Литовченко, Н. Н. Упрочнение рабочих органов машин, работающих в абразиве [Текст] / Н. Н. Литовченко, Н. В. Титов, А. В. Коломейченко [и др.] // Труды ГОСНИТИ, 2013.-Т.111.-Ч.2. – С. 86-88.
4. Севернев, М. М. Износ деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / М. М. Севернев, Г. П. Каплун. – Л. : Колос, 1972.-288с.
5. Ткачев, В. Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания [Текст] / В. Н. Ткачев. – М. : Машиностроение, 1995.-336с.

Abstract

The perspective way of hardening of working bodies of the cars working in the conditions of direct influence of abrasive particles is presented in article. It is shown that the lancet paws of cultivators strengthened by these way have on the average in 1,5...1,9 times higher wear resistance, than the serial not strengthened paws.

УДК 621.31(07)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В АПК: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА

В.И. Русан, д.т.н., профессор

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

Изложены цели, значение и задачи технической диагностики электрооборудования в АПК. Описаны современные методы, системы и средства технического диагностирования электрооборудования. Разработаны предложения по развитию технической диагностики электрооборудования на перспективу.

Обеспечение высокой надежности работы и эффективности функционирования технических систем и комплексов в АПК – одна их важнейших проблем в настоящее время. Для ее решения в соответствии с системой Планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования в сельском хозяйстве (ППРЭ с.х.) электрооборудование подвергается следующим видам эксплуатационного воздействия: диагностирование, техническое обслуживание и ремонт. Целью этих операций является своевременное выявление и устранение неисправностей электрооборудования для повышения надежности его работы и снижения стоимости эксплуатации.

Диагностирование электрооборудования включает в себя операции по определению и прогнозированию технического состояния на основании измерения диагностических параметров, анализа и обработки результатов контроля. Введение планового диагностирования в систему эксплуатации сельскохозяйственного оборудования и выполнение всех необходимых ремонтных работ значительно сокращает количество ремонтных операций, вследствие чего снижаются эксплуатационные издержки и ущербы от отказов.

Прогнозирование технического состояния электрооборудования на основе мониторинга диагностических параметров позволяет получить достоверную информацию о его фактическом состоянии на момент проведения ремонтных работ, своевременно устранить возможность отказа, сокращать простои, использовать ресурсы электрооборудования в полном объеме.

Известно, что диагностический мониторинг приводит к снижению затрат на ремонт оборудования на 50–80%, затрат на техническое сопровождение – на 50–80%, объемов материально-производственных средств – на 30 %, а также к повышению рентабельности производства на 20-60 %, повышению надежности работы оборудования и снижению ущерба от его отказов.

В связи с этим задачи диагностического мониторинга технического состояния электрооборудования в АПК соединение диагностирующих и прогнозирующих систем являются актуальными и важными. Система диагностирования – это совокупность объекта, методов (способов) и средств диагностирования.

По назначению и виду решаемой диагностической задачи системы диагностирования (СД) условно разделяют на профилактические, дифференциальные, функциональные и прогнозирующие.

Профилактические СД предназначены для выявления в процессе эксплуатации дефектных деталей и элементов, выработавших свой ресурс, т. е. тех элементов объекта, параметры которых близки к предельно допустимым значениям (для выявления слабых мест объекта с целью их вывода в ремонт). С этой целью систематически проводят плановые профилактические испытания.

Дифференциальные СД служат для обнаружения отдельных неисправностей при плановом текущем обслуживании или ремонте электрооборудования. По полученным результатам уточняют вид необходимого ремонта (текущий или капитальный) и его состав операций. Для дифференциального диагностирования применяют приборы общего и специального назначения. Простейшие омметры (мегомметры) позволяют выявлять неисправности (типа «обрыв», «замыкание») в проводах, контактах, в изолирующих и др. элементах электрооборудования. Специальные приборы контроля влажности (ПКВ) позволяют определить степень увлажнения изоляции, а приборы типа высокочастотного измерителя (ВЧФ) – витковые замыкания в обмотках электрических машин. Кроме того, дифференциальное диагностирование проводят при помощи таблиц характерных неисправностей, эти таблицы имеются в справочной литературе и в техническом описании конкретного электрооборудования.

Функциональные СД предназначены для оценки качества функционирования и работоспособности путем определения комплекса эксплуатационных свойств (характеристик) электрооборудования при контрольных, типовых или специальных испытаниях и сопоставления результатов с номинальными или нормируемыми значениями. Например, при контрольных испытаниях асинхронного электродвигателя определяют сопротивление обмоток постоянному току, сопротивление изоляции, ток и потери холостого хода, напряжение и потери короткого замыкания. Если измеренные параметры находятся в пределах установленных допусков, то двигатель признается работоспособным.

Прогнозирующие СД позволяют предсказать состояние изделия в будущем и определить вероятный момент появления отказа. Известны следующие основные методы прогнозирования технического состояния электрооборудова-

ния: метод линейного прогнозирования, метод многоступенчатого линейного прогнозирования и экспортные системы технического диагностирования

Для этого на основании информации о закономерностях изменения параметров в период, предшествующий прогнозу, оценивают остаточный ресурс элементов. Например, если для подшипника известны фактическое и предельное значения зазора. Разделив разность этих значений на скорость изнашивания подшипника, получает его остаточный ресурс, по которому можно определить ожидаемую дату отказа подшипника.

В определенной мере прогнозирование реализуют при профилактическом испытании, так как статистические данные подтверждают высокую вероятность безотказной работы до очередного испытания того электрооборудования, которое успешно выдержало текущее профилактическое испытание.

Существуют параметры, по которым может осуществляться непрерывный контроль или диагностирование состояния электрооборудования. При этом контроль может вестись по одному параметру (ток нагрузки, сопротивление изоляции, температура объекта или его изоляции и др.) или по комплексу параметров – комплексное диагностирование (например, температура и ток нагрузки и т. д.). Эти же принципы закладываются в современные защитные устройства, например, в автоматических выключателях с дифференциальной защитой и др.

Основные направления и задачи развития современных методов диагностирования электрооборудования включают:

- оценку технического состояния электрооборудования;
- принципы автоматизированного (компьютерного) диагностирования;
- приборный учет и аппаратное обеспечение энергетических измерений;
- встроенные средства самодиагностирования (безразборная диагностика);
- диагностическое измерение температуры и других диагностических параметров;
- диагностирование качества электрической энергии;
- информационно-аналитические средства мониторинга и прогнозирования технического состояния электрооборудования.

По целевому назначению различают профилактические и диагностические системы. Профилактические системы предназначены для устранения факта неисправности и локализации места неисправности. Системы технической предварительных проверок предсказывают поведение прогнозирования в общем случае сводится к получению оценки будущих значений упорядоченных во времени данных на основе анализа уже имеющихся данных. Ее решение позволяет определить остаточный ресурс или прогнозировать отказы электрооборудования.

Таким образом, диагностирование включает в себя:

- контроль технического состояния оборудования;

- поиск места отказа или неисправности;
- определение причин их появления и выдача рекомендаций по устранению;
- прогнозирование технического состояния;
- контроль действий персонала по эксплуатации;
- накопление статистического материала по видам, типам неисправностей.

Решение задачи диагностирования и прогнозирования технического состояния электрооборудования должно осуществляться на основе современных информационных технологий. Необходимо создание информационно-нормативной базы системы, которая включает в себя виды дефектов, параметры, характеризующие эти дефекты; нормативные значения этих параметров или диапазон допустимых изменений; статистические данные о преобладающих видах неисправностей и изменении параметров во времени. Это позволит производить сравнительный анализ измеренных в данный момент параметров с данными информационно-нормативной базы и разрабатывать соответствующие рекомендации.

Следовательно, требуется создание информационно-измерительной системы, где обязательно предполагается выполнение измерительных преобразований, совокупность которых составляет базу для логической процедуры диагноза. Ее следует рассматривать как совокупность множества возможных состояний объекта, множества сигналов, несущих информацию о состоянии объекта, и алгоритмы их сопоставления.

Разработка информационно-измерительной системы для диагностики технического состояния электрооборудования включает ряд этапов; основные из них следующие: определение условий работоспособности объекта, т.е. предельно допустимое состояние при количественных и качественных изменениях параметров отдельных его элементов и сбор необходимых статистических данных.

Выбор критериев оценки степени работоспособности: выбор контролируемых параметров и характеристик, их допустимый диапазон.

Сегодня уже недостаточно просто измерить величину с максимальной точностью, а затем воспроизвести ее в виде унифицированного сигнала. Требуется разработка и применение устройств, способных самонастраиваться, мобильно реагируя на любые внешние изменения. Такими устройствами являются интеллектуальные микропроцессорные датчики. Эти датчики обладают следующими преимуществами: улучшенная работа за счет постоянной компенсации воздействий окружающей среды, дистанционная связь, возможность конфигурирования и изменения диапазона измерения, получение диагностической информации, быстрая окупаемость затрат за счет очевидных эксплуатационных преимуществ.

Построение диагностической модели: аналитическое описание или графоаналитическое представление основных свойств объекта (в виде математических и физических законов и процессов, соотношения диаграмм сигналов при различных методах контроля параметров и снятия характеристик). При построении такой модели возможно использование теории математического моделирования, теории нечетких множеств, математической логики и инженерного эксперимента. В качестве частной математической модели функционирования оборудования можно использовать наработку на отказ и среднее время восстановления, что позволяет охарактеризовать безотказность, долговечность и ремонтпригодность оборудования.

Разработка алгоритма и программы диагностирования. В этом случае следует учесть аппаратную конфигурацию информационно-измерительной системы, типы датчиков и их взаимосвязь с компьютером. Разработка или использование уже существующих средств и методов диагностирования.

К таким методам можно отнести:

1. методы диагностирования по измеряемым параметрам.
 - а) контроль выходных параметров;
 - б) контроль неисправностей;
 - в) контроль работоспособности по косвенным признакам;
2. методы диагностирования по способу проведения измерений:
 - а) тепловизионный метод, основанный на применении современных тепловизионных систем, позволяет получать тепловой образ объекта исследования (ИК-диагностика).
 - б) вибрационная диагностика электрооборудования;
 - в) электромагнитный метод;
 - г) для трансформаторов:
 - метод обнаружения источников внутреннего газовыделения с помощью акустических датчиков;
 - метод выявления деформаций и смещений обмоток силового трансформатора по параметрам нулевой последовательности нормального режима на основе измерения действующих значений тока в нейтрали, фазных токов и напряжения нулевой последовательности;
 - хроматографический и общий анализ трансформаторного масла.

Для получения конкретной информации, необходимой для оценки технического состояния энергетического оборудования, зданий и сооружений используются соответствующие технические средства приборное обеспечение и в последнее время компьютерное диагностирование.

Так, например, для определения термического сопротивления зданий и сооружений, температурного режима технологического оборудования про-

водятся термографические исследования с помощью тепловизоров ТН-SL04R NEC, А9ЕМА-550 или термографа типа «Иртис-2000».

При диагностировании также используются приборы многофункциональные и специального назначения:

- «Testo-400» для измерения температуры, влажности воздуха, давления, скорости вращения и всех параметров влажности;
- «Testo-815/816» для определения источника и уровня шума;
- «Testo-545» для измерения уровня освещенности;
- инфракрасный термометр «Кельвин» и др.

Для оперативного проведения энергетических обследований организаций и предприятий и обработки данных применяются нижеследующие средства и приборы:

- люксметр – УФ– радиометр;
- элеткромонитор 3.3Т;
- измеритель токов NANOVIR POWER METR;
- детектор утечки SRM Instrument\$
- тохометр;
- устройство диагностирования технического состояния электродвигателей; и т.п.

Для мониторинга качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ 13109-97 используются следующие новые приборы, как, например, УК1 и УК2, МИЦ-1, «Парма» ПК 3.02 и ПЭМ-02 и др.

В практике эксплуатации электрооборудования применяются простейшие и многофункциональные измерительные системы. В качестве примера можно привести стационарный комплекс виброконтроля KBK-21М, виброметр СМ-21 с функциями светоскопа, пирометра и тохометра, а также двухкомплектный виброанализатор, сборщик данных для вибромониторинга, диагностики и балансировки СД-21. Разработанный пакет программ автоматического вибрационного мониторинга и технической диагностики ДВЕАМ обеспечивает решение следующих производственных задач: вибрационный мониторинг, автоматизированное диагностирование и прогноз технического состояния и переход к обслуживанию по состоянию и т.п.

Заключение

1. Разработка и широкое внедрение систем технического диагностирования электрооборудования является одним из важнейших факторов повышения надежности работы и энергоэффективности, сокращения расходов на эксплуатацию и снижение ущерба от отказов электрооборудования.

2. С связи с этим следует разработать и дополнить ТКП 181-2009 (02230) материалами по проведению комплексного диагностирования электрооборудования с учетом современных достижений науки и технологий.

3. С целью подготовки высококвалифицированных инженеров-электриков необходимо восстановить курс «Диагностика электрооборудования» в программе изучения дисциплин по специальности 1-74 06 05 01 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства (электроэнергетика).

4. Для обеспечения высокой надежности работы и эффективности функционирования технических систем и комплексов в АПК на крупных объединениях необходимо создавать современные лаборатории компьютерной диагностики электрооборудования.

Литература

1. ТКП-181-2009 (02230) «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» – Мн.: Энергопресс, 2010.

2. Русан В.И. Диагностика электрооборудования. – Мн.: БГАТУ, 2010.

3. Русан В.И., Матвеев И.П. Методы диагностирования технического состояния электрооборудования в АПК на основе информационных технологий. Материалы МНТ конференции «Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК» Ч.3. – Мн.: БГАТУ, 2009.

УДК 621.791:620.18

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОАЛМАЗОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОССТАНАВЛИВАЕМОГО СЛОЯ НАПЛАВКОЙ

**Т.С. Скобло д.т.н., профессор, А.И. Сидашенко, к.т.н., профессор,
В.В. Телятников, аспирант, А.В. Тихонов, к.т.н., доцент,
И.Н. Рыбалко аспирант, А.А. Гончаренко, к.т.н., доцент,
А.В. Марков, аспирант, Т.В. Мальцев, студент,
А.В. Сайчук, к.т.н., доцент**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

Предложен метод ремонта и восстановления литых деталей наплавкой углеродистой проволокой с упрочняющей добавкой наноалмазов. Даны рекомендации по способу дозированного ввода наноалмазов и определено оптимальное их количество. Рекомендуемая технология обеспечивает упрочнение, как восстановленного слоя, так и переходной зоны.

В настоящее время наплавка при восстановлении деталей остаётся одним из наиболее используемых способов.

Производить локальное восстановление деталей из углеродистых сталей легированной наплавочной проволокой или легирующими порошками не всегда целесообразно. При использовании данных материалов происходит повышение напряженного состояния, изменение локальных свойств и снижение однородности износа рабочего слоя. Для уменьшения степени влияния этих факторов рекомендуется использовать дозированное введение совместно с углеродистой проволокой наноалмазов. Цель работы – разработка способа восстановления, повышающего свойства рабочего слоя литых деталей при локальном восстановлении их из углеродистых сталей с дозированным вводом наноалмазов при наплавке. Метод особенно эффективен как при ремонте поверхностных дефектов, так и их реновации в процессе износа. Для равномерного введения наноалмазов использовали способ наплавки, при котором их подавали вместе с проволокой. Для этого на ней формировали насечки и их заполняли наноалмазами с использованием разработанной технологии [1].

В основу метода поставлена задача восстановления зоны дефекта или изношенной поверхности, которые зачищают, а затем восстанавливают с использованием углеродистой или низколегированной проволоки, на которую наносят насечки заданной формы, заполняют их порошками наноалмазов с последующим их уплотнением и закреплении специальным клеевым веществом.

Учитывая тот факт, что наноалмазы не поддаются растворению при температуре наплавки 1550-1600°C, (они растворяются при температуре 4000°C), то для однородного распределения необходимо применять дозированный, равномерный ввод, для исключения оседания в жидкой ванне. Это касается, в том числе, и многослойной наплавки. Именно эту проблему решали на основе дозированного ввода наноалмазов. В этом случае незначительная часть наноалмазов оседала, и в этой зоне начинался процесс кристаллизации граничного участка. Там где алмазы не оседали, имело место большее расплавление основы детали, что способствовало формированию волнистой границы сплавления. При этом достигается не только упрочнение восстановленного слоя, но и переходной зоны, которая распространяется от ровной (рис. 1, а) к волнистой (рис. 1, б) и характеризуется наличием перепадов от 15 до 30мкм. Это существенно повышает сцепление за счет увеличения площади контакта материалов.

Дозированное введение наноалмазов способствует и равномерному распределению их по сечению восстановленного слоя. При восстановлении в слое с добавкой наноалмазов микротвердость возрастает с Н 50-185 до Н 50-321.

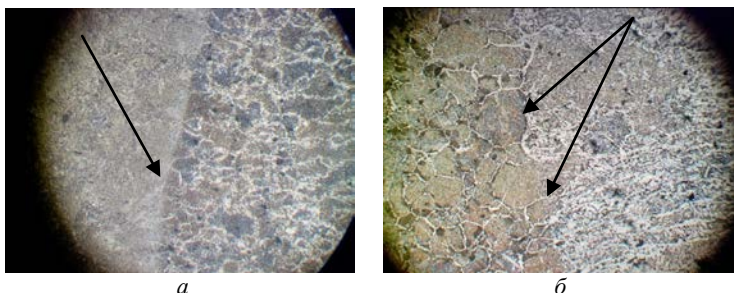


Рисунок 1 - Микроструктура переходной зоны при наплавке: а – без добавок наноалмазов, б – с дозированным вводом наноалмазов, x1000

Оптимальным количеством введенных наноалмазов есть доля, которая составляет 0,2-0,3% от массы проволоки. При меньшем проценте наноалмазов не обеспечивается повышение микротвердости при восстановлении слоя наплавкой. При большем проценте наноалмазов $<0,3\%$ приводит к неконтролируемому выпадению их на границу распределения наплавленный слой-основа (рис. 2, а). При значительном превышении содержания наноалмазов не формируется волнистая граница, а на ней возможно появление трещин (рис. 2, б).

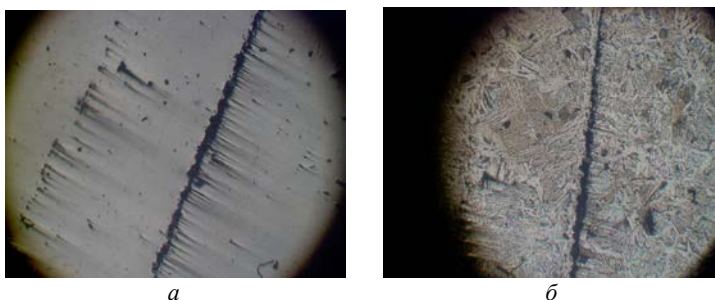


Рисунок 2 - Микроструктура границы наплавленный слой-основа при вводе наноалмазов 0,4% по отношению к доле наплавочной проволоки, x1000

Для дозированного ввода наноалмазов на проволоку наносили насечки, и с помощью специального оборудования покрывали их клеевым веществом, которые затем заполняли нанопорошком, и эти зоны уплотняли (рис. 3). При восстановлении литых деталей из углеродистых и низколегированных сталей марок 30ГСЛ, 20ГЛ, использовали низколегированную проволоку (Св08Г2С) Ø1,2мм, на которую наносили насечки (см. рис. 3) прижатием роликов с выступами на поверхности.

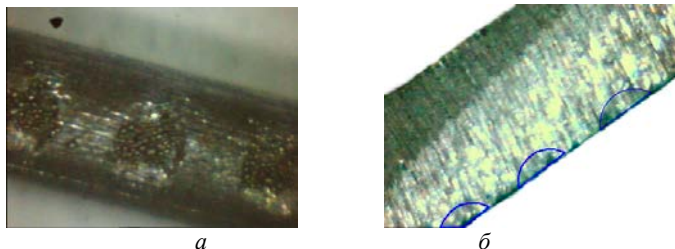


Рисунок 3 - Насечки, заполненные наноалмазами (а), разрез проволоки по их оси (б), $\times 200$

В зависимости от усилия прижатия роликов 0,15-0,90 кН размер насечек находился в пределах: $\varnothing 0,32$ -0,74мм, а их глубина, достигала 0,10-0,29мм (рис. 3, б).

Оптимальные параметры нанесения покрытий с наноалмазами, которые обеспечивают однородное их распределение в жидкой ванне и при кристаллизации соответствуют:

- параметрам наплавки: сила тока - 160 А; напряжение 20 В; смещение проволоки с зенита - 2мм; скорость подачи проволоки - 0,04 м/с; частота вращения детали $\varnothing 35$ мм - 2 мин⁻¹.

- силе прижатия роликов 0,30-0,60 кН, при которых обеспечиваются глубина насечек - 0,13-0,19мм, $\varnothing 0,35$ -0,52мм. При этом высота зубцов прижимных роликов соответствует $h=1$ мм, с расстоянием между ними $L=1$ мм. Диаметр прижимающего ролика должен быть $\varnothing 50$ мм.

При использовании параметров ниже оптимальных не достигается упрочнение и равномерность необходимого распределения наноалмазов в восстановленном слое.

При использовании параметров на более высоком уровне (при нанесении насечек глубиной $>0,19$ мм, и $\varnothing >0,52$ мм) от оптимальных значений не формируется волнистой переходной зоны, и наноалмазы оседают в зоне распределения, способствуя формированию их скоплений и трещин.

Таким образом, разработанный способ позволяет упрочнить восстановленный рабочий слой дозированным по времени введением наноалмазов при наплавке в количестве 0,2-0,3% от массы проволоки и за счет этого обеспечить повышение его микротвердости, сформировать волнистую и более протяженную переходную зону, повышающую прочность сцепления с основой.

Литература

1. Патент №48353 Україна, МПК (2009) B24B39/00. Спосіб відновлення та зміцнення деталей. / Т.С. Скобло, І.М. Рибалко, О.І. Сідашенко, О.В. Тихонов, В.В. Лоечко, О.В. Сайчук; заявник та патентотримувач Т.С. Скобло. - №200910791. заявл. 26.10.09.; опубл. 10.03.10., Бюл. № 5.

Abstract

A method is proposed of repair and restoration of cast parts by welding with carbon wire hardening additive nanodiamonds. Recommendations are given by the method dosed injection of nanodiamonds and determine the optimum number of them. Recommended technology provides hardening as the reduced layer and the transition zone.

УДК 631.3

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ МАШИН К ДИАГНОСТИРОВАНИЮ

В.Н. Кецко, ст. преподаватель, Т.М. Чумак, ст. преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Представлены основные пути повышения приспособленности машин, сборочных единиц и узлов к операциям диагностирования.

Введение

При использовании машин по назначению необходимо обеспечить их работоспособность и исправность. Важную роль при этом имеет своевременное диагностирование с целью упреждения отказов. Однако, как показывает практика, выполнение диагностических операций часто приводит к значительным простоям агрегатов вследствие непригодности машин и составных частей к диагностированию.

Основная часть

Ряд эффективных методов диагностирования, диагностических приборов и установок невозможно применять на практике в связи с непригодностью, как диагностических средств, так и машин.

Инженерно-технические работники сельскохозяйственных предприятий и машинно-технологических станций используют различные виды диагностических средств.

Монтаж и демонтаж датчиков на непригодную машину связаны с большой трудоемкостью и снижением достоверности результатов диагностирования.

Имеется два основных направления повышения приспособленности к диагностированию.

К первому направлению можно отнести улучшение доступности выполнения работы (обеспечение в конструкции машин лючков, мест присо-

единения датчиков, применение встроенных датчиков, указателей, сигнализаторов или сразу бортовой системы диагностирования).

Ко второму направлению относятся реализация новых динамических методов диагностирования, электронизация и компьютеризация диагностических средств, использование высокоточных датчиков, микропроцессорной техники и др.

В настоящее время практически на всех тракторах контролируется три основных параметра (температура охлаждающей жидкости, давление масла в двигателе, ток зарядки аккумулятора) и несколько дополнительных параметров (частота вращения коленвала, давление масла в гидросистеме, давление воздуха в пневмосистеме, температура масла в картере двигателя, счетчик мото-часов и др.)

Разработка динамических методов диагностирования, развитие электроники, создали благоприятные предпосылки для практического применения электронных диагностических приборов, систем и автоматизированных установок.

В отличие от механических электронные диагностические средства (ЭДС) обладают быстродействием, могут измерять параметры по определенной программе, запоминать и сравнивать с допустимыми показателями.

Сложность применения ЭДС заключается в большой трудоемкости подготовки и настройки первичных датчиков, преобразующих различные электрические сигналы в температуру, давление, вибрацию и т.д.

Перспективными считаются средства электронного диагностирования машин, которые создают условия для внедрения автоматизированных мотор-тесторов (АМТ), гидротесторов, комплектов технических средств автоматизированного сбора, обработки и регистрации диагностической информации (КТС АСОР).

ЭДС - это сложное электронное оборудование, требующее специальных помещений и условий работы.

Цель диагностирования машин с применением спектрального анализа - определение износного состояния всех агрегатов и узлов и прогнозирование остаточного ресурса.

Все механические и электронные средства диагностирования дают возможность получить данные по работоспособности агрегата через 2...3 часа при полной остановке трактора (с учетом времени установки датчиков).

При использовании же спектрального анализа трактор останавливают на 15...20 мин для отбора проб масел из различных узлов агрегатов, а диагностирование осуществляется на спектрографической установке (трактор в это время работает).

Так, по одной пробе масла из картера двигателя можно узнать об износе деталей кривошипно-шатунного механизма, работоспособности фильтров, состоянии форсунок, герметичности выпускного воздушного тракта и др.

Технология диагностирования включает в себя последовательность операций, распределяемых между исполнителями по времени их выполнения с указанием применяемых приборов и технических требований к проведению работ.

В целом, в практической деятельности мастеров-наладчиков, инженеров-диагностов выделяются три группы операций по диагностированию машин:

- подготовка машин к диагностированию (очистка, мойка, осмотр, выполнение операций ТО, монтаж датчиков, подготовка справочной литературы);

- непосредственное диагностирование (измерение параметров технического состояния, установление режимов работы, заполнение диагностической карты);

- заключительный этап (сравнение полученных данных со справочными, постановка диагноза, общее заключение, демонтаж датчиков).

Технология диагностирования строится в определенной последовательности, обоснованной соответствующими критериями.

Производственная практика технологии диагностирования тракторов автоматизированными установками показала, что на присоединение и отсоединение датчиков и переходных устройств из-за низкой приспособленности тракторов затрачивается до 80% общего времени диагностирования машины.

Заключение

Повышение приспособленности машин к диагностированию на стадии их проектирования и эксплуатации позволит снизить их простои и повысить производительность.

Литература

1. Ширман А.Р., Соловьев А.Б. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования.-М,1996г.,276с.
2. Вавилов В.П. Тепловые методы неразрушающего контроля. М.: Машиностроение, 1991г.

Abstract

The main ways to improve fitness machines, assembly units and units for operations diagnosis.

УДК 621.9.06

**АНАЛИЗ ПАРКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА
ОАО «ЗАВОД ПРОМБУРВОД»**

А.А. Козорез¹, аспирант, А.С. Козорез², директор

¹УО «Белорусский национальный технический университет», ²ЗАО «ГМС-Промбурвод», г. Минск, Республика Беларусь

ОАО «Завод Промбурвод» одно из крупнейших производителей погружных скважинных электронасосных агрегатов на воду. Сегодня завод полностью обеспечивает республику погружными скважинными электронасосными агрегатами. Агрегаты для воды (ЭЦВ) предназначены для откачки воды из скважины и доставки ее до потребителя, для понижения уровня грунтовых вод и осушения котлованов и шахт, для повышения напора при водоснабжении высотных зданий в жилых районах, промышленных объектах. Кроме того, они служат в качестве привода теплового генератора для нагрева воды в системах центрального отопления зданий усадебного типа, коттеджей, школ, магазинов, в местных системах отопления промышленных сооружений. ОАО «Завод Промбурвод» предлагает более 500 типоразмеров различных по диаметру обсадной колонны, по производительности, по напору и по мощности.

Агрегат электронасосный скважинный состоит из центробежного насоса (рис. 1) и погружного электродвигателя (рис. 2) [1].

Насос, представленный на рис. 1, выполнен многоступенчатым и состоит из рабочих колес 7 неподвижно посаженных на валу 12 через шпонку 34, отводов лопаточных 6 запрессованных в обоймы 20. Рабочие ступени разделены между собой дисками 57. Рабочие органы радиальных ступеней изготавливаются из пластика широко используемых в мировом насосостроении, нержавеющей стали и чугуна. Рабочие ступени насоса расположенные между подводом 11, корпусом подшипника 3 и головкой 1, стянутых между собой стяжками 2 и гайками 24. Втулка защитная 18, втулка 52 и втулки распорные 54 изготавливаются из нержавеющей стали 20Х13 или конструкционной стали.

Электродвигатель, представленный на рис. 2 - асинхронный, с короткозамкнутым ротором, погружной, водозаполненный, вертикального исполнения и состоит из статора 49, ротора 6, подшипниковых щитов 3, 43 12 и днища 45. В подшипниковые щиты запрессованы радиальные подшипники. В днище установлен упорный подшипник, который воспринимает осевое усилие, массу ротора насоса и ротора двигателя. Все подшипники смазываются и охлаждаются водой.

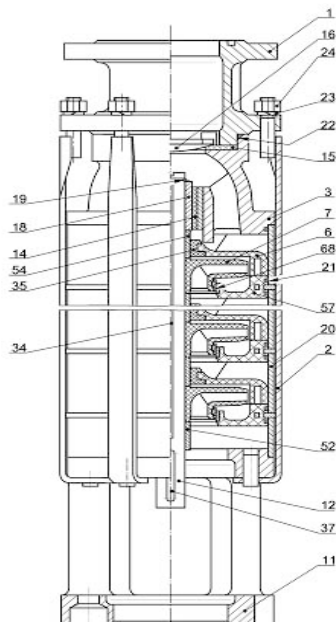


Рисунок 1 - Центробежный насос

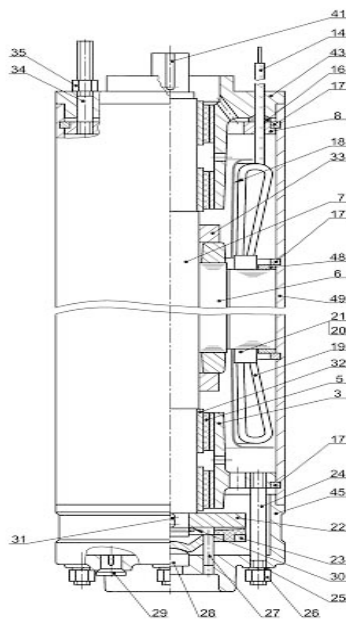


Рисунок 2 - Погружной электродвигатель

Как можно заметить из рисунков, конфигурация и параметры деталей насосов и электродвигателей правильной формы – тела вращения, валы, втулки, и т.д. В связи с этим парк технологического оборудования должен состоять, в основном, из токарного оборудования.

В табл. 1 представлен парк технологического оборудования до привлечения инвестиций. 36,0 % составляет токарная группа и только 6,5 % токарные станки с ЧПУ.

Таблица 1 - Сводные данные по парку технологического оборудования на ОАО «Завод Промбурвод»

Группа станков		Количество	% от всех станков на заводе
Токарная		67	36,0
Из них в том числе:	С ЧПУ	12	6,5
	Универсальные	48	25,7
	Специальные	7	3,8
Фрезерная		21	11,2
Сверлильная		29	15,5
Шлифовальная		29	15,5
Прочие		41	21,9

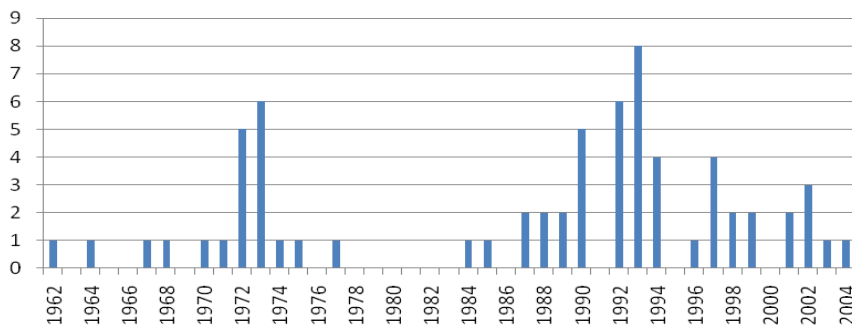


Рисунок 2 - Диаграмма распределения токарной группы оборудования по годам ввода в эксплуатацию

Как видно из диаграммы распределения оборудования по году ввода в эксплуатацию, основные закупки оборудования были произведены в 90...94 годы, годы начала производства электронасосных агрегатов. Средний возраст станков составляет приблизительно 20 лет. Исходя из этих данных и необходимости поддержания насосного оборудования на современном техническом уровне, можно утверждать, что заводу необходимо обновление парка технологического оборудования.

При обновлении парка станков следует учесть, что основная масса оборудования – универсальное, следовательно, его целесообразно заменять на оборудование с ЧПУ, особенно токарного.

При замене старого оборудования на новое с ЧПУ должны выполняться следующие требования [2]:

- технологические возможности нового оборудования должны быть, по крайней мере, такими же, как и у старого;
- сохранение широкой универсальности;
- повышение производительности за счет автоматизации процесса обработки;
- занимаемая площадь должна быть равна или меньше;
- снижение энергоемкости.

Технологические параметры станка характеризуют технологические возможности оборудования, т. е. возможность обработки группы деталей на данном оборудовании. К ним относятся: габаритные размеры зоны обработки; наибольшая масса заготовки; мощность привода главного движения; точность позиционирования; возможные зажимные приспособления и др.

Желательно чтобы стоимость станка была минимальной. При этом в связи с возможностью, в ближайшем будущем, перехода на изготовление новых номенклатур изделий, станки должны легко переналаживаться.

Также необходимо учесть такие показатели как ремонтную сложность, безотказность, простоту эксплуатации, квалификацию (разряд) рабочего.

В общем, все эти требования связаны с уменьшением затрат на ввод в эксплуатацию нового оборудования. При выполнении этих требований новый станок можно поставить на место старого, при этом изменения в техпроцессах деталей изготавливаемых на новом оборудовании будут минимальны.

Перечисленные выше требования условно можно разделить на две группы. Первая группа представляет собой условия связанные с возможностью обработки группы деталей на этом станке, вторая группа представляет собой требования экономии (площадей, средств, металлоемкости и т. д.).

Для выбора наиболее эффективных металлорежущих станков с программным управлением, соответствующих по типоразмерам и технологическим возможностям, определенным производственным условиям, необходимо, чтобы новое оборудование удовлетворяло перечисленным требованиям.

Сложность задачи выбора заключается в том, что в настоящее время отечественное и зарубежное станкостроение предлагают широкую гамму станков с ЧПУ с различными техническими характеристиками. Достаточно часто на предприятиях эффективность эксплуатации технологического оборудования с ЧПУ оказывается меньше ожидаемой вследствие его неправильного выбора.

Так, обследование эффективности использования 20 тысяч станков с программным управлением в США, Англии и Франции показало, что только 50% из них были выбраны правильно и используются эффективно[3].

Существует две возможные задачи при выборе оборудования. Первая задача возникает, когда оборудования уже имеется и необходимо определить, можно ли на имеющемся оборудовании и если можно, то на каком обработать конкретную деталь. Вторая задача возникает, когда предприятию необходима покупка нового оборудования, и для сокращения затрат на ввод нового оборудования в эксплуатацию к его выбору следует подходить тщательно.

Для решения этих задач и закупки нового оборудования необходимы инвестиции. ОАО «Завод Промбурвод» в 2007 году вошел в инвестиционно – промышленную группу «ГМС-Групп» г. Москва, в которую сегодня входят предприятия профильного и родственных белорусскому предприятию направлений. Для этого завод увеличил свой акционерный капитал на 40%, или на 1122900 долларов США за счет инвестора. Благодаря инвестициям было закуплено 15 единиц современного оборудования с ЧПУ.

Внедрение данного оборудования позволило достигнуть следующих результатов:

- 1 - в области качества:
- снижение брака и улучшение качества изделий;

- увеличение производительности труда;
- снижение себестоимости продукции.
- 2 - для предприятий водного хозяйства:
 - расширение номенклатуры выпускаемых электронасосных агрегатов;
 - перейти на производство нового поколения электродвигателей – герметичного исполнения;
 - разработать и поставить в производство бытовые скважинные насосы БЦП.
- 3 - для экспорта:
 - увеличение экспорта.

Литература

1. Козорез А.С., Ивашко В.С., Козорез Т.А. Повышение надежности погружных скважинных электронасосных агрегатов применением новых материалов и износостойких покрытий. Монография. М.: «Народная книга», 2008. – 308 с.
2. Козорез А.А., Каштальян И.А. Применение метода анализа иерархий для оценки технологического оборудования с ЧПУ. // Автоматизация технологических процессов. Материалы международной научно-технической конференции (Минск, 15-16 марта 2011 года). Мн.: «Бизнесофсет», 2011. С. 54...55.
3. Экономическое обоснование области применения металлорежущих станков с программным управлением/ В.Л. Кубланов, И.А. Маковецкая, А.П. Назаренко и др. М.: Машиностроение. 1987. 152 с.

УДК 631.31

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НАПЛАВОЧНЫХ ПОРОШКОВ НА САМОФЛЮСУЕМОСТЬ ПОКРЫТИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Антонишин Ю.Т., к.т.н., доцент

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

Статья содержит результаты экспериментальных исследований влияния состава присадочных порошков при формировании износостойких покрытий рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Введение

Рабочие органы почвообрабатывающих машин эксплуатируются при интенсивном абразивном износе. Их ресурс в 2-4 раза меньше средней наработки одного полевого сезона. Для восстановления и упрочнения широко используются намораживание, индукционная наплавка и пр. Для

наплавки или напыления покрытий применяют сплавы повышенной износостойкости [1]. Перспективно применение износостойкого чугуна, легированного карбидообразующими элементами.

Флюс определяет качество металла наплавки и условия протекания процесса. При наплавке под флюсом взаимодействие жидких металла и флюса происходит весьма энергично, несмотря на кратковременность соприкосновения двух фаз. Это объясняется высокими температурами, развивающимися в плавильном пространстве, большими поверхностями контакта металла и флюса, высоким соотношением масс реагирующих флюса и металла. Флюс обеспечивает защиту от окисления и обезуглероживания наплавляемой поверхности, создавая наплавленный слой химического состава, определяющий механические свойства.

Основная часть

Металлургические процессы, происходящие при наплавке малоуглеродистых и низколегированных сталей, приводят к восстановлению кремния и марганца, а иногда и фосфора, находящихся во флюсе, и переходу их в наплавленный металл. При этом окисляется углерод, содержащийся в наплавочном материале и стали, и происходит его удаление в атмосферу. В результате восстановления кремния и марганца флюс обогащается железом. При этом возможно окисление кремния и марганца, а при наплавке хромоникелевой стали также хрома, находящихся в ванне, и переход их во флюс.

Высокая стоимость и дефицитность самофлюсующихся сплавов на основе никеля потребовали разработки дешевых порошков самофлюсующихся сплавов на основе железа, обеспечивающих повышение эффективности процессов нанесения защитных покрытий в сочетании с высокими эксплуатационными свойствами. Однако высокий уровень самофлюсуемости таких порошков не получен.

Анализ работ по получению самофлюсующихся сплавов на основе железа показывает, что задача решается либо легированием сплавов никелем (до 30-40 мас. %) и хромом [1] при получении порошков распылением, либо разработкой трудоемких процессов получения порошков с композиционной структурой, позволяющих не вводить никель в состав сплавов (например диффузионное насыщение бором и кремнием железного порошка. Такая обработка формирует на поверхности боридный слой, при окислении которого обеспечивается взаимодействие бора с кислородом воздуха. В образующейся шлаковой фазе превалирует служащий флюсом легкоплавкий оксид бора.

Условием хорошей самофлюсуемости полученного порошка является преобладание в боридной оболочке Fe_2B , поскольку борид железа плавится инконгруэнтно с образованием эвтектики (температура плавления 1410 К) с твердым

раствором на основе железа. Если порошки содержат большое количество моноборида FeB, который плавится конгруэнтно при температуре 1920 К, то получаемые из них оплавленные покрытия отличаются повышенной пористостью и наличием шлаковых включений. Для предотвращения образования моноборида FeB предлагаются технологические приемы, снижающие производительность метода [2]. Следовательно, для получения самофлюсующихся порошков на железной основе более эффективен метод распыления расплавов.

В порошках легирующие элементы равномерно расположены по сечению частицы, поэтому искусственно не создаются условия преобладающего окисления флюсующих элементов, а более высокое сродство железа к кислороду, чем никеля, повышает вероятность образования его оксидов при окислении порошка. Поэтому следует знать влияние состава сплавов на самофлюсуемость.

Самофлюсование сплавов на основе никеля и кобальта определяется окислением бора и кремния, а также свойствами образующегося шлака, выполняющего функцию флюса [3]. Последний состоит в основном из оксидов бора и кремния, которые в составе шлака имеют более низкую по сравнению со сплавом температуру плавления. Кроме того, в жидком состоянии он интенсивно растворяет в себе оксиды металлов.

Следовательно, высокая самофлюсуемость сплавов на основе железа обеспечивается выполнением двух условий: образованием при окислении флюсующей фазы с пониженной по сравнению со сплавом температурой плавления, и в результате растворения, например оксидов железа, сохраняющая легкоплавкость. Поэтому самофлюсуемость оценивают составом образующейся оксидной фазы и ее температурой плавления.

Исследовали наплавку порошков сплавов на основе железа ПГ-Ж1 и ПГ-КПИ 3 и износостойкого чугуна ИЧХ28Н2 фракции 50-63 мкм.

Таблица 1 – Состав исследуемых порошков, мас. %

Марка	Ni	Cr	B	Si	C	Fe
ПГ-Ж1	-	5-10	3-4,5	0,7	< 0,2	основа
ПГ-КПИ 3	22	4,5	3,3	3,2	0,8	основа
ПГ - ИХЧ	1,5-3	28-30	-	0,7-1,4	2,7-3	основа

В результате оплавления в печи на воздухе при скорости нагрева 20-35 К/с и изотермической выдержке в течение 10-15 с при температуре 1400 К порошка ПГ-Ж1 на поверхности покрытия образуются не сплавляющиеся с материалом покрытия капли. При температуре 1500 К на поверхности покрытия формируется слой окалина черного цвета толщиной 0,5-1,5 мм. При оплавлении двух других порошков формируется однородное покрытие с гладкой поверхностью, свободной от окалины. Повышение

температуры увеличивает количество шлаковой стеклообразной фазы. Для никелевого порошка стеклофаза практически бесцветна, а для порошка ПГ-КПИ 3 она черного цвета.

Установлено, что кристаллы черного цвета представляют собой оксиды железа Fe_2O_3 , Fe_3O_4 . ИК-спектральный анализ стеклофазы свидетельствует о наличии в составе оксидов бора для покрытий из порошка ПГ-Ж1 (абсорбции 1430 см^{-1}), а также оксидов кремния (абсорбция $1090, 1170 \text{ см}^{-1}$) для остальных порошков.

Анализ причин отличия в оплавлении порошков и образовании различных покрытий связывается с отсутствием никеля и малым количеством кремния в порошке ПГ-Ж1. Рассмотрим влияние этих элементов на закономерности процесса самофлюсования.

Оксид бора в отличие от оксида кремния, плохо взаимодействует с оксидами железа. Поэтому оксидная фаза из кислородных соединений бора и железа обогащена кристаллами Fe_2O_3 . Поскольку температура плавления Fe_2O_3 , (1840 K), превосходит температуру оплавления порошка, в нем образуются твердые включения оксидной фазы, препятствующие оплавлению частиц [4]

Кремний при окислении (например, ПГ-КПИ 3) уменьшает долю Fe_2O_3 в шлаке за счет образования SiO_2 , и уменьшает количество нерастворенного Fe_2O_3 . При этом растает доля стеклообразной фазы с температурой плавления меньшей по сравнению с Fe_2O_3 . Следовательно, самофлюсуемость порошка ПГ-КПИ 3 лучше, чем ПГ-Ж1.

Рассматривая влияние кремния на самофлюсуемость сплавов на основе железа, следует отметить, что согласно диаграмме состояния системы B_2O_3 - SiO_2 , при содержании SiO_2 выше 70 % ее температура ликвидус превышает 1273 K и при большем количестве SiO_2 может превысить температуру плавления сплава. Это может привести к невозможности получения качественного покрытия после оплавления из-за образования в структуре шлаковых включений. Похожие явления имеют место при обогащении оксидной фазы тугоплавкими оксидами металлов (например, железа или хрома). Поскольку бор при окислении самофлюсующихся сплавов образует легкоплавкий оксид, то существует минимальное его количество, при котором образуется более легкоплавкий по сравнению со сплавом флюс.

Важнейшее свойство флюса - способность защищать материал от окисления. Представляется, что изменение соотношения оксидов B_2O_3 и SiO_2 в составе флюса приведет к изменению данного свойства.

Исследование кинетики окисления стали с добавкой порошка оксида бора, показало, что он не только не защищает сталь от окисления, но и интенсифицирует ее взаимодействие с кислородом воздуха. В первую очередь это связано с особенностями строения данного оксида [8] и его низкой

температурой плавления (730 К. Поэтому при температуре наплавки или оплавления покрытия (1273-1700 К) борный ангидрид представляет собой жидкость с низкой вязкостью (менее 10-70 Пз, и его расплав не является барьером для кислорода. Добавка тугоплавкого оксида (оксид кремния SiO_2) повышает как температуру плавления системы, так и ее вязкость. Хотя последнее свойство не является универсальным для оценки защитных свойств флюса, следует ожидать их улучшение по сравнению с чистым расплавом борного ангидрида.

Положительным моментом влияния кремния на самофлюсуемость сплавов является то, что с увеличением содержания SiO_2 в системе B_2O_3 - SiO_2 расширяется ее температурный интервал солидус – ликвидус . Так, при содержании SiO_2 в количестве 20 % (моль) интервал плавления равен около 150 К, а при : % - более 400 К.

Для повышения флюсующего действия шлаковой фазы, образующейся при окислении бора и кремнийсодержащих сплавов на основе железа, в состав вводят кремний в количестве, обеспечивающем повышенное содержание его оксида в шлаке. При этом температура плавления шлака не должна превышать таковую у сплава.

При 1193 К фиксируется второй экзотермический пик.. Его появление связано с образованием жидкой фазы и увеличением скорости окисления.

У порошка ПГ-КПИ 3 фиксируются два экзотермических эффекта значительной интенсивности и один эндоэффект (плавление порошка). Увеличение массы порошка начинается при температуре около 923 К, а температура появления первого экзоэффекта - 1023 К.

Для порошка, содержащего 7,5 % хрома (при том же содержании остальных легирующих элементов), температура появления первого экзоэффекта повышается и равна 1135 К. Смещение его в сторону более высоких температур вызвано увеличением количества оксида хрома в оксидной пленке, а следовательно, повышения ее защитных свойств.

Качественный наплавленный слой из белого чугуна можно получить добавлением флюса или введением в сплав флюсующих элементов.

Материал для изготовления наплавочных порошков - отходы чугуна ИЧХ28Н2, образующиеся при электроэрозионной обработке отливок.

Матричной фазой в чугуне является аустенит или продукты его превращения, а разветвленной – карбиды типа M_7C_3 и M_{23}C_6 . Образование этих карбидов обусловлено высоким содержанием хрома в чугуне. Хром растворяется в карбидах и в матрице белого чугуна, а также образует специальные высокохромистые карбиды.

Таким образом, введение хрома в состав самофлюсующихся сплавов на основе железа в количестве 10-17 % и легирование никелем обеспечивают повышение защитных свойств оксидной пленки до одного уровня с нике-

левыми самофлюсующимися сплавами. Тем самым создаются условия для предотвращения образования при окислительном нагреве порошка оксидов железа в температурном интервале от комнатной температуры до начала образования оксидов бора и кремния (1000-1100 К). Тем самым обеспечивается выполнение требований, предъявляемых к шлаку для обеспечения хорошей флюсуемости.

Повышение жаростойкости сплавов на основе железа за счет легирования хромом в количестве, превышающем 10-15 %, не всегда возможно из-за подъема температуры плавления сплавов, а также их охрупчивания в результате образования в структуре большого количества заэвтектических карбоборидных кристаллов $(\text{Fe,Cr})_x(\text{B,C})_y$.

Следовательно, при получении распыленных самофлюсующихся порошков на основе железа с высоким уровнем флюсуемости не избежать введения в их состав никеля. Оценим его количество.

Жаростойкость сплавов системы железо – никель увеличивается [17] при возрастании содержания в них никеля. При этом степень окисленности сплавов резко снижается при содержании никеля до 25-30 мас. %, а при более высоком его количестве изменяется незначительно. Поскольку самофлюсующиеся порошки на основе железа содержат еще и хром, то при прочих равных условиях указанная концентрация никеля обеспечит им самофлюсуемость и технологичность, сравнимую с никелевыми порошками.

Увеличение содержания хрома позволяет снизить количество никеля до концентраций, применяемых в нержавеющей сталях (до 8-15 мас. %).

Таким образом, введение хрома в состав самофлюсующихся сплавов на основе железа в количестве 10-17 % и легирование никелем обеспечивают повышение защитных свойств оксидной пленки до уровня никелевых самофлюсующихся сплавов.

Литература

1. Бетень Г.Ф. Восстановление и упрочнение почворезущих элементов диффузионным намерзанием износостойкими сплавами. – Мн.: БГАТУ, 2003. – 188 с.
2. Ворошнин Л.Г., Пантелеенко Ф.И., Любецкий С.Н. и др.// Защит. Покрытия на металлах.- 1991. – Вып. 25. – С 25-28.
3. Банных О.А., Дриц М.Е. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа: Справочник. – М.: Металлургия, 1986. – 440 с.
4. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1986. – 462 с.

Abstract

The article contains the results of experimental studies of the influence of the composition of the filler powders for the formation of wear-resistant coatings of working bodies of the soil-cultivating machines.

УДК 621.791.927.55

**ПРИМЕНЕНИЕ КАРБОНИЛЬНОГО ХРОМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
УПРОЧНЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛЯХ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**М.Н. Ерохин, д.т.н., профессор, академик РАСХН,
С.П. Казанцев, д.т.н., профессор, Н.Н. Чупятов, к.т.н., докторант**
*Московский государственный аграрный университет – МСХА
им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация*

В статье представлены результаты выбора оптимального реагента для получения упрочняющих покрытий, на быстроизнашивающихся поверхностях трения деталей сельскохозяйственной техники, с применением химического парового осаждения (CVD-метод).

Решение проблемы упрочнения поверхностей трения, деталей сельскохозяйственной техники и их защиты от воздействия внешних факторов позволяет повысить надёжность и долговечность машин в целом. Наиболее перспективным направлением, в этой области, является разработка и внедрение в производство новых способов получения покрытий. В мировой практике нанесению защитных и износостойких покрытий уделяется особое внимание, для этой цели применяются любые доступные способы. Широкое применение нашли разнообразные методы модифицирования поверхностей от классических и простых методов химико-термической обработки до высокотехнологичных лазерных и электроннолучевых технологий.

Внедрение в процесс изготовления деталей машин упрочняющих технологий позволяет значительно снизить материальные затраты при производстве и получить значительный технико-экономический эффект при эксплуатации, однако в каждом конкретном случае поверхность детали должна соответствовать определённым специфическим требованиям которые определяются характером воздействия внешних факторов и условиями нагружения. Исходя из этого, наиболее актуальной задачей сегодняшнего дня является поиск универсальных способов модифицирования поверхностей, которые позволят получать покрытия с заданными физическими, химическими и механическими свойствами.

Анализ долговечности сельскохозяйственных тракторов и автомобилей показывает, что основными элементами конструкции, определяющими их надёжность, являются узлы трения, которые подвержены, в большей степени, абразивному и коррозионно-механическому изнашиванию. Для максимального снижения интенсивности этих видов изнашивания, поверхно-

сти трущихся деталей должны обладать высокой микротвёрдостью и быть инертными к окислительному воздействию внешней среды. В работах ряда авторов установлено, что для минимизации абразивного изнашивания поверхностная твёрдость должна быть не менее 17 ГПа [1].

Большие перспективы в области создания поверхностей с требуемыми эксплуатационными качествами можно возложить на CVD-метод металлоорганических соединений. Данный способ позволяет при минимальных капитальных вложениях на переоснащение производства, получать широкую гамму покрытий с разнообразными свойствами.

В основе CVD-метода лежит реакция:



где М – металл, R – органический радикал или лиганд [2].

Современный уровень развития химии позволяет синтезировать металлоорганические соединения (МОС) практически всех металлов периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Наиболее интересными реагентами, с точки зрения упрочняющих технологий, являются МОС содержащие в своём составе группы СО и СН, так как наличие углерода позволяет, катализируя в CVD-процессе протекание тех или иных химических реакций, получить в покрытии необходимое количество карбидных включений и тем самым значительно поднять значение микротвёрдости. Наиболее перспективные МОС с технологическими параметрами их разложения и теоретически возможными значениями микротвёрдости карбидов основного материала покрытия представлены в таблице 1.

Таблица 1 - МОС и технологические параметры их разложения [2,3]

Группа ПСХЭ	Основной материал покрытия	Исходное летучее соединение	Температура нагрева, °С		Теоретическая микротвёрдость карбида для основного материала покрытия, МПа
			исходного соединения	подложки	
VI	Cr	Cr(CO) ₆	30-50	300-700	до 18 ГПа [3]
	Mo	Mo(CO) ₆	30-60	450-700	до 14,99 ГПа [3]
	W	W(CO) ₆	40-70	450-700	до 17,16 ГПа [3]
VIII	Fe	Fe(CO) ₅	20-30	100-300	до 5,8 ГПа (карбонильное) [2]
	Co	Co ₂ (CO) ₈	20-25	180-220	до 8 ГПа (карбонильный) [2]
	Ni	Ni(CO) ₄	20-30	100-300	до 9 ГПа (карбонильный) [2]

Анализируя информацию, представленную в таблице 1 можно сделать вывод о том, что наиболее предпочтительным металлоорганическим соединением для процесса получения упрочняющих покрытий на поверхностях трения деталей сельскохозяйственной техники является гексакарбонил хрома ($\text{Cr}(\text{CO})_6$), так как он позволяет получить требуемые значения микротвёрдости при более низких температурах ведения процесса.

Подтвердить правильность выбора и предварительно оценить свойства покрытий, которые возможно получить термическим разложением гексакарбонила хрома в CVD-процессе, можно выполнить с применением термодинамического анализа всех возможных в процессе металлизации химических реакций. Известно, что термодинамическая возможность протекания любой химической реакции определяется изменением её энергии Гиббса (изобарно-изотермического потенциала) ΔG_T^0 при данной температу-

ре T . Если $\Delta G_T^0 < 0$ то реакция термодинамически возможна, если $\Delta G_T^0 > 0$ то она не может быть осуществлена. Чем больше потеря ΔG_T^0 , тем глубже протекает реакция.

Значение $\Delta G_T^0 = f(T)$ для реакций в широком интервале температур возможно вычислять методом приведенных потенциалов $\Delta \Phi^*$, а также приближенными методами.

При этом ΔG_T^0 используют формулу:

$$-\frac{\Delta G_T^0}{T} = \Delta \Phi^* - \frac{\Delta H_0^0}{T} \quad (2)$$

где изменение приведенного термодинамического потенциала реакции: $\Delta \Phi^* = \sum \Delta \Phi^*$ конечных веществ - $\sum \Delta \Phi^*$ начальных веществ.

В ряде случаев для расчета целесообразно применять метод Темкина-

Шварцмана. При этом величины ΔG_T^0 вычисляют по уравнению:

$$\frac{\Delta G_T^0}{T} = \frac{\Delta H_{298}^0}{T} - \Delta S_{298}^0 - (aM_0 + bM_1 + cM_2 + dM_{-2}) \quad (3)$$

где ΔH_{298}^0 и ΔS_{298}^0 - стандартные изменения энтальпии и энтропии при 298 К; a, b, c, d - коэффициенты уравнений; $M_0, M_1, M_2, \text{ и } M_{-2}$ - константы, зависящие от температуры T , значения коэффициентов и констант находят согласно рекомендациям [2,4,5].

Теоретические предпосылки для получения карбидохромовых покрытий возникают при температурах процесса разложения $\text{Cr}(\text{CO})_6$ в пределах 500 – 950 К.

Результаты полученные при термодинамическом анализе возможности протекания основных и побочных реакций разложения гексакарбонила хрома с образованием карбидов указывают на то, что активное образование карбидной фазы в покрытии возможно при температурах ведения процесса от 500 до 700 К, с повышением температуры степень осуществления карбидообразующих реакций монотонно снижается. Следовательно максимальные значения микротвёрдости (в пределах 18 ГПа) могут быть получены в области низких температур до 600 К, что обеспечивает минимальное термическое воздействие на материал упрочняемой детали.

Проведённый анализ данных позволяет судить о том, что карбидохромовые покрытия из газовой фазы могут быть использованы для упрочнения рабочих поверхностей большинства деталей механических, гидравлических и топливных систем сельскохозяйственной техники. Наибольший практический интерес представляет разработка технологических процессов получения износостойких покрытий термическим разложением гексакарбонила хрома в CVD-процессе, с последующим внедрением разработок в серийное производство.

Литература

1. Ерохин М.Н., Казанцев С.П. Диффузионные покрытия в ремонтном производстве. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина, 2006. – 124с.
2. Сыркин В.Г. CVD-метод. Химическая парофазная металлизация. – М.: Наука, 2000.-496 с.
3. Химическая энциклопедия: В 5 т.: т. 2: Даффа-Меди/Редкол.: Кнунянц И.Л. (гл. ред.) и др. – М.: Сов. Энцикл., 1990. -671 с.: ил.
4. Сыркин В.Г. Карбонильные металлы. – М.: Metallurgy, 1978.-256 с.
5. Сыркин В.Г. Химия и технология карбонильных материалов. – М.: Химия, 1972.-240 с.

Abstract

The article presents the results of the choice of optimal reagent to get strengthening coatings, wear of the friction surfaces of parts for agricultural equipment, using chemical vapor deposition (CVD-method).

УДК 656.1.065.7

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ШЛАНГОВЫХ МОЕЧНЫХ МАШИН

И.И. Хилько, к.т.н., доцент, Д.П. Соболев, инженер, Ю.А. Клёсс, студент
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Дана оценка энергоэффективности современных высоконапорных шланговых моечных машин, предложены технические решения по рабочему органу и сменным адаптерам, повышающим технический уровень и расширяющим технологические возможности указанных машин.

Введение

Мойка является важным технологическим процессом в системе технической эксплуатации сельскохозяйственных машин и оборудования, оказывающим большое влияние на качество, культуру и безопасность их обслуживания и ремонта. Однако до сих пор она остается далеко не совершенным технологическим процессом, требующим на свою реализацию больших расходов воды, энергии, труда и в том числе на очистку сточных вод, что объясняется рядом причин [1,2,3]. По мнению авторов наиболее распространенным путем достижения прогресса в данной технологии является создание новой конструкции рабочего инструмента, использующего принцип “вращающихся струй” и гидродинамической кавитации с возможностью оперативного управления основными параметрами рабочего процесса без его остановки при максимально высоком КПД процесса преобразования энергии давления воды, создаваемой насосом, в кинетическую энергию струи.

Основная часть

В Республике Беларусь до недавнего времени ОАО «Оршаагропромаш» и РУП «Волковысский завод литейного оборудования» выпускали машины моечные ОМ – 5361 и ММ – 140, ММ – 2П, ММ – 6П соответственно. Сейчас их производство, не выдержав конкурентную борьбу с фирмами Германии и Италии свернуто, а стратегически важный сегмент рынка моечного оборудования отдан иностранным производителям.

Более успешной стала фирма «Limens» г. Минск, наладившая производство моечного оборудования на базе комплектующих ведущих фирм, представив на рынке достаточно широкий спектр моечных машин. В таких условиях важно оценить технический уровень закупаемого оборудования и наметить пути повышения конкурентоспособности отечественного.

На первом этапе проводимых нами исследований были проведены расчеты полного коэффициента полезного действия моечных установок, представленных на рынке Республики Беларусь по методике [1].

$$\eta_n = \frac{N_n}{N}, \quad (1)$$

где: N_n – полезная мощность насосной установки, кВт;

N – установленная мощность электропривода, кВт.

В свою очередь полезную мощность рассчитывали по формуле:

$$N_n = P_n \cdot Q_n, \quad (2)$$

где: P_n – давление развиваемое насосом, МПа;

Q_n – подача насоса, м³/с.

Воспользовавшись формулами 1, 2 и паспортными данными на моечные установки были рассчитаны их полные КПД, соответствующие максимальной подаче и давлению воды.

Результаты расчетов представлены в таблице. Из них следует, что полный КПД импортных моечных установок колеблется в широких пределах от 0,53 до 0,83, что значительно ниже общепринятых 0,85...0,92 [1]. По нашему мнению такой низкий КПД можно объяснить высокой форсированностью гидравлических насосов установок по давлению и частоте вращения (1400...2800 мин⁻¹), а также несовершенством конструкций используемых рабочих органов (насадков).

По имеющимся данным [2, 3] насадок представляет собой устройство, преобразующее потенциальную энергию давления в кинетическую энергию струи. Чем выше КПД такого процесса, тем больше кинетическая энергия струи, которая расходуется на выполнение работы по отделению и удалению загрязнений с поверхностей машин.

Нами было принято допущение характеризовать КПД насадка посредством коэффициента расхода насадка, рассчитываемого по формуле:

$$\mu = \frac{Q}{Q_T}, \quad (3)$$

где: Q – действительный расход жидкости, м³/с;

Q_T – теоретический расход жидкости, м³/с.

Таблица 1 – Техническая характеристика импортных моечных машин

Технические параметры	Марки моечных машин				
	HD-715	HD1000SL	HD1040B	HD9/204M	HD1050B
Подача воды, л/ч	700	840	850	900	930
Давление, бар	60	130	210	200	230
Мощность привода, кВт	4	5,6	8,0 бензин	7,0	9,75 бензин
Полезная мощность, кВт	3,04	2,99	4,95	5,0	5,29
Полный КПД, %	76	53,3	61	71,4	54,2

Таблица 2 – Параметры импортных моечных машин

Технические параметры	Марки моечных машин				
	HDS551Ew	HDS698CEw	HDC798C	HDS801E	HDS1000DE
1	7	8	9	10	11
Подача воды, л/ч	550	650	750	700	900
Давление, бар	140	160	180	150	200
Мощность привода, кВт	3,2	4,5	5,6	5,6	7,4
Полезная мощность, кВт	2,12	2,88	3,6	3,0	5,0
Полный КПД, %	66,2	64,0	64,2	53,5	67,5

Технические параметры	Марки моечных машин				
	HDS1195SEw	HDS2000S	DS2640T4	DS3180	DSPL2880 T
1	12	13	14	15	16
Подача воды, л/ч	1200	1850	780	1300	1300
Давление, бар	180	180	180	220	170
Мощность привода, кВт	8,2	13,4	5,3	9,5	8
Полезная мощность, кВт	5,94	9,18	3,88	7,92	5,78
Полный КПД, %	72,4	68,5	73,2	83,3	72,2

Технические параметры	Марки моечных машин				
	G1500T	Elite1910M	Elite2840T	DPL3060T	X5DS3670T
1	17	18	19	20	21
Подача воды, л/ч	500	600	780	960	1000
Давление, бар	150	130	190	215	250
Мощность привода, кВт	2,7	3,0	5,3	7,0	9,5
Полезная мощность, кВт	2,07	2,08	4,1	5,7	6,92
Полный КПД, %	76,6	69,3	77,3	81,4	72,0

Из имеющихся данных [3] следует, что для конически сходящихся насадков μ может изменяться в пределах 0,82...0,946, а для коноидальных от 0,96...0,98. В тоже время в расчетах для маловязких жидкостей как вода и др. принимается осредненное значение $\mu = 0,62$. Тем самым признается возможность необоснованно высоких потерь энергии при преобразовании энергии давления жидкости в кинетическую энергию струи.

Нами был изготовлен брендспойт, оснащенный конически сходящимся насадком, формирующим компактную с большой дальностью выброса струю. Такие параметры струи подтвердили возможность повышения ее энергонасыщенности, но в тоже время стало ясно, что такая струя как инструмент очистки поверхностей машины не всегда пригодна для работы на посту мойки.

В этой связи была поставлена задача сохранить высоким запас кинетической энергии в струе и придать ей легко трансформируемую форму пригодную для мойки поверхностей с различной степенью загрязненности.

Основная идея сохранения кинетической энергии струи поясняется следующим математическим выражением [4]:

$$E_k = \frac{mV^2}{2} + I \frac{\omega^2}{2}, \quad (4)$$

где: m – масса движущегося потока жидкости в струе, кг;

V – скорость движения частиц воды вдоль оси струи, м/с.

I – момент инерции вращающегося потока жидкости в струе, кг·м²

ω – угловая скорость вращения струи, рад/с.

Из данного математического выражения следует, что сохранение запаса кинетической энергии в струе возможно при наложении вращательного движения, что в свою очередь позволяет регулировать угол ее распыления.

Данная идея была материализована в конструкции брендспойта, на которую получен патент [5]. Опытный образец такого брендспойта с конически сходящимся насадком диаметром менее 1,8 мм позволил получать струю с диапазоном угла распыления от минимального (рис. 1) до максимального представленного на рис. 2. Регулирование угла распыления плавное и обеспечивается рукояткой управления с малым углом поворота. Такая технологическая возможность брендспойта позволяет проводить эффективно мойку крупногабаритной сельскохозяйственной, строительной и военной техники с высокой степенью загрязненности поверхностей.



Рисунок 1 - Форма струи с минимальным углом распыления
($d_n=1,8\text{мм}$, $p \geq 12\text{МПа}$)



Рисунок 2 - Форма струи с максимальным углом распыления
($d_n=1,8\text{мм}$, $p\geq 12\text{МПа}$)

Общий вид опытного образца брендспойта и адаптеров к нему представлен на рис. 3.

На втором этапе исследований была выдвинута идея создания адаптера-турбофрезы с регулируемой частотой вращения насадки – волчка. Являясь весьма эффективным инструментом для удаления прочносвязанных загрязнений компактной струей высокого давления она имела серьезный недостаток, который заключался по нашему мнению в отсутствии возможности регулирования частоты вращения насадки – волчка при постоянно высоком давлении. В известных устройствах это можно было делать только регулированием давления у насадка или расхода воды. Такая система регулирования имеет серьезный недостаток, проявляющийся в резком изменении параметров технологического процесса. Этот недостаток устранен в предложенной новой конструкции турбофрезы, где регулирование частоты вращения насадки – волчка происходит при первоначально заданном давлении и расходе воды. Ее конструкция защищена патентом на изобретение [6].

Указанный адаптер рекомендуется использовать для удаления прочносвязанных загрязнений с полов, стен, крыши и других поверхностей производственных объектов.

В качестве еще одного адаптера предложена конструкция многоструйной насадки, обеспечивающей режим гидродинамической кавитации в потоке выбрасываемой соплами воды. Область применения такой насадки это мойка и дезинфекция машин и оборудования в животноводстве и птицеводстве, а также молочного и другого оборудования в переработке. Есть основания полагать об эффективности его применения при подготовке поверхностей машин и окраске, а также дегазации и дезактивации специальной техники.

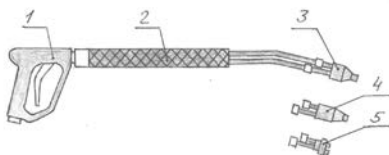


Рисунок 3 - Общий вид брендспойта и сменных адаптеров к нему:

1- рукоятка с запорным клапаном; 2 - ствол; 3- насадок для формирования вращающейся струи с регулируемым углом распыления (патент (ВУ) №16761 «Брендспойт» УО «БГАТУ» 2010.08.05); 4 - турбофреза с регулируемой частой вращения волчка – насадки (патент (ВУ) №17517 «Гидрофреза» УО «БГАТУ» 2011.04.14); 5 – многоструйная насадка с истечением жидкости в режиме гидродинамической кавитации

Проведенные производственные испытания брендспойта с конически сходящимся соплом подтвердили в целом правильность принятых технических решений. Отмечено заметное снижение концентрации мелкодисперсной водяной пыли в зоне работы мойщика. Известно [7], что высокая концентрация водяной пыли является крайне вредным производственным фактором. Было внесено предложение по уменьшению массы инструмента. Конструкция брендспойта доработана, а его масса снижена до 2,4 кг. Используя серийную моечную машину фирмы Körcher, укомплектованную опытным образцом брендспойта с регулируемым углом распыления при мойке ряда сельхозмашин (плуги, сеялки, культиваторы, тракторные прицепы и др.) было достигнуто снижение времени их мойки в пределах 10...15%. Адекватно сократилось и потребление электроэнергии.

Заключение

Современные высоконапорные шланговые моечные установки характеризуются низким уровнем энергоэффективности и их полный гидравлический КПД колеблется в пределах от 53,3 до 83,3%. Предложена качественно новая конструкция рабочего органа (брендспойта) с набором адаптеров не только повышающих энергоэффективность, но и расширяющих технологические возможности шланговых моечных машин. Это стало возможным благодаря использованию принципа «вращающихся» струй и явления гидродинамической кавитации.

УО «БГАТУ» может передать свои разработки заинтересованным организациям на условиях лицензионного договора.

Литература

1. Лепешкин, А.В. Гидравлика и гидропривод [Текст]: монография, часть 2. – Москва: МГИУ, 2005. – 292 с.
2. В.Ф. Медведев, В.Ф. Гидравлика и гидравлические машины [Текст]: монография, – Минск: Высшая школа. 1998. – 315 с.

3. Башта, Т.М. Гидравлика. [Текст]: монография, – Москва: Машиностроение. 1970. – 438 с.
4. Костко, О.К. Универсальный справочник по физике [Текст]: монография, – Минск: Лист, 2003. – 265 с
5. Патент на изобретение №17517 «Гидрофреза» УО «БГАТУ» 2011.08.05
6. Патент на изобретение №16761 «Брандспойт» УО «БГАТУ»
7. Устройство для безопасной очистки техники[Текст]/ М.В. Латышенко [и др.]/ «Техника в сельском хозяйстве»/ – 2011. – № 6. – С. 16-17.

Abstract

The article evaluates the energy-efficiency of modern rod washing machines of high pressure. The author develops the technical solutions to the working component and removable adapter that raise the technical level and broaden technical opportunities of these machines.

УДК 631.3 (075.8)

ОЧИСТКА ДВИГАТЕЛЯ И ЕГО ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ

В.В. Мирутко, к.т.н., доцент, А.В. Бодилковский, к.т.н., доцент,

А.В. Бутрим, студент, Ю.А. Клесс, студент

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

В статье обоснована комбинированная схема очистки двигателя и его деталей на основе гидродинамической очистки высоконапорным аппаратом с комплектом специальных адаптеров и биоразлагаемых технических моющих средств.

Введение

Очистка двигателя и его деталей от загрязнений – один из важнейших факторов, влияющих на ресурс отремонтированного двигателя. От совершенства технологии и моечных установок зависят качество очистки изделий, производительность труда, культура производства, безошибочный контроль, дефектация деталей и в конечном счете себестоимость как процесса очистки, так и всего ремонта двигателя в целом. Очистные работы по двигателю и его деталям остаются наиболее трудоемкими, малоэффективными и экологически небезопасными. Некачественная очистка блоков цилиндров и их головок от нагара и накипи приводит к снижению эффективной мощности двигателей на 5-8%, увеличению расхода горюче-смазочных материалов на 10-20%. Из-за некачественной очистки деталей в процессе сборки дизелей послеремонтный ресурс снижается на 25-30% [1].

Основная часть

На поверхностях двигателя и его деталей образуются многочисленные загрязнения: эксплуатационные – нагар, накипь, асфальто-смолистые и лаковые отложения (осадки), продукты износа и коррозии, остатки лако-красочных покрытий; технологические – стружка, окалина, притирочные пасты, остатки эмульсии, абразив, пыль и др., причем ряд из них относятся к прочнофиксируемым и требуют повышенных затрат на их удаление.

При использовании типовых технологий [2] базовые детали подвергают сложной многостадийной очистке. Сначала они подвергаются общей мойке, затем вывариваются, дочищаются вручную ершиками, проволочными щетками, ветошью и паром под давлением. Специальной циркуляционной очистке подвергаются их масляные каналы и полости. Затем последовательно удаляются нагар, ржавчина и накипь. Очистка базовых деталей двигателей, отличающихся значительными загрязнениями, предусматривается в специальных машинах типа «Поток» и автоматических линиях, например ОМ-12216, АЛ-1, АЛ-2, АЛ-3, АЛ-5 и др. В типовых технологиях погружные машины (тупиковые и проходные) являются основным оборудованием для очистки от асфальто-смолистых отложений, коррозии, накипи, остатков краски. Эти машины являются достаточно эффективными при больших программах ремонта двигателей, но вместе с тем они являются громоздкими, дорогостоящими и недостаточно технологичны при их технической эксплуатации. В частности, удаление осадка и нефтепродуктов, обслуживание и ремонт являются трудоемкими процессами в связи с тем, что погружные машины как правило, подземного расположения, и требуются повышенные затраты на проведение этих работ. При типовых технологиях очистки двигателя и его деталей используется достаточно широкий спектр различных моечных машин, суммарная стоимость которых неоправданно велика и не по карману многим ремонтно-обслуживающим предприятиям, включая в том числе и специализированные мотороремонтные заводы.

В связи с этим заслуживает внимания решение проблемы очистки двигателя и его деталей применением гидродинамического способа очистки высоконапорными моечными аппаратами, отличающегося экономичностью, технологичностью и универсальностью [3,4]. Высоконапорные моечные аппараты имеют повышенную гидродинамическую мощность, обеспечивают высокоскоростной нагрев воды с образованием пароводяной смеси ($T=140\ldots 150^{\circ}\text{C}$), небольшой расход воды и топлива, быстрый выход на рабочий режим работы, применение технических моющих средств при относительно невысокой стоимости по отношению к другим моечным машинам.

На рисунке 1 представлена общая структурная схема технологического процесса очистки двигателя и его деталей при ремонте, основанная на гидродинамическом способе.

Загрязнения при этом способе удаляются в том случае, если сила удара струи о поверхность (ударный импульс) превышает хотя бы одну из прочностных адгезионно-когезионных характеристик загрязнений, таких, как прочность на сжатие, изгиб, сдвиг, сила адгезии и др. (см. табл. 1).

Основными параметрами управления процессом гидродинамической очистки являются: давление струи воды (сила удара), расход воды, температура воды, расход технических моющих средств и продолжительность очистки.



Рисунок 1 – Схема технологического процесса очистки двигателя и его деталей при ремонте

Таблица 1 – Виды и характеристики загрязнений поверхностей двигателей

№ п/п	Наименование загрязнений	Масса загрязнений, кг.	Максимальная толщина, мм.	Предел прочности при сжатии, МПа	Условный коэффициент прочности
1.	Пылегрязевые	0,2-1,0	5	2-3	0,5
2.	Остатки масел	До 3	5	1-2	0,15
3.	Маслогрязевые	1,5-2,5	10	2-5	0,30
4.	Старые лакокрасочные покрытия	0,4-0,6	0,1	30	3,0
5.	Продукты коррозии	0,1-0,3	0,1	40	4,0
6.	Осфальтосмолистые отложения	0,2-0,3	0,5	10	1,0
7.	Нагар	0,1-0,2	1	30	2,0
8.	Накипь	0,1-1,3	3	30	3,0

Отличительной особенностью представленной схемы является применение ограниченной номенклатуры моечных машин. Для предварительного отмыва трактора и двигателя применяется центробежная самовсасывающая моечная установка CR3-25, работающая на оборотной воде, для очистки снятого двигателя в сборе и очистки сборочных единиц и деталей после его разборки используется высоконапорный моечный аппарат фирмы KARCHER типа HDS-695VEX с высокоскоростным нагревом воды и с применением специальных адаптеров (турбофреза, гидрокавитационный и пенный насадки, турболазер, насадки для промывки масляных каналов) и моечная специальная камера для очистки небольших сборочных единиц и деталей. Применяется также межсменное вымачивание деталей с прочнофиксированными загрязнениями (головка блока цилиндров, клапана, поршни, гильзы цилиндров, детали турбокомпрессора, коллектора, шатуны и др.) в растворах растворяюще-эмульгированных средств «РИТМ», «Лабомид-312» или дизтопливе, в герметичных ваннах. Удаление технологических загрязнений и промывка масляных каналов после механической обработки также может осуществляться высоконапорным аппаратом с применением турбофрезы и кавитационных насадок в указанной выше специальной моечной камере. Работа этой камеры может осуществляться в режимах ручного и автоматического управления. В первом случае очистка производится пистолетом-распылителем или брандспойтом через моечное окно, а во втором случае очистка производится автоматически через моечную рамку с форсунками при вращающейся моечной корзине при снятом пистолете-распылителе или брандспойте.

Заключение

Основными преимуществами предлагаемой технологии очистки по отношению к типовой являются: универсальность, то есть возможность удалять весь спектр загрязнений присущих двигателю и его деталям, включая

прочнофиксируемые за счет применения гидродинамических струй с применением специальных высокопроизводительных и экономичных адаптеров: турбофреза, турболозер, гидрокавитационный, гидropескоструйный и пенный насадки. Кроме того применение гидродинамической очистки обеспечивает повышение производительности труда более чем в 5 раз; снижение расхода воды в 8 раз, электроэнергии в 11 раз, расхода моющих средств и металлоемкости более чем в 3 раза и обеспечивается быстрый выход на рабочий режим функционирования.

Литература

1. Беднарский /В.В. Организация капитального ремонта автомобилей: Учебное пособие /В.В. Беднарский – Ростов Н/Д: Феникс, 2005 – 592с.
2. Усков /В.П. Справочник по ремонту базовых деталей двигателей. /В.П. Усков – Брянск, Клиновская типография, 1998 – 589с.
3. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве /В.И. Черноиванов, /В.В. Бледных и др. Под редакцией В.И. Черноиванова – Москва-Челябинск, ГОСНИТИ, 2003 -992с.
4. Технология ремонта машин /Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский и др.; Под редакцией /Е.А. Пучина – Москва: Колос, 2007 – 488с.

Abstract

The article substantiates the combined scheme of clean engine and its parts based on high-pressure hydrodynamic cleaning apparatus with special adapters and biodegradable thermal detergent. Clean-up work on the engine and its components are the most labor intensive, inefficient and environmentally unsafe. Poor cleaning of cylinder blocks and cylinder heads from scale and limescale reduces the effective engine power on 5-8%, increasing the consumption of petrol, oil and lubricants at 10-20%. Due to poor cleaning of parts during Assembly of diesel engines posleremontnyj resource is reduced by 25-30%.

УДК 621.762

**ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ И АЛЮМИНИЯ
МЕТОДОМ РАСПЫЛЕНИЯ СТРУИ РАСПЛАВА ВОЗДУХОМ,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ
ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**А.Ф. Ильющенко¹, д-р техн. наук, проф., член-корр. НАН Беларуси,
Е.Д. Манойло¹, канд. техн. наук, М.М. Дечко², канд. техн. наук,
Р.А. Кусин², канд. техн. наук, И.Н. Черняк¹, Д.И. Жегздринь¹,
А.Р. Кусин¹, М.В. Голяков¹**

¹ ГНУ «Институт порошковой металлургии», ² УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск,
Республика Беларусь

Приведены сведения о малогабаритной установке для получения распыленных порошков сплавов на основе меди и алюминия, предназначенных для упрочнения новых и восстановления изношенных поверхностей методом нанесения газопламенного покрытия, а также защиты от коррозии деталей сельскохозяйственной техники, технологических режимах и характеристиках порошков. Экспериментально подтверждено высокое качество покрытий, полученных с применением изготовленных порошков.

Введение

Простота и экономичность нанесения покрытий методом газопламенного напыления при упрочнении новых и восстановлении изношенных поверхностей, а также при защите от коррозии деталей различного функционального назначения делают привлекательным использование этого метода на производственных участках аграрного сектора, специализирующихся на ремонте и обслуживании сельскохозяйственной техники. Для реализации этого метода достаточно иметь в наличии оборудование для газопламенного напыления порошков, состоящее из аппарата-распылителя и пульта управления газами, и порошковые материалы для нанесения покрытий. Необходимое оборудование производится в республике и не вызывает проблем при приобретении, в то время как, металлические порошки, как правило, приходится приобретать за рубежом. Участок по производству распыленных порошков на Молодечненском заводе порошковой металлургии не в состоянии решить данную проблему, поскольку специализируется на выпуске только порошков оловянно-фосфористой бронзы, используемых для изготовления ограниченной номенклатуры изделий фильтрующего назначения, и не позволяет осуществить выпуск небольших опытных партий металлических порошков для газопламенного напыления покрытий ввиду экономической нецелесообразности.

Основная часть.

Для решения этого вопроса была разработана малогабаритная установка для исследования процессов получения и производства порошков на основе меди и алюминия (рис. 1).

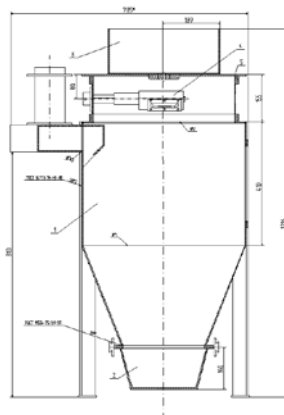


Рисунок 1 - Установка получения металлических порошков распылением расплава металла воздухом:

1 - корпус; 2 – поддон; 3 - металлоприемник; 4 - форсунка; 5 - крышка

Установка работает следующим образом. Перед началом работы устанавливается заданный угол наклона форсунок распылительной головки (4), затем корпус закрывается крышкой (5), на которую устанавливается металлоприемник (3). К корпусу установки герметично крепится поддон (2). После проверки герметичности корпуса установки она заполняется водой до заданного уровня. После подготовки установки к работе за 3-4 секунды до подачи расплава, в распылительную головку подается воздух, затем перегретый расплав заливается в металлоприемник. По истечении расплава подача воздуха в распылительную головку прекращается. Через 3-5 минут после распыления вода из корпуса установки сливается, поддон с влажным металлическим порошком снимается, после чего производится сушка металлического порошка в сушильном шкафу.

Установка позволяет получать порошки различных фракций. Варьируя давлением воздуха при распылении и углом наклона форсунок, можно регулировать до определенной степени выход заданной фракции порошка. Как показали исследования, выход годного порошка составляет 95 %. В зависимости от режимов распыления выход распыленного порошка крупных фракций при использовании щелевых форсунок составляет 5-35 %, а

фракций с размером частиц меньше 0,16 мм - до 5 %. На рисунке 2 представлены диаграммы распределения частиц по размерам получаемых на данной установке порошков оловянно-фосфористой бронзы.

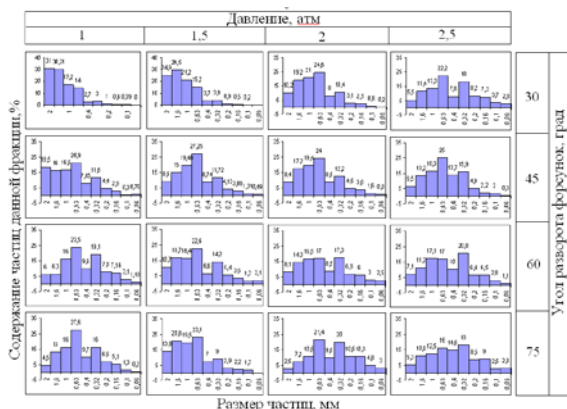


Рисунок 2 - Диаграммы распределения частиц порошка по размерам

При применении этих порошков для изготовления пористых изделий такое распределение допустимо и практически весь порошок без перепада может быть использован на производстве. Однако, для нанесения покрытий газотермическим и газодинамическим способом на изношенные поверхности или с целью их защиты от коррозии, требуются порошки с размерами частиц менее 125 мкм, что приводит к перепаду порошка с крупными частицами и, соответственно, к значительным дополнительным энергетическим затратам. В этой связи был разработан специализированный узел распыления с комплектом съемных форсунок.

Известно, что основными факторами, определяющими дисперсность порошка, являются вязкость, поверхностное натяжение расплава и энергия газового потока. Вязкость расплава регулируется химическим составом сплава и температурой расплава, поверхностное натяжение расплава – диаметром истекающей струи расплава. Для получения порошков с частицами менее 125 мкм было решено увеличить относительную скорость потока газа. Для решения этой задачи на основе сопла Лавали была разработана новая конструкция форсунки для распыления расплава металла воздухом. Комплект съемных форсунок позволяет менять угол атаки газа в широком диапазоне и изменять площадь их сечения.

При использовании специализированного узла распыления для получения распыленных сферических порошков оловянно-фосфористой бронзы, выход годного порошка фракций менее 125 мкм составил более 80 %. На

рисунке 5 представлен внешний вид частиц изготовленного порошка указанного гранулометрического состава. Аналогичные результаты были получены и при исследовании процесса получения порошков алюминия с той разницей, что распыление осуществляли аргоном, а не воздухом, а выход порошков фракции минус 125 мкм не превысил 60 %. Свойства порошков оловянно-фосфористой бронзы приведены в таблице 1, насыпная плотность порошков алюминия – в таблице 2, внешний вид порошков – на рисунке 3.

Таблица 1 – Свойства порошков оловянно-фосфористой бронзы

Фракция, мм	Насыпная плотность, γ , г/см ³	Текущность, τ , сек	Плотность утряски, г/см ³	Фактор сферичности
(-1,0+0,63)	4,05	3	4,42	0,95
(-0,63+0,4)	4,96	3	5,3	0,95
(-0,4+0,2)	5,0	3	5,37	0,95
(-0,2+0,16)	5,22	3	5,7	0,95
(-0,16+0,1)	5,22	3	5,7	0,95
(-0,1+0,063)	5,32	3	5,8	0,95

Таблица 2 – Значения насыпной плотности алюминиевых порошков

Фракция порошка, мм	(-1,0+0,63)	(-0,63+ 0,4)	(-0,4+0,315)	(-0,315+ 0,2)	(-0,2 + 0,1)
Насыпная плотность, г/см ³	1,07	1,08	1,09	1,13	1,15

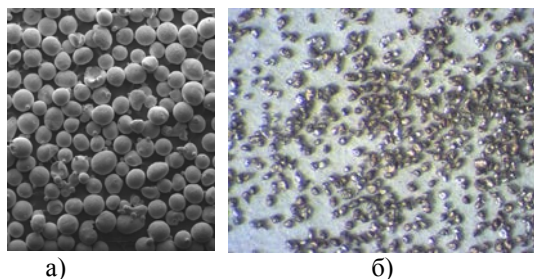


Рисунок 3 - Порошки оловянно-фосфористой бронзы (а) и алюминия (б) с размером частиц менее 125 мкм

Следует отметить, что на данной установке могут быть изготовлены порошки сплавов на основе меди и алюминия других составов, используемых, например, для восстановления и упрочнения поверхностей шеек ко-

ленчатых валов, «посадок» под подшипники качения, внутренних поверхностей подшипников скольжения (при условии, что длина покрытия не превышает диаметр отверстия); поверхностей валов коробок передач, шеек распределителей, ступиц колес и др.

Изготовленные порошки оловянно-фосфористой бронзы и алюминия с размером частиц менее 125 мкм были напылены на стальные подложки методом высокоскоростного газопламенного напыления аппаратом отечественного производства ТЕНА-Ппм (рис. 4), с использованием в качестве горючего синтетического газа МАФ (метилацетиленаленовая фракция).



Рисунок 4 - Камера полу-автоматического напы-ления ТЕНА-КПАН-1300 с установкой газопламенно-го напыления ТЕНА-Ппм

Микроструктуры покрытий приведены на рисунке 5.

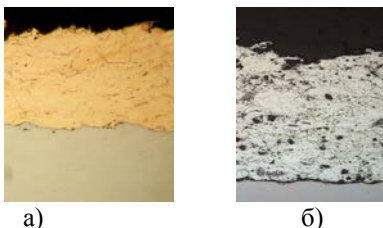


Рисунок 5 - Микроструктуры напыленных покрытий из порошков оловянно-фосфористой бронзы (а) и алюминия (б), нанесенных на стальные пластины

Анализ микроструктур полученных покрытий позволяет сделать вывод о высоком качестве напыленных покрытий: общая пористость в нанесенном слое гораздо ниже допустимых 2 %.

Заключение

Приведены сведения о конструкции установки для получения распыленных порошков на основе меди и алюминия, предназначенных для нанесения методом газопламенного напыления покрытий при упрочнении новых и восстановлении изношенных поверхностей, а также защиты от коррозии деталей сельскохозяйственной техники различного функцио-

нального назначения, в том числе коленчатых валов, валов коробок передач, ступиц колес, распредвалов и др.

Показано, что установка обеспечивает получение порошков с высокими уровнем свойств и выходом порошков мелких фракций. Экспериментально подтверждена возможность применения полученных порошков для нанесения качественных напыленных покрытий.

Abstract

The information has been provided on small-sized facility for producing sputtered powders of alloys based on copper and aluminum, designed to reinforce new and restore worn surfaces by applying gas flame coating, as well as corrosion protection of parts of agricultural machinery, technological regimes and characteristics of powders. The high quality of the coatings produced using the manufactured powders has been experimentally confirmed.

УДК 621.651

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ

**А.Т. Лебедев д.т.н., профессор, П.А. Лебедев к.т.н.,
Р.А. Магомедов к.т.н., Р.В. Павлюк к.т.н., В.А. Васин.
ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный
университет», г. Ставрополь, Российская Федерация**

Приведены результаты эксперимента по определению износостойкости восстановленных плунжерных пар комбинированным способом.

Современные неблагоприятные экономические условия, в которых находятся сельскохозяйственные предприятия, требуют для снижения себестоимости производимой продукции внедрения ресурсосберегающих технологий. Одним из путей ресурсосбережения является применение альтернативных топлив, применение которых способствует снижению затрат на их приобретение, но не влияет на его перерасход, обусловленный техническим состоянием прецизионных деталей топливной аппаратуры.

В условиях рядовой эксплуатации невысокий ресурс плунжерных пар обусловлен низкой износостойкостью рабочих поверхностей деталей соединения при работе в абразивной и коррозионной средах с неравномерными нагрузками. Абразивные частицы, находящиеся в топливе имеют высокую микротвердость, которая значительно превосходит микротвердость рабочих поверхностей плунжерных пар. В процессе эксплуатации

прецизионных пар происходит схватывание контактируемых поверхностей. Увеличение износа плунжерных пар влияет на увеличение часового расхода топлива, дымности отработавших газов [1, 2, 3], повышает неравномерность цикловой подачи топлива по секциям [4]. Но при работе на номинальных оборотах изношенные плунжерные пары обеспечивают в достаточной степени необходимые параметры для работы топливного насоса высокого давления [5, 6]. Это объясняется тем, что при высокой скорости перемещения плунжера топливо не успевает перетекать в зазор между плунжером и втулкой. С уменьшением оборотов увеличивается перетекание топлива в зазор и неравномерность подачи по секциям [7].

Проведенный анализ литературных источников и патентный поиск показали, что для восстановления и упрочнения прецизионных деталей применяется ряд способов, каждый из которых в отдельности не обеспечивает необходимой износостойкости. Поэтому для повышения ресурса плунжерных пар нами предлагается два направления: упрочнение на этапе комплектования и восстановление рабочих поверхностей на этапе ремонта [8, 9, 10].

Восстановление рабочих поверхностей включает три основных технологических операции: электроискровая обработка, безабразивная ультразвуковая финишная обработка и финишное плазменное упрочнение.

После восстановления плунжерных пар, с применением электроискровой и механической обработки измеряли твердость восстановленного слоя, и был составлен статистический ряд, представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Статистический ряд твердости восстановленного слоя.

Интервал	4714	4886	5057,5	5229	5401	5572	5744
	4886	5057	5229,1	5401	5572	5744	5916
Середина интервала	4800	4972	5143,3	5315	5487	5658	5830
Опытная частота в i -ом интервале, m_i	2	4	5	7	13	9	7
Опытная вероятность в i -м интервале, P_i	0,04	0,08	0,1	0,14	0,26	0,18	0,14
Накопленная опытная вероятность $\sum P_i$	0,04	0,12	0,22	0,36	0,62	0,8	0,94
Дифференциальная функция, $f(HR)$	0,3	0,45	0,61	0,76	0,87	0,94	0,97

Среднее значение твердости поверхностного слоя наносимого электроискровой установкой составило $HRV=5110\text{МПа}$ (рис. 1), при среднем квадратическом отклонении $\sigma=419\text{МПа}$, с коэффициентом вариации $V=1,06$, а параметр $b=1,82$ и коэффициентом $K_B=0,99$. Из рисунка 1 видно, что 20%

плунжерных пар, обработанных электроискровой обработкой имеют твердость не превышающую $HRV=5110\text{МПа}$.

Последующей технологической операцией является безабразивная ультразвуковая финишная обработка, после обработки плунжерных пар данной технологией проводились повторные измерения твердости рабочих поверхностей, результаты представлены в таблице 2.

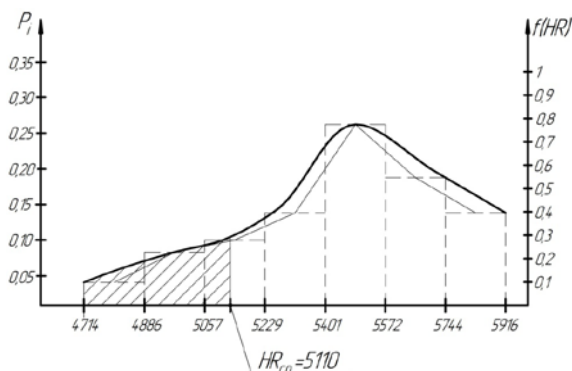


Рисунок 1 – Экспериментальное распределение твердости после ЭИО изношенных плунжерных пар

Среднее значение твердости после безабразивной ультразвуковой финишной обработки составило $HRV=8423\text{МПа}$ (рис. 2), при среднем квадратическом отклонении $\sigma = 325\text{МПа}$, с коэффициентом вариации $V = 0,46$, а параметр $b = 1,45$ и коэффициентом $K_B = 0,91$.

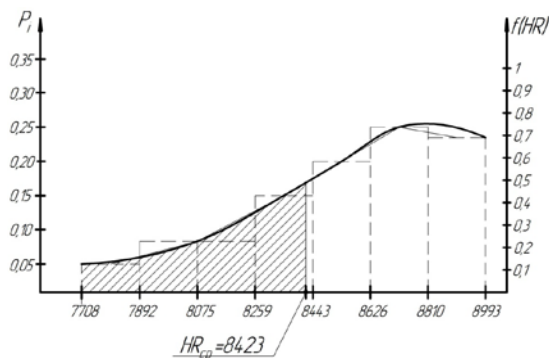


Рисунок 2 – Экспериментальное распределение твердости после БУФО изношенных плунжерных пар

На рисунке 2 представлено распределение твердости восстановленных плунжерных пар после безабразивной ультразвуковой обработки, из которого видно, что применение данной технологической операции обеспечивается у 70% обработанных деталей твердость превышающую среднее значение этого показателя.

Таблица 2 – Статистический ряд значений твердости восстановленного слоя

Интервал	7708	7892	8075,4	8259	8443	8626	8810
	7892	8075	8259	8443	8626	8810	8993
Середина интервала	7800	7984	8167,2	8351	8534	8718	8902
<i>Опытная частота в i-ом интервале, m_i</i>	2	3	3	6	8	10	7
<i>Опытная вероятность в i-м интервале, P_i</i>	0,05	0,08	0,08	0,15	0,2	0,25	0,18
<i>Накопленная опытная вероятность $\sum P_i$</i>	0,05	0,13	0,21	0,36	0,56	0,81	0,99
<i>Дифференциальная функция, $f(HR)$</i>	0,05	0,14	0,31	0,52	0,73	0,88	0,96

Полученные данные свидетельствуют о том, что после применения технологических операций твердость поверхностного слоя соответствует твердости новой плунжерной пары, но для придания особых физико-механических свойств поверхностному слою и сохранению тех, которые были созданы предыдущими операциями, производят формирование прочного тонкопленочного покрытия при помощи финишного плазменного упрочнения (ФПУ).

Экспериментальным путем было установлено, что для эффективного применения ФПУ необходимо от пяти до семи циклов нанесения покрытия на рабочие поверхности плунжерных пар. Это объясняется тем, что после пятого цикла обработки ФПУ исследуемых образцов микротвердость рабочей поверхности превышает микротвердость абразивных частиц находящихся в топливе [11]. С дальнейшим увеличением количества обработок исследуемых образцов микротвердость рабочих поверхностей увеличивалась незначительно, а после девятого цикла обработки наблюдалось снижение микротвердости.

Поэтому для повышения износостойкости рабочих поверхностей плунжерных пар необходимо применять до семи циклов обработки рабочих поверхностей ФПУ, однако большее количество циклов приводит к удорожанию процесса и не дает экономического эффекта.

Экспериментальными исследованиями износостойкости образцов было установлено, что у серийных и экспериментальных плунжерных пар скорость изнашивания максимальна при максимальном давлении в зоне контакта и максимальной скорости относительного перемещения [12]. Основываясь на полученных экспериментальных данных и прогнозировании предельного состояния прецизионных деталей, разработана модель формирования постепенного отказа для серийных и экспериментальных плунжерных пар (рис. 3).

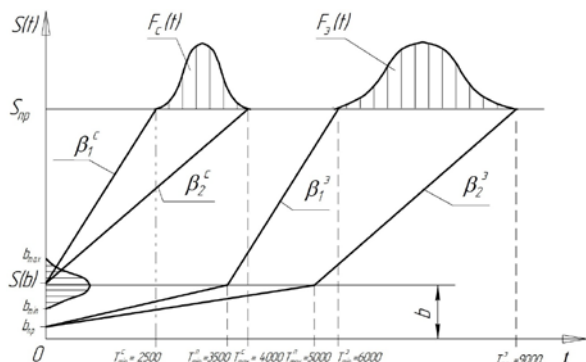


Рисунок 3 – Модель формирования постепенного отказа серийных и экспериментальных плунжерных пар

При максимальных значениях давления в зоне контакта и скорости относительного перемещения, процесс изнашивания рабочих поверхностей серийных и экспериментальных плунжерных пар будет происходить со скоростью $\beta_1^c = 9 \text{ мкм}$ и $\beta_1^s = 0,85 \text{ мкм}$ за 1000ч соответственно. При такой скорости изнашивания прогнозируемый ресурс серийных плунжерных пар составит $T_{\min}^c = 2500 \text{ ч}$, что в 2,4 раза меньше ресурса экспериментальных пар. При минимальных значениях давления в зоне контакта и скорости относительного перемещения, скорость изнашивания рабочих поверхностей серийных и экспериментальных плунжерных пар составит $\beta_2^c = 5,5 \text{ мкм}$ и $\beta_2^s = 0,57 \text{ мкм}$ за 1000ч соответственно. При таких показателях ресурс экспериментальных плунжерных пар составит $T_{\max}^s = 9000 \text{ ч}$, что в 2,25 раза больше ресурса серийных плунжерных пар.

Таким образом, разработанный способ восстановления прецизионных деталей позволяет обеспечить повышение ресурса плунжерных пар в 2,25... 2,4 раза, что подтверждает целесообразность реализации предлагаемой технологии восстановления.

Литература

1. Лебедев, А.Т. К вопросу повышения эффективности использования дизельной техники / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, Р.А. Магомедов, А.В. Захарин, Р.В. Павлюк, Н.А. Марьин // Научное обозрение. 2012. №10. С. 167-171.
2. Лебедев, П.А. Способы снижения расхода топлива при выполнении сельскохозяйственных работ / П.А. Лебедев, В.С. Цховребов, В.А. Халюткин, В.А. Васин, Б.В. Малюченко // Вестник АПК Ставрополя. 2012. № 3. С. 47-49.
3. Лебедев, А.Т. Повышение эффективности работы топливной аппаратуры дизельных двигателей / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, В.А. Васин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2011. №7. С. 43-45.
4. Лебедев, П.А. Улучшение параметров топливоподачи топливных насосов высокого давления / П.А. Лебедев // Техника в сельском хозяйстве. 2011. №6. С. 25-26.
5. Лебедев, А.Т. Закономерности изменения параметров топливоподачи от технического состояния плунжерных пар ТНВД / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, В.А. Васин, Д.И. Макаренко, Р.А. Магомедов // Сборник научных трудов SWorld. Одесса. 2012. Т.7. №4 с. 58-62.
6. Лебедев, П.А. Режимы работы двигателей и расход топлива / П.А. Лебедев, А.Т. Лебедев // Сельский механизатор. 2011. №12. С. 30-31.
7. Лебедев, П.А. Повышение ресурса плунжерных пар топливных насосов высокого давления дизельных энергосредств сельскохозяйственного назначения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. Зерноград, 2012. 164с.
8. Лебедев, А.Т. Восстановление работоспособности плунжерных пар / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 1. С. 23-24.
9. Лебедев, А.Т. Повышение износостойкости плунжера топливного насоса / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 1. С. 24-25.
10. Пат. 2423214 Российская Федерация. Способ восстановления прецизионных деталей [Текст] / А.Т. Лебедев, Р.А. Магомедов, П.А. Лебедев [и др]. - № 2009147528; Заявлено 21.12.2009; опубл. 10.07.2011.
11. Лебедев, А.Т. Повышение ресурса плунжерных пар / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, В.А. Васин, Д.И. Макаренко, Р.А. Магомедов, М.А. Кобозев // Сборник научных трудов SWorld. Одесса. 2013. Т.10. №2. с. 79-83.
12. Лебедев, А.Т. Влияние интенсивности изнашивания плунжерных пар на их ресурс и эффективность ТНВД / А.Т. Лебедев, П.А. Лебедев, В.А. Васин, Д.И. Макаренко, Р.А. Магомедов // Сборник научных трудов SWorld. Одесса. 2012. Т.7. №4. с. 62-64.

Abstract

Results of carrying out of experiment by definition of wear resistance of the restored precision pairs, are resulted by the combined way of restoration.

УДК 621.521

ПАРАМЕТРЫ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАР ТРЕНИЯ РОТАЦИОННЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ

А.Т. Лебедев д.т.н., профессор, А.В. Захарин к.т.н.,
Р.А. Магомедов к.т.н.

ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный
университет», г. Ставрополь, Российская Федерация

Приведены результаты проведения многофакторного эксперимента по определению скорости изнашивания пар трения «чугун-текстолит», «фторопласт-текстолит» и «чугун-фторопласт», в зависимости от скорости их относительного перемещения, давления в зоне контакта и концентрации абразива, со смазкой и без неё.

Введение

В сельском хозяйстве и промышленности используются машины ротационного типа различных конструкций, среди которых наибольшее распространение получили ротационные вакуумные насосы пластинчатого типа (РВН) [1, 2]. По сравнению с другими устройствами, для них характерны такие преимущества как: простота конструкции, малые габаритные размеры, равномерность в работе, низкая стоимость. Среди наиболее значимых недостатков вакуумных насосов пластинчатого типа многие исследователи отмечают низкий межремонтный ресурс и снижение производительности с увеличением времени непрерывной эксплуатации [3].

Поэтому нами разработаны ряд конструктивных решений позволяющие повысить эффективность работы вакуумных насосов пластинчатого типа [4, 5]. Так как внедрение этих конструктивных решений требует применения новых материалов, то возникла необходимость в проведении сравнительных испытаний пар трения серийных насосов и модернизированных.

Основная часть

В качестве *параметра оптимизации* (функция отклика) была выбрана **скорость изнашивания** пар трения, поэтому было принято решение о проведении многофакторного эксперимента по определению наиболее оптимальных режимов работы, материалов пар трения вакуумного насоса пластинчатого типа и степени влияния отдельных параметров на износостойкость. Скорость изнашивания определяли для следующих пар трения: «чугун – текстолит» (ЧТ), «чугун – фторопласт» (ЧФ), «текстолит – фторопласт» (ТФ), как в условиях смазки (С), так и без неё (Б).

Для осуществления многофакторного активного эксперимента принят трехуровневый план второго порядка Бокса-Бенкина для трех факторов [6]. Он относится к группе почти Д-оптимальных планов, у которых дисперсия воспроизводимости результатов эксперимента равномерно распределена по всем точкам поверхности отклика. Математическая модель второго порядка, полученная на основе таких планов, имеет одинаковую статистическую характеристику по всем направлениям.

На основании собственных теоретических исследований и анализа исследований процесса работы РВН другими авторами, приняты следующие факторы: скорость относительного перемещения v , м/с; давление в зоне контакта P , МПа; концентрация абразива C_a , %.

Обработка экспериментальных данных позволила получить уравнения регрессии функции отклика параметра оптимизации, представляющие собой полиномы первой степени.

$$\gamma_{\text{ЧТС}} = 0,2074 - 0,0048v + 0,0008P + 0,0032C_a + 0,0002vP + 0,0006vC_a, \quad (1)$$

$$\gamma_{\text{ЧФС}} = 0,0647 - 0,0015v + 0,0006P + 0,0013C_a + 0,0001vP + 0,0003vC_a, \quad (2)$$

$$\gamma_{\text{ТФС}} = 0,0488 - 0,0013v + 0,0005P + 0,001C_a + 0,0001vP + 0,0002vC_a, \quad (3)$$

$$\gamma_{\text{ЧТБ}} = 0,3604 - 0,0163v + 0,0013P + 0,0051C_a + 0,00045vP + 0,001vC_a \quad (4)$$

$$\gamma_{\text{ЧФБ}} = 0,1309 - 0,0046v + 0,001P + 0,002C_a + 0,0002vP + 0,0005vC_a, \quad (5)$$

$$\gamma_{\text{ТФБ}} = 0,0821 - 0,0028v + 0,0006P + 0,0016C_a + 0,0001vP + 0,0003vC_a. \quad (6)$$

Однако наибольшую информативность и обоснованность в принятии решения о выборе материалов в парах трения дает оценка через показатель относительной износостойкости, который представляют собой отношения:

$$k_{ij} = \frac{\gamma_i}{\gamma_j}, \quad (7)$$

где k_{ij} – показатель относительной износостойкости;

γ_i и γ_j – значения соответствующих уравнений при фиксированных значениях v , P и C_a , мкм/ч.

Концентрация абразива в парах трения работающих серийных насосов, является относительно постоянной и не превышает значения $C_a = 5 \pm 1\%$ [7]. Даже при тщательной очистке всасываемого воздуха происходит загрязнение зоны трения продуктами износа, которые удерживаются смазкой. Увеличение концентрации абразива в парах трения работающего насоса может происходить, но лишь кратковременно, так как он не в состоянии удержаться на поверхности детали и выносится вместе с выходящим потоком воздуха. Поэтому для анализа полученных моделей скорости изнашивания пар трения концентрация абразива принята $C_a = 5\%$.

По расчетным данным полученных с помощью зависимости (7), построены графики представленные на рисунках 1 и 2.

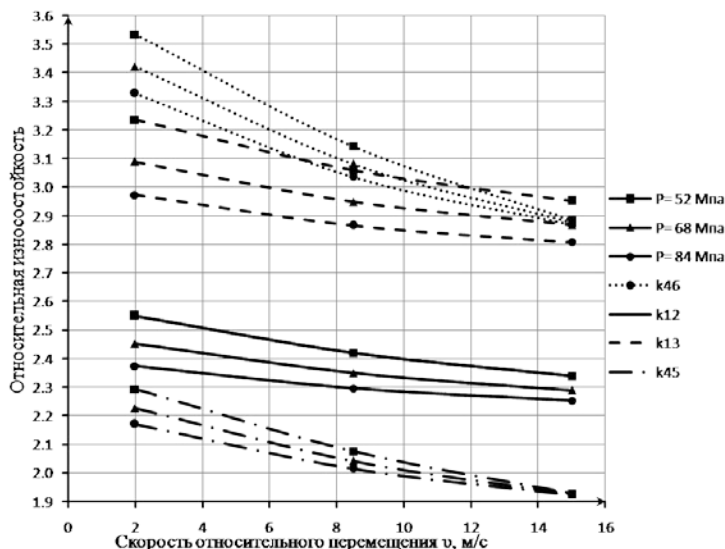


Рисунок 1 – Зависимость относительной износостойкости пар трения ЧФ и ТФ от скорости относительного перемещения v и давления P

Показатели относительности k_{12} и k_{13} выражают отношение скорости изнашивания пары трения ЧТ (1) соответственно к парам трения ЧФ и ТФ (2 и 3) со смазкой, а показатели k_{45} и k_{46} выражают отношение скорости изнашивания пары трения ЧТ (4) соответственно к парам трения ЧФ и ТФ (5 и 6) без смазки.

Показатель k_{12} характеризует во сколько раз снизится скорость изнашивания пары трения ЧТ при замене её на пару трения ЧФ. Анализ графика показывает, что износостойкость пары трения при $v = 2$ м/с повысится в 2,37...2,55 раз в зависимости от давления P , и при скорости $v = 15$ м/с повысится в 2,35...2,45 раз.

Для показателя k_{13} эти показатели при $v = 2$ м/с, будут равны 2,98...3,23, а при $v = 15$ м/с 2,91...3,07 в зависимости от давления P .

Для показателя k_{45} эти показатели при $v = 2$ м/с, будут равны 2,18...2,29 в зависимости от давления P , а при $v = 15$ м/с они все дадут повышение износостойкости в 1,92 раза.

Для k_{46} эти показатели при $v = 2$ м/с, будут равны 3,32 ...3,52 в зависимости от давления P , а при $v = 15$ м/с они все дадут повышение износостойкости в 2,98 раза.

Следует отметить следующие закономерности, выявленные в ходе анализа графиков (рис. 1):

1. Износостойкость пары трения ЧТ ниже, чем износостойкость пар трения ТФ как со смазкой, так и без неё. Это объясняется тем, что текстолит имеет волокнистую структуру, вследствие чего его рабочая поверхность в процессе изнашивания становится более мягкой «опушается» и площадь фактического контакта увеличивается, снижая удельное давление в зоне контакта.

2. Все полученные зависимости имеют не линейный характер. Это связано с тем, что в парах трения с фторопластом увеличение скорости относительного перемещения сопрягаемых поверхностей дает больший прирост скорости изнашивания, чем в паре трения ЧТ.

3. Показатели k_{12} и k_{13} менее интенсивно снижаются при увеличении скорости относительного перемещения от 2 до 15 м/с, чем показатели k_{45} и k_{46} . Связанно это с тем, что в парах трения описываемых показателями k_{12} и k_{13} присутствует смазка, которая с увеличением скорости относительного перемещения, снижает степень контактирования трущихся поверхностей, тем самым повышая их износостойкость.

4. Влияние давления для показателей относительности k_{12} и k_{13} пар трения со смазкой, с увеличением скорости до 15 м/с более значимо, чем для показателей пар трения без смазки k_{45} и k_{46} . Объясняется это тем, что в парах трения со смазкой ЧФ и ТФ смазка выравнивает контактирующие поверхности, разделяя их, что в совокупности, с повышением давления, еще больше увеличивает площадь их фактического контакта, компенсируя её негативное влияние на износостойкость. В парах трения без смазки, негативное влияние давления ни чем не компенсируется, поэтому увеличение давления интенсифицирует процесс изнашивания, тем самым снижая относительную износостойкость.

Показатели k_{14} , k_{25} , k_{36} выражают отношение скорости изнашивания пар трения со смазкой (1, 2 и 3) соответственно к парам трения без неё (4, 5 и 6).

На рисунке 2 построены зависимости коэффициентов k_{14} , k_{25} , k_{36} от скорости относительного перемещения v и давления P при концентрации абразива $C_a = 5\%$ для изучаемых пар трения.

Показатель k_{14} характеризует во сколько раз повысится скорость изнашивания пары трения ЧТ без смазки. Анализ графика показывает, что износостойкость этой пары трения при скорости $v = 2$ м/с снизится на 38,5%, а при скорости $v = 15$ м/с снизится на 26...29%, в зависимости от давления.

Показатель k_{25} характеризует пару трения ЧФ и показывает, что износостойкость этой пары трения при скорости $v = 2$ м/с снизится на 43,5...45%, в зависимости от давления, а при скорости $v = 15$ м/с снизится на 39%.

Коэффициент k_{36} характеризует износостойкость пары трения ТФ, и при концентрации абразива $C_a = 5\%$ и скорости $v = 2$ м/с он снизится на 31...33%, в зависимости от давления, а при той же концентрации абразива и скорости $v = 15$ м/с снизится на 28%.

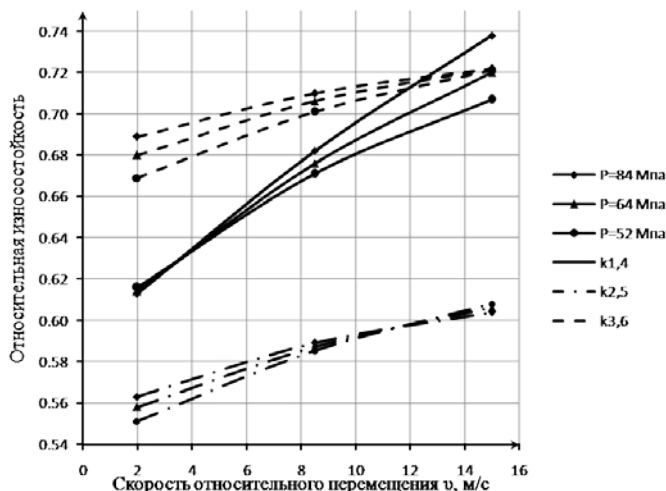


Рисунок 2 – Влияние смазки в парах трения ЧТ, ЧФ и ТФ на относительную износостойкость

Следует отметить следующие закономерности, выявленные в ходе анализа графика (рис. 2):

1. Отсутствие смазки оказывает максимальное влияние (39...45%) на снижение относительной износостойкости в паре трения ЧФ. Это связано с тем, что при отсутствии смазки, неровности на поверхности чугуна выступают в роли «пилы», стачивая поверхность более мягкого фторопласта, а в присутствии смазки поверхность чугуна выравнивается, снижая скорость изнашивания.

2. Все полученные зависимости имеют прогиб (не прямолинейны). Это связано с тем, что в парах трения со смазкой увеличение скорости относительного перемещения сопрягаемых поверхностей дает больший прирост скорости изнашивания, чем в парах трения без смазки (в рассматриваемом диапазоне скоростей), из-за удержания абразива слоем смазки, который повышает скорость изнашивания контактирующих поверхностей.

3. В парах трения с фторопластом относительная износостойкость повышается менее интенсивно с ростом скорости, чем в паре трения ЧТ, из-за того, что увеличение скорости перемещения деталей уменьшает количество упругих деформаций в фторопласте, увеличивая тем самым износ поверхности.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что пары трения ЧФ и ТФ имеют меньшую скорость изнашивания по сравнению с парой трения ЧТ в среднем со смазкой в 2,3 и 2,9 раз соответственно, и без смаз-

ки в 2 и 3,1 раза для всех рассматриваемых режимов. Использование материала фторопласт-4 является перспективным в качестве материала для поверхностей пар трения РВН.

Поэтому в качестве материала для изготовления торцевой пластины нами предлагается использовать фторопласт-4.

Литература

1. Мжельский, Н.И. Вакуумные насосы для доильных установок / Н.И. Мжельский. — М.: Машиностроение, 1974. - 151 с.

2. Лебедев А.Т. Вакуумные насосы: достоинства и недостатки / А.Т. Лебедев, А.В. Захарин, Р.Д. Искендеров // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2012/ Сборник научных трудов SWorld / Международная научно-практическая конференция - №7 -2012. с. 77-81.

3. Лебедев А.Т. Надежность и эффективность вакуумных насосов: монография./ А.Т. Лебедев, А.В. Захарин // Ставрополь, 2011. – 121 с.

4. Пат. 43043 Российская Федерация, F04C18/344. Ротационный пластинчатый компрессор [Текст] / А.Т. Лебедев, М.А. Красников, П.А. Лебедев [и др]. - №2004125976/22; заявл. 30.08.2004; опубл. 27.12.2004. Бюл. №36. - 4 с.

5. Пат. 2333392 Российская Федерация, F04C18/344 (2006.01). Ротационный пластинчатый компрессор [Текст] / Лебедев А.Т., Захарин А.В., Слюсарев А.С. [и др.]. – № 2007108890/06 ; заявл. 09.03.2007 ; опубл. 10.09.2008. Бюл. № 25. – 5 с.

6. Мельников, С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Текст] / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рощин. – Изд. 2-е перераб. и доп. – Л. : Колос, 1980. – 168 с.

7. Лебедев А.Т. Надежность и эффективность вакуумных насосов: монография./ А.Т. Лебедев, А.В. Захарин // Ставрополь, 2011. – 121 с.

Abstract

Results of multivariate experiment to determine the speed of wear of friction pairs "iron-PCB", "Teflon-PCB," and "iron-Teflon", depending on the speed of the relative movement, the pressure in the contact zone and the concentration of the abrasive, with a lubricant and without.

УДК 621.793

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТОКА ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКЕ НА КАЧЕСТВО ПОКРЫТИЙ

Л.М. Акулович, д.т.н., профессор, А.В. Миранович

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

В статье рассмотрено влияние параметров технологического тока на устойчивость процесса электромагнитной наплавки и качество формируемых покрытий. Для стабилизации основных технологических параметров и повышения устойчивости наплавки предложено использовать инверторные источники импульсного технологического тока.

Известно [1, 2], что одним из эффективных способов нанесения износостойких покрытий с требуемыми физико-механическими свойствами является электромагнитная наплавка (ЭМН) композиционными ферромагнитными порошками (КФП). Достоинства способа ЭМН (высокая прочность сцепления покрытия с основой, отсутствие термической деформации и специальной предварительной подготовки обрабатываемых поверхностей) обусловили его эффективное использование для восстановления и упрочнения поверхностей тонкостенных и крупногабаритных деталей, износ которых не превышает 0,1 мм, а также для поверхностей, работающих в открытой абразивной среде.

Вместе с тем, ограничивающим фактором ЭМН на поверхности, износ которых превышает 0,1 мм (валы коробок передач автомобилей, тракторов и других машин), является использование в качестве источника технологического тока (ИТТ) сварочных аппаратов генераторного и трансформаторного типов [2, 3]. При этом наибольшее распространение в устройствах ЭМН получили источники питания постоянного технологического тока – сварочные выпрямители (например, ВД-306, ВД-401 и др.) [4]. Существенными недостатками их являются невысокая скорость регулирования величины энергии технологического тока, малая величина энергии электрических импульсов и нестабильность их возникновения в периоды изменения напряжения сети. Опыт эксплуатации таких типов ИТТ показывает, что в процессе ЭМН невозможно достичь стабильности формирования покрытий с качественными характеристиками (равномерность и однородность по толщине) и высокой производительностью [3].

Появившиеся в последние годы инверторные источники питания для дуговой сварки (например, модельного ряда Invertec) по сравнению с выпрямителями традиционной конструкции обладают высоким быстродей-

ствием за счет микропроцессорной системы регулирования силой импульсного технологического тока и позволяют значительно упростить управление устройствами ЭМН [5, 6].

Цель работы – установить влияние параметров технологического тока различных типов ИТТ на устойчивость процесса ЭМН, его производительность, толщину и равномерность (колебания) толщины покрытий.

Методика исследований заключалась в нанесении покрытий из КФП Fe-2%V, Fe-Ti и ФБХ-6-2 на образцы из стали 45 ГОСТ 1050 – 88 (наружный диаметр – 40 мм, внутренний – 16 мм, толщина – 10 мм) на установке ЭУ-5 с различными типами ИТТ (трансформаторный выпрямитель – ВД-306 и инверторный выпрямитель – Invertec V270 T). Режим ЭМН: сила тока $I = 110$ А; рабочий зазор $\delta = 2,0$ мм; скорость вращения заготовки $V = 0,06$ м/с; подача КФП $q = 2,9 \cdot 10^{-3}$ г/(с·мм²); расход рабочей жидкости (РЖ) – эмульсол Э-2Б $q = 2,0 \cdot 10^{-3}$ дм³/(с·мм²). Устойчивость процесса ЭМН определялась по нестабильности (относительным отклонениям от установленных значений) технологического тока и напряжения в процессе работы установки ЭУ-5 с различными типами ИТТ. Электрические измерения напряжения в пределах 0,01 ... 100 В, силы тока в пределах 0,01 ... 270 А и временном интервале $0,1 \times 10^{-6}$... 0,02 с выполнялись осциллографом универсальным С1-77 ТУ И22.044.077. Измерение толщин покрытий осуществлялось на шлифах поперечного среза при помощи оптического микроскопа, имеющего диапазон увеличения $\times 200$. Равномерность (колебания) толщины покрытий определялась по разности максимальной и минимальной местных толщин покрытий образца [7]. Производительность ЭМН определялась по приращению массы наплавляемого материала КФП. Масса исходных образцов – 106,0 г. Взвешивание образцов и КФП выполнялось на лабораторных весах ВЛА-200-2М с точностью до 0,10 мг. Значение показателей для данных условий ЭМН определялось как среднее арифметическое результатов замеров на пяти образцах.

В результате выполненного осциллографирования (рисунок 1) установлено, что устойчивый процесс ЭМН характеризуется периодически повторяющимися процессами образования коротких замыканий и возбуждения электрических разрядов. В процессе наплавки возникают периоды холостого хода, которые образуются из-за несовпадения во времени импульсов электрических ИТТ и магнитной индукции электромагнитов. Выявлено, что в периоды устойчивого процесса наплавки при среднем значении силы технологического тока 110 А амплитуда силы разрядного тока изменяется для инверторного (Invertec V270 T) и диодного выпрямителей (ВД-306) в пределах 104 ... 116 А и 102 ... 122 А соответственно. В периоды неустойчивого процесса ЭМН сила разрядного тока для инверторного и диодного выпрямителей изменяется в широких пределах 32 ... 115 А и 30 ... 130 А

соответственно. При этом наименьшая частота повторяемости участков импульсной нестабильности процесса ЭМН характерна для инверторного аппарата, возможно, по причине малых пульсаций технологического тока (не более долей процента). Следовательно, более стабильный процесс ЭМН обеспечивается применением выпрямителя Invertec V270 T.

Это обстоятельство подтверждается результатами исследования равномерности распределения толщины покрытий. Анализ результатов измерений (таблица 1) показал, что толщина покрытий, полученных наплавкой на установке ЭУ-5 с ИТТ ВД-306 и Invertec V270 T, находится в пределах 229,0 ... 270,0 мкм и 237,0 ... 279,0 мкм соответственно.

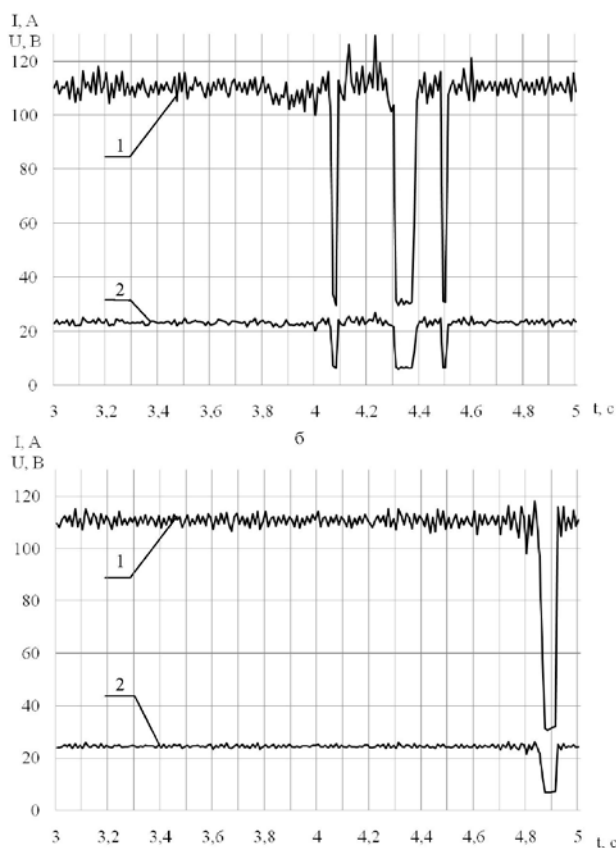


Рисунок 1 – Осциллограммы технологического тока (1) и напряжения (2) процесса ЭМН с использованием трансформаторного выпрямителя ВД-306 (а) и инверторного выпрямителя Invertec V270 T (б)

Таблица 1 – Толщина покрытий и равномерность толщины покрытий из КФП, производительность ЭМН

Материал покрытия	Средняя толщина покрытия, мкм	Колебания толщины покрытия, мкм	Производительность ЭМН, мг	Средняя толщина покрытия, мкм	Колебания толщины покрытия, мкм	Производительность ЭМН, мг
	ВД-306			Invertec V270 T		
Fe-2%V	270,0	41,0	210,5	279,0	30,0	216,5
Fe-Ti	229,0	55,0	192,6	237,0	41,0	202,4
ФБХ-6-2	267,0	46,0	212,8	274,0	34,0	220,2

Установлено, что наибольшая толщина наблюдается для покрытий из ферромагнитных порошков Fe-2%V и ФБХ-6-2, полученных наплавкой на установке ЭУ-5 с Invertec V270 T, а колебания толщины на 25,1 ... 26,8 % меньше по сравнению с аналогичной характеристикой покрытий, полученных наплавкой на установке ЭУ-5 с ВД-306. Более равномерная толщина покрытий, полученных наплавкой на установке ЭУ-5 с Invertec V270 T, свидетельствует о стабильности процесса ЭМН.

Анализ результатов измерений (таблица 1) показал, что в процессе ЭМН с применением ИТТ инверторного типа по сравнению с ИТТ трансформаторного производительность ЭМН повысились на 2,7 ... 4,8 %.

В результате проведенных исследований установлено, что инверторный источник питания обеспечивает наименьшую импульсную нестабильность технологического тока и напряжения в процессе ЭМН и превосходит по техническим и технологическим показателям традиционные сварочные аппараты. Выпрямитель модели Invertec V270 T принят в качестве источника постоянного технологического тока для установки ЭМН.

Изучение влияния стабилизированных параметров (магнитной индукции и технологического тока) процесса ЭМН на структуру и открытую пористость проводилось на образцах с покрытиями из КФП Fe – 2%V. Для каждого опыта покрытия были нанесены на установке УНП-1 с электромагнитной системой на постоянных магнитах и выпрямителем модели Invertec V270 T на пять образцов. Образцы представляли собой кольца ($D \times d \times h$) $40 \times 16 \times 12$ из стали 45 ГОСТ 1050 – 88, микроструктура которых в исходном состоянии – смесь феррита и сорбитообразного перлита. Оптимальные условия и режим наплавки принимался на основе данных источника [8].

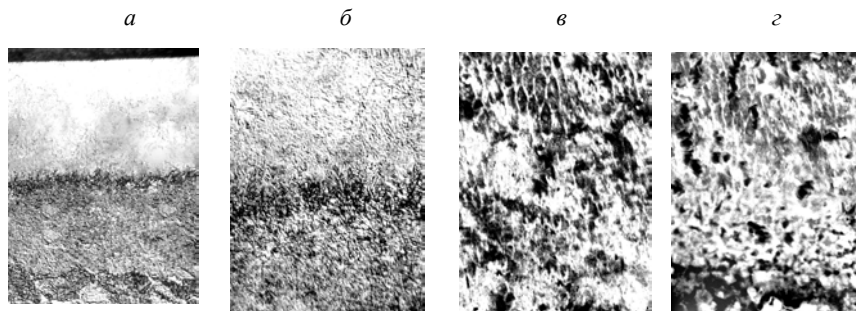
При исследовании микроструктуры покрытий использовали световой микроскоп Mef-3 с диапазоном увеличения 100 ... 1000 раз, фирмы «Reichert-Jung», цифровой фотоаппарат «HP photosmart 715 digital camera». Изучение открытой пористости образцов проводилось на поверхности покрытий нетравленных микрошлифов. Исследование выполнялось на автома-

тическом анализаторе изображения «Mini MagiScan» фирмы «Joyce Loebel» с компьютерной обработкой данных по программе количественного анализа.

Анализ фотографий микроструктуры покрытий из композиционного ферропорошка Fe – 2%V (рисунок 2, а) позволил установить, что наплавленный слой состоит из двух зон – наплавленного покрытия (ЗНП) и термического влияния (ЗТВ). Покрытие представляет собой монолитный слой, полученный из множества капель расплава порошка.

В нетравленном виде в покрытиях, полученных наплавкой композиционного ферропорошка Fe – 2%V с использованием МС на ЭМ и ПМ (рисунок 2), не выявлено дефектов в виде окислов, раковин и посторонних включений. Микроструктуры наплавленных металлов мелкодендритного строения. Наружная часть покрытия (рисунок 2, в), полученного наплавкой, имеет равноосное ячеистое строение, а на границе с основой (рисунок 2, г) – столбчатое дендритно-ячеистое, которое ориентировано в направлении максимального теплоотвода (перпендикулярно поверхности образца). Структура наплавленного металла состоит из основы – твердого раствора ванадия в α -железе, а также небольшого количества остаточного аустенита, карбидов ванадия (V_2C , $V_4C_{2,67}$) и железа (FeC , FeC_8). Поверхности раздела (рисунок 2, а и б), расположенные между наплавленными слоями и основой, четко обозначены. При этом ЗТВ (рисунок 2, г) имеют структуру дислокационного мартенсита. Под ЗТВ находится зона неполной закалки, структура которой представляет феррит и отдельные участки перлита, превратившегося в троосто-мартенсит.

Анализ результатов исследований (таблица 2) показал, что открытая пористость покрытий, полученных наплавкой на установке с магнитной системой на постоянных магнитах, находится в пределах 3,0 ... 6,0 %. Это свидетельствует о работоспособности покрытий, в особенности, при трении с ограниченной смазкой, так как поры являются аккумуляторами смазочного материала. Меньший предел значений открытой пористости покрытий, 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 КФП $q = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ г/с} \cdot \text{мм}^2$.



а, б – оптическая металлография, поперечный шлиф $\times 200$, $\times 500$;
в, г – растровая электронная микроскопия различных участков $\times 5000$
Рисунок 2 – Фотографии микроструктуры покрытий из ферропорошка
Fe – 2%V

Таблица 2 – Открытая пористость покрытий из ферропорошка Fe – 2%V

Материал покрытия	Открытая пористость, %		
	min	max	средняя
Fe-2%V	3,0	6,0	4,5

Заключение

1. Установлено, что наибольшая толщина наблюдается для покрытий из ферромагнитных порошков Fe-2%V и ФБХ-6-2, полученных наплавкой на установке ЭУ-5 с Invertec V270 T, а колебания толщины на 25,1 ... 26,8 % меньше по сравнению с аналогичной характеристикой покрытий, полученных наплавкой на установке ЭУ-5 с ВД-306. Более равномерная толщина покрытий, полученных наплавкой на установке ЭУ-5 с Invertec V270 T, свидетельствует о стабильности процесса ЭМН.

2. Выявлено, что микроструктуры наплавленных металлов мелкодендритного строения. Показано, что у покрытий, полученных наплавкой с магнитной системой на постоянных магнитах, распределение легирующих элементов равномерное.

3. Показано, что открытая пористость покрытий из Fe-2%V, полученных наплавкой с использованием установок с магнитной системой на постоянных магнитах, находится в пределах 3,0 ... 6,0 %.

Литература

1. Ракомсин, А. П. Упрочнение и восстановление изделий в электромагнитном поле / Под ред. П. А. Витязя. – Мн.: Парадокс, 2000. – 201 с.
2. Акулович, Л. М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. – Полоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.

3. Акулович, Л. М. Об устойчивости электромагнитной наплавки / Л. М. Акулович, А. В. Миранович, А. В. Линник // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев: ГУ ВПО «Белорусско-российский университет», 2012. – С. 98 – 100.

4. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле / Ящерицын П. И., Кожуро Л. М., Ракомсин А. П. и др. – Мн.: Изд-во ФТИ, 1997. – 416 с.

5. Солодский, С. А. Источники питания для дуговой сварки : учеб. пособие / С. А. Солодский, О. Г. Брунов, Д. П. Ильященко. – Томск : Изд-во Томского политех. ун-та, 2012. – 165 с.

6. Толстых, Л. Г. Инверторные источники питания для дуговой сварки / Л. Г. Толстых, А. Л. Толстых, А. А. Вопнерук // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2009. – № 9. – С. 29 – 31.

7. Методы исследования материалов: структура, свойства и процессы нанесения неорганических покрытий / Л. И. Тушинский и [др.]. – М. : Мир, 2004. – 384 с.

8. Акулович, Л. М. Повышение качества покрытий при электромагнитной наплавке в постоянном магнитном поле / Л. М. Акулович, А. В. Миранович // Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2008. – № 8. – С. 58 – 65.

Abstract

The article considers the influence of process parameters on the stability of the current process and the quality of electromagnetic welding formed coatings. To stabilize the main technological parameters and increasing sustainability surfacing proposed to use inverter technology pulsed current sources.

УДК 621.797. (631.354.2)

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИВодОВ
ЗЕРНУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

**Р.В. Павлюк, к.т.н., А.Т. Лебедев д.т.н., профессор,
В.В. Очинский д.ф.-м.н., профессор, М.А. Кобозев к.ф.-м.н.
ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный
университет», г. Ставрополь, Российская Федерация**

В статье приведены основные способы повышения работоспособности шпоночных соединений механических приводов зерноуборочных комбайнов. Представлены их основные преимущества и недостатки. Даны конкретные рекомендации к применению в механических приводах зерноуборочных комбайнов разработанных конструкций соединений для передачи крутящего момента.

Сбои и простои зерноуборочных комбайнов в эксплуатации ведут к значительным финансовым убыткам. Одной из важнейших причин простоя этой техники является выход из строя шпоночных соединений, на долю которых приходится до 10,5 % от общего числа отказов [1].

Согласно ранее проведенных исследований [1, 2] установлено, что если в соединении «вал – втулка» есть зазор, то при вращении высота контакта паза ступицы со шпонкой будет отклоняться от расчетной в зависимости от угла поворота. Поэтому ресурс шпоночного соединения будет определяться зазором в соединении и углом поворота ступицы и вала [3].

Основным недостатком этого соединения является то, что шпоночный паз является концентратором напряжений, снижающим усталостную прочность деталей, приводит к асимметричной деформации вала и ступицы. В зависимости от характера и условий работы соединения «вал – втулка» со шпонкой [2], рекомендуются следующие стандартные поля допусков, приведенные в табл. 1.

Таблица 1 - Рекомендуемые поля допусков в соединении «вал-втулка»

Характер работы	Поля допусков		Вид посадок
	отверстия втулки	вала	
Точное центрирование	H6	js6; k6; t6; p6	переходные
Большие нагрузки	H7; H8	s7; x8; i8; s8	с натягом
Осевое перемещение	H6 H7	p6 п7	с зазором

Согласно рекомендуемых норм точности, в этих соединениях в 10% назначается переходная посадка, а в большинстве случаев посадка с натягом, что в значительной мере ухудшает выполнение ремонтных операций при разборочно-сборочных работах.

Нами был проведен анализ параметров неподвижных соединений различных приводов зерноуборочных комбайнов. Установлено, что при нормировании предельных зазоров и натягов в 85% случаях посадка сопряжения «вал – втулка» назначается с зазором [3]. Такой тип посадки выбирается с целью уменьшения усилий запрессовки - выпрессовки и снижения трудоемкости ремонтных операций при выполнении разборочно-сборочных работ.

Износ отдельных деталей неподвижного шпоночного соединения происходит, в основном, из-за постепенного поверхностного разрушения материала деталей, сопровождающегося отделением частиц, изменением размеров, геометрической формы и свойств поверхностных слоев материала.

Наличие зазоров в соединении «втулка-вал» влияет и на надежность ременных передач, так как происходит их постоянные пульсирующие нагрузки, разгрузки и изменение межосевого расстояния с переменной частотой из-за проворотов шпонки со ступицей. Циклические микро-перемещения приводят к вытягиванию ремня в ходе работы и потере его работоспособности. Заявляемый ресурс ремней становится в десятки раз меньше. Например, согласно ГОСТ 26379-84 наработка ремней должна составлять не менее 350 ч, в действительности она зачастую не превышает 100-150 ч, иногда и менее. Такая динамика работы аналогична и в цепных передачах. Характер пульсирующего нагружения распространяется и на подшипниковые опоры, вызывая в них дополнительно микро- и макроразрушения с переменной интенсивностью.

На основании экспериментальных исследований и хронометража работы уборочной техники по методике ОСТ 108.1-99 распределение отказов механических приводов по их элементам представлены на рисунке 1.

Наибольшую долю неисправностей приходится на подшипники 34%, ременные и цепные передачи 28,5%, что подтверждает негативное влияние зазоров в шпоночном соединении на отказы остальных элементов приводов.

Для неподвижных соединений существуют следующие способы повышения их надежности (рис.2).

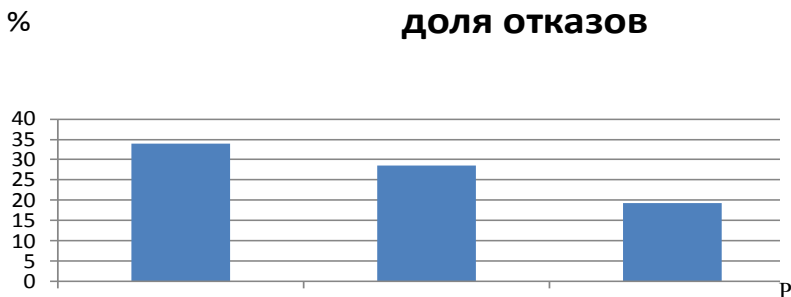


Рисунок 1 – Диаграмма усредненных значений распределения отказов механических приводов



Рисунок 2 – Способы повышения надежности шпоночного соединения

Для решения проблемы устранения зазоров в таких соединениях в последнее время получило широкое распространение применение клеевых композиций, например, таких, как Permaabond HH-167, Chemence TL 20G, LOCTITE - 603, Bearing mount for Wom Parts, Анатерм-103. Но на практике довольно сложно, а практически невозможно добиться равномерного распределения клеевого состава по всей контактируемой поверхности. В итоге получается такое же проблематичное соединение с дисбалансом и трудностью проведения разборо-сборочных операций после склеивания деталей.

С другой стороны конструктивная компоновка аналогичных механических приводов зерноуборочных комбайнов и вариаторов предусматривает то, что в подвижном соединении такой зазор необходим для обеспечения работоспособности сопряжения и технического функционирования. Поэтому применение переходных посадок и посадок с натягом в данном случае не допустимо [4, 5].

Основным способом повышения работоспособности неподвижных шпоночных соединений являются устранение в них зазоров [6, 7].

Изучив доступные нам устройства и конструкции шпоночных соединений, нами была поставлена задача по разработке конструкции, отвечающей всем требованиям, которые необходимы для оптимальной и долговременной работы [8, 9]. Причем решение данной задачи осуществляется по двум направлениям: для новых деталей и для восстановления отказавших.

Для того, чтобы убрать цикличность изменения скорости контактирования рабочих поверхностей шпонки со ступицей, мы предполагаем «стянуть» детали проблемного соединения по принципу «двойного ласточкиного хвоста» (RU 86682). Такая конструкция может применяться как в неподвижных, так и в подвижных соединениях, например в ступице отбойного бitera РСМ.10.01.15.609А и в вариаторах. Но данное соединение имеет ряд конструктивных ограничений – оно может быть реализовано на выходной части вала. Кроме того предлагаемое техническое решение, реально осуществить лишь на заводах-изготовителях, оборудование которых может обеспечить требуемую точность изготовления шпонки и шпоночных пазов ступицы и вала [10].

При способе соединения с натягом деталей вал-втулка (псевдошлицевое соединение) (RU 2428295) подразумевается создание на валу заведомо твердых участков виде прямоугольных секторов [11]. Сборка соединения осуществляется с натягом, обеспечивающим вдавливание твердых секторов вала в сопрягаемую поверхность втулки, что и образует псевдошлицевое соединение. При этом увеличивается количество разборо - сборочных операций с минимальным изменением величины фактического натяга в соединении. Но следует отметить, что данное конструктивное решение имеет высокую трудоемкость выполнения, добиться строгой формы упрочненных секторов довольно сложно, причем для разборки необходимо применение специального приспособления, что существенно снижает ремонтпригодность соединения.

Для реальных условий эксплуатации зерноуборочных комбайнов наиболее эффективным является установка вместо существующих шпоночных соединений, где это позволяют технические требования, съемной ступицы для монтажа вращающегося элемента на приводном валу (RU 2402701) (рис. 3), которая может быть изготовлена в виде ремонтного комплекта с достаточной точностью в ремонтных мастерских хозяйств [12]. Следует отметить, что существуют также некоторые ограничения на установку предлагаемой съемной ступицы, которая не может быть применена в подвижных соединениях. В первую очередь ремонтный комплект должен снизить время восстановления работоспособности соединения.

Для достижения требуемой надёжности модернизированного неподвижного соединения целесообразно предусмотреть:

- необходимую жёсткость, т.е. высокое сопротивление упругим деформациям от приложенных наибольших нагрузок для исключения недопустимых искажений, нарушающих нормальную работу приводов зерноуборочных комбайнов;

- достаточную конструктивную прочность с учетом всех приложенных постоянных и циклических нагрузок, включая периодические перегрузки, связанные с допустимой в эксплуатации сменой режимов работы привода;

- стабильность работы во времени за счет сопротивления остаточным деформациям и изнашиванию опорных поверхностей от рабочих воздействий в течение всего срока службы.

Поэтому для модернизированного неподвижного соединения применение малоуглеродистой стали обыкновенного качества недопустимо.

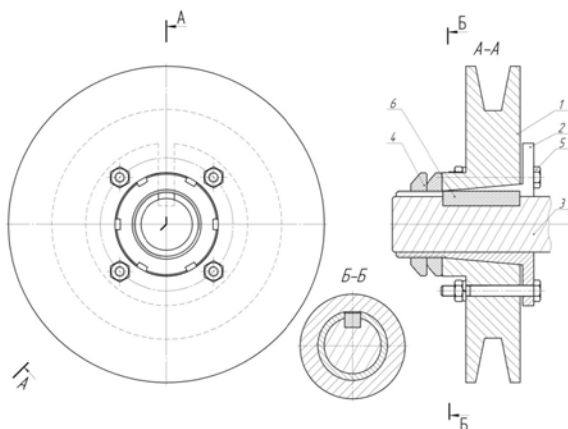


Рисунок 3 – Схема предлагаемого модернизированного соединения:

1 – обод шкива; 2 – коническая разрезная втулка; 3 – приводной вал; 4 – зажимные гайки; 5 – стяжное болтовое соединение; 6 – шпонка

Целесообразно использовать среднеуглеродистые стали (40, 45, 40Х, 45Х, 40ХН и др.), упрочняемые поверхностной закалкой с последующим низким отпуском, а именно Сталь 45 и Сталь 40ХН.

Таким образом, использование предлагаемой модернизированной конструкции подвижных шпоночных соединений в первую очередь устраняет главную причину отказа – относительное радиальное перемещение контактируемых деталей сопряжения, а также позволяет стягивать ступицу и вал, не создавая эксцентриситет что, в свою очередь, увеличит ресурс соедине-

ний, следовательно, самих механических передач, и экономит материальные средства при уменьшении числа ремонтов техники.

Литература

1. Павлюк Р.В. Анализ факторов, влияющих на надежность шпоночных соединений зерноуборочных комбайнов «ДОН-1500» / Р. В. Павлюк, А.Т. Лебедев // Машинно-технологическая станция. – 2010. – № 2. – С. 45-47.
2. Лебедев А.Т. Исследования наработки на отказ шпоночных соединений зерноуборочных комбайнов «ДОН-1500» в условиях рядовой эксплуатации / А.Т. Лебедев, Р. В. Павлюк // Сельский механизатор. – 2011. – № 11. – С.36-38.
3. Павлюк Р.В. Восстановление шкивов ременных передач зерноуборочных комбайнов при ремонте / Р. В. Павлюк, А.Т. Лебедев // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе. – 2011. – С. 108-111.
4. Павлюк Р. В. Повышение эффективности использования зерноуборочных комбайнов/ Р. В. Павлюк, В.С. Пьянов, А.Т. Лебедев // Механизация и электрификация сельского хозяйства – 2010. - №1. – С. 18-19.
5. Павлюк Р.В. Ремонтный комплект для восстановления работоспособности шпоночных соединений / Р. В. Павлюк // Вестник АПК Ставрополя. - Ставрополь, 2012. - № 6. – С. 51-54.
6. Лебедев А.Т. Повышение эффективности работы зерноуборочных комбайнов/ А.Т. Лебедев, Р. В. Павлюк // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 1. – С.4-5.
7. Лебедев А.Т. Исследования работоспособности зерноуборочных комбайнов в условиях Ставропольского края / А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, А.А. Цапко // Сборник научных трудов Sworld. 2012. Т. 7. № 4. С. 74-76.
8. Лебедев А.Т. Влияние зазоров в шпоночном соединении на его работоспособность / А.Т. Лебедев, В.В. Очинский, Р.В. Павлюк, Р.А. Магомедов, А.В. Захарин, Д.И. Макаренко, М.А. Кобозев // Сборник научных трудов Sworld. 2013. Т. 10. № 2. С. 92-94.
9. Пат. 86682 Российская Федерация, F16B 3/00. Шпоночное соединение [Текст]/ А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, Р.А. Магомедов [и др.]. - №2008152632/22; заявл. 29.12.2008; опубл. 10.09.2009 Бюл. №25. - 2 с.
10. Пат. 2428295 Российская Федерация, B23P11/02. Способ соединения с натягом деталей вал-втулка [Текст]/ А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, Р.А. Магомедов [и др.]. - №2010100664/02; заявл. 11.01.2010; опубл. 10.09.2011 Бюл. №25. - 7 с.
11. Пат. 2402701 Российская Федерация, F16D 1/09. Съемная ступица для монтажа вращающегося элемента на приводном валу [Текст] / А.Т. Лебедев, Р.В. Павлюк, Р.А. Магомедов [и др.]. - №2009119273/11; заявл. 21.05.2009; опубл. 27.10.2010 Бюл. №30. - 9 с.

Abstract

In article the basic ways of increase of working capacity safety connections of mechanical drives of combine harvesters are resulted. Their basic advantages and lacks are presented. Concrete recommendations to application in mechanical drives of combine harvesters of the developed designs of connections for transfer of the twisting moment are given.

УДК: 51-74:669.017.3

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ
МИКРОТВЕРДОСТИ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ
ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ГЕТЕРЕГЕННЫХ СПЛАВОВ**

Т.С. Скобло, д.т.н., профессор; О.Ю. Клочко, к.т.н.; Е.Л. Белкин
*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко, г. Харьков, Украина*

Полученная модель позволяет с высокой точностью определять микротвердость фаз высокохромистых чугунов при помощи математической обработки изображений структур с использованием разработанной методики.

Введение

Микроструктура высокохромистого чугуна (16-18%Cr), используемая для рабочего слоя биметаллических прокатных валков, в литом состоянии и после низкотемпературных циклических отжигов [1], отличается существенной структурной, фазовой и химической неоднородностью. Она представлена аустенито-карбидной эвтектикой со специальными карбидами хрома и многофазной системой дисперсных продуктов распада аустенита, отличающиеся дисперсностью и химическим составом. Также при распаде аустенита выделяется неоднородно-легированный феррит, имеющий существенные отличия по концентрации компонентов. Такая неоднородность структуры по содержанию компонентов и дисперсность выделяющихся карбидов в процессе кристаллизации сплава и последующей термической обработки, приводят и к существенной неоднородности микротвердости фаз. В ряде случаев из-за дисперсности формируемых фаз оценить их микротвердость не представляется возможным, однако для установления отличающихся по составу фаз, которые отражают достигаемый уровень микротвердости, можно использовать новый подход в их качественном и количественном определении. Этот подход включает применение разработанной методики математической оценки металлографических изображений гетерогенного сплава, в частности высокохромистого чугуна, с использованием элементов численного гидродинамического анализа основанного на уравнениях Навье – Стокса [2]. Исследуемые высокохромистые чугуны были подвержены термической обработке, способствующей максимальному распаду остаточного аустенита [3], заключающейся в циклическом нагреве и изотермической выдержке при определенных температурах, для получения магнитострикционного эффекта в легированном цементе и специальных карбидах, содержащих 40-43% железа (Me_{23}C_6 и

Me₇C₃). В результате создаются дополнительные структурные деформации, стимулирующие фазовые превращения при более низких температурах обработки (200-500°C), что особенно важно для двухслойных валков с сердцевиной из серого или высокопрочного чугуна.

Цель работы

Проведение исследований, направленных на поиск зависимостей микротвердости фаз высокохромистых чугунов от параметров, полученных в результате математической обработки изображений структур с использованием разработанной методики оценки металлографических изображений.

Методика обработки фотографий

Исследования проводили статистически на массиве данных, содержащем 32 фотографии структур высокохромистого чугуна после низкотемпературного циклического отжига. Проведены цифровые оценки этих фотографий в формат *pgm*, который включает 256 оттенков серого цвета (0 – самая темная точка, 255 – самая яркая), где все пиксели (точки) каждой фотографии обрабатываются по специально разработанной программе. При этом цвета от 0 до 154 – соответствуют карбидным фазам, 155-160 – аустениту, от 161 до 255 – ферритным. В работе рассмотрены 24 точки вокруг средней для удобства вычисления конечно-разностных производных включительно до 4-го порядка. Схема расположения точек вокруг средней включает номер строки *i* и номер столбца *j* Обозначение: *c_{ij}* – цвет точки. В общем случае все цвета могут быть разными. Для сокращения дальнейших записей присвоили указанным текущим точкам номера *c₁₂*, *c₁₃* и т.д.

Микротвердость структурных составляющих измеряли по стандартной методике твердомером Микро-Викерсом *UIT HVmicro-1* при нагрузке 0,49Н. При измерениях микротвердости (*H_μ*) дисперсной структуры с различным содержанием фаз результаты усредняли. Это дало возможность оценить вклад изменения в них концентрации компонентов. Микроструктуру образцов до и после термической обработки изучали с помощью металлографического «*Neophot-21*» и электронного *JEOL JSM-6390LV* микроскопов.

Результаты исследований

В работе введены показатели, характеризующие локальные дифференциальные соотношения между условными цветами (на основе конечных разностей), описывающих диффузию химических элементов и плотность фрагмента изображения – абсолютные значения лапласианов и дивергенций [2], а также качественно новый параметр, являющийся отношением абсолютной величины лапласианов разных порядков (вторых и четвертых производных) к цвету. Их использовали для построения гистограмм, пре-

образованных по этим формулам изображений, а также определения нормативных характеристик при сравнении образцов.

$$r_1 = \frac{|c_2 + c_4 + c_6 + c_8 - 4c_1|}{|c_2 - c_1| + |c_4 - c_1| + |c_6 - c_1| + |c_8 - c_1|}, \quad \text{где } 0 \leq r_1 \leq 1; \quad (1)$$

$$r_2 = C_1, \quad \text{где } r_2 - \text{цвет средней точки}; \quad (2)$$

$$r_3 = \frac{|c_3 + c_5 + c_7 + c_9 - 4c_1|}{|c_3 - c_1| + |c_5 - c_1| + |c_7 - c_1| + |c_9 - c_1|}, \quad \text{где } 0 \leq r_3 \leq 1. \quad (3)$$

Показатели, оцениваемые уравнениями (1) и (3) – являются характеристиками нейтральности абсолютного значения лапласиана, поскольку алгебраическая сумма лапласианов, в среднем, на достаточно большом числе точек всегда будет равна нулю.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(c_1 - \bar{c})^2 + (c_2 - \bar{c})^2 + (c_4 - \bar{c})^2 + (c_6 - \bar{c})^2 + (c_8 - \bar{c})^2}{4}}, \quad (4),$$

где $\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + c_4 + c_6 + c_8}{5}$; $r_4 = \sigma$ - среднеквадратическое отклонение

$$r_5 = \frac{(c_3c_4 + c_2c_1 + c_9c_8 + c_4c_5 + c_1c_6 + c_8c_7)^2}{(c_3^2 + c_2^2 + c_9^2 + c_4^2 + c_1^2 + c_8^2)(c_4^2 + c_1^2 + c_8^2 + c_5^2 + c_6^2 + c_7^2)} \quad (5)$$

$$r_6 = \frac{(c_3c_2 + c_4c_1 + c_5c_6 + c_2c_9 + c_1c_8 + c_6c_7)^2}{(c_3^2 + c_4^2 + c_5^2 + c_2^2 + c_1^2 + c_6^2)(c_2^2 + c_1^2 + c_6^2 + c_9^2 + c_8^2 + c_7^2)} \quad (6)$$

(5) и (6) - показатели однородности, описывающие корреляцию между дивергенцией и условным цветом. При одинаковых значениях цветов, входящих в формулы точек, они равны 1. В противном случае - меньше единицы. Оценили (7) – обобщенный (усредненный) градиент по абсолютной величине, являющийся средней эффективной скоростью изменения цвета (однородности) и (8) – абсолютную величину конечно-разностного лапласиана, описывающего диффузию химических элементов [2].

$$r_7 = \frac{|c_2 - c_1| + |c_4 - c_1| + |c_6 - c_1| + |c_8 - c_1|}{4} \quad (7)$$

$$r_8 = |c_2 + c_4 + c_6 + c_8 - 4c_1| \quad (8)$$

Введены следующие двумерные функции:

$$r_9 = |c_{10} - 3c_2 + 3c_1 - c_6 + c_{14} - 3c_4 + 3c_1 - c_8| \quad (9)$$

$$r_{10} = |c_{10} - 4c_2 + 6c_1 - 4c_6 + c_{18} + c_{14} - 4c_4 + 6c_1 - 4c_8 + c_{22}| \quad (10)$$

$$r_{11} = \frac{r_9}{|c_{10} - c_2| + 2|c_2 - c_1| + |c_1 - c_6| + |c_{14} - c_4| + 2|c_4 - c_1| + |c_1 - c_8|} \quad (11)$$

$$r_{12} = \frac{r_{10}}{|c_{10} - c_2| + 3|c_2 - c_1| + 3|c_1 - c_6| + |c_6 - c_{18}| + |c_{14} - c_4| + 3|c_4 - c_1| + 3|c_1 - c_8| + |c_8 - c_{22}|} \quad (12)$$

$$r_{13} = |c_2 + c_4 - 2c_1| \quad (13); \quad r_{14} = \frac{r_{13}}{|c_2 - c_1| + |c_4 - c_1|} \quad (14)$$

Формулы (9), (10), (13) описывают абсолютные величины конечно-разностной дивергенции и характеризуют уплотнение и разрежение вещества в структуре металла; (11), (12), (14) - показатели нейтральности выражений (9), (10), (13). В качестве первых 14 аргументов для корреляционных зависимостей приняты средние значения параметров, рассчитываемых по формулам (1)-(15) на фрагментах 50×50 пикселей для фотографий, на которых есть отпечатки индентора при измерении микротвердости: $\overline{r_1} - \overline{r_{14}}$. В следующих анализируемых 4-х параметрах вводили суммы процентов, согласно гистограммам значений, оцененных формулами (8), (9), (10) и (13), начиная с цвета 255. Было замечено, что эта сумма характеризует долю феррита с повышенной концентрацией углерода (например, структуры бейнит, мартенсит). В качестве следующих пяти параметров вводили средние значения отношений r_7/c_1 , r_8/c_1 , r_9/c_1 , r_{10}/c_1 и r_{13}/c_1 . Итого рассмотрено 23 параметра на всех фрагментах фотографий.

Методика расчета эмпирических зависимостей микротвердости от введенных 23 параметров

На выбранных фрагментах измеряли микротвердость. С помощью специально разработанной программы решали уравнения регрессии и находили соответствующие коэффициенты множественной корреляции ($R_{\text{мн}}$). Анализировали число строк исходных данных для структур после термообработки – 32. Число столбцов в каждом из этих массивов составляло 24 (23 аргумента и значение измеренной микротвердости). В каждом из 23 аргументов выбрали наименьшие значения, которыми описывали зависимость микротвердости от выбранных аргументов. Показателем, удовлетворяющим выбор аргументов, являлся коэффициент корреляции. Например, выбирали любые 5 параметров (без повторов) из 23 имеющихся: x_1-x_5 . Методом наименьших квадратов находили 6 коэффициентов a_0-a_5 уравнения регрессии для расчета зависимости

$$H_{\mu} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 \quad (15)$$

Полученному уравнению соответствовал $R_{\text{мн}}$. Перебирая всевозможные сочетания из 23 аргументов по 5, выбирали сочетание, дающее максимальный $R_{\text{мн}}$. Однофакторный анализ показал низкую корреляцию между микротвердостью и рассматриваемыми параметрами. Для повышения точности результатов исследования проведен 4-х и 5-ти факторный анализ, построены модели зависимости микротвердости высокохромистого чугуна от рас-

смаатриваемых факторов. При 4-х факторном анализе рассмотрены варианты с номерами 8,14,17,23 - абсолютная величина лапласиана, нейтральность дивергенции, доля феррита с повышенной концентрацией углерода относительно абсолютной величины 4-го лапласиана, отношение абсолютной величины дивергенции к цвету соответственно. Наибольший $R_{\text{мн}} = 0,592$. Значимость факторов (по порядку следования в их перечне): 56.5, 3.6, 9.0 и 16.1. Как видно наиболее значимый из них фактор - абсолютная величина лапласиана. При пятифакторном анализе рассматривали факторы с номерами 8,9,15,16,17, соответствующие абсолютным величинам лапласиана и третьего лапласиана, а также доле структур феррита с повышенной концентрацией углерода относительно абсолютных величин лапласиана, третьего и четвертого лапласианов соответственно. Наибольший $R_{\text{мн}} = 0,651$. Значимости факторов (по порядку следования в их перечне): 261.7, 131.1, 39.1, 71.5 и 53.9. Наиболее значимый фактор – абсолютная величина лапласиана.

При анализе рассмотрели альтернативные варианты (для которых $R_{\text{мн}}$ близок к наибольшему) 4-х факторного взаимодействия. В 28 из 31 вариантов вошли аргументы, так или иначе связанные с игольчатыми структурами (бейнит, мартенсит). Например, номер 17. Во все без исключения варианты вошли аргументы так или иначе связанные с рассеянием или градиентами. Например, аргумент с номером 8 – абсолютная величина лапласиана. Аргументы, связанные с нейтральностью (1,3,11,12,14) вошли в 23 варианта из 31, что больше, чем для литых структур. Следует заметить, что первые два варианта в качестве аргумента содержат цвет, чего не было для литых структур. Так как в эти варианты входят и абсолютные значения лапласианов, то на самом деле косвенно учитывается отношение лапласианов к цвету. Поэтому из 31 варианта у 28 одним из факторов является номер, связанный с отношением рассеяния к цвету (номера от 19 до 23, см. описание). Сопоставляя результаты с ранее проведенными исследованиями структур в литом состоянии, можно заключить, что имеется несколько механизмов образования фаз, как в литом состоянии, так и после термообработки. Однако после термообработки таких механизмов больше, что в значительной степени связано с распадом остаточного аустенита и процессов обработки в температурном интервале магнитного превращения цементита и спецкарбидов хрома (явлением магнитоотрицкиии). Также можно сделать заключение о существовании связи между структурами феррита с повышенной концентрацией углерода и введенными параметрами. Однако этот вопрос требует дополнительного изучения.

Чтобы убедиться в том, что полученные зависимости отражают микротвердость не только элементов массива исходных данных, на которых она рассчитывалась, но и по всей фотографии, были вычислены средние значения микротвердости по каждой из анализируемых фотографий. Расчет

средних значений производили для формул с наилучшими сочетаниями по 4 и 5 факторов следующим образом. Для каждого фрагмента рассчитывали 23 средних значения. В каждую расчетную формулу входило 4 или 5 номеров факторов (формулы и факторы см. выше). Поэтому для каждого фрагмента с помощью программы выбирали средние значения и производили расчет микротвердости. Затем показания микротвердости накапливали по всем фрагментам, а впоследствии делили на число фрагментов. Результаты расчетов, а также усредненные экспериментальные значения микротвердости представлены в табл.1.

Таблица 1 -Значения средней микротвердости H_n , рассчитанные с помощью математической модели и полученные экспериментально

Значение средней микротвердости, Н/мм ² при нагрузке 0,49Н									
Экспериментальное значение	5630	6480	7060	5740	7350	6440	6040	6190	7040
4-х факт. модель	6600	6630	7140	6440	7550	6640	6600	6630	7140
5-и факт. модель	6440	6660	7310	6500	7820	6890	6440	6660	7310

Установлено, что результаты расчетов по 4-х и 5-ти факторным моделям довольно близки друг к другу и к экспериментальным значениям. Также установлено, что после проведенной термообработки средняя микротвердость повышается ~ в 1,5 раза. В проведенных ранее исследованиях было установлено, что средние значения абсолютных величин лапласианов и производных от них также примерно в том же соотношении повышаются [2]. В результате термообработки уменьшается разброс средних значений микротвердости. При анализе по фотографиям происходит уменьшение значений коэффициентов множественной корреляции по сравнению с литым состоянием.

Заключение

1. После термообработки невозможно описать микротвердость с помощью только одного аргумента, что, связано с увеличением продуктов распада остаточного аустенита и магнитострикционным эффектом, что увеличивает число фаз с изменяющимся их составом. **2.** Максимальные коэффициенты корреляции для термообработанных структур при 4-х факторном анализе $\leq 0,6$ и при 5-ти факторном изменяются незначительно - $\leq 0,65$. Отмечается уменьшение коэффициента корреляции после термообработки по сравнению со структурами в литом состоянии. Это можно объяснить заметным повышением неупорядоченности структуры после термической обработки. Большую роль может играть фактор неоднородности распределения структур по глубине под отпечатком индентора из-за дополнительного распада остаточного аустенита с выделением более мелких фаз. **3.** Расчет средней микротвердости по фотографии является определенной новизной работы. Можно считать, что получен-

ные средние значения микротвердости по фотографии микроструктур показали достоверно подтвержденную экспериментами картину увеличения микротвердости после термообработки ~ в 1,5 раза.

Литература

1. Производство и применение прокатных валков. Справочник: под ред. проф. Скобло Т.С. / Т.С. Скобло, А.И.Сидашенко, Н.М.Александрова [и др.] // Харьков: ЦД №1, 2013. – 572с.
2. Скобло Т.С. Применение компьютерного анализа металлографических изображений при исследовании структуры высокохромистого чугуна / Т.С.Скобло, О.Ю. Клочко, Е.Л. Белкин //Заводская лаборатория. Диагностика материалов.– 2012.-№ 6 (78).-С.35-42
3. Патент України UA №65602, МПК (2011.01) C21D5/00. Спосіб термічної обробки валків з високолегованого чавуну /Т.С.Скобло, О.Ю. Клочко [та інш.] // Власник: ХНТУСГ. - №u2011006215; опубл. 12.12.2011, Бюл.№23.

Abstract

The model obtained allows one to accurately determine the microhardness phase of high-chromium cast iron in terms of mathematical image processing of structures with the use of the developed technique.

УДК 631.435: 621.98

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ ПОЧВЫ НА ИЗНАШИВАЕМОСТЬ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ

¹ В.В. Смильский, к.т.н., доцент, ² А.В. Сидорчук, д.т.н., профессор

¹Тернопольский национальный педагогический университет им. В. Гнатюка, г. Тернополь, ²ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства», пгт. Глеваха, Киевская обл., Украина

Описывается методика, и приводятся результаты оценки влияния гранулометрического состава почв на интенсивность износа рабочих органов почвообрабатывающих орудий.

Введение

Механическая обработка почв сопровождается интенсивным изнашиванием рабочих органов земледельческих орудий. Сотни тонн металла, с трудом добытых из недр Земли снова возвращаются туда же, но уже в распыленном виде, и собрать их обратно нет никакой возможности. Многие исследователи стремились уменьшить результаты этого бедствия, но особых успехов пока не достигнуто. Лемех, как наиболее изнашиваемая де-

таль плуга, имеет среднюю наработку на отказ, в зависимости от вида почвы в пределах от 5 до 20 га, а отвал – от 10...40 га [1,2,5]. К настоящему времени в научной литературе накоплен богатый экспериментальный материал, свидетельствующий о попытках создать износостойкий рабочий орган. Результативный методологический подход к обобщению и формализации имеющейся базы накопленных знаний может быть реализован, если преодолеть барьер классификации почв по их изнашиваемости.

Основная часть

Интенсивность износа рабочих органов определяется абразивными свойствами и давлением почвы на поверхность, скоростью их скольжения. Специальными исследованиями изнашиваемости стальных образцов выявлено, что в пределах 20 —103 кПа интенсивность изнашивания пропорциональна давлению и составляет 8,92 г/МПа при движении со скоростью 1,4 м/с, и 9,28 г/МПа на скорости 5 м/с [3]. Влияние свойств почвенной среды (гранулометрического состава, влажности, плотности, содержания гумуса) менее исследовано. Изнашивающее свойство почвы в основном определяется гранулометрическим составом. Этот факт доказали многие исследователи: М.М. Хрущов, В.М. Ткачев, М.М. Тененбаум, Б. Л. Орлов [1]. Это направление исследований не получило должного решения из-за недостаточной обоснованности классификации почв по их изнашиваемости и отсутствия математического описания гранулометрического состава почв. Важность учета влияния гранулометрического состава почвы доказывают зависимости, приведенные на рис. 3 и 8 [2].

Наше исследование начнем с оценки почвы, которая состоит из минеральных частиц различных размеров и формы (гранулометрический состав), находящихся раздельно, или связаны в агрегаты. Влажность почвы влияет на износ рабочих органов через прочность сцепления частиц в агрегате. Сейчас гранулометрический состав почв оценивается по классификации Н.А. Качинского, которая учитывает содержание глинистых фракций [7]. Такая классификация пригодна для оценки агрономического качества почв, но является несовершенной для оценки ее абразивных свойств.

Предлагаемый метод аналитического выражения результатов гранулометрического анализа почв основан на методологии фрактальной геометрии, который заключается в модификации исходного распределения фракций к виду, позволяющему его аппроксимацию степенной функцией. Для демонстрации предлагаемого метода в [7] заимствованы результаты исследований, которые приведены в таблице. Символом j обозначено интенсивность износа, а символом K_j - коэффициент изнашивающей способности.

Фрактальным называется множество элементов, которые в некотором отношении подобны целому, а их количество пропорционально размеру в некото-

рой степени, являющимся константой для данного множества. Такое распределение называется фракталом, а его ее фрактальная размерность D равна [8]:

$$D = \frac{\ln N(d)}{\ln d}, \quad (1)$$

где D - фрактальная размерность множества элементов;

N - количество элементов множества;

d - характерный размер элемента.

Таблица - Результаты исследований изнашивающей способности почв

Тип почвы	Содержание фракций размером d , мм				j , мг/с	K_j	Фрактальные коэффициенты	
	10...3	0,05-1	0,05-0,01	0,01-0,001			G_o	D
Граница песчаной и легкой супеси	-	0,86	0,04	0,10	4,80	2,12	0,800	1,03
	0,10	0,76	0,04	0,10	5,55	2,45	0,195	1,31
	-	0,70	0,20	0,10	4,63	2,05	0,610	1,08
	0,10	0,60	0,20	0,10	5,41	2,39	0,180	1,32
Граница легкой и тяжелой супеси	-	0,80	0,05	0,15	4,10	1,81	0,720	1,05
	0,10	0,70	0,05	0,15	5,00	2,21	0,190	1,30
	-	0,53	0,32	0,15	3,85	1,70	0,412	1,14
	0,10	0,43	0,32	0,15	4,68	2,07	0,160	1,33
Граница тяжелой супеси и легкого суглинка	-	0,70	0,10	0,20	3,40	1,50	0,590	1,08
	0,10	0,60	0,10	0,20	4,53	2,00	0,180	1,31
	-	0,50	0,30	0,20	3,12	1,38	0,380	1,15
	0,10	0,40	0,30	0,20	4,11	1,82	0,153	1,33
Граница легкого и среднего суглинка	-	0,51	0,19	0,30	2,26	1,00	0,380	1,15
	0,10	0,41	0,19	0,30	3,67	1,62	0,153	1,32
	-	0,15	0,55	0,30	1,83	0,81	0,072	1,43
	0,10	0,05	0,55	0,30	3,23	1,43	0,153	1,33
Граница среднего и тяжелого суглинка	-	0,38	0,22	0,40	1,58	0,70	0,250	1,21
	0,10	0,28	0,22	0,40	3,35	1,48	0,130	1,33
	-	0,11	0,49	0,40	1,15	0,51	0,046	1,50
	0,10	0,01	0,49	0,40	2,82	1,25	0,080	1,39
Граница тяжелого суглинка и глинистой	-	0,28	0,22	0,50	1,28	0,57	0,160	1,27
	0,10	0,18	0,22	0,50	3,28	1,45	0,116	1,33
	-	0,08	0,42	0,50	0,95	0,42	0,030	1,56
	0,10	-	0,40	0,50	2,71	1,20	0,074	1,39
Граница глинистой и тяжело глинистой	-	0,19	0,21	0,60	1,24	0,55	0,090	1,35
	0,10	0,09	0,21	0,60	3,28	1,43	0,097	1,34
	-	0,06	0,34	0,60	0,98	0,41	0,062	1,62
	0,10	-	0,30	0,60	2,66	1,18	0,073	1,38
Граница тяжелоглинистой и сверхтяжелой	-	0,10	0,20	0,70	1,13	0,50	0,036	1,49
	0,10	-	0,20	0,70	3,16	1,40	0,072	1,36
	-	0,03	0,27	0,70	0,84	0,37	0,007	1,77
	0,10	-	0,20	0,70	2,60	1,15	0,072	1,36

Числовое значение размерности D показывает, как быстро множество элементов заполняет занимаемое им пространство. Чтобы определить числовое значение D нужно сосчитать количество частиц N в каждой размерной фракции, что сделать достаточно сложно, поэтому количество N заменим относительным весовым содержанием G , а уравнение (1) представим в виде:

$$G = f(d)^D, \quad (2)$$

где G - относительное содержание фракции;

d - характерный размер частиц отдельной фракции, мм.

Для примера на рис. 1а изображены полигоны частотного распределения элементов для трех составов исследуемой композиции [7]. Характер кривых показывает, что эти распределения уникальны и не могут быть выражены стандартными вероятностными функциями. Процедура обработки данных состоит в следующем:

1. Из относительных весовых частей фракций G составляем кумулятивную сумму G_k , начиная от наибольшего размера к наименьшему. Результат изображен на рис. 1б.

2. Далее каждое значение кумулятивной суммы G_k делим на соответствующий ей характерный размер фракции d , и получаем новую функцию G_k/d .

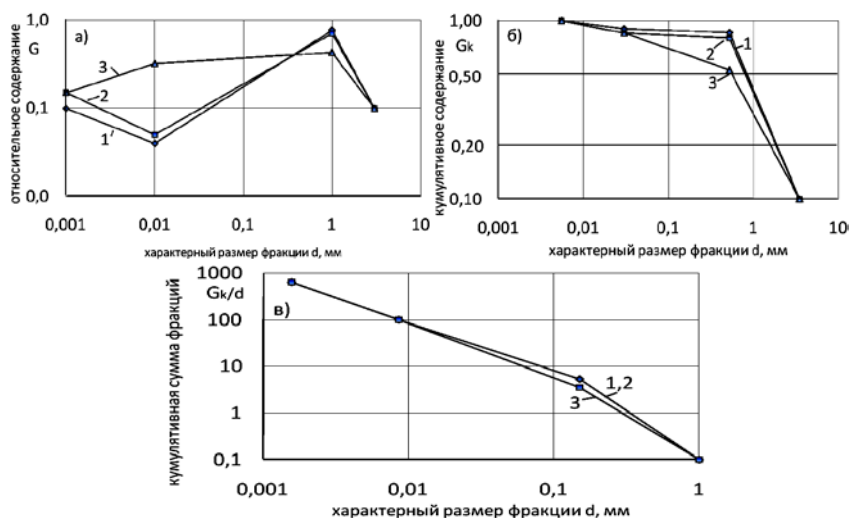


Рисунок 1 - Графическое представление гранулометрического состава композиций абразивных частиц для исследований изнашиваемости стальных образцов

$$G_k/d = G_o \cdot (d)^D, \quad (3)$$

где G_o – эмпирический коэффициент.

Зависимость (3) для тех же трех композиций изображена в логарифмических координатах на рис. 2в. Видно, что графики могут быть аппроксимированы степенной функцией с коэффициентами, приведенными в графе 8 и 9 таблицы. Точность аппроксимации оценивается коэффициентом детерминации R^2 , значения которого находятся в пределах 0,98...0,99. Коэффициенты G_o и D функции (3) имеют конкретный физический смысл: G_o выражает относительное содержание фракции наибольшего размера, а D – степень измельчения почвы (дисперсность).

Сейчас гранулометрический состав композиции представлен одним числом – показателем дисперсности D , что позволяет построить зависимость коэффициента изнашивающей способности от дисперсности почвы, которая изображена графически на рис. 2.

Первая кривая описывается уравнением $K_j = 1,99D^{-3,35}$ с точностью $R^2 = 0,86$, а вторая $K_j = 25,34D^{-9,34}$, $R^2 = 0,66$.

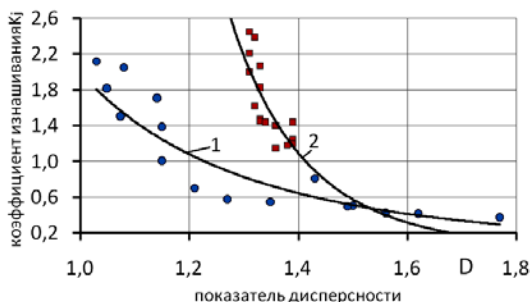


Рисунок 2 - Влияние дисперсности почвы на коэффициент изнашивания стальных образцов

Заключение

Гранулометрический состав почв имеет наибольшее влияние на износ рабочих органов сельскохозяйственных орудий.

Предложенный фрактальный показатель D дисперсности позволяет уверенно идентифицировать почвы по гранулометрическому составу, и может быть использован в расчетах рабочих органов на износостойкость.

Литература

1. Орлов Б. Л. Долговечность рабочих органов почвообрабатывающих машин / Б. Л. Орлов, В. Л. Евграфов, Е. Я. Орлов // Мех-ция и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – №3. – С. 27-29.

2. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания / В.Н. Ткачев. - М.: Машиностроение, 1995. - 336 с.
3. Короткевич В. А. Влияние удельного давления и скорости скольжения на износ образцов в почве / В. А. Короткевич // Труды ЦНИИМЭСХ. - Минск, 1966. - т. IУ. - С. 256-260.
4. Качинский Н.А. Структура почвы / Н.А. Качинский. - М.: МГУ. - 1963. - 100 с.
5. Михальченко А. М. Способы армирования лемехов для почв с различной изнашивающей способностью / А. М. Михальченко, С. И. Будко, И. В. Козарез, П. А. Паршиков // Тракторы и сельхозмашины. - 2009. - № 1. - С. 46-49.
6. Новиков В. С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин: автореф. дис. ... докт. тех. наук: 05.20.03 / В. С. Новиков; ФГОУ ВПО МГАУ. - М.: 2009. - 39 с.
7. Износ деталей сельскохозяйственных машин / Севернев М. М. [и др.] - М.: Колос, 1972. 239 с.
8. Федер Е. Фракталы / Е. Федер. - М.: Мир. - 1991. - 254 с.

Abstract

The method for evaluation the influence of soils particle-size on wearouting intensification of workings elements in machines for soil cultivating is describes in this article and the results of this process is also established.

УДК 621.787

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

**А.А. Дудников, к.т.н., профессор, А.И. Беловод, к.т.н., доцент,
А.В. Канивец, к.т.н.**

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Показано, что обеспечение надлежащего качества обрабатываемой поверхности деталей сельскохозяйственных машин поверхностным пластическим деформированием способствует повышению их износостойкости и долговечности.

Введение

Снижение работоспособности деталей машин, как правило, связано с разрушением поверхностного слоя. Поэтому в технологических процессах их восстановления всё большее внимание уделяется операциям поверхностного пластического деформирования, обеспечивающим такие параметры качества поверхностного слоя, которые соответствуют максимальному повышению эксплуатационных свойств машины.

Весьма важным является изучение изменения твёрдости и остаточных напряжений по глубине поверхностного слоя, а также создание поверхностного слоя с упрочнённой структурой.

Имеющиеся способы упрочняющей обработки не всегда обеспечивают получение перечисленных требований. В связи с этим необходимо проведение исследований расширяющих технологические возможности способов упрочнения.

Основная часть

Одним из основных параметров при ППД являются параметры, характеризующие силу деформирования. Применяемые методы ППД можно разделить на способы, использующие статическую и динамическую силу деформирования.

Наиболее перспективной является ППД, обеспечивающая гетерогенную упрочнённую структуру в поверхностных слоях с большой глубиной, использующая вибрационные колебания либо обрабатываемой детали, либо обрабатывающего инструмента.

Одной из главных проблем успешного применения динамических способов деформирования обрабатываемого материала является повышение точности при регулировании качественных показателей поверхностного слоя, поскольку энергия, расходуемая на величину пластической деформации, может быть различной. Это объясняется тем, что с увеличением скорости деформирования уменьшается время протекания пластической деформации. Поэтому её величина будет зависеть от таких параметров: возмущающей силы, амплитуды и частоты колебаний обрабатывающего инструмента, а также времени обработки.

Использование вибрационных колебаний для деформационного упрочнения материалов при восстановлении (изготовлении) деталей машин позволит значительно повысить КПД технологического процесса и увеличить точность регулирования получаемых результатов показателей качеств по глубине упрочнённого поверхностного слоя, а также получать как однородную, так и гетерогенно упрочнённую структуру, обеспечивающую более высокое качество обрабатываемой поверхности [1,2].

Под качеством продукции понимается совокупность свойств, обуславливающих её пригодность удовлетворять определённым потребностям в соответствии с её назначением. В последнее время качество поверхностного слоя становится таким же важным показателем процесса обработки деталей, как и производительность. Поэтому создание конкурентоспособной техники и других изделий возможно при обеспечении требуемых показателей качества [3].

Для оценки качества поверхностного слоя используют целый ряд показателей: химический состав, структурно-фазовое состояние, твёрдость, остаточные напряжения, параметры шероховатости и др.

Твёрдость является одной из основных характеристик состояния рабочей поверхности, от которой зависят её эксплуатационные свойства. Глубина поверхностного слоя с повышенной твёрдостью, по нашему мнению, должна выбираться в зависимости от вида износа.

Сопротивление усталости для многих деталей может быть увеличено за счёт повышения твёрдости при упрочнении, что объясняется тем, что упрочнение поверхности детали ППД до определённых пределов снижает амплитуду циклической пластической деформации и позволяет предотвратить возникновение нарушений сплошности, порождающих развитие усталостных трещин.

Остаточные напряжения оказывают существенное влияние на износостойкость трущейся пары: остаточные напряжения сжатия повышают износостойкость, а растягивающие – снижают её. Общепринятым способом повышения сопротивления усталости деталей машин является упрочнение поверхностным пластическим деформированием.

Проведенными исследованиями установлено, что на поверхности лезвий указанных деталей при их деформировании возникают сжимающие остаточные напряжения. Так, при вибрационном упрочнении лезвия ножа новых дисков из Стали 65Г они составляют 125-130 МПа. На глубине 0,45-0,80 мм они переходят в растягивающие, равные 80-110 МПа. На глубине 0,80-1,5 мм напряжения уменьшаются до нуля на противоположной поверхности лезвия диска.

Одной из причин возникновения остаточных напряжений является неравномерность деформации в радиальном направлении. При восстановлении деталей методом вибрационного упрочнения достигается более равномерная деформация и более мелкозернистая структура по сечению.

Микрогеометрия трущихся поверхностей является, на наш взгляд, одним из существенных факторов, влияющих на характеристики трения и абразивного износа при эксплуатации деталей машин. Поэтому при обработке поверхностей деталей является получение такой микрогеометрии, которая обеспечивает минимальное время и износ периода приработки. Для этого создают поверхность с оптимальными параметрами, требуемой формой и направлением микронеровностей, позволяющими снизить время приработки и износ.

Для обеспечения качества поверхностного слоя важную роль играют способы упрочнения поверхностным пластическим деформированием. Технология ППД характеризуется малой энергоёмкостью, отличается достаточно высокой точностью, стабильностью размеров и свойств, плавно-

стью изменений остаточных напряжений и микротвёрдости по глубине поверхностного слоя, обеспечивая нужную степень упрочнения.

Изменение твёрдости в результате упрочнения в основном характеризуется степенью наклёпа (степенью упрочнения):

$$\Delta H_{\mu} = \frac{H_{\mu} - H_{\mu_0}}{H_{\mu_0}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где H_{μ} – микротвёрдость металла после упрочнения;
 H_{μ_0} – исходная микротвёрдость металла.

Определяющим показателем качества поверхностного слоя при обработке ППД является твёрдость.

Проведенные нами исследования по определению степени упрочнения ряда деталей сельскохозяйственной техники восстановленных обычным и вибрационным деформированием показали следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1 - Значения степени упрочнения

Детали	Материал	Степень упрочнения	
		При обычном деформировании	При вибрационном деформировании
1. Диски копачей свеклоуборочных машин	Сталь 65Г	0,042	0,065
2. Диски сошников зерновых сеялок	Сталь 65Г	0,112	0,157
3. Плужные лемехи	Сталь 65Г	0,039	0,058

Исследованиями установлено, что степень упрочнения указанных деталей, упрочнённых вибрационным деформированием в 1,40...1,55 раза больше, чем при обычной обработке.

Заключение

При вибрационном деформировании в силу ослабления контакта обрабатывающего инструмента с обрабатываемой поверхностью детали снижается значение коэффициента трения по сравнению с обычной обработкой. Поэтому при вибрационном нагружении величина деформации и степень упрочнения металла будут иметь большее значение, чем при обычной обработке, что способствует повышению его износостойкости.

Литература

1. Бабей Ю. И. Физические основы импульсного упрочнения стали и чугуна / Ю. И. Бабей. –К. :Наукова думка, 1987. –238 с.
2. Белый А. В. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев / А. В. Белый, Г. Д. Карпенко, Н. К. Мышкин. –М. : Машиностроение, 1991. – 208 с.

3. Дудников А. А. Проектирование технологических процессов сервисных предприятий / А. А. Дудников, П. В. Писаренко, А. И. Беловод и др. – Винница: Наукова думка, 2011. – 400 с.

Abstract

Shown that adequate surface quality of parts of agricultural machines by surface plastic deformation contributes to their durability and longevity.

УДК 631.17

**СОЗДАНИЕ ВТОРИЧНОГО РЫНКА ПОДДЕРЖАННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В
АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

В.С. Герасимов, зав. лабораторией

ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии, г. Москва, Российская Федерация

Одной из причин, препятствующих развитию сельскохозяйственного производства, является низкая техническая, экономическая, социальная и экологическая эффективность используемой сельскохозяйственной техники и как результат высокая себестоимость конечной сельскохозяйственной продукции. Большинство машин, используемых в сельскохозяйственном производстве АПК РФ, имеет 70-80-процентный износ, при этом выбытие техники в разы превышает ее приобретение.

Низкие темпы пополнения (обновления) машинно-тракторного парка АПК России (около 1 % от среднегодовой их оценочной стоимости) не решают проблему технической базы сельхозтоваропроизводителей.

Сокращение парка сельскохозяйственной техники, рост физического и морального износа ведут к нарушению технологических процессов, сокращению объемов производства сельскохозяйственной продукции, увеличению ее себестоимости и снижению конкурентоспособности. Доктрина модернизации (восстановления) сельскохозяйственной техники является важнейшим резервом сохранения технического потенциала сельхозтоваропроизводителей.

Во многих странах с развитым сельским хозяйством более 50 % механизированных работ выполняется поддержанными (отремонтированными) машинами. В США, Франции и Германии на один новый трактор приходится 3 – 4 поддержанных. По данным Национальной ассоциации дилеров тракторных заводов в США насчитывается более 500 предприятий и пунктов по восстановлению поддержанной техники.

Секция 1: Технический сервис машин и оборудования

На рисунках 1 и 2 показаны объемы закупок техники в сельском хозяйстве Франции за 20 лет и соотношение в этих поставках новых и отремонтированных (восстановленных) машин.

В качестве основного базиса ремонта (восстановления) сельскохозяйственной техники выступает сеть ремонтно-технических и сервисных предприятий, которые даже в настоящее время являются мощным производственным потенциалом АПК РФ с большими техническими возможностями.

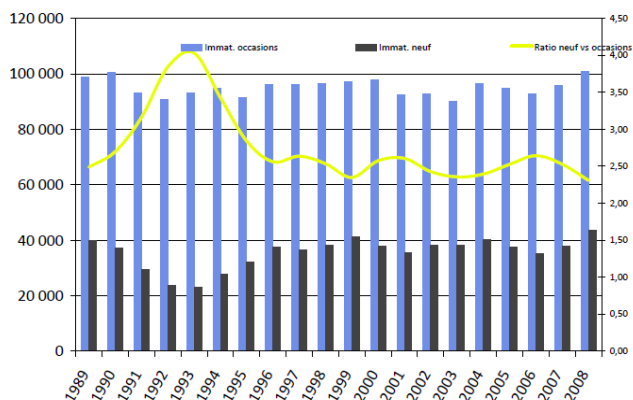


Рисунок 1 - Соотношение новой и подержанной техники в поставках ее потребителям сельского хозяйства Франции за 1991 – 2010 г.г.

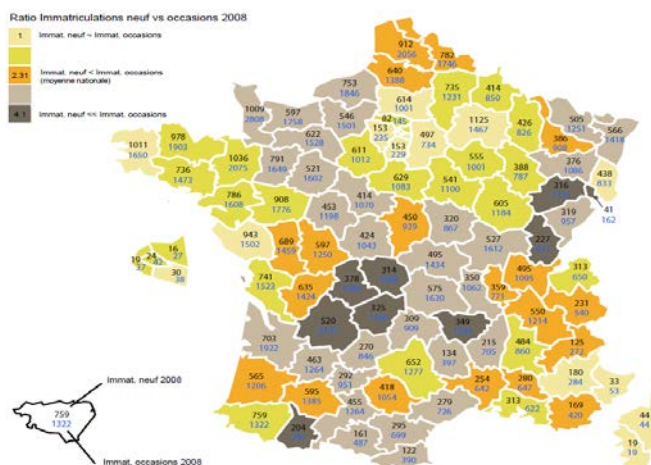


Рисунок 2 - Размещение поставленной сельскохозяйственной техники (новой и подержанной) по сельскохозяйственным регионам Франции в 2010 году

По состоянию на 01.01.2013 г. инженерная служба АПК России насчитывает около 700 ремонтно-обслуживающих предприятий различного уровня. Они связаны с удобным для потребителей техники географическим положением, имеют с ними длительные хозяйственные связи.

Ремонту ежегодно подвергаются 55 – 65 % парка тракторов, более 60 % зерноуборочных комбайнов, около половины всех финансовых затрат по ремонту техники приходится на тракторы, примерно 25 – 28 % на зерно- и кормоуборочные комбайны.

В агропромышленном комплексе России, несмотря на резкое снижение ремонтно-обслуживающих предприятий продолжает функционировать около 20 тысяч различного уровня инженерных служб, которые могут активно участвовать в формировании и пополнении машинно-тракторного парка. На региональном уровне роль инженерных служб весьма значительна и без их эффективной работы не может полноценно функционировать сельское хозяйство.

Ремонтные предприятия осуществляют полный комплекс восстановительных работ сложной энергонасыщенной сельскохозяйственной техники с последующей реализацией ее на вторичном рынке, а также восстанавливают наиболее дефицитные детали и узлы сельхозмашин.

За последние три года техническая готовность энергонасыщенной техники в АПК РФ к началу сезона полевых работ составляет не более 75-80% от действующего парка. То есть 15-20 % энергонасыщенной техники, стоящей на балансе сельхозтоваропроизводителей не участвуют в сельхозпроизводстве. Исходя из этого, если рассматривать структуру машинно-тракторного парка всех сельхозтоваропроизводителей России, то в течение 2012 г. практически не участвовало в работе примерно 115-120 тыс. единиц сложной сельскохозяйственной техники.

Проведенные ГОСНИТИ исследования в 2012 г. свидетельствуют о том, что около 40 – 45% не участвующих в полевых и уборочных работах приведенной в таблице энергонасыщенной техники имеют остаточный ресурс в пределах от 60-75 %, т. е. ремонтнопригодна и может после восстановления эксплуатироваться 5-6 и более лет.

ГОСНИТИ проведены исследования по показателям технического уровня восстановленных тракторов К-700/701 на ремонтных предприятиях Республики Татарстан. В результате модернизации изношенной техники, которая была реализована через вторичный рынок, значительно повышен технический уровень и продлены сроки службы.

Средняя наработка на отказ модернизированного трактора К-700 с двигателем ЯМЗ-238 повышается на 11%, производительность МТА - на 15 - 20%, доля полевых работ, выполняемых в установленные агротехнические сроки

повышена на 18 - 20%, удельный расход топлива снижен на 15-20%, улучшены условия труда оператора-водителя, снижены затраты на ТОР на 20 - 25% .

Высокий уровень экономической эффективности от реализации восстановленной сельскохозяйственной техники хорошо просматривается на примере ремонтных предприятий агропромышленного комплекса Республики Татарстан.

Общая годовая экономия средств от восстановления изношенных деталей в условиях ремонтного производства, восстановления и модернизации тракторов К-700/701, Т-150К, комбайнов «Дон-1500Б», КСК-100 и Е-281 составляет 634,75 млн. руб.

Аналогичную работу проводят инженерно-технические предприятия АПК и в других регионах.

ООО Группа компаний «ПодшипникМаш» (Краснодарский край) производит восстановительный ремонт и модернизацию тракторов Т-150К.

Предусмотрена дополнительная комплектация: гидрокрюк, прицепное устройство, разрывные муфты, комплект для сдваивания колес.

Модернизации и ремонтным воздействиям подверглись следующие системы: двигатель ЯМЗ-236Д, система охлаждения, муфта сцепления, карданные передачи мостов и ВОМ, тормозная система, подвеска, облицовка, электрооборудование 24 В, навесная система, гидросистема, пневмосистема, шины, диски, отопитель салона, кондиционер.

ООО Группа компаний «ПодшипникМаш» производит также восстановительный ремонт и модернизацию комбайнов ДОН-1500Б.

Модернизированы и восстановлены системы: двигатель ЯМЗ-238АК, система очистки (Новатор Плюс), измельчитель-разбрасыватель, гидрооборудование (в т.ч. приборы контроля и управления), облицовка, кондиционер, навесная система (ЖУ-6), шины, электрооборудование.

Стоимость восстановленной (модернизированной) энергонасыщенной сельскохозяйственной техники, поступающей на аграрный рынок, составляет не более 55-60%, а срок амортизации 85-90% от новых машин, что делает их доступными для агрохозяйств среднего и даже ниже среднего уровня экономического состояния.

В восстановлении (модернизации) сельскохозяйственной техники на ремонтно-обслуживающих предприятиях АПК крайне заинтересованы также заводы-изготовители, т. к. внося совместно с ремонтными предприятиями определенные конструктивные изменения, обеспечивают улучшения качества и технико-эксплуатационных характеристик машин. Это делает их более конкурентноспособными и более привлекательными для потребителей АПК.

Следует отметить, что существующая на сегодняшний день сеть ремонтных и сервисных предприятий АПК РФ при развитии и совершенствовании вторичного рынка сельскохозяйственной техники широко ис-

пользуют в своей работе ресурсосберегающие технологии и ремонтно-технологическое оборудование, разработанные ГОСНИТИ.

Что касается формирования и совершенствования вторичного рынка поддержанной сельскохозяйственной техники, то за последние 2-3 года ГОСНИТИ подготовлена базовая научно-прикладная документация, позволяющая максимально ускоренными темпами развивать это важнейшее направление в АПК.

Интересно рассмотреть конкретный пример реального создания вторичного рынка поддержанной техники в отдельно взятых регионах РФ.

Агропромышленный комплекс Рязанской области включает в себя 400 сельхозпредприятий различных форм собственности, 2365 крестьянских (фермерских) хозяйств, более 200 предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.

Из указанных 400 сельхозтоваропроизводителей 35% составляют экономически устойчивые хозяйства, 40% - средние и 25% - слабые, нерентабельные хозяйства.

Основная часть работ по поддержанию энергонасыщенной техники в работоспособном состоянии осуществляется силами самих сельхозтоваропроизводителей, поэтому создание полноценного рынка поддержанной техники в Рязанской области весьма актуально и практически невозможно без определенной перестройки инженерно-технической службы АПК и господдержки со стороны администрации области.

Базовым ремонтно-техническим предприятием в функционировании РПТ стало ООО «Сасовагросервис» (г. Сасово, Рязанской обл.). Основным видом деятельности: предоставление услуг по монтажу, ремонту и техническому обслуживанию сельскохозяйственных машин.

Механизм реального функционирования РПТ в АПК Рязанской области: при минимальной ежегодной господдержки из бюджета области в объеме 30 – 35 млн. руб. через вторичный рынок ежегодно будет реализовываться 600 тракторов, 150 – 160 зерноуборочных комбайнов и 55 – 60 кормоуборочных комбайнов, что дает возможность сельхозтоваропроизводителям получить дополнительные доходы от использования этой техники в сумме 75 – 80 млн. руб., поднять уровень технической готовности сложных сельскохозяйственных машин на 5 – 7 %.

В настоящее время рынок поддержанной сельскохозяйственной техники в агрокомплексе России пока не отвечает в полной мере запросам основных его участников – сельских товаропроизводителей и ремонтно-технических предприятий по причине отсутствия полноценной информации по возможностям купли-продажи восстановленной энергонасыщенной сельскохозяйственной техники.

Учитывая эту ситуацию, ГОСНИТИ в 2010 году организовал при своем сайте ПОРТАЛ – вторичной сельскохозяйственной техники.

В настоящее время с ГОСНИТИ по эффективному использованию ПОРТАЛА – вторичный рынок сельскохозяйственной техники сотрудничают более 150 различных предприятий и организаций: это сельхозтоваропроизводители, заводы-поставщики, ремонтные и снабженческие предприятия, сервисные мастерские, агроснабы и другие организации АПК.

Эта совместная работа весьма перспективна прежде всего для партнеров ГОСНИТИ, которые не используя дополнительных финансовых затрат имеют серьезную информационную поддержку в реализации продукции вторичного рынка.

ГОСНИТИ приглашает всех, кто заинтересован в развитии и совершенствовании вторичного рынка сельскохозяйственной техники к взаимовыгодному сотрудничеству.

УДК 621.762

ПОЛУЧЕНИЕ НАМАГНИЧЕННЫХ ТРУБЧАТЫХ ФИЛЬТРОВ

**Э.Н. Федорович, к.т.н., доцент, В.М. Капцевич, д.т.н., профессор,
В.К. Корнеева, В.Е. Михайловский**

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

Разработан способ получения намагниченных трубчатых фильтров и устройство для его осуществления. Установлено, что намагниченные трубчатые фильтры сохраняют остаточную намагниченность достаточную для улавливания из очищаемой среды ферро- и парамагнитных частиц.

Трубчатые фильтры, предназначенные для разделения твердой и жидкой фазы, изготавливают из стальных волокон углеродистой стали, которые образуют ячейки-поры и обладают простой, а, следовательно, надежной конструкцией.

После намагничивания волокна таких фильтров сохраняют остаточную намагниченность, благодаря которой способны улавливать ферро- и парамагнитные частицы, что позволяет применять их для очистки моторных масел.

Получают трубчатый фильтрующий элемент, обладающий ячейками-порами, путем прессования стальных волокон углеродистой стали и последующего спекания в защитной атмосфере.

С целью намагничивания фильтрующий элемент нанизывают по скользящей посадке на стержень и помещают в кожух, имеющий цилиндриче-

скую наружную поверхность. Стержень и кожух изготовлены из сортовой углеродистой стали.

Внутреннюю полость кожуха выполняют эквидистантной наружной поверхности фильтрующего элемента, длины кожуха, стержня и фильтрующего элемента равны, а минимальная толщина кожуха такова, что выдерживает усилие сжатия сердечниками электромагнитов без деформации.

Кожух с фильтрующим элементом, содержащим стержень, помещают между подвижными сердечниками электромагнитов и на всей длине сжимают кожух сердечниками с усилием, меньшим на 10...20 % предела прочности на сжатие фильтрующего элемента, при этом одновременно подают на электромагниты электрический ток в течение времени до 60 секунд.

Фильтрация осуществляется при протекании фильтруемой среды через отверстие в намагниченном трубчатом фильтре благодаря притягиванию ферро- и парамагнитных частиц к стенкам ячеек-пор, образованных намагниченными стальными волокнами из углеродистой стали.

Выполнение фильтрующего элемента из волокон углеродистой стали методом прессования позволяет образовать в нём ячейки-поры и одновременно придать ему прочность. Спекание в защитной атмосфере стабилизирует форму, структуру ячеек-пор и параметры прочности фильтрующего элемента.

Применение ферромагнитных волокон из углеродистой стали для изготовления фильтра позволяет сохранять волокнам остаточную намагниченность, равную 0,15...0,2 Тл.

Для эффективного намагничивания трубчатого фильтрующего элемента его нанизывают на стержень и помещают в кожух, изготовленные из сортовой углеродистой стали, обладающей высокой магнитной проницаемостью, например, из стали Ст3. При этом в созданном электромагнитами намагничивающем поле напряженностью $H = 500$ А/м, намагниченность кожуха и стержня достигает 0,8 Тл.

Нанизывание фильтрующего элемента на стержень по скользящей посадке и помещение их в кожух позволяет одновременно избежать деформации структуры ячеек-пор и потерь магнитного потока, излучаемого сердечниками электромагнитов.

Увеличению намагниченности фильтрующего элемента из волокон углеродистой стали, например, стали 40, намагниченность которой составляет 0,3 Тл при напряженности намагничивающего поля 500 А/м, способствует то, что замыкание магнитного потока происходит в направлении сжатия, т.е. перпендикулярно стенкам фильтрующего элемента. Замыкание магнитного потока осуществляется по следующей цепочке: кожух – фильтрующий элемент – стержень – фильтрующий элемент – кожух [1].

Величину намагниченности кожуха B_k и величину намагниченности стержня B_c рассчитывают по формулам:

$$B_k = (\chi_k + \mu_0) H_e, \text{ Тл} \quad (1)$$

$$B_c = (\chi_c + \mu_0) H_e, \text{ Тл} \quad (2)$$

где H_e — величина магнитного поля излучаемого электромагнитами, А/м;

χ_k — магнитная восприимчивость материала кожуха, Гн/м;

χ_c — магнитная восприимчивость материала стержня, Гн/м;

μ_0 — магнитная проницаемость вакуума ($\mu_0 = 1,256 \times 10^{-6}$ Гн/м).

Фильтрующий элемент приобретает намагниченность от трех источников:

- магнитное поле H_e , излучаемое сердечниками электромагнитов;
- поле B_k от намагниченности кожуха;
- поле B_c от намагниченности стержня.

В процессе сжатия и намагничивания происходит сужение кристаллов и уплотнение структуры в волокнах фильтрующего элемента в направлении замыкания магнитного потока, т.е. в направлении, перпендикулярном стенкам фильтрующего элемента. При этом вектор намагниченности фильтрующего элемента приобретает направление, перпендикулярное стенкам фильтрующего элемента, что увеличивает силу притяжения ферро- и парамагнитных частиц из фильтруемой среды.

Применение подвижных сердечников позволяет в одной электромагнитной системе с замкнутым магнитопроводом и двумя электромагнитами намагничивать фильтрующие элементы различных размеров, нанизанные на стержень и помещенные в кожух. Сжатие кожуха, несущего фильтрующий элемент со стержнем с заданным усилием (на 10...20 % меньшим предела прочности на сжатие фильтрующего элемента), позволяет предотвратить деформацию структуры ячеек-пор и искажение габаритных размеров.

При применении механических устройств для намагничивания наблюдается значительная инерционность процесса намагничивания. В связи с этим для приобретения деталью остаточной намагниченности требуется промежуток времени, равный 30...60 секунд.

Продолжительность сжатия до 60 секунд — это экспериментально установленный оптимальный промежуток времени, необходимый и достаточный для получения стабильной величины остаточной намагниченности в волокнах фильтрующего элемента, хотя теоретически намагничивание должно осуществляться мгновенно.

На рис. 1 схематично изображено устройство, предназначенное для получения намагниченных трубчатых фильтров, изготовленных из стальных волокон углеродистой стали, которое содержит две электромагнитные катушки 1, расположенные на замкнутом магнитопроводе, два подвижных сердечника 2, намагничиваемый трубчатый фильтрующий элемент 3, стержень 4 и кожух 5.

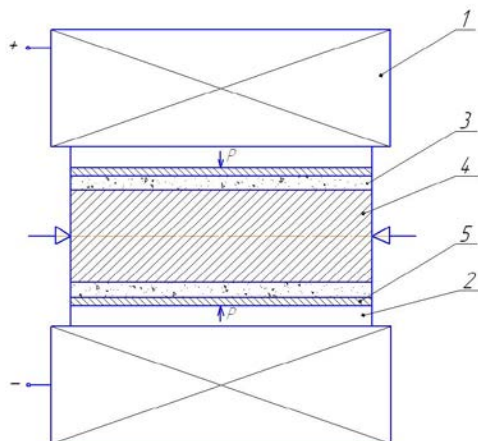


Рисунок 1 - Устройство для намагничивания трубчатого фильтра

Последовательность технологических операций получения намагниченных трубчатых фильтров следующая. Изготавливают трубчатый фильтрующий элемент из волокон стали 40 методом прессования и последующего спекания в защитной атмосфере. Фильтрующий элемент нанизывают по скользящей посадке на стержень из стали Ст3 и помещают их в кожух из стали Ст3. Кожух с фильтрующим элементом и стержнем размещают между двумя подвижными сердечниками электромагнитной системы с замкнутым магнитопроводом. Сдвигают сердечники в радиальном направлении по отношению к кожуху, сжимая ими кожух с фильтрующим элементом и стержнем на всей длине с усилием, на 10...20 % меньшим предела прочности на сжатие фильтрующего элемента. Подают выпрямленный ток на обмотки индукторов электромагнитной системы, создавая намагничивающее поле напряжённостью 500 А/м в течение 60 с. Выключают электрический ток, раздвигают сердечники, извлекают из кожуха намагниченный трубчатый фильтрующий элемент со стержнем, извлекают стержень и получают намагниченный трубчатый фильтр, обладающий остаточной намагниченностью, равной 0,15...0,2 Тл.

Таким образом, получают трубчатые фильтры, обладающие ячейками-порами, способными улавливать ферро- и парамагнитные частицы благодаря остаточной намагниченности, вектор которой ориентирован перпендикулярно стенкам фильтра.

Литература

1. Патент ВУ 14227 С1 2011.04.30, МПК В 01D 35/00, Н 01F 13/00.

Abstract

A method of producing magnetized tubular filters and the device for its implementation is developed. Found that magnetized tubular filters retain remanence sufficient to capture the cleaning of medium ferromagnetic and paramagnetic particles.

УДК 621.39

**ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФУЗИОННО-ЛЕГИРОВАННОЙ
ПРОВОЛОКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ НАПЛАВКОЙ
БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

В.Г. Константинов, д.т.н., профессор, В.Г. Дашкевич, к.т.н., доцент
*УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск,
Республика Беларусь*

Разработанные научные основы диффузионного легирования и накопленный экспериментальный материал позволяют получать различного рода недорогие наплавочные сплавы в условиях белорусских предприятий [1-3 и др.]. Отметим основные преимущества использования диффузионного легирования для получения наплавочного сплава в виде порошка или проволоки:

- управление структурой и свойствами наплавленного металла, за счет введения легирующих и модифицирующих структуру элементов;
- повышения технологичности процесса наплавки (обеспечение флюсуемости наплавляемого металла);
- возможность изготовления небольшой партии наплавочного материала прогнозируемого состава и свойств.

Одним из перспективных направлений является применение проволок диффузионно-легированных бором и другими, в основном карбидообразующими элементами (Cr, Mn), которые содержат до 3,8 % масс. бора. В сечении такие проволоки имеют ядро исходной стальной проволоки и диффузионный слой, состоящий из боридной оболочки, преимущественно типа $(\text{Fe, Me})_2\text{B}$, которая сохраняет традиционную игольчатость боридной фазы [4].

На микроструктуре борохромированной проволоки сталь 70 (рис. 1) выявляется двухфазный слой: в наружной зоне фаза $(\text{Fe, Cr})\text{B}$, во внутренней зоне слоя $(\text{Fe, Cr})_2\text{B}$ и перлитная структура ядра. Толщина слоя после обработки в течении 2,5 ч при температуре 1000 °С составляет примерно 100 мкм. Микротвердость оболочки изменяется от 22 ГПа до 13 ГПа, что соответствует микротвердости фаз $(\text{Fe, Cr})\text{B}$ и $(\text{Fe, Cr})_2\text{B}$, соответственно.

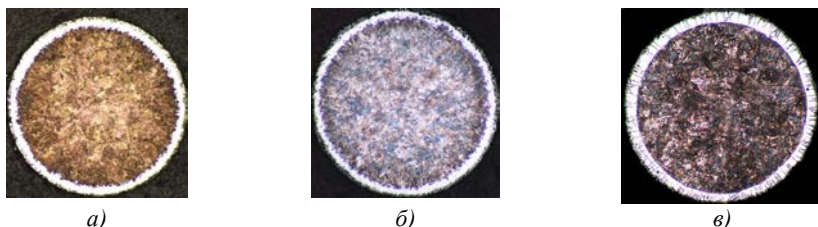


Рисунок 1 - Микроструктуры поверхностно-легированных проволок Сталь 70, $\times 50$:
а) борохромированной; б) боромарганцированной; в) борохромалитированной

Диффузионно-легированная стальная углеродистая проволока на основе доэвтектидных углеродистых сталей (Сталь 60, У7) с толщиной диффузионного слоя после борохромирования около 0,16 мм, при наплавке образует доэвтектическую структуру. Эвтектика имеет перистый вид, микротвердость ее составляет $H_{50}=7600\pm 330$ МПа. Вследствие оттеснения углерода из зон с боридной эвтектикой, углерод образует карбидные (карбоборидные) выделения с микротвердостью $H_{50}=8500\pm 450$ МПа, которые располагаются по объему зерна эвтектоида и имеют глобулярную форму. По структурообразованию наиболее вероятным является образование сначала эвтектики $\gamma\text{-Fe} + (\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{B}$ и первичная кристаллизация, затем вторичная кристаллизация и образование эвтектики состава $\alpha\text{-Fe} + (\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C} + (\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{B}$. Хром, входящий в состав наплавки не образует специальных карбидов, а полностью растворяется в карбидах цементитного типа $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C}$ и в эвтектике состава: перлит+ $(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{B}$. За счет значительного легирования критическая скорость охлаждения эвтектоида снижается, поэтому при наплавке структура троосто-сорбитная с микротвердостью $H_{50}=3450\pm 450$ МПа. Согласно диаграмме состояния Fe-C-B образование тройной эвтектики Fe-Fe₃C-Fe₂B происходит при 1000 °С для следующих концентраций: 1,5 % масс. С, 2,9 % масс. В, поэтому для протекания эвтектической реакции необходимо значительное количество углерода, диффузия которого требует большего времени чем это реализуется при наплавке.

Процессы, происходящие при наплавке такой проволоки, имеют ряд особенностей. Установлены особенности структурообразования в случае растворения диффузионного слоя при наплавке. Отмечено, что для каждой схемы легирования, фазового состава и структуры интенсивность образования жидкой фазы на границе раздела диффузионный слой – стальная сердцевина различна. Наиболее активно растворение протекает для боромарганцированной диффузионно-легированной проволоки по причине меньшего содержания высокобористой фазы, а также снижения температуры плавления.

Металлографический и фазовый анализ наплавленных слоев при различном времени химико-термической обработки (ХТО) борохромированной проволоки показал, что морфология структуры претерпевает значительные изменения. В покрытиях с увеличением времени ХТО проволоки в порошковых смесях более 2 ч характерно появление участков эвтектики состава: перлит + $(\text{Fe, Cr})_2\text{B}$, а затем рост ее объемной доли. Происходит смыкание участков и образование сетки по границам зерен эвтектоида. Сетка образует каркас, в узлах которой, фрагментами наблюдаются выделения боридов $(\text{Fe, Cr})_2\text{B}$ в форме ромбов и призм (рис. 2). Интегральная микротвердость эвтектики составляет $H_{50}=7800 \pm 1500$ МПа, эвтектоидной матрицы – $H_{50}=2920 \pm 450$ МПа, причем при увеличении длительности обработки микротвердость эвтектоида не изменяется.

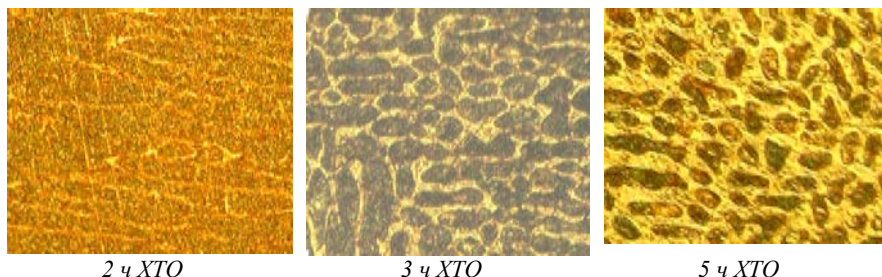


Рисунок 2 - Микроструктуры наплавленных борохромированной проволокой слоев, $\times 500$

Закономерным является существенное повышение износостойкости анализируемых наплавов. Например, покрытия из боромарганцированной проволоки ($\varnothing 1,2$ мм, 5 ч обработки) имеют в 1,2 раза выше износостойкость в условиях трения скольжения, чем сталь 50Г с твердостью 52 – 54 HRC. Отметим, что такое увеличение износостойкости получено при суммарном количестве диффузионно-введенных бора и карбидообразующих элементов не превышающем 4...5% (масс.). Разработанные диффузионно-легированные проволоки различного состава и технологические процессы упрочнения деталей наплавкой внедрены в производство на предприятиях Республики Беларусь, в частности для РУП «Витебкснабмелиоводхоз» это технология восстановления с упрочнением втулки и пальца гусеницы трактора Т-130.

Литература

1. Пантелеенко, Ф.И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия из них / Ф.И. Пантелеенко. – Мн. : УП «Технопринт», 2001. – 300 с.

2. Константинов, В.М. Диффузионно-легированные сплавы для защитных покрытий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.01 / В.М. Константинов; ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси». – Мн., 2008. – 46 с.

3. Ситкевич, М.В. Бельский, Е.И. Совмещенные процессы химико-термической обработки с использованием обмазок / М.В. Ситкевич, Е.И. Бельский. – Мн. : Выш. шк., 1987. – 156 с.

4. Дашкевич, В.Г. Поверхностно-легированная стальная проволока для наплавки деталей машин, работающих в условиях абразивного изнашивания / автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.01 / В.Г. Дашкевич; ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси». – Мн., 2009. – 23 с.

УДК 721.785

УПРОЧНЕНИЕ НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ

**Э.Н. Федорович, к.т.н., доцент, В.М. Капцевич, д.т.н., профессор,
В.К. Корнеева, В.Е. Михайловский**

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

Разработана установка для упрочнения наружных и внутренних поверхностей осесимметричных деталей. Установлено, что многократное перемагничивание приводит к исчезновению игольчатого мартенсита, измельчению структуры в поверхностном слое металла, что обеспечивает упрочнение и увеличивает износостойкость детали.

Под воздействием многократного перемагничивания в сталях происходят структурные превращения, например, в поверхностном слое углеродистых сталей, независимо от характера напряжений (сжимающие или растягивающие), наблюдаются остаточные не исчезающие напряжения сжатия, которые вызывают измельчение структуры в поверхностном слое металла, что обеспечивает упрочнение и увеличивает износостойкость детали.

Упрочнение наружной и внутренней поверхности получают, придавая детали вращение и одновременно поступательное перемещение в упрочняющую зону, где деталь подвергается воздействию двух импульсных магнитных полей, которые создают наружные и внутренние автономные электромагнитные системы. Кроме того, частота вращения детали совпадает с частотой импульсов магнитных полей.

Для выполнения упрочнения создают импульсное магнитное поле и образуют упрочняющий зазор двумя разными градиентными магнитными полями. Магнитные силовые линии этих полей изменяют угол воздействия на наружную и внутреннюю поверхность детали в процессе ее вращения и поступательного движения.

Применение импульсного магнитного поля позволяет увеличить количество циклов перемагничивания, например, если за один полный оборот детали в магнитном поле перемагничивание происходит два раза, то при наличии импульсного поля, создаваемого двумя парами индукторов с замкнутым магнитопроводом, перемагничивание происходит минимум четыре раза [1]. В период затухания импульса или завершения каждого перемагничивания уменьшается скорость перемагничивания, и возникают дополнительные градиентные зоны поля от намагниченности детали, оказывающие дополнительное воздействие на структуру поверхности, вызывая ее измелчение.

В упрочняющем зазоре, созданном индуктором с замкнутым магнитопроводом, максимальная величина магнитного поля в импульсе $B = (1,2 \dots 1,6)$ Тл. При этом упрочняемая поверхность вращающейся детали намагничивается и перемагничивается.

Из-за постоянного присутствия остаточной намагниченности $B_{\text{ост}} \approx B/2$ перемагничивание происходит под воздействием поля, величина которого теоретически равна $B_{\text{п}} = B - B_{\text{ост}}$. Однако, часть поля $B_{\text{п}}$ рассеивается на участки заготовки, смежные с упрочняемой поверхностью, и образует потоки рассеивания $B_{\text{р}}$. Поэтому $B_{\text{п}} = B - B_{\text{ост}} - B_{\text{р}}$, а величина $B_{\text{п}} < B/2$ и составляет приблизительно $0,5 \dots 0,7$ Тл.

Совпадение частоты вращения упрочняемой детали с частотой импульсов магнитного поля позволяет контролировать частоту циклов перемагничивания и регулировать импульсное воздействие на всей длине упрочняемой поверхности детали путем изменения скорости поступательного перемещения «вниз – вверх». Это позволяет управлять степенью уменьшения блоков мозаики, а, следовательно, и характеристиками прочности поверхностного слоя.

При частоте вращения $n = (5 \dots 10)$ об/с детали диаметром $d = 200$ мм, длиной $l = 50$ мм и скорости поступательного перемещения $v = 5$ мм/с получают $400 \dots 800$ циклов перемагничивания за время t одного опускания и подъема из упрочняющего зазора: $t = 2l / v = 20$ с.

Например, если частота вращения детали $n = 5$ об/с, то она за время $t = 20$ с совершает 200 оборотов, а ее поверхность получает 400 циклов перемагничивания; при $n = 10$ об/с, количество циклов перемагничивания составляет минимум 800.

Таким образом, при частоте вращения $n = (5 \dots 10)$ об/с частота излучаемых импульсов $5 \dots 10$ Гц, а частота перемагничивания составляет $20 \dots 40$ Гц.

Выполненные в ФТИ НАН Б рентгенографические исследования поверхностных слоев сталей, подвергнутых многократному перемагничиванию с частотой 30 Гц в поле $B = 1,2$ Тл, показывают, что происходит уменьшение блоков мозаики большее, чем после шлифования.

Исследования Ю.М. Барона показали [2], что многократное перемагничивание приводит к исчезновению игольчатого мартенсита на глубине значительно превышающей зону распространения наводимых напряжений сжатия. Около поверхности детали появляется сильно травящийся (темный) слой с более измельченной структурой, по сравнению с более глубокими слоями.

Увеличение количества циклов перемагничивания приводит к распространению слоя с измельченной структурой на большую глубину. Причиной измельчения являются не только магнитострикционные явления, но и циклически изменяющиеся по величине и направлению напряжения растяжения, появляющиеся при притяжении стального образца к близко расположенным полюсам электромагнита и исчезающие при повороте образца на угол, равный 90° , что повторяется четыре раза за один оборот.

Использование для упрочнения заготовки трубчатой формы позволяет при массовом и серийном производстве полностью автоматизировать процесс изготовления упрочненных деталей, а также удалить приводы перемещений от электромагнитных систем с целью предотвращения воздействия излучаемых магнитных полей, силы которых способны вызывать изгиб вала шпинделя.

Ширина упрочняющей зоны k — это сумма толщины S упрочняемой детали и величины биения g незакрепленного упрочняемого конца заготовки: $k = S + g$, мм. Биение присутствует в процессе, т.к. в зажимном устройстве приводов вращения закреплен только один конец заготовки.

Чтобы исключить притяжение торца заготовки к кромкам рабочих призм, вращение и поступательное перемещение незакрепленного конца заготовки начинают на $5 \dots 10$ с раньше включения магнитного поля.

Вращение и одновременное продольное перемещение упрочняемой детали приводит к тому, что деталь пересекает в двух перпендикулярных направлениях магнитные силовые линии в упрочняющей зоне. При этом магнитное поле в упрочняющих зазорах приобретает дополнительную градиентность, которая создает дополнительные магнитные силы, действующие на поверхность упрочняемой детали.

Компонента внешнего поля, создаваемого электромагнитами, направлена параллельно поверхностным слоям (B_z^+ , B_z^-), при этом B_z^+ обозначает компоненту поля непосредственно на наружной поверхности, а B_z^- — при переходе поля через слой.

Сила, действующая на единицу площади (см^2), равна $1/8\pi/(B_z^+)^2 - (B_z^-)^2$, $\text{дин}/\text{см}^2$.

Эта сила перпендикулярна к поверхности и пропорциональна площади. При определении этой силы имеет значение только составляющая поля B , которая параллельна поверхности.

В непосредственной близости от искривленной поверхности, где бы составляющая поля B , параллельная поверхности, ни изменялась от B_1 до B_2 при переходе с одной стороны поверхности на другую, следует считать, что там не только существует поверхностный слой с током, но и что эта поверхность находится под давлением, перпендикулярным к ней и равным $(B_1^2 - B_2^2)/8\pi$, $\text{дин}/\text{см}^2$.

В период импульса магнитные силы создают давление, достаточное для дробления структуры в поверхностных слоях детали и формирования упрочненной наружной и внутренней поверхности одновременно.

Например, если при выполнении упрочнения торцы рабочих призм излучают при единичном импульсе магнитное поле B , равное $1,6 \text{ Тл} = (1,6 \times 10^4) \text{ Гс}$, а при переходе через тонкий поверхностный слой, равный $0,001 \dots 0,002 \text{ мм}$ (слой, в котором наблюдают эффект упрочнения при многократном перемагничивании — напряжения сжатия первого рода, не исчезающие при снятии действия внешнего поля и размагничивания) в результате удаления от источника, поле B уменьшается до $1,2 \text{ Тл} = (1,2 \times 10^4) \text{ Гс}$. В этом случае давление, действующее на 1 см^2 рассматриваемого слоя равно $((1,6 \times 10^4)^2 - (1,2 \times 10^4)^2)/8\pi \text{ дин} = 44,6 \text{ Н}$.

Схема устройство для упрочнения наружной и внутренней поверхности деталей представлена на рис. 1.

Расчеты подтверждают наличие реально действующих сил, способных изменять микроструктуру поверхностных слоев при многократно повторяющемся импульсном градиентном воздействии. Изменяя скорости перемещений упрочняемой детали, частоту импульсов магнитного поля, а также величину поля в импульсе, можно прогнозировать нужное количество импульсов с заданным градиентом с целью получения заданной структуры упрочняемой поверхности на заданную глубину.

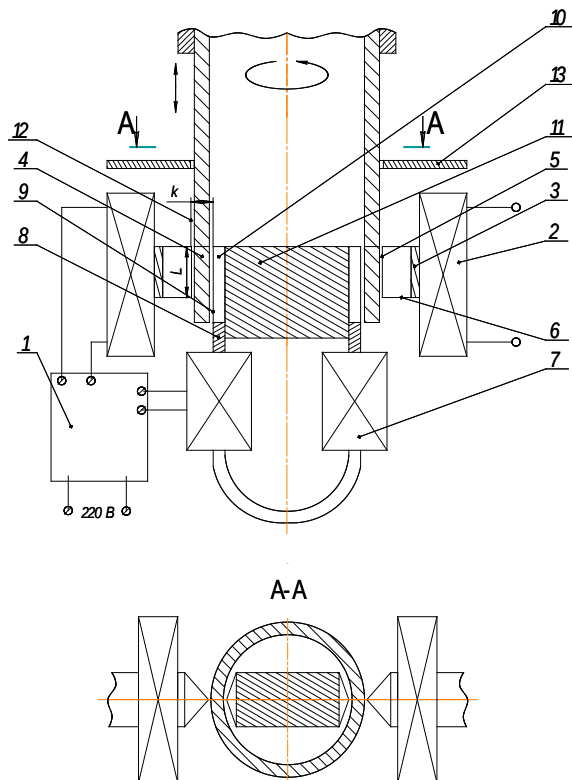


Рисунок 1 - Устройство для упрочнения наружной и внутренней поверхностей осесимметричной детали: 1 – генератор импульсов выпрямленного тока; 2 – наружная автономная электромагнитная система; 3 – наружный магнитопровод; 4 – упрочняемая деталь; 5, 9 – торцы рабочих призм; 6, 10 – рабочие призмы; 7 – внутренняя автономная электромагнитная система; 8 – внутренний магнитопровод; 11 – диамагнитная пластина; 12 – упрочняющие зазоры; 13 – экран

Литература

1. Патент ВУ 14398 С1, 2011.06.03, МПК В 21 D 26/00.
2. Барон, Ю.М. Технология абразивной обработки в магнитном поле / Ю.М. Барон. – Л.: «Машиностроение» (Ленингр. Отделение), 1974. – 128 с.

Abstract

Installation for strengthening internal and external surfaces of axisymmetric parts developed. It is established that leads to the repeated reversal of the disappearance of acicular martensite refinement of the structure in the surface layer of the metal provides increased wear resistance and reinforcement parts.

УДК 631.333

КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ РАЗМЕРАМИ АГРОПРЕДПРИЯТИЯ, ПОТРЕБНОСТЬЮ ЕГО В ТЕХНИКЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ РАБОТЫ

В.И. Мельник, д.т.н., С.А. Чигрина, инженер

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. П. Василенко, Харьков, Украина*

Раскрыты механизмы взаимозависимости между размером угодий хозяйства и удельной потребностью его в технике. Обоснованы принципиально разные причины низкой эффективности хозяйств из различных по размеру угодий категорий.

Введение

Сельскохозяйственная отрасль экономики Украины находится в состоянии перманентного реформирования, причем при полном отсутствии стратегии. Доминирует случайное копирование зарубежного опыта. При этом мало кто обращает внимание, например на такие факты. Из оценки финансовых результатов всего комплекса государственных мер по регулированию сельского хозяйства стран членов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), следует, что поступления в сельское хозяйство из бюджета стран членов ОЭСР в 9 раз превышают его выплаты в бюджет, а если к этому добавить и ценовые субсидии, то – в 18 раз [1]. Государственные субсидии на Западе составляют до 70% стоимости сельскохозяйственной продукции [2]. Из этого следует актуальность ответа на вопрос – а почему так?

В структуре себестоимости продукции сельского хозяйства расходы на механизацию доминируют [3] а, значит, именно это обстоятельство является главным. Авторами установлено существование обратной зависимости между удельной потребностью хозяйства в технике и размерами его угодий [4].

Целью настоящих исследований является установление взаимозависимости между показателями эффективности работы агропредприятий (на примере производства зерна в Украине) и ранее установленной закономерностью связывающей удельную потребность хозяйства в технике с объемами его угодий.

Результаты исследований. На рис. 1 показана графическая аппроксимация известных данных по наличию техники N (физических тракторов, приходящихся на каждую тысячу гектар угодий) в некоторых странах мира, со средней величиной F (гектар угодий) сельхозпредприятий этих стран.

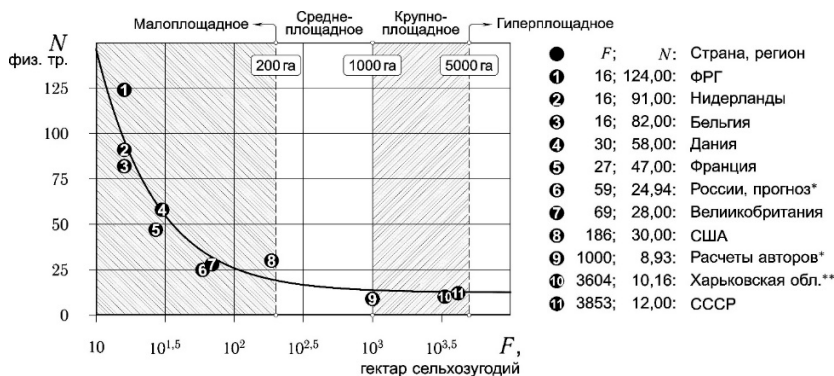


Рисунок 1 - Связь обеспеченности тракторами сельхозпроизводства некоторых стран N (физ.тр./1000 га угодий) со средней величиной F (гектар угодий) сельхозпредприятий этих стран:

* – физ.тр./1000 га пахотных земель;

** – э.тр./1000 га пахотных земель.

Штриховкой выделены четыре категории землепользования: малоплощадное – до 200 га угодий на хозяйство; среднеплощадное – хозяйства с размерами угодий 200...1000 га; крупноплощадное – 1...5 тыс. га угодий на одно агропредприятие; гиперплощадное – больше 5 тыс. га угодий на одну агрофирму.

Переходы из одной категории в другую характеризуются проявлением нового фактора минимизирующего среднюю потребность агропредприятий в тракторах или другой технике.

Основной механизм минимизации потребности в технике хозяйств малоплощадной категории базируется на прямо пропорциональной зависимости между размером угодий и возможной годовой загрузкой техники, задействованной на одноименных полях и одноименных операциях. В этом суть **механизма (закона) прямой загрузки техники**, который проявляется тем сильнее, чем меньше размер хозяйства и практически полностью исчерпывает себя при площади земельных угодий хозяйства больше 200 га.

Дальнейшее снижение потребности в технике, для хозяйств с объемом угодий от 0,2 до 1,0 тыс. га обусловлено все более широким использованием севооборотов. Чем больше размер хозяйства, тем больше разноименных полей севооборота и тем больше альтернатив для более полного использования техники. Отсюда название – **механизм (закон) альтернативной загрузки техники**.

В крупном хозяйстве, где пахотной земли более чем 1 тыс. га даже в случае широкого использования севооборотов имеется, как минимум, несколько физических одноименных полей, сроки выполнения работ на которых совпадают. Чем больше хозяйство, тем больше таких полей. В этом случае интенсивность проявления механизма альтернативной загрузки техники уменьшается и график потребности в технике приобретает все более пологий характер.

Тем не менее, дальнейшее увеличение размеров хозяйств до 5 тыс. га пахотной земли все же приводит к некоторому снижению потребности в технике. Характерно это для постсоветских стран и объясняется другими причинами. В таких хозяйствах угодья располагаются на физически различных полях, характеризующихся разной величиной и направлением склонов (рельефом), различающейся почвой, наличием или отсутствием близлежащих посадок, лесов, лугов, водоемов и т.д.. В таких хозяйствах земледелие осуществляется по системе севооборота, а самих севооборотов применяется несколько. Последнее обеспечивает наличие повторений одноименных полей. В целом упомянутое многообразие условий приводит к смещению оптимальных сроков проведения полевых работ в ту или иную сторону и тем способствует разнесению сроков проведения одноименных работ на разноименных полях различных севооборотов. Таким образом, манипулируя расположением одноименных полей различных севооборотов можно добиться осознанного смещения оптимальных сроков проведения одноименных полевых работ, а, значит, минимизировать пиковые потребности в технике. Такой механизм снижения нагрузки на технику называем **методом (законом) смещения сроков проведения работ.**

Для хозяйств гиперплощадной группы резервов снижения потребности в технике больше нет. Следовательно, с позиций эффективности машиноиспользования они не дают преимуществ.

Как и следовало ожидать, описанные выше закономерности нашли отражение и в эффективности хозяйственной деятельности агропредприятий. В работе [5], в частности, приведен анализ (рис. 2) зависимости урожайности (Y , ц/га) и доли валовых сборов (ΔB , %) озимой пшеницы от площади их посева в хозяйствах Украины в 2012. Разумеется, площадь посева культуры и размер угодий хозяйства – это не одно и то же. Но нет сомнений, что эти цифры коррелируют друг с другом. Кроме того, очевидна корреляция между графиком на рис. 1 и кривой 1 на рис. 2.

Из цифрового материала следует, что примерно 79 % доли валового сбора (ΔB , %) приходится на хозяйства с площадью посевов до 250 га (в терминологии статьи – малоплощадные), 20 % на среднесплощадные хозяйства (250 – 1000 га), а остальные (примерно 1%) – на агрофирмы с площадью посевов больше 1 тыс. га.

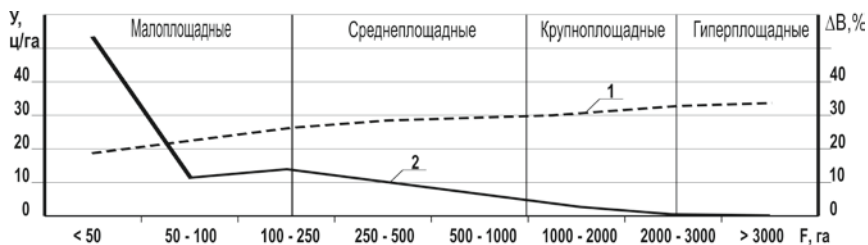


Рисунок 2 - Урожайность (1) и доля валового сбора (2) озимой пшеницы (2012 г., Украина) в зависимости площади посевов культуры в хозяйстве

Поскольку состояние аграрного сектора Украины нельзя считать установившимся, то далее идет речь только о тенденциях.

Одна из таких тенденции снижение интереса к севооборотам. К тому же выше показано, что малоплощадные хозяйства, как правило специализируются на монокультуре. Им приходится тратить на технику в 5 – 10 раз больше средств, чем конкурентам из крупноплощадного сектора, поэтому у них есть своя специфика в ее приобретении. Как правило это техника далеко не новая и плохо согласованная между собой. Такие хозяйства не в состоянии выполнить комплексную полнокомплектную закупку техники под конкретную технологию, поэтому полевые операции выполняются приспособленными агрегатами, априори неспособными, удовлетворить всем требованиям современных технологий. Отсюда закономерность – чем меньше площадь посева, тем меньше урожайность (кривая 2).

В крупноплощадном секторе возможны комплексные закупки техники и согласованная с ее амортизацией смена агротехнологий. В таком случае возможно высокое качество и своевременность выполнения полевых работ и, как следствие – оправданное ожидание повышенных урожаев. Тем не менее, это происходит (рис. 2), но далеко не в той степени, как хотелось. Основная причина в следующем. Современному аграрию главное рентабельность, а не валовый сбор. Большие урожаи требуют повышенных затрат, а в последствии, провоцируют снижение цен. Т.е. проявляется парадокс «большой урожай – малая прибыль». Вот и наращивают крупные хозяйства прибыль, за счет повышения рентабельности и освоения все больших территорий, а требуемые для страны объемы производства сельхозпродукции, в данном случае зерна пшеницы, обеспечивают мелкие хозяйства.

Заключение

1. Существуют три основных механизма обуславливающих потребность в технике в зависимости от объема угодий, которые имеются в хозяйстве. В целом, чем больше размер хозяйства, тем меньше его удельная потреб-

ность в технике. Разница по эффективности машиноиспользования для мелких и крупных хозяйств может различаться в десять и более раз.

2. По размеру угодий хозяйства рационально делить на четыре категории: малоплощадные, среднеплощадные, крупноплощадные и гиперплощадные. Переход из младшей категории в старшую сопровождается появлением нового механизма, обуславливающего снижение потребности в технике.

3. В Украине хозяйства малоплощадной категории обеспечивают более двух третей от валового производства зерна озимой пшеницы, а на хозяйства из крупноплощадной категории приходится меньше одного процента.

4. Малоплощадные хозяйства не могут получать высокие урожаи озимой пшеницы из-за проблем обеспечения технологий техникой, а крупноплощадные могут, но не хотят, оптимизируя свои действия на повышение рентабельности, а не урожайности.

Литература

1. Факторы производства в мировом хозяйстве. Ресурсный потенциал современной цивилизации. [Электронный ресурс] / Аграрно-климатический потенциал мирового хозяйства. Мировая экономика. Экономический факультет – Режим доступа: <http://books.efaculty.kiev.ua/mek/2/g4/5.html> – 1.03.2012 г.

2. Нещадин, А. Государственные субсидии на Западе составляют до 70% стоимости сельскохозяйственной продукции [Текст] / Андрей Нещадин // Аграрное обозрение. – 2009 (июль - август). – С. 62 – 64.

3. Економіка технічного забезпечення сільського господарства за ру- бежем [Текст] // Новини агротехніки. – 2000. – №2. – С. 10-13.

4. Мельник, В.И. Основные механизмы минимизации потребности аграрного производства в тракторах и другой технике [Текст] / В.И. Мельник, С.А. Чигрина // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 124, Том 1 / Харків: Друкарня ФОП Червяк В.Є., 2012. – С. 28-41.

5. Тимчук, В.М. Оцінка ключових факторів трансферу технологій в галузі рослинництва [Текст] / В.М.Тимчук, І.В.Токарь, Л.С.Осіпова // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 148, Том 1 / Харків, 2014. – С. 199 – 203.

Abstract

The mechanisms of interdependence between the size of land management and its specific need in the art. Grounded fundamentally different causes of low efficiency of farms of different sizes land categories.

УДК 621.923

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ
ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Л.Е. Сергеев, к.т.н., доцент, С.И. Кравченко, студент

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

В работе приведены исследования топографии магнитного поля в рабочем зазоре при магнитно-абразивной обработке конических поверхностей деталей сельскохозяйственных машин.

Для обработки деталей с коническим профилем рабочей части наиболее эффективными способами являются такие, которые основаны на наличии эластичной связки абразивных частиц, и одним из них является магнитно-абразивная обработка (МАО). При МАО используется ферроабразивный порошок (ФАП), который находится в рабочем зазоре в подвижно-скоординированном состоянии. Роль связки между ферроабразивными частицами выполняет магнитное поле, обладающее упругими силами воздействия на порошок.

Однако технологические закономерности распределения магнитных потоков при обработке конических поверхностей используются в неполной мере, что не обеспечивает эффективную обработку поверхности и не позволяет широко применять этот способ. Эффективность МАО зависит от того, как сформируется рабочая технологическая среда (РТС) в виде ФАП и смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) и каким путем электромагнитное поле (ЭМП) взаимодействуют с ней. В связи с этим для интенсификации МАО конических поверхностей необходимо выявить топографию ЭМП в рабочем зазоре, осуществить ее формирование и процесс управления режимами и параметрами ЭМП.

ЭМП в каждой точке пространства и в каждый момент времени характеризуется вектором его напряженности, поскольку, оно рассматривается как самостоятельный материальный объект. Однако, например, использование графических методов определения топографии ЭМП не позволило провести строгий анализ динамического воздействия для МАО внутренних конических поверхностей, показатель конусообразности которых превышал 0,3. Таким образом, правильное технолого-конструкторское решение не должно быть связано с подходом, основанном на нестрогой формализации геометрии исследуемой области, поскольку ее необходимо синтезировать и получить точное представление о картине приложения сил резания, определяемых вектором напряженности $\vec{H}$. Таким образом, рост эффективности МАО

обеспечивается грамотным планированием и применением геометрических и кинематических методов оценки и реализацией процесса съема материала при установлении равномерности силового воздействия РТС на все точки обрабатываемой поверхности. Создание требуемой напряженности ЭМП, основанной на геометрическом и силовом варьировании параметров и режимов МАО, гарантирует получение правильной конструкции технологической оснастки и оборудования, приводя к стабилизации давления РТС по всей площади обрабатываемого изделия. Тожественность математического описания МАО с учетом физики процесса обеспечивает управление обрабатываемостью деталей из различных материалов, что позволяет назначать режимы резания при учете особенностей структуры и марки материала изделия, его конфигурации и топологического пространства зоны обработки.

Согласно рисунку 1, в области рабочего зазора I магнитная проницаемость составляет μ_1 , в области обрабатываемой заготовки II – μ_2 . Так как во всех этих областях нет тока, поскольку ЭМП создается катушками соленоида электромагнитной системы на достаточно большом расстоянии от вышеуказанных областей, то поле в них описывается при помощи скалярного магнитного потенциала и уравнения Лапласа $\nabla^2 \varphi_m = 0$. Основное допущение заключается в том, что длина детали принимается достаточно протяженной по оси z (рисунок 1), которая перпендикулярна чертежу.

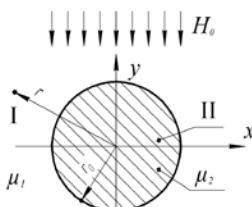


Рисунок 1 - Схема электромагнитного поля при магнитно-абразивной обработке: I – область рабочего зазора; II – обрабатываемая поверхность; μ_1 – магнитная проницаемость рабочего зазора; μ_2 – магнитная проницаемость заготовки; r_0 – радиальная координата точки на обрабатываемой поверхности; r – радиальная координата точки в рабочем зазоре.

Скалярный магнитный потенциал φ_m зависит от координат r и θ цилиндрической системы. Раскроем уравнение $\nabla^2 \varphi_m = 0$ в цилиндрической системе:

$$\nabla^2 \varphi_m = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \varphi_m}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 \varphi_m}{r^2 \partial \theta^2} = 0. \quad (1)$$

Для решения этой задачи необходимо проинтегрировать уравнение Лапласа $\nabla^2 \varphi_m = 0$. Для любой конкретной задачи необходим правильный выбор системы координат и выяснение вопроса о том, обладает ли изучаемое поле тем или иным видом симметрии, поскольку эти условия значительно облегчают решение задачи.

Выражение (1) представляет собой уравнение в частных производных, для интегрирования которого применяется метод Фурье: искомую функцию φ полагают в виде произведения двух пока неизвестных функций, одна из которых зависит от r , а другая от θ

$$\varphi = f_1(r) f_2(\theta). \quad (2)$$

Вид функций $f_1(r)$ и $f_2(\theta)$ в виде произведения подлежит определению, которое позволяет разбить уравнение в частных производных на два обыкновенных дифференциальных уравнения, из которых одно будет составлено относительно $f(r)$, другое – относительно $f(\theta)$.

Общее решение для φ согласно (2) равно произведению решений уравнений

$$\frac{1}{f(r)} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial f(r)}{\partial r} \right) = 0 \text{ и } \frac{1}{f(\theta) \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial f(\theta)}{\partial \theta} \right) = 0, \quad (3)$$

плюс произведение решений уравнений

$$\frac{1}{f(r)} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial f(r)}{\partial r} \right) = p^2 \text{ и } \frac{1}{f(\theta) \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial f(\theta)}{\partial \theta} \right) = -p^2, \quad (4)$$

Находится решение путем выбора решения из их большого числа, удовлетворяющих граничным условиям и, поскольку $f(r)$ зависит только от r , а $f(\theta)$ – от θ , то от частных производных осуществляется переход к обыкновенным.

Продифференцировав уравнение (4) и подставив результаты в (3), получим уравнение с обыкновенными производными

$$\frac{r}{\varphi_1} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} \right) = - \frac{1}{\varphi_2} \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial \theta^2}. \quad (5)$$

Это равенство справедливо при любых конечных значениях координат r и θ , что возможно, если каждая его часть равна постоянной, например, p .

$$\frac{1}{\varphi_2} \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial \theta^2} = -p^2, \quad (6)$$

$$\frac{r}{\varphi_1} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} \right) = p^2. \quad (7)$$

Интервал уравнения (6) состоит из тригонометрических функций

$$\varphi_2 = A_1 \cos p\theta + A_2 \sin p\theta. \quad (8)$$

Из симметрии поля относительно оси x-x следует

$$\varphi_2(\theta) = \varphi_2(-\theta),$$

и поэтому условию удовлетворяет четная функция $\cos p\theta$, а член $\sin p\theta$ должен отсутствовать. Следовательно, постоянная $A_2 = 0$. Из симметрии поля относительно плоскости YY вытекает, что эта плоскость является эквипотенциальной. Принимаем потенциал равный нулю. Зависимость значения потенциала от угла θ не может содержать функций кратных углов $p\theta$, что требует условия $p = 1$. Таким образом,

$$\varphi_2 = A_1 \cos \theta, \quad (9)$$

где A_1 – постоянная.

Для интегрирования уравнения при $p = 1$ введем новую переменную $\eta = \ln r$, тогда

$$\frac{\partial \eta}{\partial r} = \frac{1}{r}; \quad \frac{\partial \varphi_1}{\partial \eta} = \frac{\partial \varphi_1}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi_1}{\partial \eta} \text{ и т.д.} \quad (10)$$

Уравнение (7) приводим к виду

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial \eta^2} = \varphi_1. \quad (11)$$

Интеграл этого уравнения определяется

$$\varphi_1 = C_1 e^\eta + C_2 e^{-\eta} = C_1 r + \frac{C_2}{r}. \quad (12)$$

Подставив выражения (9) и (12) в (4) и заменив постоянные $A_1 C_1 = K_1$ и $A_1 C_2 = K_2$, получим искомым интеграл уравнения Лапласа

$$\varphi = \left(K_1 r + \frac{K_2}{r} \right) \cos \theta. \quad (13)$$

Напряженность ЭМП находим как градиент потенциала, взятый с обратным знаком

$$H = -\nabla \varphi = -\frac{\partial \varphi}{\partial r} - \frac{\partial \varphi}{r \partial \theta} = -\left(K_1 - \frac{K_2}{r^2} \right) \cos \theta + \left(K_1 - \frac{K_2}{r^2} \right) \sin \theta. \quad (14)$$

Определяем постоянные K_1 и K_2 .

Влияние детали на внешнее поле не достаточно сказывается на очень большом расстоянии от детали. Следовательно, при $r \rightarrow 0$ и $\theta = 0$.

Поверхность заготовки $r = r_0$ эквипотенциальна, причем ее потенциал совпадает с потенциалом точек плоскости YY, принятым равным 0.

Из уравнения (13) видно, что условие $\varphi = 0$ при $r = r_0$ при любом θ требует равенства

$$K_2 = -K_1 r_0^2 = -H_0 r_0^2. \quad (15)$$

После подстановки найденных постоянных K_1 и K_2 в (13) и (14), получаем окончательное выражение напряженности ЭМП

$$H = H_0 \left\{ - \left(1 + \frac{r_0^2}{r^2} \right) \cos \theta + \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2} \right) \sin \theta \right\}. \quad (16)$$

Напряженность на поверхности детали ($r = r_0$) равна

$$H = -2H_0 \cos \theta.$$

Поскольку, согласно приведенного расачета напряженности H на обрабатываемой конической поверхности, ее наибольшее значение при $\theta = 0$ или $\theta = \pi$ будет равно $H = -2H_0$, то основным условиями эффективности МАО конических деталей сельскохозяйственных машин служат кинематические и динамические показатели процесса.

В результате проведенных исследований установлены аналитические зависимости для определения величины напряженности ЭМП на обрабатываемой поверхности пуансона, что обеспечивает определение динамики процесса и степень силового воздействия на обрабатываемые детали.

Abstract

In work researches of topography of a magnetic field are given in a working gap at magnetic and abrasive processing of conic surfaces of details of agricultural cars.

УДК 679.18:536.7-531.3.07

ОЦЕНКА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СТАЛИ ЭВТЕКТОИДНОГО СОСТАВА

**А.И. Сидашенко, к.т.н., профессор, В.М. Власовец, д.т.н., профессор,
В.Н. Заец, аспирант**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко, Харьков, Украина*

*Выполнена оценка неметаллических включений в стали 75 и их влияния
на коэрцитивную силу.*

Введение

В Украине широко используется технология помола сырья в барабанных шаровых мельницах. Для барабанных мельниц характерна сложность переоснастки (затрудненный пуск, повышенный износ редуктора) и при сильном износе шаров, их раскалывании и фрагментации необходимо пре-

рывать ее работу. А так как процесс помола циклический и не прерывный то надежность изделий напрямую зависит от качества помольных тел, уровень которого целесообразно оценивать неразрушающими магнитными методами, в частности по коэрцитивной силе (далее H_c). Для изготовления мелющих шаров методом поперечно-винтовой прокатки согласно ДСТУ 3499-97 используются стали с содержанием углерода 0,60-0,80% (пружинные стали 75, 65Г, рельсовая сталь М76), однако единого мнения по возможности контроля таких сталей по H_c на сегодняшний день нет [1].

Необходимость поиска новых технологических решений, позволяющих производить металл с высоким комплексом механических свойств свойствами, обуславливается ростом требований к качеству таких сталей. Одним из основных факторов, которые определяют уровень свойств являются неметаллические включения, которые неоднозначно влияют на уровень H_c [2]. Наиболее характерными для сталей являются эндогенные включения – это преимущественно карбиды, силикаты, сульфиды, нитриды, оксиды, которые образуются в металле в результате процессов, происходящих при выплавке и разливе. Зачастую присутствуют и экзогенные включения, которые попадают в металл извне (из огнеупорных материалов, при выплавке и разливе из шихты). Неметаллические включения оказывают определяющее влияние не только на уровень механических свойств, но и характер разрушения стали. Зарождение трещин у неметаллических включений обычно происходит либо в результате разрушения включения, либо при отделении включения от металлической матрицы.

Поэтому для повышения качества мелющих шаров важно не только обеспечить заданное структурное состояние металла, ограничить количество неметаллических включений для повышения комплекса механических свойств, но и обеспечить достоверный контроль их уровня и однородности неразрушающим магнитным методом. Поэтому выбранное направление является актуальным.

Основная часть

Целью выполненных исследований является оценка неметаллических включений в стали эвтектоидного состава, используемой для производства катанных мелющих шаров. Исследования проводили на трех катаных мелющих шарах $\varnothing 80$ мм, изготовленных из стали 75, следующего состава, %: 0,74 С, 0,82 Мн, 0,11 Si и 0,19 Cr. Шары подвергались закалке с прокатного нагрева самоотпуском на оборудовании, установленном в потоке шаропрокатного стана. В ходе выполнения данной работы шары предварительно отпустили при 600°C (2 ч), после чего подвергли закалке от 850°C в воде до полного остывания (температура воды - 20°C). После закалки по одному шару отпустили при 120 и 250°C с выдержкой 2 ч.

Для получения изображений в светлом поле при прямом освещении использовали горизонтальный металлографический микроскоп МИМ-8М (рис. 1) с объективами ахромат F=23,17 A=0,17 и апохромат F=4,3 A=0,95 с компенсационным окуляром 7^{*} с фокусным расстоянием 35 мм.

Исследования состава неметаллических включений и кристаллизующихся фаз, их распределения осуществляли на растровом электронном микроскопе-микроанализаторе JSM-820 Link “JEOL” с системой рентгеновского микроанализа Link AN10/85S “Link Analytical”. При этом эффективный размер пятна составил 2–3 мкм.

Для определения параметров двумерной структуры в плоскости шлифа подсчитывали структурные составляющие на определённой его площади и вдоль секущей линии. Для автоматизации подсчёта использовали комплекс 2D и 3D моделирования – Autodesk AutoCAD [3].

Замеры H_c проводились с использованием коэрцитиметра КРМ-Ц с накладным преобразователем. Погрешность измерений не превышала 0,1 А/см (табл. 1).

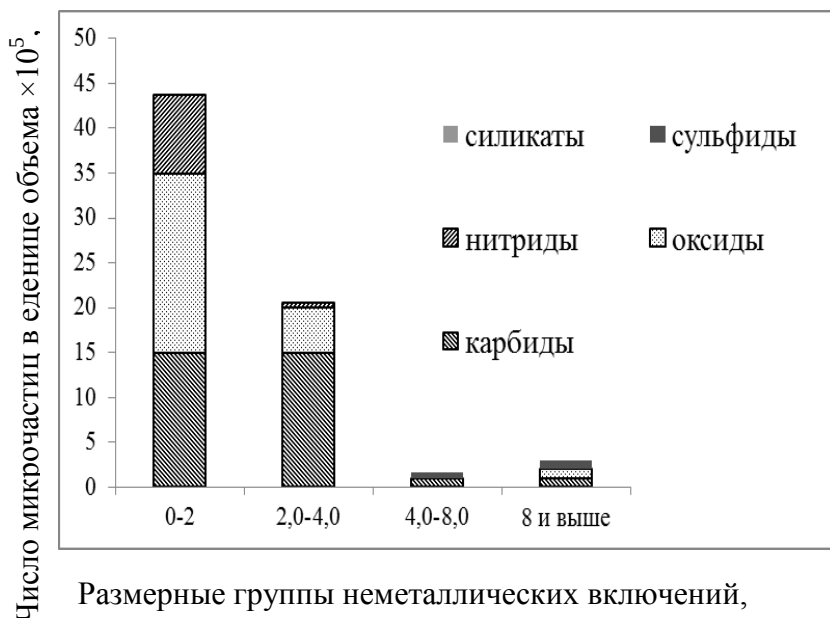


Рисунок 1 - Гистограмма распределения неметаллических включений по размерным группам в приповерхностном слое на глубине 1-2 мм отпущенного при 120°С.

Согласно ранее проведённых нами исследований [4] и известных данных других авторов [1], уровень H_c после закалки должен был быть максимальным (более 11,6 А/см). В данном случае отпуск металла при 120 С повысил H_c на 8,6% (до 13,8 А/см). Это может быть обусловлено повышением уровня напряженно-деформированного состояния металла после обработки. Для определения причин такого повышения уровня H_c в шаре, отпущенном при 120°C, по сравнению с шаром после закалки без отпуска провели дополнительные исследования.

В работе систематизировали количество и распределение неметаллических включений в стали 75. Степень влияния неметаллических включений на магнитные свойства электротехнической стали зависит от их числа, размеров, состава, формы и создаваемых ими напряжений. При перемагничивании стали включения препятствуют движению доменных границ, увеличивая магнитостатическую энергию. Последняя достигает наибольших значений, когда размеры включений соизмеримы с шириной доменных стенок (доли микрона).

Таблица 1. Показатели коэрцитивной силы по 3м образцам.

Сечения образцов ¹	Уровень H_c , А/см				
	1	2	3	4	5
без отпуска					
1	10,6	12,1	12,3	12,4	12,4
2	11,2	12,1	12,5	11,8	12,2
3	11,6	12	12,1	12,2	12
4	10,6	12,1	12,1	12,5	12,6
5	10,6	10,6	11,2	10,5	11,2
6	10,8	11,3	10,9	11,5	11,7
отпуск при 120°C					
1	12	13,1	12,7	13,6	13,8
2	11,6	11,5	12,6	12,4	12
3	12	12,2	11,7	12,1	12,3
4	11,2	12,2	12,2	12,2	12
5	11,5	12,1	11,2	11,4	11,9
6	11,4	11,7	11,9	11,3	12
отпуск при 250°C					
1	7,1	6,8	7,8	7,7	8
2	6,9	7,2	7,5	7,6	7,9
3	7,6	7,9	7,9	8,4	8,4
4	6,7	7,4	7,4	7,6	7,6
5	6,6	7,1	7,4	7,2	6,6
6	7,2	7,2	7,5	7,2	6,9

Примечание. ¹ Замеры H_c проводили в 6-ти точках (2, 4, 5, 6 по диаметру, 1, 3 – по перпендикулярным осям) по 5 измерений в каждой через интервал 1 мин.

Включения, имеющие неправильную, остроугольную форму (нитриды, цементит), вызывают сильное искажение матрицы, большие микронапряжения. Основным источником внутренних напряжений в стали является пластическая деформация, приводящая к резкому увеличению степени дефектности решётки и увеличению плотности дислокаций.

Влияние формы неметаллических включений на магнитные свойства стали определяется степенью и характером искажения её кристаллической решётки. Пластические включения глобулярной формы меньше искажают микроструктуру близлежащих объёмов и потому слабее воздействуют на магнитные свойства, чем иглообразные и твёрдые частицы. Включения создают вокруг себя напряжённую зону. Напряжения возникают в процессе охлаждения металла из-за большого различия коэффициентов термического расширения металла и включений, они могут вызывать перестройку доменной структуры на участках, в 300 и более раз превышающих объём включений [5].

Для исследованного металла характерна значительная доля неметаллических включений. Объёмная доля таких включений составила – $0,096 \text{ мм}^3/\text{мм}^3$. С использованием металлографического и микрорентгеноспектральных анализов установлено наличие в её составе карбидной фазы, в том числе карбонитридов, силикатов, сульфидов, нитридов и оксидов.

Оксиды железа содержат в растворе значительное количество закиси марганца (содержат до 38,07% Mn), образуя непрерывный ряд твердых растворов между FeO и MnO. Располагаются оксиды как отдельными включениями, так и группами (рис 2а). Размеры включений колеблются в широких пределах 0,1–10 мкм.

Для стали раскисленной кремнием также характерно формирование силикатных стекол (рис. 2б) различного химического состава, представляющих собой переохлажденный расплав, в котором преобладающим компонентом является SiO_2 .

Сульфиды. Это соединение железа с серой. Сера обладает неограниченной растворимостью в жидком и очень малой в твердом железе. Источниками попадания ее в сталь служат шихтовые материалы. Сера при кристаллизации стали образует легкоплавкую эвтектику, состоящую из железа и сульфидов железа и марганца, и поэтому увеличивает H_c . Отрицательное влияние серы (в пределах её содержания 0,005-0,03%) на магнитные свойства стали объясняется присутствием сернистых включений в большинстве случаев внутри зёрен и свободной серы на границах зёрен.

При наличии кислорода закись железа растворяет FeS и образует оксидосульфидные включения, состоящие из эвтектики FeO-FeS. Сульфидные включения в зависимости от условий кристаллизации могут выделяться в виде глобулей и пленок по границам зерен.

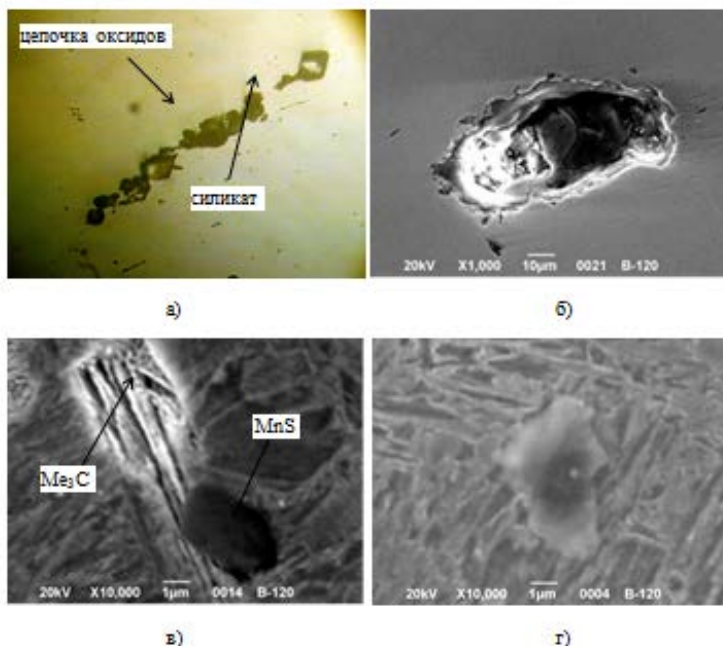


Рисунок 2 – Скопление сложных оксидов и силикаты в металле стали, $\times 1000$ (а), сложное включение на основе силикатного стекла (б), карбид железа, сульфид марганца (в), нитридное включение (г)

Марганец в процессе кристаллизации связывает большую часть серы, а малорастворимые сульфиды марганца. Сульфиды марганца выделяются из металла при высокой температуре в тот момент, когда содержание серы и марганца достигает равновесного значения [6].

Для исследованной стали характерно формирование карбидов цементитного типа двух основных размерных групп. В первую входят частицы размером $0,1 - 2$ мкм. Химический состав таких карбидов в связи с недостаточной разрешающей способностью микроанализатора оценить не удалось, однако металлографическая оценка свидетельствует о когерентной или частично когерентной связи таких частиц с матрицей основного металла. Карбидная фаза данной группы выделилась при сравнительно низких температурах. Вторая группа – размером $2-4$ мкм с отдельными включениями до 6 мкм имеет четкую огранку (рис 2, в), с матричной фазой когерентно не связанными, и образовалась при кристаллизации расплавленного металла. Такие включения содержат до $1,39\%$ С и до $0,63\%$ Мп. Так как марганец принад-

лежит к легирующим элементам расширяющим γ -область, то диффузия марганца в железе происходит значительно труднее, чем диффузия углерода. Поэтому равновесное содержание марганца в цементите, соответствующее стехиометрическому составу карбида $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{C}$ не обеспечивается. Как карбидообразующий элемент марганец может повышать потери на гистерезис. Известно [4], что содержание более 0,53% Mn наряду с цементитом может способствовать образованию нитридов марганца Mn_3N_2 и Mn_4N . Однако для данной стали зафиксировано только присутствие карбонитридов, которые содержат до 3,4% C, 12,28% N и до 0,46-0,59% Mn (рис 2, г). Учитывая, что карбиды и карбонитриды составляют основную долю неметаллических включений в исследованной стали и по данным [5] способствуют формированию микронапряжений в зоне деформаций у микрочастиц, то они и могут быть основной причиной повышенного уровня H_c металла шара отпущенного при 120 С в сравнении с закаленным.

Заключение

Основными включениями в исследованной стали являются карбиды, оксиды и карбонитриды, которые распределены неравномерно по всей глубине изделия. Наибольшее влияние оказывают неметаллические включения малых размерных групп 0,1–2 мкм и в меньшей мере 2–8 мкм. В малую размерную группу преимущественно входят карбидные частицы (которые и формируют значительную часть напряжений вокруг включений из-за когерентной или частично когерентной связи с матрицей) и оксиды. Сульфиды распределены по всей глубине, но в разных размерных группах, ближе к поверхности диаметр их хорд меньше, а в глубь диаметр хорд увеличивается и достигает 10-15 мкм. Силикаты разрознены, количество их незначительно, по сравнению с остальными включениями из-за низкого содержания кремния.

Литература

1. Михеев М. Н. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля. / М. Н. Михеев, Э. С. Горкунов – М.: Наука, 1993. – 249 с.
2. Морозов, А.Н. Водород и азот в стали/А.Н. Морозов. - М.: Металлургия, 1968. - 284 с.
3. Вестник ХНТУСХ. Вып. №148 2014г/Власовец В.М., Ефременко В.Г., Заец В.Н./Разработка методики автоматизированного подсчета количества неметаллических включений в стали при оценке качества изделий.
4. Власовец В.М., Скобло Т.С., Ефременко В.Г., Заец В.Н. Оценка возможности неразрушающего контроля отпуска мелющих шаров из стали 75 по коэрцитивной силе. Вестник ХНТУСХ. – 2014.- вып.146.- С273.
5. Щербинин В. Е. Магнитный контроль качества металлов. / В. Е. Щербинин, Э. С. Горкунов – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – 263 с.

6. Гудремон Э. Специальные стали. Т1. М.: «Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии», 1959. – 952с

7. Литвинова Т.И., Пирожкова В.П., Петров А.К. Петрография неметаллических включений; - Москва: «Металлургия», 1972. – 183с.

8. Нарита. Кристаллическая структура неметаллических включений в стали, - Москва: «Металлургия», 1969. – 190с.

Abstract

The estimation of nonmetallics is executed in steel 75 and their influences on a coercitivity.

УДК 621.9:621.762.8

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В.А. Протасевич¹, к.т.н., доцент, С.И. Шунько², мл.н.с.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»¹,

ГНУ Физико-технический институт НАН Беларуси²

г. Минск, Республика Беларусь

Поиск технических решений, направленных на повышение ресурса деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин, является актуальной задачей развития сельскохозяйственного машиностроения РБ.

Введение

Анализ конструктивно-технологических характеристик, условий эксплуатации и срока службы деталей, работающих в абразивной почвенной среде показывает, что для их реновации необходимо находить новые технические решения повышающие ресурс. Предлагаемые технические решения позволяют свести к минимуму затраты на импортные запчасти для рабочих органов почвообрабатывающих машин и увеличить их долговечность в 2...3 раза.

Основная часть

Традиционно, сельскохозяйственное машиностроение РБ производит такие детали рабочих органов почвообрабатывающих машин, как диски луцильников, зубья борон, из стали 65Г ГОСТ 4543-71, характеристики и физико-механические свойства которой достаточно изучены [1]. Однако, при закалке стали 65Г с высокой твердостью (60...65HRC), снижается вяз-

кость и детали проявляют склонность к хрупкому разрушению при ударных нагрузках. Либо при традиционной термообработке (закалка и последующий высокий отпуск) получают невысокий показатель твердости (40...44 HRC) при достаточно высоком показателе вязкости (90 ± 110 Дж/см²). По этой причине ресурс дисков лущильников не превышает 1-1,5 сезонов, что составляет приблизительно 15-17 га [2].

Дальнейшее улучшение баланса между твердостью и вязкостью возможно осуществлять путем применения новых материалов и совершенствования технологии термообработки.

Известно, если кристаллическую решетку стали раздробить до более мелкой структуры (≈ 200 нм), то механические свойства (прочность, вязкость, пластичность, трещиностойкость) значительно повышаются. Одновременно изменяется плотность дислокаций, непосредственно влияющая на сопротивление материала пластической деформации. Согласно теории Одингга, зависимость между плотностью дислокаций и прочностью металла может быть представлена в виде графика (рисунок 1) [3]. Прочность материала достигается увеличением плотности дислокаций (участок В-С) либо стремлением к получению монокристалла (участок А-В).

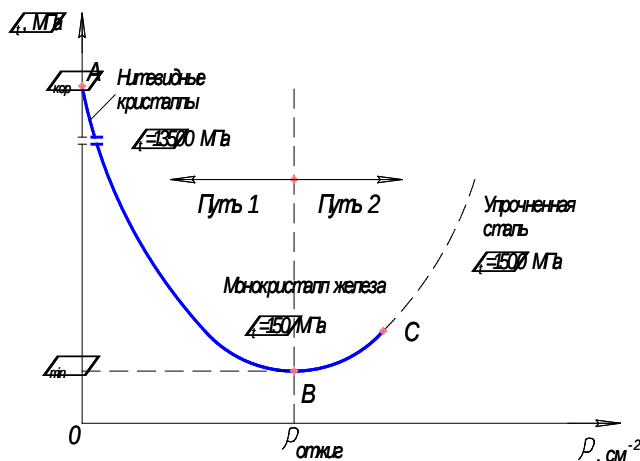


Рисунок 1 – Кривая Одингга

Основным показателем конкурентоспособности продукции являются потребительские свойства стали, связанные с возможностью повышения надежности и снижения металлоемкости изделий. Кроме физико-механических свойств сталей немаловажную роль играет их стоимость, доступность на рынке и определяет их использование в массовом производстве.

Сравнительный анализ сталей, пригодных для массового применения по параметру качество-цена, позволил остановить выбор на экономно легированной стали 60ПП ТУ 14-1-1926-76 РФ. Сталь, обладает наследственной мелкозернистой структурой. При термической обработке данной марки стали, на поверхности, на глубину прокаливаемости, образуется мартенситная структура, а слои, нагретые выше точки A_{c3} , но расположенные глубже, закаляются на структуру троостита, сорбита и перлита. При этом, за счет пониженного содержания примесей в стали, суммарное содержание которых не должно превышать 0,5%, ограничивается глубина прокаливаемости [4]. Учитывая низкую склонность стали 60ПП к трещинообразованию нами проведены сравнительные исследования влияния способа термообработки на получение максимальных прочностных свойств поверхностных слоев применительно для работы в условиях абразивного износа с ударными нагрузками.

Известно, что методы поверхностной термообработки высококонцентрированными потоками энергии плазменного разряда, лазерного излучения, электроннолучевого воздействия позволяют добиться максимальных прочностных свойств заложенных в природе материала [5]. Для этих способов характерны высокие скорости нагрева и охлаждения поверхностных слоев $\approx 10^3$ - 10^5 К/с, путем теплоотвода за счет теплопроводности в нижележащие слои материала. Высокая скорость охлаждения подавляет рост крупных кристаллов, фиксируется перенасыщенное состояние твердого раствора, формируется ультрамелкодисперсная структура поверхностных слоев стали при неизменной структуре низлежащих. В результате формируется оптимальная макроструктура необходимая для рабочих органов почвообрабатывающих машин - твердая поверхность и вязкая сердцевина.

Однако использование указанных методов сопряжено с дороговизной оборудования и главное, низкой производительностью, ограничивающей их применение в массовом производстве.

Проведенный сравнительный анализ эффективности применения технологий термообработки позволил определить оптимальный метод пригодный для использования в массовом производстве. Особенностью процесса объемной поверхностной термической обработки является, традиционный нагрев в печи либо ТВЧ и интенсивное закалочное охлаждение с высокой скоростью при использовании в качестве охладителя динамического потока быстро движущейся воды [6]. В этих условиях происходит увеличение доли фрагментированной структуры, измельчение фрагментов и выделение дисперсных частиц наноразмера вызывает повышение твердости поверхностных слоев при одновременном обеспечении высоких значений вязкости и пластичности сердцевины [7]. Экологическая чистая технология объемной поверхностной закалки обеспечивает при экономном рас-

ходе электроэнергии, в упрочняемой детали оптимальное распределение прочностных свойств по сечению, износостойкость и ударопрочность. По результатам наших исследований, при использовании поверхностной термической обработки сталь 60ПП ТУ 14-1-1926-76 РФ позволяет получить твердость 56 ± 2 HRC, вязкость порядка $KCU \approx 1,0$ МДж/м², прочность $\sigma_b \approx 2200$ МПа, предел текучести $\sigma_t \approx 1850$ МПа.

Таким образом применение стали пониженной прокаливаемости, при использовании технологии объемной поверхностной закалки обеспечивает в макроструктуре упрочняемой детали оптимальное распределения свойств по сечению.

Полевые испытания опытных образцов дисков лушильников показали увеличение ресурса деталей в 2...3 раза, что позволяет снизить расход запасных частей, производить импортозамещение и обеспечивает получение значительного экономического эффекта.

Литература

- 1 Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр./ А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Кашировский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. 784 с.: илл.
- 2 Совершенствование конструкции и упрочнение дисковых рабочих органов / С.А. Сидоров // МЭСХ.- №8.- 2003.
- 3 Introduction in nanotechnology, / Ch.P. Poole, F.J. Owens, John Wiley & Sons, 2003.
- 4 Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / Г.Ф. Бетенья [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2010. – 90 с.
- 5 Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке / С.А. Астапчик, В.С. Голубев, А.Г. Маклаков. – Минск: Беларус. Наука, 2008. – 251 с.
- 6 Объемно-поверхностная закалка пружин тележек грузовых вагонов из сталей пониженной и регламентированной прокаливаемости / В.М. Федин, А.И. Борц. – М.: Металловедение и термическая обработка металлов, №11, 2009. – 33 – 40 с.
- 7 Технологии создания наноструктурированных сталей / В.В. Рыбин, В.А. Малышевский, Е.И. Хлусова Металловедение и термическая обработка. - №6. – 2009. 3 – 27с.

Abstract

Technical solutions aimed at improving the efficiency of working parts of tillers is the urgent task of Agricultural Engineering RB. Analysis of structural and technological characteristics, working conditions and wear parts operating in abrasive environments shows that for recovery and manufacturing need to find new technical solutions increase the wear resistance and service life. The proposed technology allows you to minimize the cost of imported parts for working organs of tillers and increase their longevity in 2 ... 3 times.

УДК 669.01

**МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ И
ПУТИ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

В.К. Корнеева, ст. преподаватель

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

Проанализированы существующие методы переработки медных кабельных отходов и использование медьсодержащего сырья из них. Показана принципиальная возможность использования переработанных медных кабельных отходов для изготовления проницаемых материалов.

Введение

Проницаемые материалы из медных волокон представляют интерес для предприятий агропромышленного комплекса, т.к. могут быть использованы для очистки горючесмазочных материалов, воды, технических газов и жидкостей. Их работоспособность при низких и высоких температурах, при знакопеременных нагрузках и гидравлических ударах, а также антибактерицидные свойства выгодно отличают такие материалы от других проницаемых материалов [1].

Отходы кабелей и проводов относятся к сложным видам цветного лома. Обычно они поступают на переработку в виде путанки с медными жилами различных размеров. Основной задачей переработки является качественное отделение цветного металла от изоляции и других металлов, из которых состоит наружная оплетка и броня.

В СНГ доля лома кабельной продукции в общем балансе заготавливаемого сырья на медной основе составляет 17 % [2].

Экспертами Агентства США по вопросам защиты окружающей среды, связанным с опасными, промышленными, медицинскими и твердыми отходами (*ICF / EKO*), объем отходов с учетом извлекаемых после эксплуатации кабелей оценивается в 5 млн т [3].

Кабельные отходы при должной переработке могут быть источником ценного сырья, так как в большинстве своем содержат металлическую проводящую часть и полимерную изоляцию. Металлические жилы кабеля, как правило, состоят из электротехнической меди.

Переработка отходов с целью извлечения меди и ее повторного использования всегда была выгодна. В соответствии с расчетами [4], сделанными в США по использованию отходов, переработка вторичных металлов значительно менее энергоемка (например, по меди – в 6 раз), по сравнению с получением металлов из руд.

Основная часть

В настоящее время можно выделить шесть методов утилизации кабельных отходов, применяемых на практике.

1. Захоронение отходов вместе с другими отходами промышленной продукции и жизнедеятельности человечества.

2. Пирометаллургический метод, заключающийся в обжиге полимерной изоляции для получения чистых металлических жил.

3. Гидрометаллургический метод, основанный на растворении изоляции отходов кабеля в различного вида растворителях.

4. Расплавно-прессовый метод, заключающийся в отделении металлической жилы от полимерной оболочки, путем доведения последней до жидкотекучего состояния с последующим прессованием отходов и выдавливанием полимера.

5. Отделение кабеля от изоляции вручную. Данный процесс является трудоемким и длительным. Таким способом можно переработать только небольшие объемы кабельных отходов.

6. Механическая переработка кабеля на специализированных установках, заключающаяся в измельчении кабеля, после чего полимеры и металлы разделяются различными способами, в том числе механическими, химическими, электрофизическими и др.

Механическая переработка отходов является чрезвычайно трудоемким процессом. Однако, в настоящее время в мировой практике она получила наиболее широкое распространение и является основным методом переработки. На рисунке 1 представлена принципиальная схема этого процесса. Процесс состоит из следующих основных операций: подготовка кабеля к переработке, разделка кабеля, предварительное измельчение, окончательное измельчение и сепарация, пакетирование.

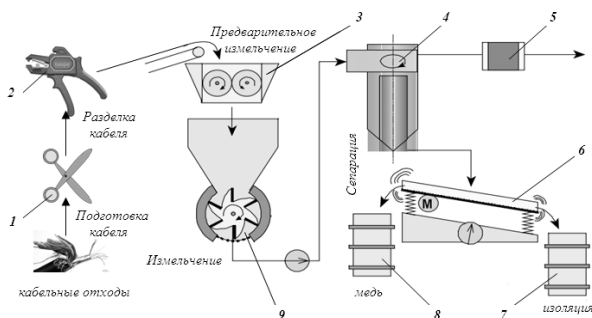


Рисунок 1 – Схема процесса механической переработки кабельных отходов:

1 – ножницы; 2 – стриппер; 3 – шредер; 4 – воздушный циклон; 5 – вытяжной фильтр; 6 – стол сепарации; 7 – контейнер для изоляции; 8 – контейнер для металла; 9 – мельница

Механическая переработка кабельных отходов позволяет отделить медные жилы от изоляции и получить медьсодержащее сырье в виде медной сечки чистотой до 99 % (рис. 2).

Основными потребителями кабельных отходов являются металлургические предприятия, занимающиеся производством катодной меди, из которой методом непрерывного литья и прокатки (НЛП) или с использованием технологии «Сразу в проволоку» фирмы «Мерц» (Германия) получают медную катанку [5, 6], а также листовой, полосовой и круглый прокат [7].

Учитывая, что переплав медных кабельных отходов осуществляется на металлургических предприятиях, зачастую, находящихся в отдаленных районах от предприятий переработчиков отходов, возникают трудности в вопросах их хранения, транспортировки и переработки. Так, в Республике Беларусь переработкой кабельных отходов занимается организация монополист ГО «Белвтормет», а предприятия по переплавке медных отходов отсутствуют.

Нетрадиционный подход к использованию и переработке кабельных отходов без их переплавки предложен в работе [8]. Ее авторы предлагают использовать отходы в виде обрезков медных проводов для получения припоя для высокотемпературной пайки узлов различных конструкций и режущих инструментов с твердосплавными пластинами. Для этого с поверхности медьсодержащих проводов удаляется изоляционное покрытие, а полученные заготовки расплющиваются до размера равного толщине припоя и разрезаются на мерные длины. Способ является малозатратным и сокращает производственный цикл переработки отходов.

Одним из альтернативных способов переработки такого рода отходов, исключаящих плавильный передел, является использование технологий порошковой металлургии, основанной на использовании в качестве исход-

ного сырья металлических порошков и волокон. Такая технология позволяет целенаправленно конструировать структуру и свойства материалов и производить изделия с минимальными отходами, а также решать многие проблемы охраны окружающей среды.

В работе [9] приведены данные по системному анализу переработанных медных кабельных отходов, из которых следует, что это сырье (медная сечка), полученное после механической переработки медных кабельных отходов, представляет собой дисперсные объекты разного размера и,

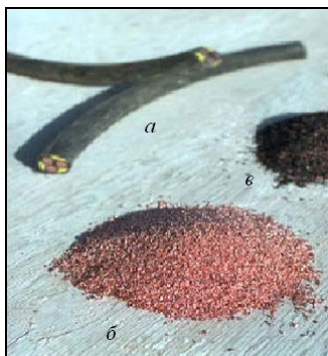
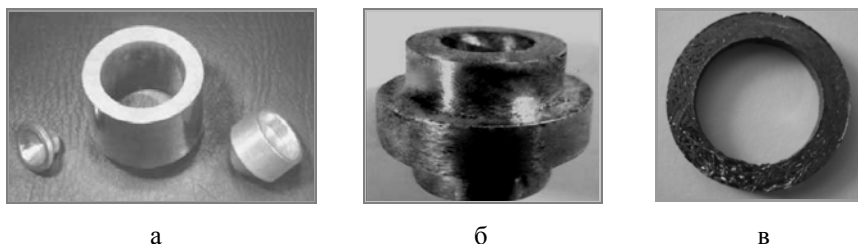


Рисунок 2: Исходное сырье и продукты переработки кабельных отходов: а – кабель; б – медные частицы; в – пластиковые частицы

несомненно, как исходное сырье интересно для порошковой металлургии.

Анализ литературных источников показал, что в последнем десятилетии кабельные отходы начали находить применение в технологиях порошковой металлургии. Основным разработчиками этого нового направления использования является Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля (Луганск, Украина).

Одним из направлений этих исследований явилась разработка использования кабельных отходов для получения медного порошка и изготовления на его основе антифрикционных и конструкционных машиностроительных изделий различного назначения. Так, авторы [10] разработали технологию получения медного порошка из кабельных отходов, которая исключает операции плавки и электролиза. Полученный порошок использовали для изготовления конструкционных деталей, например, детали плазматрона (рис. 3, а, б) [11], а также антифрикционных материалов [12]. Детали, полученные из антифрикционных материалов, при плотности, равной $8,56 \text{ г/см}^3$, скорости скольжения $1,1 \text{ м/с}$ и давлении $2,25 \text{ МПа}$ характеризовались интенсивностью изнашивания, равной $0,51 \cdot 10^{-14} \text{ мкм/км}$ [13].



а

б

в

Рисунок 3 – Изделия, полученные из переработанных медных кабельных отходов:
а, б – детали плазматрона, полученные из медного порошка;
в – уплотнительное кольцо Д18-055-А

Авторами [14] была показана принципиальная возможность использования отходов медных проводников тока, представляющих собой волокна диаметром $0,9 \dots 1,2 \text{ мм}$ и длиной $5 \dots 14 \text{ мм}$, для изготовления высокоплотных заготовок путем совмещения операций горячего и холодного деформирования.

Волокновые отходы в БГАТУ предложено использовать для изготовления медных уплотнительных колец (рис. 3, в), применяемых в автотракторной технике.

Выше описанные технологии использования переработанных медных кабельных отходов состоят из меньшего числа операций и требуют меньших затрат энергии, чем традиционная технология переработки лома в медь — переплав, рафинирование и обработка давлением.

Заключение

Показано, что медные кабельные отходы являются ценным сырьем для порошковой металлургии и могут быть использованы для изготовления проницаемых материалов.

Литература

1. Капцевич, В.М. Проницаемые материалы из металлических волокон: свойства, технологии изготовления, перспективы применения / В.М. Капцевич, А.Г. Косторнов, В.К. Корнеева, Р.А. Кусин. – Минск: БГАТУ, 2013. – 380 с.
2. Колобов, Г.А. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов. Учебник для вузов / Г. А. Колобов, В. Н. Бредихин, В. М. Чернобаев. – М.: Металлургия, 1992. – 288 с.
3. <http://recyclers.ru/modules/section/item.php?itemid=200> Опубликовано ООО "Ресайклерс.ру" [admin] 2001/6/3 (7504 прочитано) И.Мещанов, к.т.н, первый заместитель генерального директора ОАО "ВНИИКТ" Журнал "Кабели и провода" 5, /2000 и 1/2001.
4. Петруков, О.П. Концепция оптимизации комплексного управления ТБО в Московской области / О. П. Петруков, Л. Я. Шубов, Ф. Ф. Гаев // Научно-практический журнал ТБО (твердые бытовые отходы), 2007. – № 9. – С. 14–24.
5. Белый, Д.И. Современные технологии производства медной катанки для кабельной промышленности / Д. И. Белый // Наука и техника. 2011. – № 5 (330). – С. 29–33.
6. Maerz Direct-to-Wire Technology-Optimized FRHC Copper Production / Timm Lux, Jörg Köhlhuter, Andritz Maerz and Christine Wenzl // Wai's first-ever Global Continuous Casting Forum. (Atlanta, May 2–5.2011). USA.
7. <http://steeltimes.ru/index.php>, Информационный портал о черной и цветной металлургии «Steel Time», Использование лома и отходов меди и медных сплавов в Украине.
8. Способ переработки медьсодержащих отходов Моисеев В.Б., Кафтанатьев В.Г., Булавин В.В. RU(11) 2341569 (13) C2(51) МПК C22B7/00 (2006.01) H01B15/00 (2006.01) Заявка: 2006130246/02, 21.08.2006.
9. www.arber.com.tr Recovery of Copper and Plastics from Waste Electrical Cables C. Çelik, O. Kökkılıç, K. Eke, M. O. Kangal, C. Arslan, F. Arslan Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
10. Спосіб одержання порошку міді: Патент на винахід 64966 А. Україна / Раєв С. С, Рябічева Л.О., Циркін А.Т., Нікітін Ю.М. Опубл. 15.03.04. Бюл. №1. 3 с.
11. Рябічева, Л.А. Развитие технологий изготовления изделий из порошковых материалов / Л. А. Рябічева // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: зб. наук. Праць. – Луганськ, 2009. – С. 3–11.
12. Рябічева, Л.А. Новые порошковые материалы: структура и свойства [электронный ресурс] / Л.А. Рябічева//Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: зб. наук. Праць. Луганськ, 2011. С. 3–12.
13. Ryabicheva, L. A. Production and properties of copper-based powder antifriction material / L. A. Ryabicheva, Yu. N. Nikitin // Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 2008. – Vol. 47. – № 5–6. – P. 299–302.
14. Рябічева, Л.А. Моделирование технологии изготовления высокоплотной меди из пористой волокнутой заготовки обработка материалов давлением : сборник научных трудов / Л. А. Рябічева, Д. А. Усатюк, А. П. Скляр. – Краматорск, 2008. – № 1 (19). – С. 50–54.

Abstract

Analyzed the existing copper cable recycling methods of waste and the use of copper-containing raw materials from them. The principal possibility of using recycled waste copper cable for the manufacture of permeable materials.

УДК 536.46

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА

А.В. Бодиловский, к.т.н., ст.н.с., В.В. Мирутко, к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрен мировой опыт применения смесевых моторных топлив с позиции возможности, рациональности и экологии.

Показано, что применение этого вида топлив, произведенных с использованием отечественных инновационных разработок, может обеспечить для страны значительный экономический эффект и снизить зависимость от нефтяного импорта.

Введение

Во всем мире энергетическая проблема в целом, и топливная в частности стоит очень остро. Ввиду сокращения в обозримом будущем запасов традиционного углеводородного сырья стоит вопрос, чем его заменить и как его экономить.

Вопрос перехода на принципиально новые, неограниченные по запасам виды топлива, такие как водородное - это дело достаточно далекой перспективы, одновременно требующее принципиально новых двигателей для его использования. Вместе с тем экономия и рациональное использование применяемых в настоящее время топлив на основе углеводородного сырья в существующих двигателях внутреннего сгорания (ДВС) это насущная проблема сегодняшнего дня.

Сокращение потребления нефти неминуемо. Как скоро и как сильно? Это будет зависеть от таких факторов, как динамика сокращения разведанных запасов нефти, стоимости нефти на мировом рынке, развитие возобновляемой энергетики.

В перспективе биотопливо может оказаться единственным доступным топливом для многих стран, когда бурно развивающиеся экономики Китая и Индии начнут потреблять хотя бы на уровне Беларуси или России на душу населения и заберут всю нефть.

Для решения этой проблемы научно-практическая мысль во всем мире направлена на создание моторных топлив с использованием возобновляемых ресурсов растительного происхождения и применения их в смесевых композициях на основе традиционных углеводородных топлив. Этот подход позволяет уже в настоящее время существенно экономить традиционное топливо и использовать полученное смесевое топливо в существующих двигателях без их адаптационной модернизации. Принципиальным является также то, что правильно подобранная смесевая композиция обеспечивает значительный экологический эффект при сгорании в ДВС по сравнению с чистым углеводородным топливом. Вредные выбросы уменьшаются до 70% в зависимости от вида топлива и используемого ДВС.

Что из себя представляет биотопливо?

Биоэтанол – это обычный этиловый спирт, получаемый путем сбраживания сахара и крахмалсодержащего растительного сырья. В качестве возобновляемого сырья могут использоваться различные с/х культуры (зерновые, зернобобовые, корнеплоды и т.п.), в т.ч. и некондиционные. В климатической зоне РБ наиболее экономически целесообразно использовать для производства биоэтанола рожь и третикале.

Современные технологии производства биоэтанола предусматривают предварительное выделение из сырья ценных в пищевом смысле продуктов, а остатки направляются на сбраживание с дальнейшей отгонкой спиртовой фракции. Немаловажным является также то, что побочные продукты после процесса брожения представляют из себя ценный кормовой продукт для животноводства. Такая схема позволяет гармонично сосуществовать пищевой, биохимической и кормовой отраслям, поскольку при таком балансе сил рынок получает качественный продукт этих трех отраслей.

Использование биоэтанола в чистом виде вместо бензина в существующих ДВС требует адаптационной модернизации этих двигателей, в первую очередь системы питания и камер сгорания.

Биодизель – собирательное название для спиртовых эфиров жирных кислот (обычно растительного происхождения). Получается путем химической реакции замещения (этерификации) содержащегося в растительном масле глицерина на спирт (этиловый или метиловый). Немаловажно, что процессу этерификации могут подвергаться не только свежие растительные масла, но и отработанные, т.е. отходы пищевой промышленности. Перерабатываться могут также жирсодержащие отходы мясной промышленности. Т.е. попутно могут решаться вопросы высокоэффективной утилизации отходов. В климатической зоне Республики Беларусь наиболее экономически целесообразно для производства биодизеля использовать рапс.

Этиловый и метиловый эфиры почти одинаковы по энергоемкости. Вязкость этиловых эфиров немного выше и точка помутнения немного ниже

чем, чем у метиловых эфиров. Потребление топлива двигателем примерно одинаково. Вместе с тем этиловый эфир имеет более высокий уровень коксования топливной аппаратуры, чем метиловый, что связано с более высокой молекулярной массой и вязкостью. К относительным недостаткам использования этанола в производстве биодизеля можно отнести также то, что для высокого выхода качественного продукта необходим абсолютный этанол, а в процессе производства этанол образует устойчивую водную эмульсию. Метиловые эфиры более устойчивы при хранении, чем этиловые.

Использование спиртовых эфиров (биодизеля) в чистом виде без адаптационной модернизации двигателей возможно, но имеет свои особенности.

В связи с тем, что биодизель, как метиловый, так и этиловый, значительно менее стабилен, чем традиционный углеводородный дизель, при разливании и утечке он быстро разлагается. Кроме того, он повышенно агрессивен в отношении резиновых изделий, цветных металлов и лакокрасочных покрытий.

Испытания, проводившиеся зарубежными производителями дизельной топливной аппаратуры, показали, что разложение чистого биодизеля возможно даже в самой системе топливоподачи. Катализатором данного процесса может являться наличие в топливе кислорода, свободной воды, примесей и повышенной температуры. Продуктами разложения являются муравьиная, уксусная и высокомолекулярные кислоты, вода и метанол (этанол), т.е. коррозионно-агрессивные компоненты.

Для того чтобы исключить все вышеназванные негативные последствия необходимо использовать только сертифицированный, качественный биодизель и в смеси с традиционным углеводородным дизелем. Причем смесь должна быть высокой степени гомогенизации, чтобы исключить возможность нахождения биодизеля в свободном агрегатном состоянии.

Противники биотоплива в мире выдвигают тезис о продовольственной опасности в связи с разворачиванием его производства. На наш взгляд подобное мнение не имеет под собой серьезного обоснования. По данным Всемирной организации здравоохранения мировая проблема питания заключается в недостатке в рационе человека белков. Не жиров и не углеводов. А биотопливо производится именно из этих компонентов растений. Другое дело, что необходимо применять современные технологии, которые позволяют эффективно разделять и утилизировать эти компоненты. Если говорить о зерновых, то в результате их глубокой переработки сначала выделяется белковая фракция, которая используется в пищевой промышленности. Причем в результате глубокой переработки получается больше концентрированного пищевого белка в пересчете на усвояемую форму. Остающийся кормовой продукт (барда) используется в животноводстве в качестве ценных высокопротеиновых кормов. Если говорить о масличных, в частности о рапсе, то после отжима масла из семян рапсовый жмых и шрот идут на приготов-

ления сенажа, силоса и травяной муки. В одной кормовой единице он содержит до 190г. протеина. Кроме того, рапс является почти идеальной культурой в севообороте. По агрономическому эффекту для последующей культуры (зерновые, овощные, корнеплоды) посевы рапса практически равны парующим полям. Как и другие крестоцветные он является фитосанитаром полей, накапливает органику и азот, улучшает структуру почв.

Биотопливо в принципе может использоваться в ДВС как самостоятельный вид топлива. Однако, как отмечалось выше, такое его использование имеет ряд проблем, основной из которых является необходимость адаптационной модернизации всего существующего парка ДВС.

В условиях, когда использование традиционного нефтяного топлива еще «никто не отменял» наиболее рационально, с точки зрения здравого смысла, диверсифицировать возможности использования традиционного топлива и биотоплива в существующем парке ДВС без масштабной его модернизации.

Кроме того, в процессе смешения решаются вопросы улучшения эксплуатационных показателей топлива. Например, во всем мире ужесточаются требования к содержанию серы в дизтопливе. Обратная сторона этой «медали» ухудшаются смазочные свойства топлива, что в любом случае требует введения добавок. Смесь дизтоплива с биодизелем обеспечивает необходимые смазочные свойства. Объясняется это наличием в биодизеле фосфолипидов, которые на поверхностях трения работают, как противоизносные присадки [1].

При использовании спиртосодержащих смесевых топлив снижается содержание вредных компонентов отработавших газов автомобиля. Благодаря низким температурам горения спиртов на единицу расходуемой энергии выделяется значительно меньше, чем у чистого бензина оксидов азота. Одновременно, вследствие улучшения полноты сгорания, выбросы CO, CH и канцерогенных ароматических углеводородов на порядок ниже, чем при работе двигателя на чистом бензине.

В связи с тем, что октановое число чистого биоэтанола 115, его добавка в бензин позволяет повысить общее октановое число смеси.

Поэтому во всем мире идут по пути использования рационально подобранных смесей биотоплива и нефтяного топлива.

По рекомендациям всех ведущих мировых автопроизводителей до 10% биоэтанола в топливе можно использовать без переделки в любом бензиновом двигателе (рис.1).

Исследования, проведенные во Всероссийском научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (ВИМ) [2], показали возможность использовать в качестве добавки к дизельному топливу растительные масло-жировые фракции в натуральном виде (без этерификации). Ключевым фактором в этом является правильно подобранная пропорция и высокая степень гомогенизации смеси.



Рисунок 1 – Мировые автопроизводители recommending применять смешанную топливную композицию с биоэтанолом.

При этом, согласно данным Российской биотопливной ассоциации (рисунок 2) себестоимость производства топливного этанола значительно ниже, чем бензина.

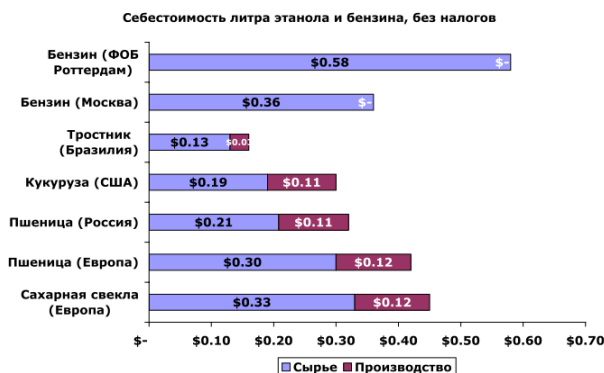


Рисунок 2 – Сравнительная себестоимость производства топливного этанола

В Институте тепло и массообмена им. А.В.Лыкова (ИТМО) Национальной академии наук Республики Беларусь (НАН РБ) в рамках Государственных программ: «Энергия-26» (2005г.), «Тепловые процессы-13» (2006г.), «Тепловые процессы – 58» (2007г.) был проведен комплекс исследований и разработана технология производства смешанных топлив на основе традиционных углеводородных.

Как показали проведенные в ИТМО НАН РБ испытания спирто-бензиновой смешанной композиции, с содержанием спиртовых фракций 20%, мощность ДВС увеличивается на 4-7% и топливная экономичность возрастает на 10-15%, при этом содержание оксидов азота в отработанных газах снижается на 35-40% по сравнению с работой на чистом бензине [3].

В процессе исследований установлена зависимость эффективности получаемого смесового топлива не только от степени дисперсности и содержания добавок в смеси, но и от степени воздействия на физико – химическую структуру топлива при его приготовлении [4].

Установлено, что качественное, отвечающее всем требованиям ГОСТов топливо получается при четырехступенчатой последовательной обработке смешиваемых топливных компонентов посредством инжектирования, вихревой обработке смеси, использования модулей гидродинамической кавитации и диспергирования. Смешение должно быть осуществлено на молекулярно-ионном уровне со степенью дисперсности $10^5 - 10^6 \text{ см}^{-1}$. [5].

Получение смесей такого уровня невозможно в кустарных условиях с использованием обычных мешалок, а требует специализированного производства и соответствующих технологий, которые уже разработаны и требуют опытно-промышленной отработки в соответствии с СТБ 972-2000 «Разработка и постановка продукции на производство».

Заключение

Мировой опыт, значительный потенциал сельскохозяйственного производства республики и результаты отечественных научных разработок определяют целесообразность налаживания производства и использования в двигателях внутреннего сгорания инновационных решений имеющих значительный эффект для экономики страны.

Широкое внедрение смесевых моторных топлив на территории республики уже в ближайшей перспективе может позволить без больших капитальных затрат дать мощный стимул развитию сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности, снизить примерно на 20% зависимость страны от нефти, существенно улучшить экологию и повысить экспортный потенциал.

Литература

1. Войтов В.А. и др. «Особенности эксплуатации дизелей сельскохозяйственной техники на биотопливе» - Харьков, 2009г.
2. Бубнов Д.Б. «Адаптация дизеля сельскохозяйственного трактора для работы на рапсовом масле» Дис. канд. техн. наук. Специальность ВАК РФ 05.20.03. Москва, 1996 г.
3. Кухарчук И.Г. и др. «Получение смесевых жидких топлив при гидродинамической обработке смеси» / Труды семинара «Проблемы газодинамики и тепло-массообмена в аэрокосмических технологиях» Том 1, г. Жуковский, Россия, 2009 г.
4. Асад М. и др. «Горение модифицированных топлив в модели камеры сгорания ДВС». Сборник научных трудов «Тепло- и массоперенос» Института тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН РБ. Минск, 2005.
5. Мартыненко О.Г. «Проблемы создания смесевых топлив». Труды VI Минского международного форума по тепло и массообмену. Минск, 2008 г.

Abstract

Considered the world's experience of mixed motor fuels position possible, rationality and ecology.

Shown that the use of this type of fuel produced using domestic innovation, can provide for the country a significant economic impact and reduce dependence on oil imports.

УДК 621.793

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ
БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И
ОБОРУДОВАНИЯ**

О.Г. Девойно, д.т.н., профессор, М.А. Кардаполова, к.т.н., Н.И. Луцко
*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Приведена информация о целесообразности использования метода газотермического напыления на быстроизнашивающиеся детали сельскохозяйственной техники. Указаны достоинства метода и технологические этапы процесса.

Среди задач, стоящих перед предприятиями Белагросервиса, одной из приоритетных является техническое обеспечение создания рынка вторичной автотракторной техники. Эффективность решения указанной задачи в первую очередь определяется наличием на предприятиях современных конкурентоспособных ремонтных технологий.

Учитывая, что согласно данным статистики, более 60% отказов машин и оборудования происходит по причине преждевременного износа, развитие и внедрение технологических процессов восстановления изношенных деталей имеет приоритетное значение. При этом следует отметить, что эксплуатационные затраты на сельхозпредприятиях республики соизмеримы со стоимостью техники. Сокращение числа ремонтов, и, следовательно, снижение эксплуатационных затрат возможно путем повышения в процессе восстановления-упрочнения эксплуатационных характеристик быстроизнашивающихся деталей, лимитирующих срок службы машины, до уровня, соответствующего сроку службы машины в целом или межремонтному периоду между капитальными ремонтами.

Наиболее широко распространенным методом ремонта изношенных поверхностей является электродуговая наплавка. Это связано с относи-

тельной простотой технологии, возможности применения недорого оборудования и невысокой себестоимостью. Однако, достижение высоких эксплуатационных характеристик при реализации указанных процессов является весьма проблематичным, что связано, в первую очередь, с проплавлением восстанавливаемой поверхности, и значительным нагревом детали. Указанные эффекты приводят к снижению как механической, так и усталостной прочности восстановленной детали.

В этих условиях определенный интерес представляют технологии газотермического напыления порошковых материалов, заключающиеся в нанесении на поверхность порошка расплавленного в струе плазмы или пламени газопламенной горелки.

Достоинством метода является наличие широкой номенклатуры выпускаемых промышленностью порошков для напыления, что позволяет охватить большое количество деталей, работающих в самых различных условиях. Особое место среди порошковых материалов занимают так называемые самофлюсующиеся сплавы, которые при последующем оплавлении образуют биметаллическое соединение с материалом основы.

Основной особенностью процессов газотермического напыления является то, что при создании покрытий отсутствует оплавление материала детали:

- процесс создания покрытий реализуется методом «холодного напыления» в случае нанесения покрытий, не требующих оплавления,
- разогрев детали происходит до температуры порядка 1000° С при нанесении покрытий на основе самофлюсующихся сплавов.

Технология создания покрытий включает следующие этапы:

- диагностика детали;
- очистка;
- занижение размера под покрытие;
- подготовка поверхности;
- напыление покрытия;
- оплавление покрытия;
- механическая обработка.

Примеры внедрения разработанных технологических процессов приведены на рисунке 1.



а)



б)



в)

а – вал; б – почвообрабатывающая фреза; в – подшипниковые щиты

Рисунок 1 – Примеры различных типов деталей с покрытиями, полученными методами газотермического напыления

Abstract

Information on expediency of use of a method of a gas-thermal dusting on fast-wearing-out details of agricultural machinery is provided. Advantages of a method and technological stages of process are specified.

УДК 669.01

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МЕДНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В.К. Корнеева, ст. преподаватель

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

Проведен анализ морфологии медьсодержащего сырья медных кабельных отходов. Показано, что исследуемые отходы существенно отличаются от традиционного волокнуемого сырья, получаемого мерной резкой проволоки, и могут быть использованы в качестве исходного сырья для получения проницаемых волоконных материалов.

Введение

В настоящее время с интенсивным развитием металлургии и машиностроения в Республике Беларусь накапливаются отходы медных проводов и кабелей, которые представляют интерес в качестве исходного сырья для производства проницаемых волоконных материалов. В работах [1, 2] были исследованы свойства медных волоконных отходов. Целью данной работы является исследование морфологических характеристик медных волоконных отходов различных фракций и определение возможности их использования для изготовления проницаемых материалов.

Основная часть

Дисперсность волокон, являющихся основной изучаемых отходов и представляющих собой линейные объекты, характеризуется двумя параметрами: поперечным размером (диаметром) и длиной. Анализ исходного дисперсного материала показал, что присутствующие в нем волокна характеризуются разбросом диаметров от 100 до 800 мкм и длин от 2,0 до 25 мм. Кроме волокон в исходном сырье присутствуют медные пластинчатые и осколочные гранулы, лепестки, а также частицы свинца и изоляции.

Для определения гранулометрического состава применялся ситовый метод разделения дисперсных сред. Для этого использовались сита с размером ячеек 0,1; 0,2; 0,315; 0,4; 0,63; 0,8; 1,0 мм. Проведенные исследования показали, что наиболее представительными являются фракции $(-0,4...+0,315)$ мм и $(-0,63...+0,4)$ мм, соответственно 25,8 % и 32,4 %.

Основной морфологической характеристикой медьсодержащего сырья медных кабельных отходов является форма составляющих его частиц. Морфологический тип частиц устанавливается в основном по принципу сходства их с формами известных макротел.

При рассмотрении исходного сырья были выделены основные группы присутствующих дисперсных элементов. К ним, прежде всего, относятся непосредственно волокна, характеризующиеся, во-первых, различными группами диаметров и длин, во-вторых, различной степенью искривленности. Волокна по степени их искривленности (отклонение от прямолинейной формы) разделены на прямолинейные, искривленные и закрученные. Наиболее искривленные и закрученные волокна выделены в две дополнительные группы дискретных волоконных объектов, названных нами крючками и свертышами. По форме поперечного сечения в отдельную группу выделены деформированные волокна, которые по всей длине или на ее части имеют прямоугольную форму — расплюснутые волокна. Присутствующие в отходах частицы чешуйчатой и округлой формы названы нами лепестками и гранулами.

При проведении анализа дисперсных элементов, присутствующих в каждой фракции, они разбивались на шесть отрядов, характеризующихся однотипностью объектов. Волокна разных отрядов, как правило, отличались друг от друга длинами или диаметрами, или формой поперечного сечения, или степенью искривленности. Отряд 1 каждой рассмотренной фракции отводился волокнам, диаметры которых были меньше, иногда даже значительно, диаметров основной массы волокон. При этом волокна первого отряда характеризовались существенной искривленностью и относились к разрядам крючков и свертышей. Отряд 2 представлял собой гранулы немедного происхождения (частицы свинца и изоляции), а отряд 3 — медные осколочные гранулы и лепестки, характеризующиеся размерами до 2 мм. Отряды 4, 5, 6 и 7 каждой фракции характеризовались различными длинами волокон: 2...4, 4...6, 6...10 и более 10 мм, соответственно.

Фракция $(-0,2...+0,1)$ мм в своей основе состоит из волокон диаметрами 100 мкм и длинами от 2 до 12 мм. Все они изогнуты и характеризуются незначительной искривленностью. Однако можно считать, что гранулы и свертыши среди них отсутствуют, а присутствие крючков ограничено (отсутствуют отряды 1 и 2). Также данная фракция не содержит медных объектов размерами менее 2 мм (отсутствует отряд 3). Массовое распределение этих волокон по длинам (рис. 1, а) позволяет заключить, что половина (50 %) волокон этой фракции (отряд 5) имеют длины 4...6 мм (рис. 2, а).

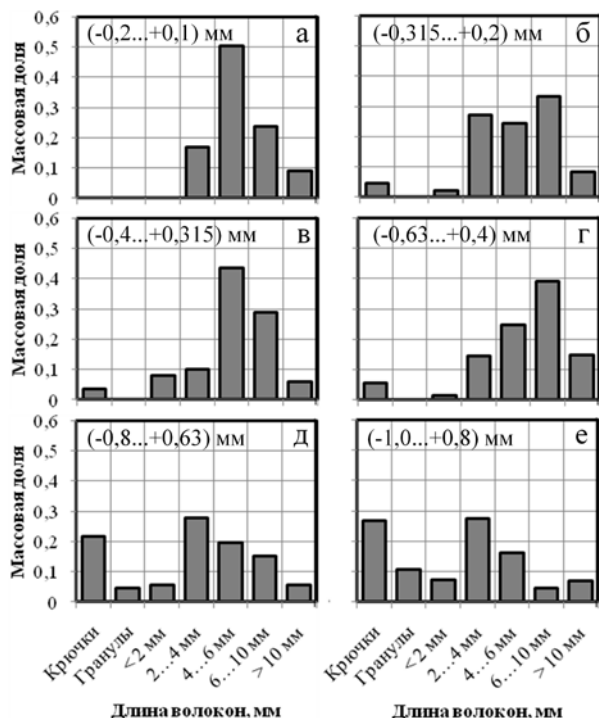


Рисунок 1 – Массовое распределение дисперсных элементов различных фракций

Фракция $(-0,315...+0,2)$ мм в основном состоит из волокон диаметрами 200 и 300 мкм и длинами от 2 до 20 мм. Массовое распределение дисперсных элементов данной фракции показывает (рис. 1, б), что небольшое количество (5 %) волокон диаметром 100 мкм присутствуют лишь в отряде 1. Они изогнуты и имеют форму крючков (рис. 3, а). Медные осколочные гранулы и лепестки размерами до 2 мм (отряд 3) в данной фракции содержатся в незначительном количестве (5 %), а гранулы немедного происхождения (отряд 2) — отсутствуют. Основу этой фракции составляют волокна диаметрами 200 и 300 мкм с длинами 6...10 мм (отряд 6) (рис. 2, б). Их массовая доля составляет 33 %.

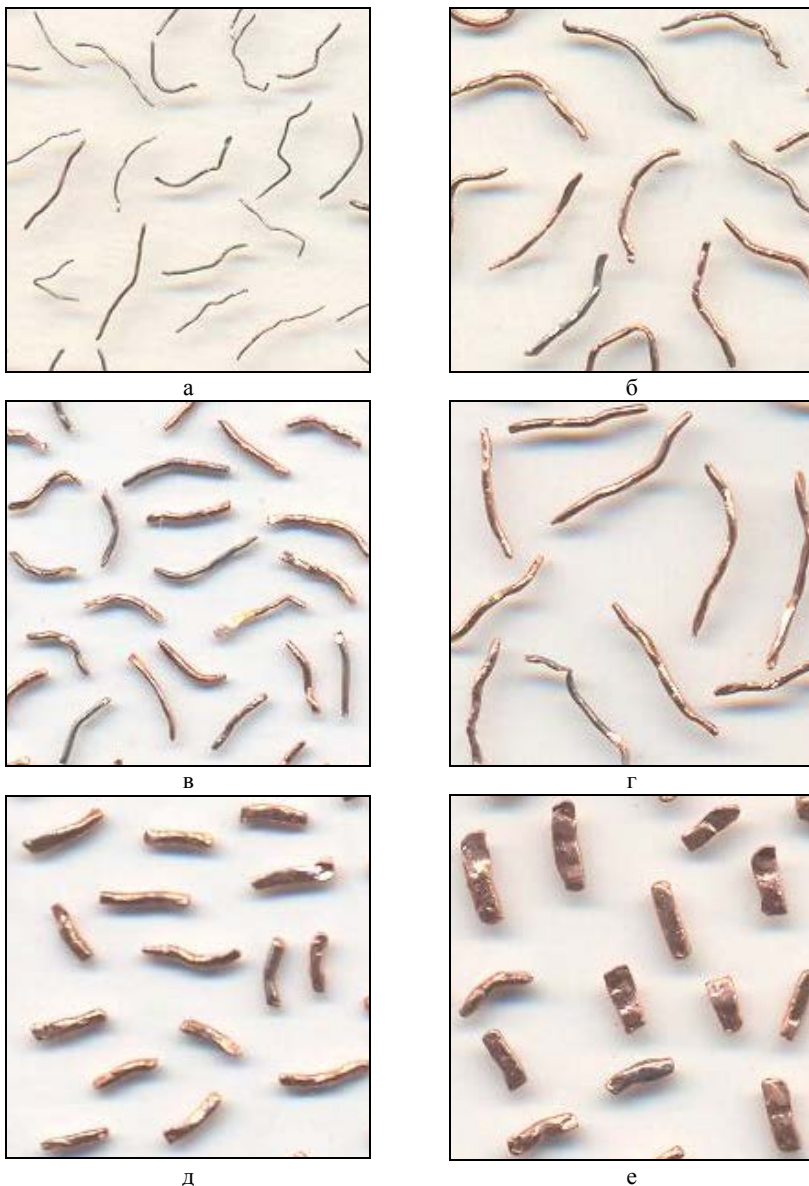


Рисунок 2 – Фотографии ($\times 3$) наиболее представительных волокон (отрядов) фракций:
а – $(-0,2...+0,1)$; б – $(-0,315...+0,2)$; в – $(-0,4...+0,315)$; г – $(-0,63...+0,4)$; д – $(-0,8...+0,63)$;
е – $(-1,0...+0,8)$ мм

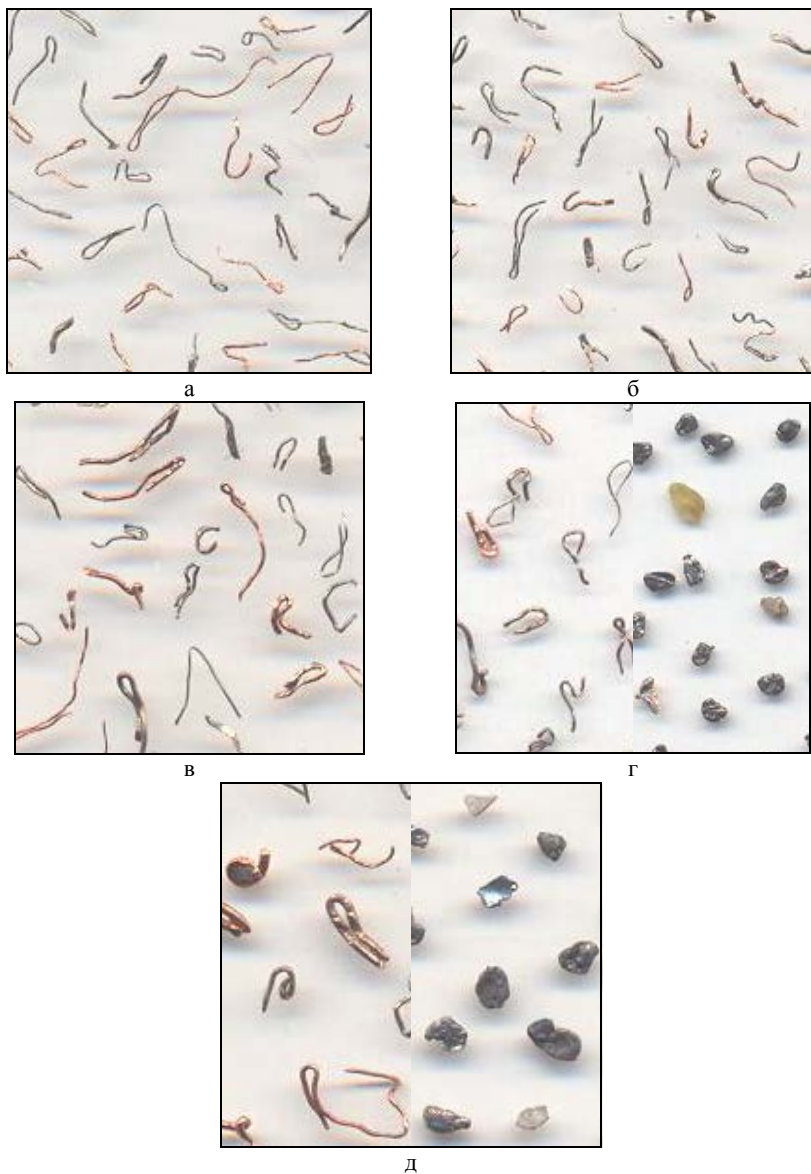


Рисунок 3 – Фотографии ($\times 3$) дисперсных элементов отрядов 1 и 2 (крючки, свертыши, гранулы немедного происхождения) фракций: а – $(-0,2 \dots +0,1)$; б – $(-0,315 \dots +0,2)$; в – $(-0,4 \dots +0,315)$; г – $(-0,63 \dots +0,4)$; д – $(-0,8 \dots +0,63)$; е – $(-1,0 \dots +0,8)$ мм

Фракция $(-0,4...+0,315)$ мм в своей основе представлена волокнами диаметрами 300 и 400 мкм и длинами от 2 до 12 мм (отряды 4, 5, 6), причем основную долю (43 %) занимают волокна отряда 4 с длинами 4...6 мм (рис. 2, в). Отряд 1 представлен волокнами диаметрами 100 мкм в виде крючков (рис. 3, б) в незначительном количестве (3 %). Данная фракция волокон по сравнению с другими фракциями содержит наибольшее количество медных осколочных гранул и лепестков (отряд 3). Массовое распределение дисперсных элементов этой фракции представлено на рис. 1, в.

Фракцию $(-0,63...+0,4)$ мм представляют волокна диаметрами 500 и 600 мкм и длинами от 2 до 24 мм. Помимо волокон диаметрами 500 и 600 мкм во фракции с массовой долей 5 % присутствуют волокна диаметрами 100 мкм в виде крючков и свертышей (отряд 1) (рис. 3, в), а также медные осколочные лепестки и гранулы в количестве 2 % (отряд 3). Наиболее представительным отрядом данной фракции является отряд 6 с волокнами длинами 6...10 мм (рис. 2, г). Распределение дисперсных элементов фракции $(-0,63...+0,4)$ мм представлено на рис. 1, г.

Фракция $(-0,8...+0,63)$ мм состоит из расплюснутых волокон диаметрами 600 и 700 мкм и длинами от 2 до 25 мм (отряды 4, 5, 6, 7). Причем массовая доля волокон с длинами 2...4 мм (отряд 4) (рис. 2, д) составляет 28 %. В этой фракции значительную долю (21 %) составляют дисперсные объекты отряда 1: волокна диаметрами 100 мкм в виде крючков и свертышей (рис. 3, г). Также во фракции присутствуют медные лепестки и гранулы в количестве 6 % (отряд 3) и гранулы немедного происхождения (частицы свинца и изоляции) размерами 0,6...0,8 мм (рис. 3, г) в количестве 5 %. Массовое распределение дисперсных элементов данной фракции представлено на рис. 1, д.

В отличие от всех выше рассмотренных фракций дисперсные элементы во фракции $(-1,0...+0,8)$ мм затруднительно характеризовать конкретными значениями диаметров и длин. Отряд 1 представлен крючками и свертышами диаметрами 100 мкм (рис. 3, д), отряд 2 — гранулами немедного происхождения размером до 1 мм (рис. 3, д), отряд 3 — медными лепестками и гранулами размером до 2 мм. Суммарная массовая доля отрядов 1, 2 и 3 значительна и составляет 45 %. Отряды 4 и 5 состоят из расплюснутых волокон в форме пластин шириной 0,6...0,8 мм и длинами от 2 до 6 мм, причем массовая доля пластин с длинами от 2 до 4 мм (отряд 4) (рис. 2, е) в этой фракции максимальна и составляет 27 %. Отряды 6 и 7 представлены расплюснутыми и изогнутыми волокнами диаметрами 300, 400, 500 и 800 мкм и длинами от 6 до 20 мм. Массовое распределение дисперсных элементов данной фракции представлено на рис. 1, е.

Заключение

Проведенный анализ морфологии медьсодержащего сырья медных кабельных отходов показал, что исследуемые отходы существенно отличаются от

традиционного волокнутого сырья, получаемого мерной резкой проволоки. Во-первых, волокна в каждой фракции имеют близкие значения диаметров, но характеризуются разбросом длин. Во-вторых, во всех фракциях за исключением $(-0,2...+0,1)$ мм содержатся дисперсные элементы в виде крючков и свертышей из волокон диаметром 100 мкм, причем их количество увеличивается в каждой последующей фракции. В-третьих, во фракциях $(-0,8...+0,63)$ и $(-1,0...+0,8)$ мм помимо крючков и свертышей присутствуют элементы неволокнутого строения (расплюснутые волокна в виде пластин) и гранулы немедного происхождения.

На основании вышеприведенного можно сделать заключение, что волокнуые отходы фракций $(-0,2...+0,1)$, $(-0,315...+0,2)$, $(-0,4...+0,315)$ и $(-0,63...+0,4)$ мм могут быть использованы в качестве исходного сырья для получения проникаемых волокнуых материалов, причем присутствующие в них дисперсные элементы в виде крючков меньшего диаметра и гранул могут служить активаторами спекания. Фракции $(-0,8...+0,63)$ и $(-1,0...+0,8)$ мм нецелесообразно использовать при изготовлении проникаемых материалов, т.к. в них присутствуют в значительном количестве элементы неволокнуого строения и немедного происхождения.

Литература

1. Капцевич, В.М. Проникаемые материалы из металлических волокон: свойства, технологии изготовления, перспективы применения / В.М. Капцевич, А.Г. Косторнов, В.К. Корнеева, Р.А. Кусин. – Минск: БГАТУ, 2013. – 380 с.
2. Ильюшенко, А.Ф. Проникаемые материалы из медных кабельных отходов. Сообщение 1. Свойства медных волокнуых отходов / А.Ф. Ильюшенко, В.М. Капцевич, В.К. Корнеева// Порошковая металлургия, 2013. – № 36. – С. 243–249.

Abstract

Analysis of the morphology of copper raw material copper cable waste held. The studied of fiber waste from conventional raw materials derived dimensional cutting wire are substantially different, and as a feedstock for producing of fiber permeable materials may be used.

СЕКЦИЯ 3

БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

УДК 331.472

СОСТОЯНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Л.В. Мисун, д.т.н., профессор, Т.В. Севастюк, аспирант
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Сделан сравнительный анализ статистических данных условий труда работников в отраслях экономики Республики Беларусь. Приведены данные профессиональной заболеваемости на льноперерабатывающих предприятиях АПК.

Введение

Охрана здоровья работающего населения, профилактика общей и профессиональной заболеваемости является важнейшим условием для устойчивого развития и экономического роста страны, основой социальной политики Республики Беларусь.

Вместе с тем, анализ результатов проверок Департамента государственной инспекции труда и Республиканского центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья показал, что у более 80 процентов проведенных объектов выявлены нарушения санитарно-эпидемиологического законодательства в части соблюдения условий труда работников.

Основная часть

Любой производственный процесс, в котором присутствуют вредные факторы, является носителем скрытого риска, количественной оценкой которого служит ущерб, оцениваемый единым индексом вреда в сутках сокращения продолжительности жизни за год работы (СПЖ). Умение количественно оценить скрытый риск ущерба здоровью работника дает возможность управлять риском, то есть прогнозировать вероятность возникновения заболеваний. Кроме того, профессиональные заболевания имеют особенности возникновения и развития в зависимости от условий труда: преобладания того или иного производственного фактора, его природы, интенсивности и др. В тоже время безопасность труда, как правило, основывается на таких понятиях как «пре-

дельно допустимая концентрация» (ПДК) и «предельно допустимый уровень» (ПДУ). Действительно, ПДК и ПДУ являются основой безопасности, однако они не всегда соблюдаются. В таких случаях не ясны последствия их превышения, а также тактика профилактики и социальной защиты работающих в неблагоприятных условиях.

В последние годы наибольший удельный вес рабочих мест в отраслях экономики Республики Беларусь, не отвечающих гигиеническим нормативам по шуму и вибрации, приходится на предприятия промышленной отрасли – соответственно 35 % и 38,5 %. В то же время на строительную отрасль экономики отводится 37,5 %, сельское хозяйство – около 35 %. Максимальное число случаев несоблюдения нормативов по микроклимату в производственных помещениях зафиксировано соответственно на объектах строительства (20,4 %) и сельского хозяйства (18,4 %).

По запыленности наибольший процент рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам выявлен на предприятиях строительной индустрии и сельского хозяйства (таблица).

Таблица – Удельный вес обследованных в 2011-2012 г.г. ГУ РЦГЭиОЗ рабочих мест в отраслях экономики Республики Беларуси, не соответствующих гигиеническим нормативам

№ п/п	Наименование отраслей	Рабочие места, несоответствующие гигиеническим нормативам, %				
		по шуму	по вибрации	по микроклимату	по запыленности	по парам и газам
1	2	3	4	5	6	7
1.	Сельское хозяйство	37,2	32,1	18,4	13,5	5,3
2.	Строительство	45,0	33,8	20,4	16,0	7,5
3.	Промышленность	35,0	23,7	14,1	11,3	5,1
4.	Транспорт	26,4	17,6	11,7	9,0	2,6

Анализ условий труда в сельском хозяйстве свидетельствует о довольно значительном несоответствии по ряду показателей санитарно-гигиеническим требованиям (по запыленности воздуха рабочей зоны, шуму, вибрации) (таблица), что влечет за собой ухудшение состояния здоровья работающих, выявление новых случаев профессиональных заболеваний и потерю трудоспособности.

И это при том, что регулярно проводятся надзорные мероприятия за сельскохозяйственными организациями по наведению порядка на машинных дворах, животноводческих фермах, складах минеральных удобрений и пестицидов, во время проведения массовых полевых работ. Проверками и мониторингами охватывается около 90 % организаций сельского хозяйства. Так, в 2012 году в результате проверки выявлены 67 % организаций от числа прове-

ренных (66 % ремонтно-механических мастерских, 16 % складов пестицидов, 13 %) объектов по хранению минеральных удобрений, 9 % пунктов протравливания), где нарушались санитарные нормы и правила по организации безопасного труда работников.

Следует также особо подчеркнуть, что уровень запыленности рабочего места на объектах Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь МСХиП является одним из основных показателей, не отвечающих гигиеническим нормативам по охране труда работников. В первую очередь это касается рабочих мест ряда предприятий по переработке льносырья. Так, согласно данным за 2011 год ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» на ОАО «Лепельский льнозавод» на рабочих местах сортировщика короткого сырья и волокна, оператора сушильного оборудования, раскладчика сырья фактическая концентрация пыли превышала ПДК в 3,8 ... 8,1 раза. На ОАО «Чаусский льнозавод» в основном производственном цеху по переработке льносырья уровень пыли на рабочем месте закладчика льносырья превышал ПДК в 6,8 раза, на рабочем месте сьемщика длинного волокна – 1,3 раза. Примерно такая же ситуация на ОАО «Горкилен» и др. предприятиях этой отрасли, где на рабочих местах работников (операторов, сортировщиков, раскладчиков сырья, сьемщиц длинного и короткого волокна мяльно-трепальных линий и др.) содержание пыли превышало ПДК в два и более раз. К тому же имело место и превышение ПДУ шума на рабочих местах на 5 и более дБ А [1].

По результатам проверок в 2012 году ОАО «Чаусский льнозавод» на рабочем месте закладчика сырья, сьемщика льноволокна льняная пыль в воздухе рабочей превышала предельно допустимые концентрации в 13...28 раз; на ОАО «Верхнедвинский льнозавод» пыль на рабочих местах сьемщика волокна, загрузчика сырья превышала гигиенический норматив в 1,1...2,1 раза, шум – на 4дБА. В СПК «Стодоличи» Лельчицкого района на рабочих местах тракториста-машиниста, а также электро-газосварщика шум и вибрация превышала ПДУ на 2...6 дБА, а инфракрасное и ультрафиолетовое излучения – в 3,8 раза [2].

В результате обработки статистических данных установлено, что на протяжении последних десяти лет на долю работников льнопредприятий приходится более 25 процентов случаев впервые выявленных профессиональных заболеваний от общего их числа на объектах Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Улучшить сложившуюся ситуацию на льноперерабатывающих предприятиях возможно путем разработки соответствующих профилактических инженерно-технических мероприятий.

Заключение

Результаты анализа статистических данных условий труда в отраслях экономики Республики Беларусь и, в частности, в сельском хозяйстве позволили определить показатели, существенным образом влияющие на безопасность труда и профессиональную заболеваемость работников.

Литература

1. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь за 2011 г. Информационный бюллетень / Сост.: А.В.Ракевич, А.А.Макарчук, Т.И. Бирюк. – Минск: ГУ РЦГЭ и ОЗ, 2012. – 14 с.
2. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь за 2012 г. Информационный бюллетень / Сост.: А.В.Ракевич, А.А.Макарчук, Т.И. Бирюк. – Минск: ГУ РЦГЭ и ОЗ, 2013. – 11 с.

Abstract

The comparative analysis of statistical these working conditions of workers in branches of economy of Republic of Belarus is made. Data of professional incidence on the Inopererabatyvayushchikh the agrarian and industrial complexes enterprises are provided.

УДК 631.45

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ И УДОБРЕНИЯМИ

В.Н. Босак, доктор с.-х. наук, профессор

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Обеспечение безопасности при работе с пестицидами и удобрениями является важным компонентом соблюдения требований охраны труда в сельском хозяйстве. Безопасность при работе с пестицидами и удобрениями обеспечивается целым рядом правовых, организационных и технических мероприятий.

Введение

По оперативным данным Департамента государственной инспекции труда, ежегодно в организациях Республики Беларусь в среднем в результате несчастных случаев на производстве травмы получают около 3000 работников, в т.ч. около 200 – со смертельным исходом.

Основными причинами несчастных случаев являются: невыполнение

должностными лицами, руководителями работ своих обязанностей по охране труда; нарушение потерпевшими инструкций по охране труда; эксплуатация технически неисправного, не соответствующего стандартам безопасности производственного оборудования; допуск рабочих, принятых на работы с повышенной опасностью, к самостоятельной работе без проведения стажировки и проверки знаний по вопросам охраны труда; необеспечение работников средствами индивидуальной защиты или их неприменение; отсутствие или неисправность средств коллективной защиты; отсутствие или несоответствие инструкций по охране труда предъявляемым требованиям; отсутствие необходимых знаний по вопросам охраны у руководителей структурных подразделений; непроведение обязательных медицинских осмотров работников и др. [1].

Основная часть

Требования безопасности при работе с пестицидами и удобрениями изложены в целом ряде нормативных правовых, технических нормативных правовых и локальных производственных актов: Правилах по охране труда при хранении, транспортировке и применении средств защиты в сельском хозяйстве (Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 23.01.2009 г. № 5); Правилах по охране труда при ремонте, техническом обслуживании и постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования (Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 25.02.2008 г. № 14); Правилах по охране труда при производстве и послеуборочной обработке продукции растениеводства (Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 15.04.2008 г. № 36); Правилах по охране труда при проведении работ по возделыванию, уборке и подготовке льна к переработке (Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 18.01.2011 г. № 2); СанПиН 2.2.3.12-17-2003 «Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов» (Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 10.12.2003 г. № 155), Инструкциях по охране труда при проведении работ с пестицидами и удобрениями и др. [2–4].

К работе с пестицидами и агрохимикатами не допускаются лица моложе 18 лет. Работники, имеющие медицинские противопоказания, беременные и кормящие грудью женщины также не допускаются к работе. Запрещается применение труда женщин при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов.

Персонал, непосредственно участвующий в организации и выполнении работ по применению, транспортировке, хранению и реализации пестици-

дов и агрохимикатов, следует допускать к самостоятельной работе с пестицидами после прохождения медицинского осмотра (Инструкция о порядке проведения обязательных медицинских осмотров работающих (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.04.2010 г. № 47), обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда (Инструкция о порядке подготовки (обучения), переподготовки, стажировки, инструктажа, повышения квалификации и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда (Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28.11.2008 г. № 175 в редакции от 27.06.2011 г. № 50)).

Для защиты организма от попадания агрохимикатов через органы дыхания, кожу и слизистые оболочки все работающие с химическими веществами должны бесплатно обеспечиваться средствами индивидуальной защиты по установленным нормам (Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 26 сентября 2003 г. № 107 «Об утверждении Типовых отраслевых норм бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам сельского и водного хозяйства») в соответствии с Инструкцией о порядке обеспечения работников средствами индивидуальной защиты (Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30.12.2008 г. № 209).

Транспортировка агрохимикатов должна осуществляться в соответствии с требованиями Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом в Республике Беларусь, утвержденных Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 8 ноября 2004 г. № 38.

При фумигации газобаллонным способом работники должны соблюдать требования Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденных Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 27 декабря 2005 г. № 56.

Применение средств защиты растений в условиях защищенного грунта проводится в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.3.13-58-2005 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации теплиц и тепличных комбинатов», утвержденных Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 29 декабря 2005 г. № 280.

Рабочие места должны быть укомплектованы медицинской аптечкой в соответствии с Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 15 января 2007 г. № 4 «Об утверждении перечней вложений, входящих в аптечки первой медицинской помощи, и порядке их комплектации».

Погрузочно-разгрузочные работы в организациях при хранении, транспортировке и применении агрохимикатов должны выполняться с учетом требований Межотраслевых правил по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ, утвержденных Постановлением Министерства

труда и социальной защиты Республики Беларусь от 12 декабря 2005 г. № 173, Межотраслевой типовой инструкции по охране труда для работников, выполняющих погрузочно-разгрузочные и складские работы, утвержденной Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 ноября 2004 г. № 136, Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденных Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 3 декабря 2004 г. № 45, других правовых актов, содержащих требования по охране труда при проведении конкретных видов погрузочно-разгрузочных работ.

Нормативная база в области охраны труда, в т.ч. при работах с пестицидами и удобрениями, постоянно обновляется, в связи с чем требуется ее периодическая проверка на предмет возможных изменений (отмены документа, его дополнения, изменения или выхода нового).

Заключение

Безопасность при работе с пестицидами и удобрениями обеспечивается целым рядом правовых, организационных и технических мероприятий. Для обеспечения требований охраны труда при работах с агрохимикатами в Республике Беларусь создана необходимая нормативно-правовая база, что позволяет в полной мере обеспечивать соблюдение требований безопасности.

Литература

1. Босак, В.Н. Правовые основы охраны труда в АПК Республики Беларусь / В.Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: доклады Международной научно-практической конференции; Минск, 21–22 марта 2013 г. / БГАТУ [и др.], ред.: А.А. Бренч [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 265–267.
2. Библиотека инженера по охране труда [Электронный ресурс]. – Минск, 2014. – Дата доступа 10.03.2014.
3. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Минск, 2014. – Дата доступа 11.03.2014.
4. Национальный фонд технических нормативных правовых актов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2014. – Дата доступа 12.03.2014.

Abstract

Safety assurance in handling with pesticides and fertilizers is an important component of compliance of labor protection in agriculture. The safety in handling with pesticides and fertilizers is provided by a wide a range of legal, organizational and technical measures.

УДК 631.158:345

КРИТЕРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ АПК

Г.А. Рускевич¹, научный сотрудник, В.М. Раубо², к.э.н., доцент,
Л.Д. Белехова², к.т.н., доцент, Д.С. Рыльцов², студент

¹РУП «Бел НИЦ «Экология», ²УО «Белорусский государственный
аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Наличие огромных природных запасов возобновляемого органического сырья в виде растительных и сельскохозяйственных отходов создает предпосылки для создания технологий по переработке этих отходов в энергетическое сырье, альтернативных топливам нефтяного происхождения.

Введение

Среди отходов сельского хозяйства можно выделить солому злаковых культур, перегной большого рогатого скота и свиней. Среди отходов растительного происхождения – древесные отходы, такие как ветки, опилки, кора, щепа и др. Актуальность проблемы заключается в малом использовании биомассы в нашей стране, не смотря на значительный энергетический потенциал этих отходов.

Основная часть

Биоэнергетика в последние годы стала самостоятельной отраслью большой энергетики. Во многих странах мира: ЕЭС, Индии, Китае, Бразилии, и др. вклад в энергобаланс этих стран превышает суммарный вклад остальных возобновляемых источников энергии. Современная промышленная биоэнергетика представлена термо-химическими технологиями и биотехнологиями.

Термо-химические технологии включают: прямое сжигание, производство, газификации, пиролиз, флеш-пиролиз, синтез.

Биотехнологии включают: производство биэтанола, производство биодизельного топлива, производство биоводорода, производство биогаза.

В настоящее время можно выделить несколько направлений энергетической утилизации растительных отходов – пиролиз, газификация, прямое сжигание, а также анаэробное сбраживание. Первые два являются наиболее перспективными с точки зрения экономического эффекта, т.к. позволяют получать биотопливо. В то же время эти методы позволяют перерабатывать и с/х отходы.

Страна располагает достаточной сырьевой базой для развития биоэнергетики. Это, прежде всего, органические отходы АПК, города и лесопереработки.

Пиролиз биомассы представляют собой процесс термического разложения органических соединений при температурах 500-800°C. Первичны-

ми продуктами пиролиза могут быть жидкость, твердое углистое вещество и газы в зависимости от вида и параметров процесса пиролиза, вторичными энергия, топливо и химические продукты. В качестве основного критерия применения оборудования пиролизной переработки отходов можно выделить относительно высокую эффективность – выход жидких продуктов до 75%. Неконденсированные газы могут быть использованы повторно, они могут являться источником основной части энергии, необходимой для протекания процесса.

Технология газификации биомассы позволяют применять отходящий газ в газовых турбинах. Газификация древесных отходов обеспечивает получение топливного газа, основу которого составляют CO , H_2 и N_2 и который может быть использован в качестве газообразного топлива в котельных, газовых турбинах, двигателях внутреннего сгорания. Существуют мобильные газификационные установки, обеспечивающие утилизацию отходов на лесосеках, фермерских хозяйствах. На сегодняшний день наиболее распространенный способ утилизации биомассы – это сжигание. Установки по сжиганию биоотходов значительно менее капиталоемки по сравнению с пиролизным или газификационным оборудованием. Установки позволяют получать тепло, а также электроэнергию в паротурбинных установках. Этот метод практически не применим к с/х отходам с высокой влажностью.

Для переработки животноводческих отходов наиболее приемлема технология анаэробного сбраживания. При анаэробном сбраживании органические вещества разлагаются в отсутствие кислорода. На первом этапе сложные органические полимеры под действием бактерий разлагаются до более простых соединений: летучих жирных кислот, низших спиртов, водорода, окиси углерода и пр. На втором этапе метанобразующие бактерии превращают органические кислоты в CH_4 , CO_2 , H_2O . Данная технология позволяет получать метан, а также обеспечивает наибольшее обеззараживание остатка и устранение патогенных организмов. Данная технология позволяет утилизировать с/х отходы с высокой влажностью.

При выборе технологий следует иметь в виду тот факт, что использование вместо нефти твердого органического сырья требует дополнительных затрат, удорожающих получение альтернативного топлива. Возникает необходимость в таких дополнительных стадиях как сушка отходов, их измельчение, фракционирование.

Однако топливо из биомассы с экологической точки зрения выглядит более привлекательным по сравнению с топливом полученным из нефти. Во-первых, биотопливо практически не содержит оксидов серы. Во-вторых, в процессе пиролиза выделяется столько же углерода, сколько биомасса поглотила из атмосферы в виде CO_2 . В-третьих, использование отходов биомассы снижает загрязнение стоков и подземных вод, не нарушается структура почв.

Заключение

Выбор конкретной технологии и соответствующего технологического оборудования обуславливается следующими критериями:

- наличием древесных и/или с/х отходов вблизи от перерабатывающей установки, расходы на транспортировку должны быть минимальными;
- экономическая обоснованность использования данной технологии: для конкретного вида отхода необходимо выбрать наиболее подходящий в экономическом плане метод утилизации;
- соотношение количества продукта к исходному сырью или выход продукта. Необходимо учитывать тот факт, что количество топлива на выходе различное для каждого метода;
- объем сырья, поступающего на переработку и скорость метода. Методы утилизации позволяют утилизировать отходы с различной скоростью. При больших объемах отходов необходимо применять высокоскоростные технологии.
- конечное применение продуктов переработки. Необходимо наладить каналы поставок биотоплива и других химических продуктов, исключив создание больших складов для хранения;
- экологический аспект: каждая из технологий переработки отходов позволяет минимизировать экологический ущерб, наносимый этими отходами на окружающую среду, исключают попадания вредных веществ в воздух, почву или в воду.

Данные критерии позволяют оценить и использовать наиболее эффективное технологическое оборудование для переработки отходов растительного и животноводческого происхождения.

Литература

1. Мисун, Л.В., Раубо, В.М., Рускевич, Г.А. Отходы производства и потребления : монография / Л.В. Мисун, В.М. Раубо, Г.А. Рускевич. - Минск: БГАТУ, 2010. – 240 с.
2. Черников В.А. Агроэкология / В.А. Черников и др. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 432 с.
3. Сидоренко, О.Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства / О.Д. Сидоренко. – М. : МСХА, 2011. – 75 с.
4. Мисун, Л.В. Организация и управление экологической безопасностью на объектах агропромышленного комплекса: монография / Л.В. Мисун, А.А. Зеленовский, И.Н. Мисун, В.М. Раубо. – Минск: БГАТУ, 2009. – 175 с.

Abstract

Existence of huge natural stocks of renewable organic raw materials in the form of vegetable and agricultural waste creates prerequisites for creation of technologies on processing of this waste in the power raw materials, alternative to fuels of an oil origin.

УДК 631.158:345

СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ОПЕРАТОРОВ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В.А. Агейчик, к.т.н., доцент, А.Л. Мисун, магистрант

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

Рассмотрены инженерно-технические решения для поддержания комфортных условий работы тракториста-машиниста, нормализации шумового режима на его рабочем месте, повышения эффективности виброизоляции кабины, демпфирующих свойств вибрационной системы сиденья.

Введение

Для исключения возможности травмирования оператора мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) – тракториста-машиниста, комбайнера, механизатора, повышения их работоспособности необходимо постоянно улучшать условия и повышать безопасность труда. При этом важнейшее место отводится совершенствованию конструкции кабины трактора, содержащей ряд устройств для нормализации поступающего воздуха, осуществления обогрева или охлаждения, выполнения других функций для создания необходимых условий труда. Так во время работы на тракториста-машиниста воздействуют различные факторы, которые содержат как полезную информацию о работающем двигателе, приводе тормозов и т.д., так и имеют отрицательные для него последствия.

Основная часть

Для защиты оператора мобильной сельскохозяйственной техники от влияния опасных и вредных факторов производственной среды (шума, вибрации, запыленности, загазованности, теплового воздействия и др.) предлагаются инженерно-технические решения, защищенные патентами Республики Беларусь на изобретения [1-9].

Так, при почвообработке машинно-тракторным агрегатом, увеличивается концентрация пыли и загрязняемость пола кабины. Дополнительно загрязняет пол кабины и сам тракторист. При выполнении агротехнической операции он несколько раз за смену выходит из кабины и обслуживает агрегат. И как следствие от его обуви и одежды заносится пыль, которая оседает на пол кабины. Также пылевые частицы оседают на полу кабины трактора под действием силы тяжести при его остановке. Для поддержания комфортных условий работы тракториста при низких температурах в осен-

ний период, защиты от запыленности, предлагается пол кабины трактора, оборудовать выемками. В каждой выемке сверху установить пробку в виде прямого кругового усеченного конуса, выполненную из упругого материала, например из резины. Причем пробка имеет сквозное отверстие со вставленным в него с возможностью относительного перемещения стержнем. В условиях повышения температуры, путем вращения болтов опускают гайки вниз вместе с нижними пробками до образования зазора между боковыми поверхностями нижних пробок и контурами образованных выемками нижних отверстий в полу. При работе трактора пылевые частицы и грязь, накопленные на полу, под действием вибрации, передающейся через остова трактора, собираются в выемках и поступают наружу, тем самым способствуя уменьшению концентрации пыли и создавая удобства в эксплуатации машинно-тракторного агрегата [1-3].

При низких температурах в осенний период путем вращения болтов поднимают гайки вверх вместе с нижними пробками. При этом закрываются сквозные отверстия и устраняется возможность вытекания через них теплого воздуха. При нажатии обуви на сферическую часть пробок зазор за счет их деформации может на короткое время, не влияющее существенно на температурный режим кабины, открываться и пылевые и грязевые частицы будут из нее удаляться.

С целью поддержания чистоты в кабине трактора предлагается напольный коврик [4]. При накоплении на нем воды и земли, тракторист, взявшись за переднюю его часть поднимает коврик. При этом под действием сил упругости пружины эластичный мешок кармана на коврике принимает объемное натянутое положение и в него поступает накопившаяся на коврике вода и земля без загрязнения ими кабины трактора.

Для повышения эффективности виброизоляции, демпфирующих свойств вибрационной системы сидения, увеличения возможности противодействия ее резонансным явлениям предлагается конструкция сидения [5], содержащая механизм стабилизации крена, состоящий из кареток и тросов, на котором крепится подушка сиденья. Вертикальные вибрации, передаваемые на сиденье оператора, гасятся упругим элементом, а горизонтальные – тросовыми элементами в механизме стабилизации крена. Демпфирование колебаний в системе осуществляется за счет упругих деформаций и внутреннего трения резиновых колец вследствие увеличения горизонтальных размеров тарельчатых пружин. Жесткость упругого элемента изменяется в зависимости от веса оператора с помощью регулируемого винта и прижимной гайки.

Степень вибрационного дискомфорта в основном зависит от состояния подвески, ходовой части, конструкции кабины и устройства сиденья. Под действием вибраций проявляются факторы опасности, которые ухудшают

восприятие, снижают внимание, замедляют психомоторные реакции, ухудшают точность действий оператора. Для уменьшения передачи вибраций с основания технического средства на сиденье, предлагается специальная подвеска [6]. Во время движения трактора его основание колеблется от толчков, возникающих из-за неровностей грунтового покрытия. Уменьшение передачи вибраций с основания на каркас сиденья может достигаться за счет упругого элемента в виде листовых рессор и демпфирующих свойств резиновых амортизаторов, а также сил трения стержней нажимных штанг о внутреннюю цилиндрическую поверхность отверстий амортизаторов при их деформации. Демпфирование низкочастотных колебаний осуществляет подпружиненный гаситель колебаний, а дополнительная пружина разгружает листовые рессоры и увеличивает скорость демпфирования, чем обеспечивается в целом высокая степень гашения колебаний [7].

Для улучшения условий труда тракториста, повышения герметичности, теплоизоляционных и звукоизоляционных свойств кабины, уменьшения проникновения вибраций во внутреннее ее пространство рекомендуется разработанное нами устройство [8]. Узлы уплотнения устройства посредством чередующихся пластин образуют подвижное соединение, представляющее собой клапанную систему, способствующую снижению проникновения пыли, шума и вибрационных воздействий в кабину технического средства. Гофрированная манжета и нижний диск дополнительно повышают теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства кабины, защищают эластичные резиновые части уплотнения от воздействия брызг, паров машинного масла и других агрессивных сред. Для нормализации шумового режима на рабочем месте тракториста предлагается кабина, содержащая станину из двухслойного остекления: внутреннего и внешнего стёкол, между которыми размещена упорная рама [9]. Через нижнюю и верхнюю части рамы проходят тугонатянутые струны, на которых жёстко закреплены жалюзи, выполненные в виде желобов.

Заключение

Предложенные, запатентованные инженерно-технические решения – для снижения запыленности в кабине трактора, повышения герметичности и звукоизоляционных ее свойств, защиты от шума и вибраций, позволяют улучшить условия труда и защитить операторов МСХТ от вредных и опасных факторов производственной среды.

Литература

1. Кабина транспортного средства: патент № 16676 Республики Беларусь на изобретение, МПК В62Д33/06(2006.01), В60S1/56(2006.01) / Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т.- заявл. 02.08.2010; опубл. 30.12.2012.
2. Кабина транспортного средства: патент № 16675 Республики Беларусь на изобретение, МПК В62Д 33/06 (2006.01), В60S 1/56/ (2006.01)/ Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. № а 20100172; заявл. 02.08.2010; опубл. 30.12.2012.
3. Кабина транспортного средства: патент № 16024 Республики Беларусь на изобретение, МПК В62Д33/06(2006.01), В60S1/56(2006.01) / Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. № а 20100279 заявл. 25.02.2010; опубл. 30.06.2012.
4. Напольный коврик: патент № 17559 Республики Беларусь на изобретение МПК 60N 3/04 (2006.01)/ Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. № а 20110472; заявл. 14.04.2011; опубл. 30.10.2013.
5. Виброзащитная система сиденья: патент № 7727 Республики Беларусь на полезную модель, МПК В60N 2/54 (2006/01), / Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. № а 201104292; заявл. 08.05.2011; опубл. 14.04.2011.
6. Подвеска сидения транспортного средства: патент № 17141 Республики Беларусь на изобретение, МПК В60N 2/50 (2006.01), / Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. № а 20101443; заявл. 07.10.2010; опубл. 30.06.2013.
7. Безопасное сидение транспортного средства: патент № 16448 Республики Беларусь на изобретение, МПК В60N 2/06 (2006.01), / Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. № а 20100541; заявл. 09.04.2010; опубл. 30.10.2012.
8. Устройство для герметизации рычага управления коробки скоростей в кабине транспортного средства: патент № 16704 Республики Беларусь на изобретение, МПК В60К 20/04 (2006.01), F16H 57/02 (2006.01)/ Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. № а 20100408; заявл. 23.04.2010; опубл. 30.12.2012.
9. Кабина транспортного средства: патент № 16250 Республики Беларусь на изобретение, МПК В62Д 33/06(2006.01), / Л.В.Мисун, А.Л. Мисун, А.В. Агейчик, В.А.Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. № а 20100542; заявл. 09.04.2010; опубл. 30.08.2012.

Abstract

Technical decisions for maintenance of comfortable working conditions of the tractor operator-driver, normalization of a noise mode on its workplace, increases of efficiency of vibration insulation of the cabins, damping properties of vibration system of a seat are considered.

УДК 331.44

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРОЧНЫХ РАБОТ ПУТЕМ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОТБОРА РАБОТНИКОВ

А.Н. Гурина, ст. преподаватель

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

Проведение зерноуборочных работ является одним из наиболее трудоемких процессов, в котором задействовано огромное количество не только транспортных средств, но и большие трудовые ресурсы. Поэтому эффективность проведения сезонных уборочных работ во многом зависит от профессиональных знаний операторов и их психофизиологических возможностей.

Введение

Общеизвестно, что сельскохозяйственная техника выполняет наиболее трудоемкие работы, а обслуживание ее ведет к повышению травматизма среди работников. Особенно эта проблема актуальна для растениеводческой отрасли, на долю которой приходится почти 25 процентов от всех несчастных случаев в агропромышленном комплексе (АПК) с тяжелым исходом и около 30 процентов со смертельным [1]. Среди наиболее травмоопасных видов деятельности является уборка и послеуборочная обработка зерновых (36 процентов от всех несчастных случаев в растениеводческой отрасли), а наибольшему травматизму подвергаются операторы мобильной сельскохозяйственной техники – трактористы-машинисты, комбайнеры, механизаторы (более 20 процентов от всех несчастных случаев в АПК с тяжелым исходом или более 55 процентов в сравнении с другими профессиями в растениеводческой отрасли АПК) [1-2]. Основными причинами несчастных случаев в растениеводческой отрасли АПК с тяжелыми последствиями являются: несоблюдение трудовой, производственной дисциплины; невыполнение руководителями и специалистами требований нормативных документов по охране труда; недостатки в обучении и инструктировании пострадавшего по охране труда и эксплуатация неисправных, несоответствующих требованиям безопасности машин и механизмов, оборудования, оснастки, инструмента [3].

Основная часть

Производственная деятельность операторов мобильной сельскохозяйственной техники характеризуется высокой нервно-эмоциональной напряженностью труда сочетающейся с постоянным воздействием на работника комплекса неблагоприятных факторов производственной среды. Поэтому для эф-

фективного управления техникой оператор, помимо досконального знания технологического процесса, требований производственной эксплуатации технического средства и техники безопасности, должен обладать высокими личностными качествами, такими, как скорость реакции, устойчивость внимания, координация движений, так как от своевременности, безошибочности и эффективности его действий зависит сохранность жизни людей и технических средств [4-5].

Оператору мобильной сельскохозяйственной техники на протяжении всего рабочего дня необходима точность управления движением. Работник должен постоянно следить за состоянием поверхности поля, скрытого растительной массой. Он всегда должен быть готов к выполнению экстренных действий, которые могут привести к нарушению технологического процесса или к травмированию самого работника.

Проведение зерноуборочных работ требует от оператора мобильной сельскохозяйственной техники непрерывного слежения за изменениями состояния убираемой культуры (изменением урожайности, густоты, влажности, полеглости, т.д.) и протеканием технологического процесса (мотовило нормально подводит стебли к режущему аппарату, из копнителя своевременно выгружается наполненная масса и т.д.). Помимо этого, работник должен следить так же и за состоянием выходных параметров, определяющих качество технологического процесса (все стебли срезаются, мотовило не перебрасывает срезанные стебли через планки на ветровой щит, в бункер поступает целое и незасоренное зерно) [6]. Контроль за всеми режимными параметрами требует от оператора высокой устойчивости внимания.

Для определения устойчивости внимания b оператору МСХТ предлагается в течение двух минут вычеркнуть из таблицы Анфимова определенное число символов. При этом оценивается общее количество символов, число правильно зачеркнутых, пропущенных и ошибочно вычеркнутых [4]. Устойчивость внимания определяется в баллах. За 5 баллов принимается устойчивость внимания идеального оператора.

Деятельность оператора по управлению процессом уборки зерновых культур в основном протекает по заранее известным правилам, однако момент появления сигналов и последовательность их появления не известны. Однако характер управленческих воздействий оператора при поступлении какого-либо сигнала известен. Поэтому большое внимание необходимо уделять такому психофизиологическому фактору, как статическая координация.

Оценить статическую координацию движений k оператора МСХТ, например, кисти руки, можно с помощью довольно простых, не требующих специального оборудования тестов [4]. Для данных исследований использовался «теппинг-тест»: подсчитывается количество точек, проставленных оператором МСХТ в каждом из четырех равных квадратов на ли-

сте бумаги. Снижение количества точек от квадрата к квадрату свидетельствует о недостаточной устойчивости двигательной сферы и нервной системы, а снижение лабильности нервных процессов ступенеобразно (с увеличением частоты движений во втором или третьем квадратах) свидетельствует о замедлении вработываемости оператора. Координация движений определяется в баллах. За 5 баллов принимается координация движений идеального оператора.

При изменении каких-либо параметров, при нарушении технологического процесса оператор должен без задержки осуществлять необходимые управленческие воздействия. Быстрота, своевременность и эффективность этих воздействий зависит от такого фактора, как скорость реакции.

Для определения скорости реакции r оператора МСХТ используется специальный тест (оператор, перемещая на экране монитора ноутбука красный квадрат, должен избегать столкновения с синими, не выходя за рамки «белого поля» на мониторе) [7]. Для адаптации к условиям проведения теста оператору рекомендуется 1-2 пробные попытки. За 5 баллов принимается скорость реакции идеального оператора.

На основе прогноза предлагаемых психофизиологических параметров, можно предположить готовность оператора мобильной сельскохозяйственной техники к безопасному выполнению производственной работы, т.е. оценить его профессиональную успешность и безопасность. Математическая модель прогнозирования готовности к безопасному выполнению производственной работы операторов МСХТ в натуральных значениях факторов имеет следующий вид [4]:

$$Y = 0,40 \cdot r + 0,44 \cdot b + 0,29 \cdot k - 0,65.$$

Ожидаемая оценка готовности оператора мобильной сельскохозяйственной техники к безопасному выполнению производственной работы, в зависимости от основных психофизиологических факторов, приведена в таблице [4].

Таблица – Ожидаемая оценка показателя профессиональной успешности и безопасности операторов МСХТ

Категория операторов МСХТ	Показатель профессиональной успешности и безопасности, балл	Интервал изменения факторов, балл		
		скорость реакции, r	устойчивость внимания, b	координация движений, k
успешно пригодные	$3,9 \leq Y \leq 5,0$	$4,0 \leq r \leq 5,0$	$4,0 \leq b \leq 5,0$	$4,0 \leq k \leq 5,0$
условно пригодные	$2,8 \leq Y < 3,9$	$3,0 \leq r < 4,0$	$3,0 \leq b < 4,0$	$3,0 \leq k < 4,0$
непригодные	$2,2 \leq Y < 2,8$	$2,5 \leq r < 3,0$	$2,5 \leq b < 3,0$	$2,5 \leq k < 3,0$

Заключение

После получения математической модели ($Y = 0,40 \cdot r + 0,44 \cdot b + 0,29 \cdot k - 0,65$) прогнозирование показателя профессиональной успешности и безопасности операторов МСХТ с целью повышения эффективности уборочных работ можно делать на базе объективных методик определения психофизиологических факторов. При определении профессиональной успешности и безопасности в 3,9 и более баллов (таблица), работник характеризуется как «успешно пригодный» специалист с высокой (успешной) пригодностью к безопасному выполнению работ, а оценка (Y) 2,8 ... 3,9 балла («условно пригодный» работник) свидетельствует о следующем: если это новичок, только поступивший на работу, то у него могут быть трудности в процессе обучения профессиональным навыкам, а специалист, имеющий практический стаж работы, в сложной производственной ситуации может не справиться со своими обязанностями, принять неверное решение, и, как следствие, травмироваться. Поэтому на некоторое время его желательно перевести на выполнение менее сложной работы и дополнительно провести соответствующее обучение. При итоговой оценке (Y) 2,8 и менее балла новичку нужно порекомендовать переподготовку или другую работу, а специалисту – комплекс мероприятий, включающий приобретение дополнительных профессиональных навыков для организации безопасного труда и эффективной работы.

Литература

1. Гурина, А.Н. Обоснование профессиональной успешности операторов мобильной сельскохозяйственной техники как показателя снижения производственного травматизма / А.Н. Гурина, В.Н. Дашков, Л.В. Мисун // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межвед. тематич. сб. / РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2012. – Вып. 46 – С. 348 – 353.
2. Пиуновский, И.И. Травматизм работников сельхозпредприятий при производстве продукции растениеводства / И.И. Пиуновский, А.В. Молош // Охрана труда. Сельское хозяйство. – 2013. – №1. – С. 91–97.
3. Анализ причин несчастных случаев с тяжелыми последствиями в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь // Охрана труда. Сельское хозяйство. – 2013. – №4. – С. 5–8.
4. Мисун, Л.В. Прогнозирование профессиональной успешности и безопасности операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л.В. Мисун, А.Н. Леонов, А.Н. Гурина, Ю.А. Орлова // Агропанорама. – 2012. – № 5. – С. 25–30.
5. Суворова, И.В. Характеристика трудовой деятельности водителей / И.В. Суворова // Охрана труда. Сельское хозяйство. – 2013. – №3. – С. 78–87.
6. Дзанагов, В.Г. Квалификация механизаторов – важнейший фактор улучшения использования техники / В.Г. Дзанагов, Э.Л. Хачатуров // Техника в сельском хозяйстве. – 1982. – № 10. – С. 28.

7. Мисун, Л.В. Методика оценки профессиональной успешности и безопасности операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л.В. Мисун, А.Н. Гурина // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: Сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 марта 2013г. / Белорус. гос. аграр. техн. ун-т; под общ. ред. А.А. Бренча. – Минск, 2013. – С. 288–290.

Abstract

Conducting combine work is one of the most time-consuming processes, in which involved a huge amount not only vehicles but also big labor. Therefore, the efficiency of the harvesting season is largely dependent on the professional knowledge of operators and their psychophysiological features.

УДК 622.867.322

ОТРАБОТКА РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПАТРОНА КАК МЕРА ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ РЕСПИРАТОРА НА ХИМИЧЕСКИ СВЯЗАННОМ КИСЛОРОДЕ

С. Г. Ехилевский, д.т.н., профессор, С.А. Ольшаников, Е.П. Потапенко
УО «Полоцкий государственный университет, г. Полоцк, Республика Беларусь

Установлено, что время наступления критического проскока CO_2 через неоднородно снаряженный регенеративный патрон, подключенный по открытой схеме, дает заниженную оценку прироста защитного действия дыхательного аппарата. В таких случаях рекомендуется использовать среднюю отработку кислородсодержащего продукта к моменту наступления критического проскока CO_2 , так как уменьшение проскока, обусловленное зависимостью диаметра гранул продукта от глубины их залегания, само эволюционирует во времени.

Введение

Предлагаемая оценка количественно совпадает с найденной по сроку защитного действия для круговой схемы воздухопроводной части, когда проскок CO_2 возвращается на вдох.

В существующих дыхательных аппаратах на химически связанном кислороде остается значительный резерв повышения эффективности использования защитного ресурса регенеративного патрона. Например, в двухлитровом баллоне респиратора Р12, рассчитанном на четырехчасовой срок защитного действия помещается 550 г сжатого кислорода. Аппарат РХ-4 рассчитан на то же время. В его регенеративный патрон заключено 3,7 кг кислородсодержащего продукта на 90% состоящего из супероксида калия.



Принимая во внимание химическую формулу KO_2 и молекулярные массы элементов, получим $0,93,732/71=1,5$ кг кислорода, что почти втрое больше, чем в баллоне. Основные причины неэффективного использования ресурса - мертвый слой сорбента, неиспользуемый к моменту критического проскока CO_2 и спекание лобовых слоев продукта под действием экзотермического тепла [1].

Основная часть

При математическом моделировании динамической сорбционной активности возникают обезразмеренные переменные, связанные с обычным временем t и координатой x соотношениями:

$$\tau = \beta\gamma t \in [0, \tau_{kp}], \quad \xi = \beta x / v \in [0, \eta] \quad (2)$$

в которых v - скорость фильтрации, τ_{kp} - время наступления критического проскока CO_2 , η - обезразмеренная длина патрона, а β и γ - феноменологические постоянные, характеризующие скорость и ресурс реакции (1).

Существуют попытки повышения эффективности использования ресурса патрона воздействием на v [2-3], связанные со внесением изменений в конструкцию аппаратов для ускорения фильтруемого воздушного потока в лобовых слоях кислородсодержащего продукта и замедления в замыкающих. Однако введение в конструкцию аппарата дополнительных элементов ведет к увеличению его массы, габаритов, физиологических затрат на ношение, снижению надежности и т.п.

Этих недостатков лишен предложенный в [4] альтернативный путь повышения эффективности патрона, основывающийся на управлении гранулометрическим составом кислородсодержащего продукта. Дело в том, что скорость хемосорбции определяется диффузией молекул CO_2 внутрь гранул кислородсодержащего продукта и обратно-пропорциональна квадрату их диаметра [5].

Оценим прирост эффективности использования имеющегося ресурса регенеративного патрона, обусловленный уменьшением диаметра гранул в направлении фильтрации выдыхаемого воздуха. Используем для этого развитый в [4] формализм:

$$\omega(\xi, \tau) = \omega_1(\xi, \tau)\theta(\zeta - \xi) + \omega_2(\xi - \zeta, \tau)\theta(\xi - \zeta), \quad (3)$$

$$u(\xi, \tau) = u_1(\xi, \tau)\theta(\zeta - \xi) + u_2(\xi - \zeta, \tau)\theta(\xi - \zeta), \quad (4)$$

$$\omega_1(\xi, \tau) = e^{-\alpha_1 \xi} \left[1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\alpha_1 \xi)^n}{n!} \left(1 - e^{-\alpha_1 \tau} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\alpha_1 \tau)^k}{k!} \right) \right], \quad (5)$$

$$u_1(\xi, \tau) = 1 - e^{-\alpha_1 \tau} \left(1 - e^{-\alpha_1 \xi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\alpha_1 \xi)^n}{n!} \sum_{k=1}^n \frac{(\alpha_1 \tau)^k}{k!} \right), \quad (6)$$

$$u_2(\xi, \tau) = e^{-\alpha_2 \tau} \alpha_2 \int_0^{\tau} e^{\alpha_2 \tau} \omega_2(\xi, \tau) d\tau, \quad (7)$$

$$\omega_2(\xi, \tau) = e^{-\alpha_2(\xi+\tau)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f_n(\tau)}{n!} (\alpha_2 \xi)^n, \quad (8)$$

$$f_{n+1}(\tau) = \alpha_2 \int_0^{\tau} f_n(\tau) d\tau, \quad (9)$$

$$f_0(\tau) = e^{\alpha_2 \tau} \omega_1(\xi, \tau), \quad (10)$$

где $\omega(\xi, \tau)$ - приведенная концентрация CO_2 в потоке воздуха, $u(\xi, \tau)$ - приведенная концентрация связанного углерода, ξ - место скачка диаметра гранул, $\theta(\xi)$ - функция Хевисайда.

Соотношения (3), (10) позволяют вычислить проскок и определить долю отработанного продукта (см. рис.1, 2 кривые 2) в патроне со скачком диаметра гранул. Расчеты выполнены для $\eta = 4,426$, $\xi = 0,91$, $\alpha_1 = 0,64$, $\alpha_1 = 1,78$. Для сравнения кривые 1 на первом и втором рисунках отвечают однородно снаряженному патрону и строятся соответственно при помощи формул (5) и (6) с $\alpha_1 = 1$.

$$\omega_o(\xi, \tau) = e^{-\xi} \left[1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi^n}{n!} \left(1 - e^{-\tau} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\tau^k}{k!} \right) \right], \quad (11)$$

$$u_o(\xi, \tau) = 1 - e^{-\tau} \left(1 - e^{-\xi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi^n}{n!} \sum_{k=1}^n \frac{\tau^k}{k!} \right), \quad (12)$$

Время критического проскока CO_2 определялось из условия:

$$\omega(\eta, \tau_{кр}) = 0.375 \quad (13)$$

В неоднородно снаряженном патроне оно увеличилось на 6,9% (рис. 1). Распределение связанного углерода (а значит и источников экзотермиче-

ского тепла) стало более равномерным (рисунок 2). Средняя отработка регенеративного патрона возросла на 12,9%.

Выясним, какую из двух последних величин следует использовать в качестве оценки повышения эффективности использования защитного ресурса дыхательного аппарата. Учтем что проскок остается внутри воздуховодной части т.к в дыхательном мешке он смешивается с воздухом, поступающим на вдох. В результате постепенно увеличивается содержание CO_2 в выдохе. Это значит, что граничное условие в задаче динамики сорбции становится нестационарным.

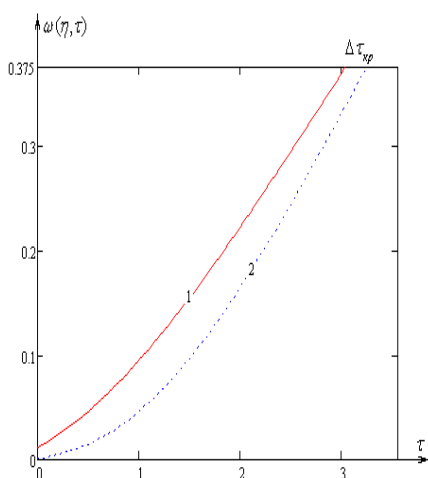


Рисунок 1 – Проскок CO_2 через регенеративный патрон: 1 – однородно снаряженный; 2 – со скачком диаметра гранул

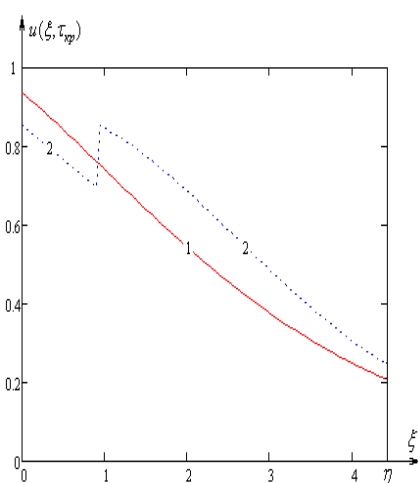


Рисунок 2 – Отработка кислородсодержащего продукта: 1 – в однородно снаряженном патроне; 2 – со скачком диаметра гранул

В [6] такая ситуация смоделирована для однородно снаряженного патрона. Показано, что добавление проскока к постоянной составляющей заметно сокращает срок защитного действия. В аппарате со скачком диаметра гранул хемосорбента этот эффект должен проявиться в меньшей мере из-за более медленного роста проскока (рисунок 1). Для количественной оценки воспользуемся формулами (8), (9), заменив в них α_2 на α_1 :

$$\alpha_{11}(\xi, \tau) = e^{-\alpha_1(\xi+\tau)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f_n(\tau)}{n!} (\alpha_1 \xi)^n, \quad (14)$$

$$f_{n+1}(\tau) = \alpha_1 \int_0^{\tau} f_n(\tau) d\tau, \quad (15)$$

Первый индекс в левой части (14) нумерует рассматриваемую часть регенеративного патрона, а второй - шаги итерационной процедуры (подробнее см [6]). На первом шаге, в соответствии с изложенным, для $f_0(\tau)$ вместо (10) следует записать:

$$f_0(\tau) = e^{\alpha_1 \tau} (1 + \omega(\eta, \tau)), \quad (16)$$

где $\omega(\eta, \tau)$ следует вычислять с помощью (3), (8) – (10). Полученная в результате описанных действий зависимость $\omega_{11}(\zeta, \tau)$ в качестве граничного условия должна быть подставлена в (10) для получения (с помощью (8), (9)) проскока через вторую часть патрона:

$$\omega_{21}(\xi, \tau) = e^{-\alpha_2(\xi + \tau)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f_n(\tau)}{n!} (\alpha_2 \xi)^n, \quad (17)$$

$$f_{n+1}(\tau) = \alpha_2 \int_0^{\tau} f_n(\tau) d\tau, \quad (18)$$

$$f_0(\tau) = e^{\alpha_2 \tau} \omega_{11}(\zeta, \tau). \quad (19)$$

«Сшив» зависимости (14), (17) в первом приближении определим эволюцию приведенной концентрации CO_2 в токе регенерируемого воздуха в неоднородно снаряженном патроне аппарата с круговой схемой воздуховодной части.

$$\omega^{(1)}(\xi, \tau) = \omega_{11}(\xi, \tau) \theta(\zeta - \xi) + \omega_{21}(\xi - \zeta, \tau) \theta(\xi - \zeta). \quad (20)$$

Результаты выполненных в MathCAD вычислений представлены на рисунке 3. Кривые 2, 3 и 4 построены по формулам (11), (20) и (3) соответственно. А кривая 1 – с помощью процедуры, описанной в работе [6]. Видно, что в патроне со скачком диаметра гранул влияние замкнутости воздуховодной части выражено менее ярко. Это увеличивает прирост времени наступления критического проскока с 6,9% до 12,9%, что совпадает со значением, найденным для открытой схемы по средней загрязненности патрона к моменту критического проскока.

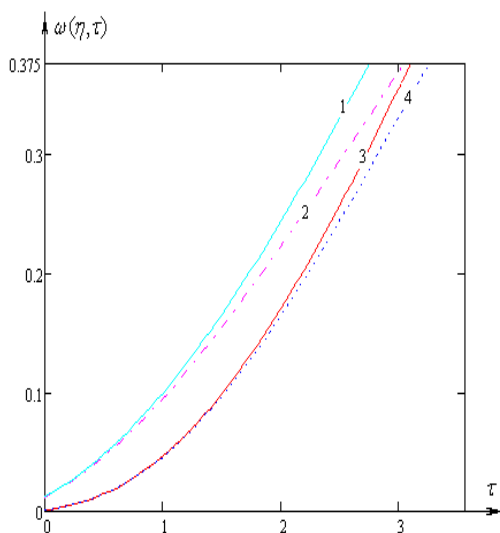


Рисунок 3 – Проскок CO_2 через регенеративный патрон:
однородно снаряженный с круговой (1) и открытой (2)
схемами подключения

Заключение

Таким образом, для оценки прироста защитного действия неоднородно снаряженного аппарата не нужно моделировать круговую схему воздухо-водной части. Достаточно вычислить прирост средней загрязненности патрона с открытой схемой подключения.

Литература

1. Ехилевский С.Г. Повышение ресурса дыхательных аппаратов на химически связанном кислороде: Автореферат диссертации докт. техн. наук - Днепропетровск, 2002.- 36 с.
2. Патент 23426 Украина, А 62 В 7/08. Изолирующий дыхательный аппарат / С.Г.Ехилевский, В.В.Пак, Э.Г.Ильинский (Украина). - № 96072701; Заявл.08.07.96; Опубл. 08.07.98, Бюл. № 4. – 3 с.
3. Патент 23427 Украина, А 62 В 19/00. Регенеративный патрон дыхательного аппарата с химически связанным кислородом / С.Г.Ехилевский, В.В.Пак, Э.Г.Ильинский (Украина). - № 96072700; Заявл. 08.07.96; Опубл. 08.07.98, Бюл. № 4. – 3 с.
4. Ехилевский С.Г., Ольшаников С.А. Оптимизация теплового режима шахтного самоспасателя на химически связанном кислороде // Изв. Вузов. Горный журнал. – 2013. – № 6. – С. 35 – 42.

5. Ехилевский С.Г., Голубева О.В., Пяткин Д.В., Гурьева Н.А. Влияние формы и размеров пористой гранулы на скорость внутренней диффузии // Изв. Донецкого горного ин-та. 2010, №1, С.105 -113.

6. Ехилевский С.Г., Голубева О.В., Пяткин Д.В., Гурьева Н.А. Математическая модель дыхательного аппарата на химически связанном кислороде с круговой схемой воздухоходной части // Изв. Донецкого горного института. 2013, №2, С. 105 –113.

Abstract

It is established that time of the critical breakthrough CO₂ via heterogeneous kitted regenerative cartridge , connected by an open circuit , giving an underestimation of the protective effect of growth-contained breathing apparatus, correct to use the average of the oxygen-containing product testing of the entire length of the cartridge at the moment when the critical breakthrough CO₂, for the reduction of leakage due to the dependence of the diameter of the granules of the product from their depths , of course evolves over time.

УДК 632. 982. 4

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ ОПРЫСКИВАТЕЛЕМ «ADVANCE 3000 VORTEX»

В. Г. Небытов, к. б. н., доцент, С. С. Шпанко, М. М. Баландина
ФГБОУ ВПО Орел ГАУ, г. Орел, Россия

Работники подвергались комплексному воздействию неблагоприятных микроклиматических условий, шума и загрязнению спецодежды, кожных покровов, воздуха рабочей зоны пестицидами при приготовлении растворов и опрыскивании посевов. Необходимым условием безопасного труда рабочих, механизатора при применении пестицидов является комплексное использование средств индивидуальной защиты.

Введение

Пестициды являются биологически активными соединениями и представляют опасность окружающей среде, здоровью людей, животным, растениям, имуществу граждан, снижают качество пищевых продуктов вследствие нарушения регламентов обращения с ними. При сочетанном воздействии неблагоприятных факторов в сельскохозяйственном производстве работники подвергаются воздействию пестицидов при изменяющихся их концентрациях и комбинированном поступлении в организм через органы

дыхания, кожные покровы и желудочно-кишечный тракт. Работники могут быть подвергнуты непродолжительному воздействию токсичных концентрированных пестицидов при приготовлении рабочих растворов. Далее на работников длительно воздействуют менее токсичные рабочие растворы пестицидов и их остаточные количества при последующих работах в контакте с обработанными растениями и оборудованием. Острые отравления и профессиональные заболевания при контакте с пестицидами в сельском хозяйстве ежегодно регистрируются лишь в единичных случаях. Среди всех случаев с летальным исходом в сельском хозяйстве они занимают 0,1% и связаны, в основном, с грубыми нарушениями требований законодательства в сфере обращения с пестицидами [1]. В отличие от острых отравлений со смертельным исходом, длительное воздействие пестицидов на работников АПК часто выступает изменениями, проявляющимися в ухудшении течения или учащения случаев возникновения обычных заболеваний. Следует обращать особое внимание на обеспечение безопасных условий труда на каждом рабочем месте, включая технологические процессы приготовления рабочих растворов и применения пестицидов [2].

Цель исследований состояла в оценке условий труда, подборе наиболее эффективных СИЗ при применении альто и 2,4-ДА в посевах озимой пшеницы наземным прицепным опрыскивателем «Advance 3000 Vortex». Оценку условий труда работников при технологических операциях, связанных с приготовлением рабочего раствора, опрыскиванием посевов в хозяйствах Орловской области осуществляли в соответствии с «Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [3]. Остаточные количества альто и 2,4-ДА в смывах с оборудования, спецодежды, кожных покровов, в воздухе рабочей зоны определяли методом ГЖХ. Защитная способность материалов спецодежды оценивалась в лабораторных условиях по проницаемости концентрата суспензии и рабочего раствора пестицидов, которые наносились на лицевую сторону образцов. Под образцы помещали специальные фильтры-подложки, которые позволяли определить количества альто и 2,4-ДА, поступившие через материал в определенные периоды. Время отбора проб составляло от 1 часа до 10 суток. Испытание защитных и эксплуатационно-гигиенических свойств комбинезонов проводилось на рабочем месте рабочего при приготовлении рабочих растворов (1 чел.) и механизатора при опрыскивании посевов (1 чел.). Осуществляли контроль субъективных оценок состояния работников (самочувствие, тепловое состояние, общая работоспособность).

Основная часть

При выполнении работ отмечались неблагоприятные условия труда (таблица 1).

Таблица 1 – Условия труда на рабочих местах

Рабочее место, профессия	Содержание, мг/м ³		Шум, дБА	Темпера- тура воз- духа, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Влаж- ность воздуха, %
	альто	2,4-ДА				
Приготовление рабочего рас- твора, рабочий	0,08 - 0,9	0,03 - 0,1	35-60	+18 - +22°С	0,2-0,6	72-77
Опрыскивание (наземное) посе- вов, механизатор	0,01 – 0,3	0,04 – 0,2	82-88	+18 - +22°С	0,1-2	72-81

Наибольшие концентрации в воздухе рабочей зоны, превышавшие в 1,3 раза ОБУВ альто, отмечены в зоне дыхания рабочего при кратковременных (5-10 мин.) ручных операциях по приготовлению рабочего раствора фунгицида. Поскольку воздух рабочей зоны был загрязнен альто в концентрациях, превышающих ОБУВ в 1,3 раза, следует отнести труд рабочего по химическому фактору к 3 классу 1 степени вредности [3]. Температура воздуха на рабочем месте механизатора составляла 18-22°С, влажность 72-81%, скорость движения воздуха - от 0,1 до 2 м/с.

Уровни шума превышали нормируемые значения на 2-8 дБА. Обработка посевов на высоте 80 см от поверхности растений пшеницы прицепным штанговым опрыскивателем «Advance 3000 Vortex» с воздушной завесой обеспечила качественное опрыскивание. Вентилятор создавал воздушный поток, который через воздухопроводы выходил вдоль штанги, образуя завесу, снижая снос капель из зоны обработки и загрязненность воздуха рабочей зоны механизатора альто и 2,4-ДА, давая возможность опрыскивания при скорости ветра 6 м/сек.

Из данных таблицы 2 видно, что кожные покровы лица и ладонные поверхности рук рабочего и механизатора загрязнены альто и 2,4- ДА в следовых количествах.

Таблица 2 – Содержание остаточных количеств альто и 2,4- ДА в смывах со спецодежды, обуви и кожных покровов, мкг/100 см²

Место отбора проб	Альто	2,4-ДА
Рабочий		
Обувь	0,001-0,02	0,001-0,04
Спецодежда	0,003-0,1	0,002-0,2
Кожные покровы лица	Следы	Следы
Кожные покровы рук	Следы	Следы

Окончание таблицы		
Механизатор		
Обувь	0,001-0,09	0,001-0,07
Спецодежда	0,003-0,12	0,005-0,09
Кожные покровы лица	Следы	Следы
Кожные покровы рук	0,003-0,08	0,006-0,02

Вследствие соприкосновения с загрязненной альто и 2,4-ДА почвой и оборудованием в смывах с обуви было определено (0,001-0,09 мкг/100 см²) альто и (0,001-0,07 мкг/100 см²) 2,4-ДА. Механизатору во время обработки посевов пестицидами приходилось прочищать засоренные распылители. В результате происходило загрязнение спецодежды, рук (0,003-0,08 мкг/100 см²) альто и (0,006-0,02 мкг/100 см²) 2,4-ДА.

Определяющим фактором выбора СИЗ для работников, занятых на работах по опрыскиванию посевов, является соответствие защитных свойств условиям труда с учетом уровней загрязнения пестицидами. При подборе СИЗ учитывались характерные технологические особенности выполняемых операций с альто и 2,4-ДА. По данным лабораторных исследований материал Туvek С обладал защитными свойствами к действию альто и 2,4-ДА и сохранял защитные свойства спустя 10 суток после нанесения фунгицида на лицевую сторону образцов тканей. Комбинезон обеспечивал защиту от проникновения альто и 2,4-ДА в пододежное пространство. По субъективному мнению рабочего, при кратковременных операциях приготовления рабочих растворов, комбинезон Туvek С конструктивно удобен в работе, не стеснял движений.

Необходимым условием безопасного труда работников при применении пестицидов наземным опрыскивателем и загрязнения, вследствие этого, воздуха рабочей зоны, спецодежды, обуви, кожных покровов рук альто и 2,4-ДА является комплексное использование средств индивидуальной защиты. Для рабочих, занятых на кратковременных работах по приготовлению рабочих растворов и последующей их заправке в емкости, использовали респиратор РПГ-67 с коробкой марки А, костюм из прорезиненной хлопчатобумажной ткани, перчатки из дисперсии бутылкаучука и поливинилхлорида, для защиты ног - сапоги резиновые. Для защиты глаз - герметичные очки типа ПО-2 и очки защитные фильтрующие типа ЗФ-2. При приготовлении рабочих растворов дополнительно использовали нарукавники и фартуки из прорезиненных материалов. Для защиты механизатора применяли респиратор У-2К, комбинезон из хлопчатобумажной ткани, перчатки из дисперсии бутылкаучука, для защиты ног - сапоги резиновые. Необходимо соблюдать нормативные требования охраны труда при осуществлении работ с использованием пестицидов в АПК, которые устанавливают «Правила по охране труда для работников агропромышленного

комплекса при использовании пестицидов и агрохимикатов» [4]. Важно обеспечить, согласно нормативным документам, соответствующее качество предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров, ограничение или запрет труда женщин в возрасте до 35 лет и лиц моложе 18 лет, введение сокращенного рабочего дня и дополнительного отпуска. При работах с пестицидами работники должны получать бесплатно молоко или другие равноценные пищевые продукты по установленным нормам, или компенсационные выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов. Обучение работников является одним из важнейших звеньев первичной профилактики неблагоприятного влияния пестицидов. Его основной целью является формирование необходимого минимума знаний о свойствах применяемых пестицидов, особенностях их воздействия на организм человека, мерах предосторожности, производственной и личной гигиены, правилах пожарной безопасности, оказания первой доврачебной помощи в случаях отравлений и способах обезвреживания при попадании их на открытые участки тела или спецодежду.

Заключение

Условия труда работников при химобработке посевов характеризовались воздействием комплекса неблагоприятных факторов и, в частности, загрязнением воздуха рабочей зоны альто, превышавших ОБУВ в 1,3 раза на кратковременных работах по приготовлению рабочего раствора.

Использование наземного прицепного опрыскивателя «Advance 3000 Vortex» с воздушной завесой способствовало качественному опрыскиванию посевов озимой пшеницы пестицидами, снижало их снос за пределы обрабатываемого поля, обеспечивало более безопасные условия труда механизатора.

Необходимым условием безопасного труда работников при применении альто и 2,4-ДА наземным опрыскивателем и загрязнения, вследствие этого, воздуха рабочей зоны, спецодежды, обуви, кожных покровов рук является комплексное использование средств индивидуальной защиты. На кратковременных работах по приготовлению рабочих растворов альто необходимо использовать респиратор РПГ-67 с коробкой марки А, костюм из прорезиненной хлопчатобумажной ткани, перчатки из дисперсии бутилкаучука и поливинилхлорида, сапоги резиновые, герметичные очки типа ПО-2 и очки защитные фильтрующие типа ЗФ-2, нарукавники и фартуки из прорезиненных материалов. Для защиты механизатора - респиратор У-2К, комбинезон из хлопчатобумажной ткани, перчатки из дисперсии бутилкаучука, сапоги резиновые.

Литература

1. Еськин П. И., Валагов В. Г. // Охрана труда в сельском хозяйстве. Орел, 1981. С. 111-115.
2. СанПиН 1.2.2584-10. «Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов». Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 2 марта 2010 г. № 17. Зарегистрировано в Минюсте РФ 6 мая 2010 г. Регистрационный № 17126. Бюлл. нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2010, №22.
3. Руководство 2.2.2006-05. «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005.
4. Правила по охране труда для работников агропромышленного комплекса при использовании пестицидов и агрохимикатов // Российская газета. 21.06.2003. №120. - С. 18-19.

Abstract

Workers were exposed to complex influence of adverse microclimatic conditions, noise and pollution of overalls, integuments, air of a working zone pesticides at preparation of solutions and spraying of crops. A necessary condition of safe work of workers, the machine operator, at application of pesticides are means complex application personal protective equipment.

УДК 634.739:631.319

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОСИЛКИ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КЛЮКВЕННОМ ЧЕКЕ

В.А. Агейчик, к.т.н., доцент, А.Л. Мисун, магистрант

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

Усовершенствован рабочий орган косилки-измельчителя, используемой для уничтожения сорной растительности на промышленных клюквенных чеках. Определены факторы позволяющие минимизировать продольные и поперечные колебания машинно-тракторного агрегата, исключить срезания клюквенника находящегося под сорной растительностью.

Введение

Одной из наиболее сложных проблем при выращивании крупноплодной клюквы на чеках является борьба с сорной растительностью, так как эта

культура отличается слабой конкурентоспособностью по отношению к сорнякам.

Не менее семидесяти процентов фракционного состава срезанной и измельченной массы сорняков должны составлять растения размером до 30 мм, остальные – не превышать 70 мм. Выполнение этого условия достигается использованием в конструкции рабочего органа косилки-измельчителя высокооборотистых роторов, на которых крепятся ножи.

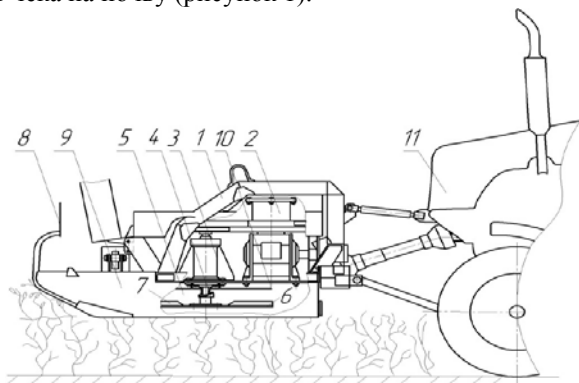
Основная часть

Для срезания с измельчением сорняков на промышленных клюквенных чеках могут использоваться различные рабочие органы с горизонтально установленными вращающимися ножами, когда внешняя часть их лезвий расположена под прямым углом к наклоненной массе растений; с попарно расположенными режущими ножами и ножами для измельчения массы, причем последние закреплены под определённым углом по отношению к центральной оси лезвий режущего элемента; в виде вращающегося цилиндра с продольными пазами для лезвий, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга и параллельных оси цилиндра; роторного типа с одно и двух уровневым расположением ножей [1–2] и др. Следует отметить, что именно роторный рабочий орган был использован в конструкции отечественной косилки-измельчителя сорной растительности для промышленных клюквенных чеков [3]. Однако результаты эксплуатации косилки показали на необходимость повышения качества выполнения технологической операции измельчения сорняков длина срезанных остатков которых, согласно агротребованиям, не должна превышать 70 мм.

Как один из вариантов повышения качества выполнения косилкой-измельчителем технологической операции – это установка над верхними ножами косилки режущие нити [4]. Следует отметить, что каждый нож косилки в данном случае имеет режущую кромку и отогнутое вверх крыло, высота h отгиба которого меньше, чем расстояние между соседними горизонтальными рядами ножей, установленными на одном валу.

При поступательном движении машинно-тракторного агрегата верхние части сорняков защитным листом и пологом отклоняются вперед по ходу движения (рисунок 1) и поступают в зону резания горизонтальных рядов ножей косилки. Длинные верхние части растений защемляются ранее отклоненными, но не скошенными стеблями и не опускаются на клюквенный покров. А короткие части сорняков подвергаются дальнейшему измельчению: срезаются нижележащими ножами, крыльями ножей подбрасываются в зону резания вышележащих ножей для повторного измельчения, которые в свою очередь направляют срезанные части сорняков в зону воздействия режущих нитей 10 для доизмельчения. Далее мелкие частицы выносятся

воздушным потоком за пределы агрегата и просыпаются через клюквенный покров чека на почву (рисунок 1).



- 1 – рама; 2 – привод; 3 – вал; 4 – нож меньшего диаметра; 5 – нож большего диаметра;
6 – режущая кромка ножа; 7 – крыло ножа; 8 – лист защитный; 9 – полотно;
10 – нить режущая; 11 – энергосредство

Рисунок 1 – Косилка для срезания и измельчения сорной растительности на промышленных клюквенных чеках

Для качественного выполнения вышеуказанной технологической операции необходимо устойчивое движение машинно-тракторного агрегата (МТА) по чеку. Однако при прямолинейном и равномерном движении трактора с косилкой по клюквенному чеку, имеющему естественные неровности наблюдаются продольные и поперечные колебания МТА, которые при довольно больших оборотах ротора косилки (3000 об./мин) вызывают отклонение оси его вращения в пространстве и появление гироскопического эффекта. Наличие такого «эффекта» отрицательно сказывается на качественных показателях работы и эксплуатационной надежности косилки.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что в рассматриваемой конструкции косилки-измельчителя роторы с ножами расположены таким образом, что их ось собственного вращения занимает нормальное положение к плоскости поступательного движения МТА. В этом случае координатные оси ξ , η , ζ и x_1 , y_1 , z_1 для соблюдения левой системы координат направлены, как показано на рисунке 2, а угол резания α представляет собой угол наклона агрегата в продольной плоскости; угол β – угол наклона агрегата в поперечном направлении, а угол φ – угол собственного вращения ротора около оси x .

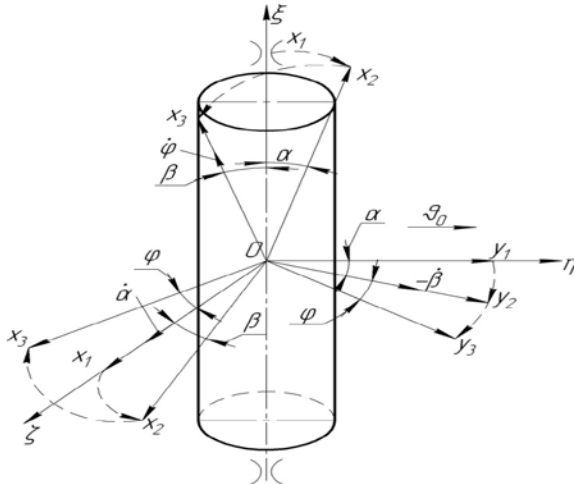


Рисунок 2 – Положение оси ротора к плоскости поступательного движения МТА

Для решения поставленной задачи использовался метод Лагранжа, т.е. дифференциальные уравнения Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad (1)$$

где T – кинетическая энергия системы;

q_i – обобщенные координаты;

Q_i – проекции обобщенных сил.

Принимаем, что в качестве подвижных осей координат взяты оси, связанные с ротором, являющиеся главными осями инерции ротора и своим началом имеющие центр инерции последнего. Выражение для определения кинетической энергии в этом случае имеет вид [4]:

$$T = \frac{1}{2} (Ap^2 + Bq^2 + Cr^2), \quad (2)$$

где A, B, C — главные моменты инерции ротора;

p, q, r — проекции угловых скоростей на подвижные оси x, y, z , связанные с ротором и являющиеся главными осями инерции ротора.

После соответствующих преобразований и вычислений было установлено [4], что если угол $\beta = 0$, то есть машинно-тракторный агрегат не имеет наклона в поперечном направлении, гироскопический момент равен:

$$M_\beta = -C\omega_1\omega. \quad (3)$$

Для того, чтобы уравновесить этот момент со стороны опор, должна возникнуть пара сил, момент которой равен:

$$M'_{\beta} = -C\omega_1\omega. \quad (4)$$

Реакции P на опорах при этом равны:

$$P = \frac{M'_{\beta}}{L} = \frac{C\omega_1\omega}{L}, \quad (5)$$

где L – длина вала ротора.

Для устранения колебаний МТА, сказывающегося на таком важнейшем качественном показателе работы косилки как высота среза сорняков по ширине захвата косилки, невыполнение которого приводит к повреждению клюквенного покрова и принимая во внимание, что уже в первый год механизированного выращивания клюквы масса сорной растительности может достигать 300ц/га [5], которая в свою очередь после контактного скашивания сорняков раствором гербицида с последующим скашиванием и одновременным измельчением превращается в сухостой (до 100 ц/га), предлагается для минимизации продольных и поперечных колебаний МТА и тем самым повышения качественных и эксплуатационных показателей работы косилки-измельчителя установить на ее защитном кожухе специальные щитки под углом 35° к поверхности чека, тем самым направляя поток срезанной и измельченной сорной растительности под движители трактора для устранения имеющихся неровностей на поверхности чека.

Заключение

Предлагаемое усовершенствование конструкции машины для скашивания и измельчения сорной растительности позволяет устранить неровности почвы чека, появляющиеся вследствие выполнения на нем ряда предшествующих механизированных технологических операций по уходу за клюквенником, путем направленного просыпания срезанной и измельченной сорной растительности под движители трактора, с целью минимизации продольных и поперечных колебаний машинно-тракторного агрегата и тем самым исключения срезания клюквенника, находящегося под сорной растительностью.

Литература

1. Способ и устройство для срезания и разрезания высокорослого растительного материала: пат. 10039834 А1 (Германия) / (ESM Ennepetaler) Rehberg. – Оpubл. 7.03.2002.
2. Устройство для срезания растительности : пат. 6357215 (США) / Peter Thorne. – Оpubл. 23.12.98.

3. Мисун, Л.В. Технологические процессы и средства механизации промышленного выращивания брусничных культур : монография / Л.В. Мисун – Минск: БГАТУ, 2008. – 204 с.

4. Мисун Л.В. Повышение эффективности ухода за промышленными клюквенными чеками совершенствованием технологии срезания с измельчением сорной растительности/ Л.В. Мисун, А.А.Бабак // Агропанорама. – 2009.-№2.– С. 11-16.

5. Технология промышленного выращивания клюквы крупноплодной на получение ягодной продукции / Сидорович Е.А. [и др.], Минск: БелНИИТИ, 1992.-120 с.

Abstract

The working body of the mower - grinder, weed vegetation used for destruction on industrial cranberry checks is advanced. Factors allowing are determined to minimize longitudinal and cross-section fluctuations of the machine - tractor unit, to exclude cuttings a cranberry taking place under weed vegetation.

УДК 654.132:154

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ОПРЫСКИВАНИИ РАСТЕНИЙ НА КЛЮКВЕННОМ ЧЕКЕ

В.В. Азаренко¹, д.т.н., доцент, А.Л. Мисун², магистрант

¹НАН Беларуси,²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Предложены направления повышения эффективности механизированного опрыскивания растений на клюквенном чеке. Разработаны методы безопасного использования агрохимикатов при химической обработке растительности чека.

Введение

Мировая практика свидетельствует, что 70% урожая создается за счет средств химизации, половина этой величины приходится на защиту растений [1]. Между тем, все средства химизации – потенциально опасные вещества. Безответственное, неграмотное отношение к их применению не только снижает эффективность, но и ухудшает качество растениеводческой продукции, наносит трудно поправимый урон окружающей среде, отражается на здоровье людей. И, наоборот, при рациональном применении средств химизации достигается максимально эффективное использование их при минимальном (безопасном) уровне оставшихся элементов в растениеводческой продукции [1]. Это в полной мере относится и к использованию средств защиты растений на клюквенных чеках промышлен-

ной плантации. При этом не следует забывать, что безопасность работ с использованием агрохимикатов зависит от строжайшего соблюдения правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм использования средств защиты растений.

Основная часть

Опрыскиватели, в процессе эксплуатации на клюквенном чеке должны быть надежными в работе, обладать отсутствием контакта нагреваемых узлов деталей опрыскивателя при работе со средствами защиты растений и безопасностью заполнения резервуара для рабочей жидкости, возможностью контроля опрыскивания растений из кабины трактора и быстрой его остановки.

Безопасность использования агрохимикатов при опрыскивании растений на клюквенном чеке регламентируется соблюдением требований государственных и отраслевых стандартов, а также применением современных способов внесения препаратов, строжайшим соблюдением правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм. Так, запрещается повышать нормы расхода агрохимикатов и увеличивать кратность их применения. В пасмурные и прохладные дни допускается, в виде исключения, проведение работ по химзащите растений в дневное время. Должны быть приняты все необходимые меры по предотвращению загрязнения природных объектов, атмосферного воздуха, воды, почвы. Возобновление механизированных работ на обработанных участках осуществлять в соответствии с утвержденными агросроками, а на границе обработанного участка установить знаки безопасности. Все работы следует проводить в ранние утренние или вечерние часы.

Опрыскиватель должен отвечать всем требованиям безопасной его эксплуатации, оборудоваться бочками вместимостью не менее пяти литров для мытья рук обслуживающего персонала, а также надписью, предупреждающую об опасности работы без средств индивидуальной защиты. Основные узлы опрыскивателя должны ежегодно и перед началом эксплуатации подвергаться освидетельствованию и гидравлическому испытанию. Эта операция выполняется при рабочем давлении с обстукиванием сварных швов. Результаты испытаний заносятся в паспорт испытываемого оборудования.

При отказах опрыскивателя (во время работы) первой группы сложности необходимо его остановить и провести ремонтные работы.

При серьезных поломках (отказы II и III групп сложности) опрыскиватель освобождают от пестицидов, обезвреживают и доставляют на пункт ремонта. После ремонта проверка проводится на рабочих режимах с использованием специального оборудования [2]. Особо следует отметить, что при эксплуатации опрыскивателя запрещается:

- производить подтяжку болтов, сальников, уплотнений, хомутов, цепей и др.;
- открывать створки и крышки резервуаров опрыскивателя, находящихся под давлением;
- вскрывать нагнетательные клапаны насосов, предохранительные и редукционные клапаны;
- работать на опрыскивателях, не имеющих манометров;
- использовать опрыскиватель для других сельскохозяйственных целей.

При химической обработке растений на клюквенном чеке движение «тракторных опрыскивателей» должно быть с подветренной стороны с учетом исключения попадания агрохимиката в рабочую зону. Необходимо внимательно следить за работой технического средства, его опрыскивающих органов, соблюдением заданной нормы расхода пестицида, а также за работой мешалки, не допуская образования осадка на дне бака опрыскивателя. Нельзя допускать образования большого выброса рабочей жидкости. Следует помнить, что засорение опрыскивателя во время работы снижает качество обработки. Концентрация пестицидов в рабочей зоне не должна превышать предельно допустимую.

При опрыскивании растений факел распыла не должен направляться потоком воздуха на работающих. Для этого необходимо учитывать благоприятное направление движения воздуха и прекращать работы при его изменении.

Важнейшей операцией обслуживания опрыскивателей является их обезвреживание, которое требуется выполнять в следующих случаях:

- перед началом работы с другими химическими препаратами;
- перед ремонтом;
- перед заменой рабочих органов;
- перед проведением планового технического обслуживания;
- перед постановкой технического средства на временное хранение;
- при сильном или аварийном загрязнении;
- перед консервацией;
- после окончания работ с агрохимикатами.

Опрыскиватель имеет отличительную особенность, от других технических средств такой же направленности – это возможность приготовления жидких концентрированных пестицидов в своем баке, а также его заправку готовой маточной жидкостью. Но для этого подача маточных жидкостей должна осуществляться в бак, предварительно заполненный водой и при включенной мешалке.

Опрыскивание растений в технологии на клюквенном чеке следует проводить с обязательным учетом погодных условий в утренние и вечер-

ние часы, когда отсутствует восходящие потоки воздуха. Запрещается опрыскивать растения при силе ветра более 5м/с. Также следует отметить, что при сильном солнцепеке возможны ожоги растений, а восходящие потоки воздуха препятствуют осаждению капель рабочей жидкости на обрабатываемой культуре.

Все технологические операции химической защиты растительности чека проводятся под контролем ответственного лица, назначаемого по приказу администрации агропредприятия. В свою очередь это ответственное лицо обязано ознакомить работников, привлекаемых к работе с пестицидами, с их характеристиками, свойствами и особенностями воздействия на организм человека, с мерами предосторожности при работе с пестицидами, с правилами производственной и личной гигиены; проинструктировать по технике безопасности и пожарной безопасности; ознакомить с мерами оказания первой доврачебной помощи в случаях отравления пестицидами. Исполнители, привлекаемые к химзащитным работам, предварительно должны пройти ежегодное медицинское обследование и иметь медицинскую книжку с отметкой врачей-специалистов о соответствующем допуске. К работам по химической защите растений не допускаются лица моложе 18 лет, беременные и кормящие женщины, а также лица, имеющие противопоказания к работе с пестицидами. Следует подчеркнуть, что со всеми работниками в обязательном порядке должен проводиться инструктаж по охране труда с соответствующей записью в журнале регистрации, а выполняемые работы с пестицидами регистрируются в специальных журналах: запись оформляет и подписывает руководитель работ.

На местах работ с пестицидами не допускается хранение продуктов питания, воды, фуража, предметов домашнего обихода. Запрещается оставлять пестициды на местах их применения (на клюквенном чеке, на площадке для приготовления рабочего раствора и др.) без охраны. Для временного их содержания (во время проведения работ) должны быть оборудованы специальные участки на расстоянии не менее 200 м от водоема.

Лица, ответственные за проведение работ с пестицидами, ведут строгий учет, отражая в специальных журналах виды работ, даты, применяемые препараты, объекты обработок, расходуемое количество и др.

Все работы с пестицидами в жаркое время года проводятся в утренние и вечерние часы, при наиболее низкой температуре воздуха, малой инсоляции и минимальных воздушных потоках.

Приготовление рабочих растворов пестицидов производится на специально оборудованных площадках или стационарных заправочных пунктах, оснащенных средствами механизации (насосами, мешалками, герметичными емкостями, шлангами, помпами). Приготовление рабочих растворов

из концентрированных эмульсий, паст и порошковидных препаратов должно производиться в агрегатах при помощи механических мешалок.

Перед началом опрыскивания необходимо проверить исправность всей аппаратуры и отрегулировать работу разбрызгивающих устройств на норму расхода рабочего раствора путем заполнения опрыскивателя водой и проведения пробных обработок. Заполнение резервуаров опрыскивателей жидкими пестицидами производится с помощью насосов, эжекторов шлангов и других приспособлений. Немеханизированное заполнение резервуаров растворами пестицидов запрещается.

Во избежание закупорки разбрызгивающих форсунок неоднородные жидкости, которые могут образовываться из концентратов эмульсий, паст, смачивающихся порошков и т.п., перед заполнением опрыскивателей необходимо фильтровать.

Лица, работающие с опрыскивателями, должны следить за поддержанием в системе соответствующего давления, предусмотренного техническим паспортом.

При опрыскивании растений на клюквенном чеке следует следить за тем, чтобы факел распыла не направлялся потоком воздуха на работающих. Для этого учитывают благоприятное направление движения воздуха и прекращают работы при его изменении.

Все работы с пестицидами 1-го и 2-го класса опасности осуществляют работники, имеющими специальную подготовку.

За каждым работающим на весь период работ закрепляют комплект средств индивидуальной защиты: спецодежду, спецобувь, респиратор, противогаз, защитные очки, перчатки и рукавицы. К противогазам и респираторам выдают коробки и патроны.

Выбор средств индивидуальной защиты на агропредприятии проводится с учетом физико-химических свойств и класса опасности препаратов, характера условий труда и в соответствии с индивидуальными размерами работника [1]. Подбор средств индивидуальной защиты возлагается на работников, ответственных за проведение работ.

Заключение

Применение разработанных методов безопасного использования агрохимикатов при химической обработке растительности чека позволит существенно повысить безопасность технологического процесса. Определены направления повышения эффективности механизированного опрыскивания растений на клюквенном чеке.

Литература

1. Система перспективных машин и оборудования для реализации инновационных технологий производства основных видов продукции растениеводства на 2011-2015 годы (рекомендации по применению) Национальная академия Беларуси; подг. В.Г. Самосюк [и др.], - Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013г. - 146с.

2. Степук, Л.Я. Машины для применения средств химизации в земледелии: конструкция, расчет, регулировки. Учеб. пособие / Л.Я. Степук, В.Н. Дашков. В.Р. Петровец. – Минск: Изд-во Дикта, 2006. – 448с.

Abstract

The directions of increase of efficiency of the mechanized spraying of plants on the cranberry check are offered. Methods of safe use of agrochemicals are developed at chemical processing of vegetation of the check.

УДК 614.841.23

СОСТОЯНИЕ И ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ ГРОЗОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А.Н. Скрипко, начальник отдела

*Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем
чрезвычайных ситуаций, г. Минск, Республика Беларусь*

Проанализировано пространственно-временное распределение грозовых проявлений на территории Республики Беларусь. Определены факторы, негативно влияющие на работоспособность молниезащиты объектов АПК.

Введение

Значительную долю пожаров от грозовых проявлений составляют пожары в зданиях и сооружениях в сельской местности. Такая ситуация объясняется, в первую очередь тем, что наличие в городских условиях высоких зданий и сооружений, хорошо заземленных инженерных систем и сетей способствует более благоприятным условиям для защиты от прямых ударов и вторичного проявления молнии.

Причина большого количества пожаров в сельской застройке объясняется тем, что находящиеся там сооружения имеют небольшие размеры, вероятность их поражения (от прямых ударов молнии) или вторичного ее проявления низка и, как следствие, они практически не защищаются.

Основная часть

Пространственный анализ числа дней с грозами позволяет констатировать их максимум па территории Белорусского Полесья и уменьшение в северном направлении. Уменьшение числа гроз с юга на север связано со снижением водности облаков, обусловленной отрицательным градиентом температуры воздуха. Наряду с широтными изменениями выявлены и долготные различия в распределении гроз: ареалы малого количества дней с грозой отмечаются между 28° и 31° восточной долготы на севере Беларуси. Второй минимум грозовой активности отмечается в северо-западной части Беларуси (Вилейский, Докшицкий и Ошмянский районы). Зонами активной грозовой деятельности в нехарактерный для гроз период года (октябрь-март) являются следующие территории: на северо-востоке и в центральной части – Витебская и Минская возвышенности, на юге – Пружанская и Люсиновская равнины, на юго-востоке – Стрепшицкая, Речицкая, Василевичская, Хойницкая и Комаринская низменности, Тереховская равнина. Максимальное число гроз приурочено к территории с отрицательной степенью интенсивности гравитационных аномалий.

На большей части территории страны количество гроз было максимальным в 1985 и 1988 г.г., а также в конце прошлого столетия (1999-2000 гг.); в текущем столетии количество гроз уменьшилось [1-2].

За грозовые периоды времени, начиная с 2001 по 2013 годы, на территории Республики Беларусь произошло более 2500 случаев пожаров, из них от прямых ударов молнии произошло более 2300 пожаров. Среди наиболее пожароопасных месяцев за грозовые периоды определены летние - июнь, июль и август. На их долю пришлось 80,5 % от общего количества пожаров от грозовых проявлений за последние 12 лет.

В ходе изучения пожаров на животноводческих фермах и комплексах, вызванных грозовыми проявлениями, установлено, что от прямого удара молнии произошло 52 пожара, 3 пожара произошло по причине заноса высокого потенциала.

Наиболее значимые объекты пожаров – это молочно-товарные и птицеводческие фермы, сенохранилища, склады грубых кормов и зерна. Условиями, послужившими возникновению и развитию пожара стали: сильный ветер, позднее обнаружение, а также, когда молниезащита со своей функцией не справляется. Большая часть пожаров сопровождалась значительными материальными ущербами.

В ходе выявления причин пожаров от ударов молнии проведены исследования по изучению фактического состояния дел по обеспечению молниезащиты на животноводческих фермах и комплексах Гомельской, Гродненской, Могилевской и Минской областей. Установлено, что на 2057 зданиях животноводческих и птицеводческих ферм, 441 складе грубых кормов молниезащита вообще отсутствуют, а на 860 аналогичных объектах

АПК – неисправна [3]. Протоколы испытаний заземляющих устройств, на основании которых надзорные органы делают заключение о соответствии молниезащиты требованиям нормативных документов отсутствовали почти у 40 процентов исследованных объектов, что дает право считать, что молниезащита может находиться также в нерабочем состоянии.

Определяя пожарную опасность складов нефти и нефтепродуктов при воздействии на них грозových проявлений, можно констатировать, что с 2001 по 2013 годы на территории Беларуси имело место 11 пожаров от ударов молнии. Наиболее характерным примером пожара за последние несколько лет послужил случай, произошедший 3 мая 2008 года на территории одной из нефтебаз концерна «Белнефтехим», где причиной пожара стал прямой удар молнии в резервуар [4]. В результате такого пожара был причинен значительный убыток, нанесен экологический ущерб.

Следует также отметить, что в настоящий момент документом, содержащим мероприятия по техническим и некоторым организационным вопросам молниезащиты является ТКП 336-2011 [5]. Этот документ, действующий в республике более двух лет, вызвал немало вопросов и споров, и послужил поводом для неоднократных совещаний в Главгостройэкспертизе, МЧС, Министерстве энергетики Республики Беларусь и ряде других ведомств.

Результаты исследований показали, что вследствие коррозии, износа, несвоевременного проведения ремонтно-восстановительных работ по молниезащите, а также недостаточного контроля ее состояния возрастает вероятность пожаров на объектах АПК. Такое положение дел предполагает разработку новых подходов к определению необходимости молниезащиты с использованием информативной системы признаков, характеризующих объект АПК (архитектурных, строительных, инженерных особенностей объекта и др.). Это позволит более гибко подходить к выявлению предпосылок поражения молнией объекта, определению условий, способствующих возникновению пожаров.

Заключение

Проведенный анализ пространственно-временного распределения грозových проявлений на территории Республики Беларусь, статистические данные по пожарам, а также анализ условий эксплуатации молниезащиты объектов АПК позволили определить факторы, негативно влияющие на работоспособность молниезащиты рассматриваемых сооружений.

Литература

1. Волчек, А.А. Закономерности формирования опасных метеорологических явлений на территории Белоруссии / А.А. Волчек, И.Н. Шпока // Ученые записки Рос. госу-дарств. гидрометеорологического ун-та: науч.-теоретич. журнал. - 2011. - № 17. - С. 64-88.

2. Логинов, В.Ф. Географические особенности распределения гроз и шквалов на территории Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, И.Н. Шпока // Природопользование: сб. науч. тр. Вып. 15 / Ин-т природопользования НАН Беларуси; гл. ред. А.К. Карабанов. - Минск, 2009. - С.42-49.

3. Скрипко, А.Н. Анализ влияния грозовых проявлений на пожарную опасность животноводческих ферм и комплексов / А.Н. Скрипко, Л.В. Мисун, В.Н. Дашков // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. - 2012. - №2. - С. 37-43.

4. Скрипко, А.Н. Направление по совершенствованию комплекса мер по молниезащите на складах нефти и нефтепродуктов при воздействии на них грозовых проявлений / А.Н. Скрипко, Л.В. Мисун // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. - 2011. - №2. - С. 90-99.

5. ТКП 336-2011 Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций.

Astract

Existential distribution of storm manifestations to territories of Republic of Belarus is analysed. The factors which are negatively influencing operability of lightning protection of objects of agrarian and industrial complex are defined.

УДК 614.843.8

ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ АПК

Л.В. Мисун¹, д.т.н., профессор, А.Н. Скрипко², начальник отдела

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций, г. Минск, Республика Беларусь

Приведено обоснование и расчет затрат по размещению молниезащиты объекта.

Введение

В Республике Беларусь, несмотря на принимаемые меры, не снижается количество пожаров от грозовых разрядов на объектах АПК. При этом пожарами уничтожаются здания и сооружения, склады 5ых кормов и льносырья, происходит гибель животных и птиц. Проведенный анализ литературных источников, статистика пожаров в сельской местности показали, что для агропромышленных объектов размещение молниеотвода существенно снижает их грозопоражаемость.

Основная часть

Для организации молниезащиты объекта используются различные способы. При этом в качестве критерия выбора способа молниезащиты целесообразно использовать себестоимость ее сооружения Q , которая складывается из общей стоимости использованных материалов C_{MT} и мости производства работ по установке молниезащиты $C_{пр}$:

$$Q = C_{MT} + C_{пр}. \quad (1)$$

Стоимость производства работ по установке молниезащиты $C_{пр}$ зависит от сложности архитектуры кровли объекта, ее площади, объема работ на высоте, высоты молниеотвода и др.

Учитывая вышеприведенное, выражение для определения себестоимости сооружения молниезащиты можно записать в следующем виде:

$$Q = \left(\sum_{i=1}^n ((C_{MT}(h_i) + C_{np}) + (C_{МП} + C_{МЗ})) \right) \cdot n \cdot k_y, \quad (2)$$

при выполнении следующих ограничений:

$$\begin{cases} h_i^{\min} \leq h_i \leq h_i^{\max}, \quad i = 1, \bar{n} \\ n_{\min} \leq n \leq n_{\max}, \\ P(n, h) \leq P_{\min}, \end{cases} \quad (3)$$

где $C_{мп}$ – стоимость устройства молниезащиты;

$C_{МЗ}$ – затраты на монтаж молниезащиты;

n – число молниеотводов ($n_{\min} = 1$, $n_{\max}$ – определяется в соответствии с геометрией объекта при выполнении следующих условий: расстояние между молниеотводами не должно превышать значения $5 h_{mm}$; расстояние от молниеотвода до объекта должно быть не менее 3 м);

h – высота молниеотвода ($h_{\min}$ – минимальная высота молниеотвода определяется в соответствии с высотой защищаемого объекта, $h_{\max}$ – максимальная высота молниеотвода в расчетах принимается равной 30 м);

P – вероятность повреждения от удара молнии;

$k_y = 1 - Y$ – комплексный показатель улучшения молниезащиты, зависит от параметр Y – устойчивости объекта к поражению его молнией:

$k_y \rightarrow \min$ при $Y \rightarrow 1$ – себестоимость устройства молниезащиты снижается,

$k_y \rightarrow \min$ при $Y \rightarrow 0$ - себестоимость устройства молниезащиты повышается.

Для определения приведенных затрат на установку молниезащиты (C_3) воспользуемся следующим уравнением:

$$C_3 = C_o + C_p, \quad (4)$$

где:

C_o – стоимость осмотров молниезащиты;

C_p – стоимость ремонтов молниезащиты (принимая $C_p < Q$).

Тогда, с учетом вышеизложенного экономико-математическая модель оптимизации затрат молниезащиты объекта можно записать в следующем виде:

$$C = Q + C_y = \left(\sum_{i=1}^n ((C_{MT} + C_{MP}) + (C_{MT} + C_{MZ})) \right) \cdot n \cdot k_y + C_o + C_p \rightarrow \min. \quad (5)$$

В соответствии с руководящими документами плотность поражений молнией N_g определяется по формуле [2]:

$$N_g = 0,1xTd, \quad (6)$$

где: Td – количество грозовых дней в году [3].

Очевидно, что наиболее часто молния поражает высокие предметы, но нередко с учетом высоты объекта, рельефа местности и других факторов ударяет и в низменные места в зависимости от числа грозовых дней в году. На ровных поверхностях молния ударяет в те места, где электрическая проводимость почвы больше (болотистая почва, берега рек, почва с сырой глиной).

Согласно требованиям раздела 6 ТКП 336-2011 [2] необходимость молниезащиты должна определяться для каждого объекта и напрямую зависит от величины следующих рисков:

R1 – риска угрозы человеческой жизни;

R2 – риска нарушения коммунального обслуживания;

R3 – риска потери культурных ценностей;

R4 – риска нанесения ущерба экономической ценности.

Общий риск определяется как сумма элементов рисков: при прямом ударе молнии, шаговом напряжении, наводки и электромагнитном импульсе (RA, RB, RC); при близком ударе молнии (RM), когда возникают наводки и электромагнитные импульсы; при прямом близком ударе молнии в коммуникацию, когда возникает шаговое напряжение, взрыв или пожар и т.д. (RU, RV, RW и RZ). Сами элементы рисков вычисляются на

основании коэффициентов, приведенных в приложениях к [4]. Общая формула определения элементов рисков следующая:

$$R = N \times P \times L, \quad (7)$$

где N – ежегодное количество опасных случаев;

P – вероятность повреждения от удара молнии;

L – последующий ущерб.

Каждый элемент риска рассчитывается на основании отнесенных к нему факторов элементов рисков, т.е. PA , PB , LA , LB и т.д. Некоторые элементы рисков имеют одинаковые коэффициенты и факторы, например, ND , NL и т.д.

Коэффициенты рисков (gf , gr , hz , Lo , Td и т.д.) определяются площадью стягивания молнии над объектом защиты (плотность ударов молнии, длина, ширина, высота), материалом строительных конструкций объекта, инженерным наполнением объекта (наличием инженерных сетей и систем), факторами влияния местоположения и окружающей среды, наличием молниезащиты на объекте, средств пожаротушения, возможной паники людей в случае возникновения пожара и т.п.:

– риск гибели людей:

$$R1 = RA + RB + R \cdot C + R \cdot M + RU + RV + R \cdot W + Rz; \quad (8)$$

– риск недопустимого нарушения коммунального обслуживания:

$$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + Rz; \quad (9)$$

– риск потери культурных ценностей:

$$R3 = RB + RV; \quad (10)$$

– риск нанесения ущерба экономической ценности (экономический риск):

$$R4 = R \cdot A + RB + RC + RM + R \cdot U + RV + RW + Rz. \quad (11)$$

* – для зданий или сооружений, в которых имеется опасность взрыва, а также для больниц с электрическим оборудованием, вменяемым для спасения жизни больных, или других сооружений, в которых повреждение внутренних систем сразу же создает угрозу безопасности людей;

** – для сооружений, в которых могут погибнуть животные.

Для расчета необходимости и средств молниезащиты разработана компьютерная программа [5].

На основании анализа между расчетной величиной рисков и допустимой делается вывод о необходимости устройства молниезащиты.

Заключение

По результатам исследований предложены экономико-математическая модель оптимизации затрат молниезащиты объекта, а также последовательность расчета ее необходимости.

Литература

1. Писаревский, СЮ. Выбор оптимальных проектных решений в САПР средств молниезащиты промышленных объектов на основе имитационного моделирования / СЮ. Писаревский // В сб. тр. «Вестник Воронежского государственного технического университета». – 2010. – Т.6. – №2. – С. 136-140.
2. ТКП 336-2011 Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций.
3. Методические указания по проектированию заземляющих устройств электрических станций и подстанций напряжением 35-750 кВ.
4. СТБ П ИЕС 62305-2-2006/2010 Защита от атмосферного электричества. Управление риском.
5. Скрипко А.Н. Результаты разработки программного средства для автоматизации расчета параметров молниезащиты зданий и сооружений / В.К.Емельянов, А.Н.Скрипко, В.В.Горбачевский, Т.В.Верниковская, Е.М.Маслыко, Л.В.Мисун // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2013, № 1. – С. 44-49.

Abstract

Justification and calculation of expenses for placement of lightning protection of object is given.

УДК 331.45

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

С.В. Жилич, старший преподаватель

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

Формирование производственной среды происходит под влиянием многих факторов, имеющих различный материальный характер и особенности действия на организм человека. Сравнение количественной оценки этих факторов с нормативным значением – основание для изучения влияния факторов окружающей среды.

Выявлено, что формирование производственной среды происходит под влиянием ряда одновременно действующих факторов, имеющих различную материальную природу и особенности действия на организм человека. В основу оценки воздействия факторов окружающей среды положено сравнение количественной оценки данных факторов с нормативным значением. Известно, что условия многофакторного разноуровневого воздей-

ствия малой и средней интенсивности ведут к риску и могут оказать ущерб здоровью работников. Поэтому, при решении проблемы количественной оценки каждого фактора условий труда, необходимо выделить проблему комплексного воздействия всех факторов условий труда на работника. Актуальность оценки условий труда с учетом всех факторов, выявила потребность разработки методик частных показателей условий труда к единому обобщенному показателю.

В существующей системе регулирования воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека уровень заболеваемости отражает уже свершившийся факт воздействия вредных факторов. Но так, как целью является предотвратить заболевание от воздействия данных факторов необходимо организовать контроль над уровнем воздействия вредных и опасных факторов, проводить оценки общего состояния окружающей среды, вести анализ заболеваемости. Причинно-следственную связь между состоянием здоровья человека и воздействием факторов среды обитания восстанавливает система управления охраной труда в организациях.

Известны три основных методических подхода для оценки влияния на состояние здоровья факторов среды: медико-статистические исследования, эпидемиологические исследования, оценка риска здоровью[1]. Рассмотрим преимущества и недостатки данных методов.

При медико-статистическом исследовании основной проблемой является то, что при попытках установления какого-либо фактора практически невозможно дать его количественную оценку, так как влияние на организм данного фактора осуществляется под воздействием ряда других. Редкая периодичность поступления информации может послужить только для ретроспективного анализа. Однако, преимуществом данного исследования является доступность и унифицированность информации.

Эпидемиологические исследования, которые выполняются по специальным программам, позволяющие выявлять количественные зависимости вполне убедительны[2]. Но в связи с большими затратами, а также организационными сложностями они не нашли широкого применения на практике.

Оценка риска здоровью при влиянии факторов среды включает в себя четыре основных этапа: выявление факторов неблагоприятного воздействия, оценка воздействия, оценка зависимости, характеристика риска.

Методы оценки риска дают вероятностную оценку неблагоприятного эффекта. Применяемые при этом коэффициенты, например обобщенный коэффициент безопасности условий труда не имеют обоснованных нормативов и могут корректироваться при наличии дополнительной информации. Так, как производственные факторы играют решающую роль в развитии нарушения состояния здоровья, поэтому особое внимание отводится изучению воздействия опасных вредных производственных факторов и

факторов трудового процесса, на здоровье работающих, что составляет оценку производственного риска.

Одна из возможных схем оценки производственного риска представлена на рисунке 1.

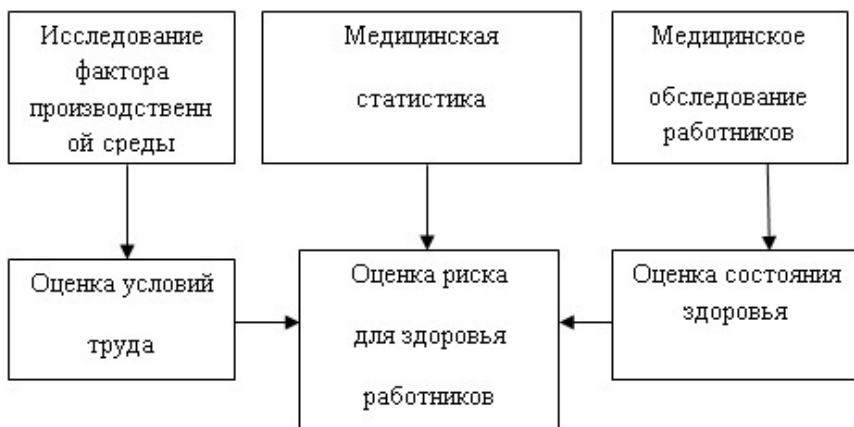


Рисунок 1 – Схема оценки производственного риска

Из нее следует, что оценка риска ведется по трем направлениям. Первое связано с исследованием производственной среды на конкретном предприятии и базируется на аттестации рабочих мест. Два других – медицинские, связанные с исследованием тех негативных явлений, которые уже отразились на здоровье человека.

В настоящее время в литературе изложены методики по оценке риска здоровью при воздействии шума, вибрации, инфразвука и ультразвука, при мышечном труде локального и регионального характера. Получила распространение оценка риска при сочетании профессиональных и непрофессиональных экспозиций: оценка шума по суточной дозе, оценка антропо-техногенной нагрузки.

Из изложенного выше следует, что в настоящее время существует как минимум шесть методик оценки производственного риска. Основным недостатком, которых является то, что оценка может быть произведена только после того, как произойдет достаточное, репрезентативное количество профессиональных заболеваний. Такой подход нельзя признать приемлемым, прежде всего в социальном плане. Определяемые показатели производственного риска отражают комплексное взаимодействие факторов, формирующих условия труда, но и работников с этими факторами. Иными

словами, производственные факторы и конечные результаты их воздействия соотносятся как причина и следствие.

Литература

1. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса: руководство. - М.:1999.-192с.

2. Медицина труда./Н.Ф. Измеров [и др.]. - М.:2002.-392с.

Abstract

Formation of the production environment happens under the influence of a number of at the same time operating factors having various material nature and features of action on a human body. Comparison of a quantitative assessment of these factors with standard value is the basis for an assessment of influence of factors of environment.

УДК 658.34-055.2

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА, УРОВНЯ ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕНЩИН НА ПРОИЗВОДСТВЕ В ОТРАСЛЯХ АПК

М.О. Цховребова, старший преподаватель

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

Особенностью охраны труда женщин является наличие дополнительных нормативных правовых требований к организации процесса их трудовой деятельности, преимущественно установления запретов и ограничений в привлечении их к определенным видам работ, занятости в профессии, с которыми может быть сопряжен вред для их организма.

Введение

Анализ результатов надзора за соблюдением санитарно-эпидемиологического законодательства в Республике Беларусь указывает на то, что руководителями организаций не принимаются оперативные меры по улучшению условий труда работающих и недопущению эксплуатации оборудования, генерирующего повышенные уровни шума, вибрации, пыли на рабочих местах. Большое количество нарушений выявлялось в сельскохозяйственных организациях (67% от обследованных).

Основными вредными факторами производственной среды, уровни которых не соответствуют гигиеническим нормативам, по-прежнему остаются шум – на 33,9% рабочих мест из числа обследованных и вибрация – на 24,6%.

Комплексное воздействие неблагоприятных факторов производственной среды является причиной не только повышенных уровней общей заболеваемости, но и возникновения профессиональных заболеваний у работающих.

Среди женщин зарегистрировано 29% профзаболеваний. Анализ профессиональных заболеваний по этиологическим факторам показывает, что 40,2% из них возникли от воздействия физических факторов, 13,4% – биологических, 2,1% – химических.

Распределение профзаболеваний в зависимости от стажа работы показывает, что их наибольший удельный вес (28,9%) приходится на группу со стажем работы свыше 25 лет, на группу со стажем 21-25 лет – 20,6% профзаболеваний.

Больше половины случаев профзаболеваний зарегистрировано в возрастной группе от 56 до 65 лет (50,5%), от 46 до 55 лет – 38,1%.

Состояние вредных факторов производственной среды на момент расследования профзаболеваний свидетельствует, что основными причинами их возникновения заболеваний явились: несовершенство технологических процессов (65,6% случаев), несовершенство рабочих мест (48,9%), неисправность и неприменение СИЗ (9,4%), конструктивные недостатки машин и оборудования (2,1%), прочие (19,8%).

Основная часть

По данным государственной статистической отчетности, в 2012 году доля женщин составила в числе занятых:

- тяжелым физическим трудом – 25,3%;
- напряженным трудом – 27,6%;
- в условиях повышенных уровней шума, вибрации, загазованности, повышенных концентраций вредных химических веществ – в среднем около 20% женщин от общей численности работников, выполняющих работы в аналогичных условиях.

Значение профессиональных вредностей для женского организма определяется повышенной к ним чувствительностью, а также возможным прямым влиянием некоторых их видов на репродуктивную функцию и опосредованным влиянием через материнский организм на потомство. Установлена повышенная чувствительность женщин к воздействию ионизирующего и неионизирующего излучения, свинца, ртути, сероуглерода и др. Ряд ядов при длительном воздействии может вызвать нарушения физиологических функций женских половых органов. Особое влияние на организм женщин оказывают органические вещества, которые проникают в организм через все барьеры и могут проникнуть в плод через плаценту. Неко-

торые яды, например свинец, ртуть, бензол, мышьяк и др., могут приводить к бесплодию вследствие повреждения зародышевых клеток.

Наиболее частыми нарушениями здоровья у работниц, занятых в сельскохозяйственном производстве являются болезни органов кровообращения, дыхания, мочеполовой системы. пиелонефриты, кольпиты, выявлен высокий процент дистоний, гипертоний, гастритов, гинекологических заболеваний, токсикозы, угроза прерывания беременности, большую структуру трудопотерь определяют заболевания органов дыхания, костно-мышечной системы, кожи и подкожной клетчатки

Установлен рост временной нетрудоспособности с увеличением стажа, особенно заболеваний, которые могут быть связаны с влиянием неблагоприятных условий труда (болезни межпозвоночных дисков и вен, радикулиты, гипертония, язвенная болезнь).

Обращают внимание на высокие показатели трудопотерь у работниц со стажем 1-4 года; в группе 5-9 лет трудопотери снижаются, а затем растут с увеличением стажа, что свидетельствует о влиянии условий труда на здоровье.

Можно выделить следующие потенциально опасные производства для работающих женщин в отрасли АПК: тепличное хозяйство, сельское хозяйство (животноводство, растениеводство), производство пестицидов, минеральных удобрений, перерабатывающая отрасль и т.д.

В целях защиты здоровья женщин при выполнении ими трудовых функций статьей 262 ТК РБ установлены два запрета: первый - на выполнение тяжелых работ и работ с вредными и (или) опасными условиями труда; второй - на выполнение любых видов работ, если они связаны с подъемом и перемещением вручную тяжестей, превышающих установленные для них предельные нормы. На основании данной статьи постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26 мая 2000 г. № 765 (далее - постановление № 765) утвержден Список тяжелых работ и работ с вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин (далее – Список).

Пункт I Списка устанавливает запрет на работы, связанные с подъемом и перемещением тяжестей вручную, превышающих установленные для женщин предельные нормы. Предельные нормы подъема и перемещения тяжестей женщинами вручную утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 13 октября 2010 г. № 133, при этом установлена зависимость предельно допустимой массы груза от характера выполняемых работ. Так, предельно допустимая масса груза при подъеме и перемещении его женщинами вручную составляет: при подъеме и перемещении тяжестей при чередовании с другой работой (до 2 раз в час) – 10 кг; при подъеме и перемещении тяжестей постоянно в течение рабочей смены – 7 кг; суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены: с рабочей поверхности – до 350 кг, с пола – до 175 кг.

Пункт II Списка устанавливает запрет на подземные работы, кроме некоторых подземных работ (нефизических работ, работ по санитарному и бытовому обслуживанию или при прохождении женщинами, допущенными к стажировке в подземных частях организации, курса обучения). Пункт III включает наименования профессий рабочих (должностей служащих), которые конкретизируются видами работ.

Согласно постановлению № 765 работодателю дано право применять труд женщин на работах, включенных в Список, при условии создания безопасных условий труда, подтвержденных результатами аттестации рабочих мест и положительным заключением органов Государственной экспертизы условий труда и Государственного санитарного надзора Республики Беларусь. Определяющим условием при решении вопроса о возможности применения труда женщин на работах, перечисленных в Списке, является соответствие параметров величин факторов производственной среды (промышленные аэрозоли, химические биологические вещества, физические факторы) и показателей трудовых нагрузок требованиям к производственной среде, трудовому процессу и рабочим местам для женщин. Соответствующие гигиенические нормативы установлены действующими техническими нормативными правовыми актами, а также санитарными нормами и правилами «Требования к условиям труда женщин» и гигиеническим нормативом «Допустимые показатели факторов производственной среды и трудового процесса для женщин», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 12 декабря 2012 г. № 194.

Присутствие на рабочем месте химических веществ I и II класса опасности, патогенных микроорганизмов, а также веществ, обладающих аллергенным, гонадотропным, эмбриотропным, канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием, является противопоказанием для труда женщин детородного возраста.

На рабочих местах женщин должны быть установлены оптимальные или допустимые, параметры микроклимата. Оптимальные микроклиматические условия:

- обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение восьмичасовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции;
- не вызывают отклонений в состоянии здоровья;
- создают предпосылки для сохранения высокого уровня работоспособности в течение рабочей смены.

Оптимальные величины показателей микроклимата рекомендуется соблюдать на рабочих местах, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на

пультах и постах управления технологическими процессами) или работы, производимые на фиксированных рабочих.

Для женщин предпочтительны стационарные рабочие места с работой, допускающей смену положения тела. Женщины, работающие в производстве, должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими типовыми нормами. Выбор средств (видов и групп) индивидуальной защиты по назначению должен осуществляться в зависимости от условий труда на производственных участках и на рабочих местах.

При несоответствии условий труда допустимым нормативам планирование и осуществление мероприятий по их оптимизации необходимо проводить в первую очередь на рабочих местах и в профессиях, занимаемых женщинами детородного возраста и имеющими отклонения в состоянии здоровья.

В Республике Беларусь труд женщин продолжает оставаться под правовой защитой, в то время как во многих зарубежных странах идет процесс постепенной отмены юридических актов, устанавливающих специальную охрану труда женщин (за исключением охраны труда беременных женщин и женщин-матерей). Такая тенденция на отмену ограничений в отношении использования труда женщин может быть актуальной и для Республики Беларусь по следующим аспектам:

- во-первых, способствует гендерному равенству в области охраны труда, поскольку создание оптимальных условий труда одинаково важно как для женщин, так и для мужчин. В охране труда женщин основной упор делается на сохранение их репродуктивной функции при неблагоприятных условиях труда;

- во-вторых, ограничение применения труда женщин оказывает влияние на соотношение спроса и предложения на рынке труда и в целом приводит к его сужению;

- в-третьих, в условиях либерализации экономики отмена ограничений в отношении использования труда женщин расширяет свободу выбора работодателей при наборе персонала.

Заключение

Охрана здоровья женщин должна, прежде всего, строиться на предупреждении нарушений, обусловленных профессиональной деятельностью и с гигиенических позиций рассматриваться как многоуровневая система, включающая меры профилактики производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Литература

1. Трудовой кодекс Республики Беларусь
2. СанПиН 9-72-98 «Гигиенические требования к условиям труда женщин», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 марта 1999г. №12
3. Список тяжелых работ и работ с вредными и (или) опасными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26 мая 2000г. №765
4. Инструкция «Организация контроля за условиями труда и состоянием здоровья работающих женщин» № 2.2.9.11-11-202-2003, утвержденная постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 15.12.03 №168

Abstract

Feature of the protection of women YaV it possible presence of additional normative legal requirements for the organization of the process of their work, especially prohibitions and restrictions in hiring them to certain types of work, employment in occupations which may involve harm to their body

УДК 631. 438

АГРОХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ НА ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Л.Д. Белехова, к.т.н., доцент, В.М. Раубо, к.э.н., доцент,
В.В. Бурый, студент

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

Безопасность технологий и работ на загрязненных территориях требует знаний, как в области радиологии, так и экономики. Разработаны технологии и способы получения чистой сельскохозяйственной продукции на постчернобыльском пространстве.

Введение

Прошло 28 лет после аварии на ЧАЭС. Однако главной задачей сельскохозяйственного производства остается получение чистой от радионуклидов сельскохозяйственной продукции растениеводства на загрязненных радионуклидами землях.

В настоящее время сельскохозяйственное производство в Республике Беларусь ведется на 1,0 млн. гектаров земель, загрязненных ^{137}Cs с плотностью 37–1480 кБк/м² (1–40 Ки/км²), из них 0,34 млн. гектаров загрязнены ^{90}Sr , с плотностью 6–111 кБк/м²(таблица 1) [1].

Таблица 1 – Территории загрязненные радионуклидами

Область	Всего, тыс. га	Загрязнено в том числе с уровнем загрязнения территории в кБк /м ² , тыс. га			
		37-185	185-555	555-1480	1480
Республика Беларусь	1182,1	844,9	296,4	40,5	0,3
Брестская	96,8	94,8	6,0	0,1	-
Витебская	0,4	0,4	-	-	-
Гомельская	655,9	445,6	184,3	25,7	0,3
Гродненская	34,8	34,4	0,4	-	-
Минская	61,0	58,3	2,7	0,02	-
Могилевская	329,1	211,4	103,0	14,7	-

Основная часть

В постчернобыльский период было проведено большое число исследований, направленных на решение проблем дезактивации почвы и реабилитации загрязненных территорий. Был предложен целый ряд методов: различные варианты электрохимического способа дезактивации, экстракционные технологии, предполагающие применение химических реагентов, фиторемедиация, внесение в почву сорбентов и др. Многие из них в конечном счете оказались несостоятельными, другие пока находятся в стадии разработки [1-2].

Миграция радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, вглубь почвы происходит очень медленно. Поэтому в почвах сельскохозяйственного использования до сих пор основное количество этих радионуклидов находится в пахотном слое, на необрабатываемых землях – в верхнем пятисантиметровом слое. Самоочищение корнеобитаемого слоя почв за счет вертикальной миграции радионуклидов в ближайшей перспективе не произойдет. Прогноз загрязнения почвы цезием-137 показывает, что за счет его естественного распада уровни загрязнения могут снизиться до значений менее 37 кБк/м² приблизительно через 300 лет после катастрофы, кроме 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС и локальных пятен [3].

В этих условиях для получения растениеводческой продукции, соответствующей требованиям радиологического контроля качества (РДУ-99), используются такие агрохимические мероприятия, как внесение повышенных доз фосфорных, калийных и известковых удобрений, применение медленнодействующих форм азотных удобрений, подбор видов и сортов культур с минимальным накоплением радионуклидов и др. Однако это не всегда позволяет получать нормативно чистую от радионуклидов продукцию. Это заставляет вести дальнейший поиск новых, более эффективных как с радиологической, так и экономической точки зрения способов снижения поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию.

При корневом питании растений наблюдается конкуренция ионов K⁺ и

Ca^{2+} , вносимых с мелиорантами и удобрениями, с ионами $^{137}\text{Cs}^+$ и $^{90}\text{Sr}^{2+}$. Одним из эффективных агрохимических способов снижения поступления радионуклидов (особенно ^{90}Sr) в растения является известкование кислых, малоплодородных почв.

При внесении извести в почвенном растворе уменьшается концентрация ионов водорода, увеличивается содержание подвижного кальция, который подавляет поступление ^{90}Sr в растение. Известкование дерново-подзолистых почв снижает поступление ^{90}Sr в разные виды растений в 3–7 раз, а в отдельных случаях – до 20 раз.

Применение органических удобрений приводит к закреплению радионуклидов в почве и уменьшает накопление в растениях ^{137}Cs в 2–3, а ^{90}Sr – в 5–8 раз.

Основной агрохимический прием, снижающий поступление ^{137}Cs в растения, – применение калийных удобрений. За счет внесения только калийных удобрений поступление ^{137}Cs в сельскохозяйственные растения на разных типах почв уменьшается от 2 до 20 раз. Это объясняется антагонизмом К и ^{137}Cs в почвенном растворе.

Таблица 2 – Эффективность агрохимических мероприятий

Мероприятия	Кратность снижения накопления	
	^{137}Cs	^{90}Sr
Известкование кислых почв	2-3	7-20
Минеральные удобрения(1,5-2 дозы), Органические удобрения:	2-5	2-3
на легких и малоплодородных почвах	2-3	5-8
на тяжелых почвах	1,5 -2	1,5-2
Поверхностное улучшение лугов:		
фрезерование дернины	1,5	2,5
вспашка	2,5	3,5
Коренное улучшение лугов и пастбищ (внесение удобрений и извести)	2-5	2-4
Заглубленная вспашка с оборотом пласта	10	10
Глинование легких почв	3	1,5-2

Улучшение калийного питания растений приводит и к существенному снижению поступления ^{90}Sr в растения, особенно на почвах с низкой концентрацией обменного калия. При внесении фосфорных удобрений происходит соосаждение микро количеств ^{90}Sr с труднодоступными фосфатами кальция, при этом прочность закрепления радионуклида в почве увеличивается. Фосфорные и калийные удобрения рекомендуют в дозах, несколько превышающих потребность растений в этих питательных элементах.

Азотные удобрения, внесенные отдельно или в сочетании с невысокими дозами фосфорных и калийных удобрений, стимулируют развитие

биомассы, увеличивают потребность растений в других элементах питания и, как следствие, приводят к увеличению поглощения ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Однако это не всегда позволяет получать нормативно чистую от радионуклидов продукцию. Это заставляет вести дальнейший поиск новых, более эффективных как с радиологической, так и экономической точки зрения способов снижения поступления радионуклидов в продукцию растениеводства.

Влиять на содержание радионуклидов в продукции сельскохозяйственного производства можно на трех этапах: 1 – почва – растение, 2 – корм – животное, 3 – доработка и переработка сельскохозяйственного сырья. Ключевым в трофической цепи является звено почва-растение. Связав радионуклиды в почве, мы прерываем их движение по всей цепи. Контрмеры, применяемые на данном этапе, являются наиболее рациональными и оправданными.

Агрохимические мероприятия предусматривают оптимизацию физико-химического режима почв посредством: известкования кислых почв; внесения органических удобрений; внесения повышенных доз фосфорных и калийных удобрений; регулирования азотного питания растений; применения микроудобрений; применения средств защиты растений.

Кроме перечисленных приемов и контрмер в последнее время на загрязненных землях применяются сорбирующие радионуклиды полимеры. Эффективность от использования нового полифункционального полимера-сорбента – для обработки почвы, загрязненной в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr доказана опытным путем. Установлено, что его применение позволяет уменьшить переход радионуклидов (Кп) из почвы в растениеводческую продукцию и одновременно повысить урожайность сельскохозяйственных культур [2-3].

Применение полимера оказало существенное влияние на параметры накопления радионуклидов возделываемыми культурами. Максимальная кратность снижения значений Кп в 1-й год составила для ^{137}Cs – 2,1 и ^{90}Sr – 1,8 раз, во 2-й – 3,8 и 2,8 раз соответственно. Следовательно, радиологическая эффективность применения полимера на второй год была в 1,6-1,8 раз выше, чем первый. Снижение значений Кп радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs из почвы в растения обусловлено как связыванием этих радионуклидов полимером, так и биологическим разбавлением.

Полимер оказывает влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и параметры накопления радионуклидов как в год его применения для обработки почвы, так и на следующий год.

Оптимальной дозой применения нового полимера для обработки загрязненной радионуклидами почвы является 10 мг на 1 кг почвы.

Заключение.

Эффективными агрохимическими мероприятиями получения чистой продукции растениеводства является внесение повышенных доз фосфорных, калийных и известковых удобрений, применение медленнодействующих форм азотных удобрений, подбор видов и сортов культур с минимальным накоплением радионуклидов, применение полимерных сорбирующих радионуклиды полимеров

С радиологической точки оптимальной дозой применения полимера для обработки загрязненной радионуклидами почвы является 10 мг на 1 кг почвы, т.к. при этом достигается максимальная урожайность и существенное снижение концентрации радионуклидов.

Литература

1. Агеец, В.Ю. Концепция реабилитации населения и территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС / В.Ю. Агеец [и др.]; Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Сов. Мин. Республики Беларусь, РКИУП «Институт радиологии». Минск, 2003. 13 с.
2. Г.А. Чернуха, А.В. Червяков, А.Р. Цыганов, М.И. Черкашин. Влияние обработки почвы новым полимером-сорбентом на урожайность сельскохозяйственных культур и параметры накопления радионуклидов. Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной Академии №1 2011.с 87 – 92.
3. Серова, И. Б. Очистка почв от радионуклидов Cs, Sr ферромагнитными природными, и синтетическими цеолитами / И.Б. Серова, // Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий: труды Междунар. конф., М., 5-6 дек.2005. Т. 3: Воздействие радиоактивного загрязнения на антропогенные и сельскохозяйственные экосистемы. Дозы облучения населения в результате радиоактивного загрязнения окружающей среды при ядерных взрывах и авариях. Стратегия и контрмеры, СПб: Гидрометеиздат. 2006. С. 455-460.

Abstract

Security technologies and works on the contaminated territories, requires knowledge, both in the field of radiology and economy. The developed technologies and methods of obtaining pure agricultural products on post-Chernobyl space.

УДК 658.345:614.8

ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ТРУДА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАБОТНИКОВ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ АПК

М.О. Цховребова, старший преподаватель,

И.Н. Мисун, старший преподаватель,

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

На данный момент высокий уровень производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников агропромышленного комплекса Республики Беларусь, дают основание считать, что улучшение условий и безопасности труда работающих является актуальной и требующей решения задачей.

Введение

В Республике Беларусь функционируют около 1000 подразделений радиационного контроля организаций и предприятий Министерства сельского хозяйства и продовольствия, Министерства лесного хозяйства, Министерства здравоохранения, Белорусского республиканского общества потребителей, других министерств, субъектов хозяйствования.

В Минсельхозпроде создана и функционирует сеть из 517 лабораторий и постов радиационного контроля. Ежегодно ими проводится более 3 млн. исследований.

На работников ПРК постоянно воздействуют такие вредные и опасные производственные факторы, как ионизирующее излучение, повышенный уровень шума, недостаточная освещенность, напряженность трудового процесса и т.д. Все это может привести к травматизму и развитию профессиональных заболеваний.

Основная часть

Воздействие ионизирующих излучений на человека называют облучением. Влияние радиации может происходить как на молекулярном уровне, так и на уровне клеток, органов и систем человека. Ионизирующее излучение обладает высокой биологической активностью. Оно способно разрывать любые химические связи и индуцировать длительно протекающие реакции.

Основные виды работ и операций в лабораториях радиометрии и спектрометрии: работа с открытыми и закрытыми источниками ионизирующего излучения; измерение содержания удельной активности цезия-137 в пробах продукции; проведение подготовки проб к измерениям, включая

высушивание, измельчение, перемешивание проб, измерение на радиометрическом и спектрометрическом оборудовании; проведение дезактивации оборудования, загрязненного радионуклидами и т.д.

Гигиенические нормативы при работе с открытыми и закрытыми радионуклидными источниками не должны превышать:

Мощность дозы внешнего гамма-излучения – 0,15 мкЗв/час; мощность дозы внешнего гамма-излучения – 1,0 мЗв/год; активность ИИИ: количество ^{137}Cs , эквивалентное ^{226}Ra – $3,7 \cdot 10^6$ Бк

Применяемые работающими средства индивидуальной защиты – халат хлопчатобумажный, перчатки резиновые, коллективной защиты – свинцовая защита спектрометра, вытяжной шкафа.

Одним из вредных производственных факторов, оказывающих вредное воздействие на организм работника и ухудшающий условия труда является шум. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и другое. Такие нарушения в работе некоторых органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека, вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБА) на человека приводит к частичной или полной потере слуха.

На рабочих участках постов радиационного контроля, таких как комнаты пробоподготовки и радиометрических измерений источниками повышенного шума являются применяемые инструменты и приспособления, например шкаф вытяжной ЗШНЖ, измельчитель LB20ES, стерилизатор воздушный и др.

На рабочих местах лабораторий радиометрии и спектрометрии при выполнении основных и вспомогательных работ уровни шума не должны превышать 80 дБА. Это предельно допустимое значение в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и Сан-ПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и рабочих зданий».

Нормирование шума – важнейшее мероприятие в борьбе с его вредным влиянием на организм человека.

Нормативными документами устанавливается классификация основных средств и методов защиты от шума. На практике, в том числе для подразделений радиационного контроля, наиболее эффективным считается ком-

плексный подход к защите от шума: уменьшение шума в источнике его возникновения; изменение направленности излучения шума и уменьшение шума на пути его распространения средствами звукоизоляции и звукопоглощения.

Известно, что недостаточное освещение ухудшает зрение, способствует появлению преждевременной усталости и ослабляет внимание, что может привести к несчастным случаям. Чрезмерное яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочее место работника ПРК может создать резкие тени, блики, дезориентированность работающего, а в дальнейшем привести к профессиональным заболеваниям.

Работникам лаборатории радиометрии и спектрометрии до 3-4 часов в день приходится работать за видео дисплейными терминалами, поэтому рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видео дисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях ПРК должно осуществляться системой общего равномерного освещения. При этом на рабочих местах, в случаях работы с документами, следует к общему освещению дополнительно устанавливать светильники, предназначенные для освещенности зоны расположения документов, которая должна быть от 300 до 500 лк, а на поверхности экрана - не более 300 лк, не создавая при этом бликов на поверхности экрана.

Следует также ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м² (кандел на метр квадратный).

Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м².

Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях не должен превышать 20 ед. Показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях - не более 40 кд/м².

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м², защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов. Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания или галогенных.

Для освещения помещений с ПЭВМ следует применять светильники с зеркальными параболическими решетками, укомплектованными электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА). Допускается использование многоламповых светильников с электромагнитными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА), состоящими из равного числа опережающих и отстающих ветвей.

Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

При отсутствии светильников с ЭПРА лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

Общее освещение при использовании люминесцентных светильников следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения работника при рядом расположении видео дисплейных терминалов. При расположении компьютеров по периметру их линии должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

Коэффициент запаса (K_z) для осветительных установок общего освещения должен быть равным 1,4, коэффициент же пульсации не должен превышать 5%. Рекомендуется проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год, при этом соблюдая своевременность замены перегоревших ламп.

Изучение психологических особенностей труда работников ПРК, трудовая деятельность которых связана с воздействием ионизирующего излучения – показало наличие у них значительного нервно-психического напряжения в пределах всего рабочего времени. При этом изменяются данные, определяющие внимание и кратковременную память. Центральная нервная система характеризуется увеличением скрытого периода зрительно-моторной реакции. По окончании рабочего времени могут наблюдаться головные боли, учащенное сердцебиение, нарушение сна и прочее.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия делят на физические и нервнопсихические перегрузки. Нервно-психические перегрузки подразделяют на умственное пе-

ренапряжение, перенапряжение анализаторов, эмоциональные перегрузки и монотонность труда.

Опасные ситуации, такие как нарушение режимов труда и отдыха, большая напряженность труда могут привести к возникновению патологического функционального состояния организма и к травматизму.

При выполнении основных и вспомогательных работ для работников в лабораториях радиометрии и спектрометрии в соответствии с СНП и ГН 13-2-2007 «Гигиеническая классификация условий труда» характерны следующие показатели напряженности трудового процесса:

1. Интеллектуальные нагрузки. Содержание работы, восприятие сигналов (информации) и их оценка, распределение функций по степени сложности задания, характер выполняемой работы.

2. Сенсорные нагрузки. Длительность сосредоточенного наблюдения (в % от времени смены), плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы, число производственных объектов одно-временного наблюдения, размер объекта различия (при расстоянии от глаз до объекта различия не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены), работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.д.) при длительном сосредоточии наблюдения (% времени смены), наблюдение за экраном ВДТ (часов в смену): -при буквенно-цифровом типе отображения информации; -при графическом типе отображения, нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов).

3. Эмоциональные нагрузки. Степень ответственности за результат собственной деятельности, значимость ошибок, степень риска для собственной жизни, степень ответственности за безопасность других лиц.

4. Монотонность нагрузки. Число элементов (приемов) для реализации простого задания или многократно повторяющейся операции, продолжительность выполнения простых производственных заданий или повторяющихся операций, монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены).

5. Режим работы. Сменность работы.

Оптимальный режим труда и отдыха – важнейшее условие поддержания высокой работоспособности человека. Под режимом труда понимают порядок чередования и продолжительность периодов труда и отдыха. При введении на определенное время в течение трудового дня физиологически обоснованных перерывов и их рациональном использовании можно предотвратить и замедлить наступление утомления. Регламентированные паузы эффективны на начальных стадиях появления утомления и если не ухудшают вработываемость.

В соответствии с разработанной Инструкцией для организаций подразделений радиометрического контроля (ПРК), на основании требований: «Инструкции по санитарному содержанию помещений и оборудования производственных предприятий»; «Типового положения о санитарной лаборатории»; Основных санитарных правил; Санитарным правилам обращения с радиоактивными отходами; Инструкций по эксплуатации радиометрических приборов; ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия» помещения для проведения радиометрического контроля должны удовлетворять следующим требованиям:

- размещены вдали от объектов, создающих сильные магнитные и высокочастотные поля, источники вибрации, шума (с уровнем выше 90 дБ);
- изолированы от химико-физических лабораторий, электролитических цехов и других производственных участков, из которых могут проникать пыль, агрессивные пары и газы.

Помещения подразделений радиометрического контроля должны состоять:

- из помещения для подготовки проб площадью не менее 10 м^2 ;
- из помещения для проведения измерений площадью $10\text{--}15\text{ м}^2$;

В помещениях для подготовки проб необходимо наличие горячего и холодного водоснабжения.

Полы рекомендуется покрывать линолеумом, резином, пластиком.

Стены окрашены масляной краской светлых тонов или керамической плиткой.

Для предотвращения загрязнения производственной сферы радиоактивными веществами необходимо оборудовать защитный контейнер для временного хранения радиоактивных отходов.

Не допускается размещение проб, подлежащих измерению или уже измеренных, в непосредственной близости к блоку детектирования. Указанные пробы должны храниться в отдельном специальном помещении или вне передвижной лаборатории.

Контрольные источники необходимо хранить в сейфе. Для обработки результатов измерений специалист должен быть обеспечен микроалькулятором.

Прибор обслуживается лицом, прошедшим специальное обучение для работы с радиометрами и высокими напряжениями.

При размещении установке радиометров должны соблюдаться требования инструкций по эксплуатации приборов и общим нормам:

- ширина прохода не менее 1,5 м;
- свободное пространство вокруг стационарных приборов не менее 1 м;
- расстояние между рабочими столами при одном рабочем месте за столом не менее 0,8 м; при двух рабочих местах не менее 1,5 м.

Блок детектирования рекомендуется расположить на расстоянии не менее 1,5 м от стенок здания, отопительных батарей и нагревателей.

Радиометры устанавливаются в закрытых отапливаемых помещениях в условиях, соответствующих ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».

Блоки детектирования БДЖБ/05П, БДЖБ-06П и БДЖБ-06П – радиометры РУБ-01П следует размещать в свинцовой защите на механически подвижном основании, а блок детектирования БДКП-03П в штатной свинцовой защите ЖШ5. 177.385. Радиометры должны быть надежно заземлены в установленном месте.

Заключение

Для сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности необходимо применять правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Анализ комплексной гигиенической оценки условий труда работников подразделений радиационного контроля позволяют обосновать первоочередность выполнения мероприятий по улучшению условий труда, проведения коренного улучшения состояния условий труда с плановой заменой устаревших технологий и оборудования на современные, выполненные с учетом гигиенических норм и требований.

Важное значение имеет обучение работающих безопасным методам и приемам по охране труда, стажировка на рабочих местах и проверка знаний требований по охране труда; проведение аттестации рабочих мест по условиям труда.

Литература

1. О радиационной безопасности населения: Закон Республики Беларусь от 05.01.1998г. №122-з // Ведомости Национального Собрания Республики Беларусь. 1998г.- № 5- 25с.: с изм. и доп.: 21 декабря 2005 г. № 72-3 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2006 г., № 2, 2/1169)
2. ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».
3. ГН 2.6.1.8-127-2000 Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000): -Утв. Министер. здравоохранения Республики Беларусь от 25 января 2000 г. № 5
4. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и меры защиты от шума.
5. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве.-Москва: Колос, 2000. – 424 с
6. О продолжительности смены свыше 12 часов для отдельных категорий работников:- Утв. Советом Министров Республики Беларусь от 25 января 2008 г. № 104

7. О сокращенной продолжительности рабочего времени за работу с вредными и (или) опасными условиями труда:- Утв. Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь от 10 декабря 2007 г. № 170

8.Отчеты о работе Института радиационной безопасности «Белрад» по эксплуатации и анализу работы местных центров радиационного контроля за 2003-2006 гг.

Abstract

At the moment, the high level of industrial accidents and occupational diseases agriculture of Belarus, give reason to believe that improving conditions and safety of workers is an urgent task and needs to be addressed.

УДК 621.43

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ ПРИ РАБОТЕ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

**В.М. Капцевич¹, д.т.н., профессор, П.С. Чугаев¹, ст. преподаватель,
Н.К. Лисай², к.т.н., доцент, Д.М. Булыга³**

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, ²ДП «Мостовская сельхозтехника», г. Мосты, ³Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, п. Светлая роца Борисовский район, Республика Беларусь

Анализ пожаров возникающих в процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники показывает [1], что создание чрезвычайных ситуаций начинается с образования искр выбрасываемых с выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания. Искры представляют собой горящие частицы, движущиеся в газовом потоке.

Причиной образования искр в двигателях внутреннего сгорания автомобилей, тепловозов, тракторов, комбайнов и др. является нагар, образующийся при сгорании топлива и моторных масел и оседающий на внутренних стенках выпускной системы. Он состоит из высококонденсированной органической части зольного остатка представляющий собой коксообразующие отложения.

При сгорании бензина нагара образуется меньше, чем при сгорании дизельного топлива, так как бензин содержит меньше тяжелых углеводородов, склонных к коксообразованию. Кроме того неполнота сгорания топлива способствует большему образованию нагара.

Авторы [1] утверждают, что при сгорании 100 кг дизельного топлива в двигателе образуется примерно 150 г нагара. Если двигатель не отрегулирован и масло попадает в камеру сгорания, то оно также может быть источником образования нагара. При этом масло по сравнению с дизельным топливом способствует образованию большого количества нагара. Возрастанию образования нагара способствует присутствие в масле металлической и минеральной пыли.

Вибрация двигателя и машины в целом приводит к периодическому отрыву кусочков нагара и выбросу их с потоком выхлопных газов в атмосферу в виде горящих частиц – искр.

По своей природе и потенциальной опасности частица нагара близка к обычной горящей частице (искре), которую уносит поток выхлопных газов. Длина разлета таких частиц зависит от высоты расположения выхлопной трубы двигателя.

Образующиеся искры, могут быть различных размеров и начальной температуры. Очевидно, что, чем больше частица и выше ее температура, тем больше вероятность возникновения пожара. Так, в работах [1-2] приводятся следующие данные: искра диаметром 2 мм пожароопасна, если имеет температуру 1000 °С, диаметром 3 мм – 800 °С, а диаметром 5 мм – 600 °С.

В работе [2] указывается, что искра представляет опасность до тех пор, пока она не охладится до температуры 200 – 250 °С, т. е. до температуры воспламенения таких сгораемых материалов, как солома, древесина, бумага, ткани и т. д.

Перечисленные проблемы являются не только прерогативой отечественной техники, объясняемые ее изношенностью и низким качеством. В США [3] многие пожары трав и валежника вдоль железнодорожных путей возникают из-за искр, от дизельных локомотивов. При некоторых режимах работы двигателя, они вылетают в горящем виде и могут привести к воспламенению сухой травы вдоль путей на некотором расстоянии от них. Кроме локомотивов системы выхлопных газов внедорожных мотоциклов и грузовиков также выбрасывают горячие частицы углерода. Поэтому во многих штатах законодательство требует устанавливать искрогасители на всех двигателях, работающих в пожароопасной зоне. Некоторые транспортные средства могут работать в лесных массивах, только если на них установлены искрогасители.

По данным [4] в Западной Германии с 1965 по 1985 г.г. имели место 426 пожаров. В 26% случаев их причиной были горящие частицы нагара. В деревообрабатывающей промышленности 27 % пожаров обусловлено искрами а в пищевой промышленности – 23 %.

Статистика пожаров в Республике Беларусь в период с 2002 г. по июль 2012 г. показывает что, на объектах и технике, занятой в уборке, перера-

ботке и хранении урожая произошло в общем количестве 380 пожаров [5]. Основные их источники представлены на рисунке 1 [5]: в 51,3 % случаев причиной возникновения пожаров послужили трактора, в 16,8 % – комбайны, 16,3 % произошли на зерносушильных комплексах, 7,1 % – на зерноскладах. При этом пожарами уничтожены 104 единицы техники, а также уничтожено 415 тонн зерна и грубых кормов [5].



Рисунок 1 – Основные источники возникновения пожаров на объектах и технике, занятой в уборке, переработке и хранения урожая в период с 2002 г. по июль 2012 г.

Основные причины пожаров на объектах и технике занятой в уборке, переработке и хранения урожая за рассматриваемый период представлены на рисунке 2 [5].

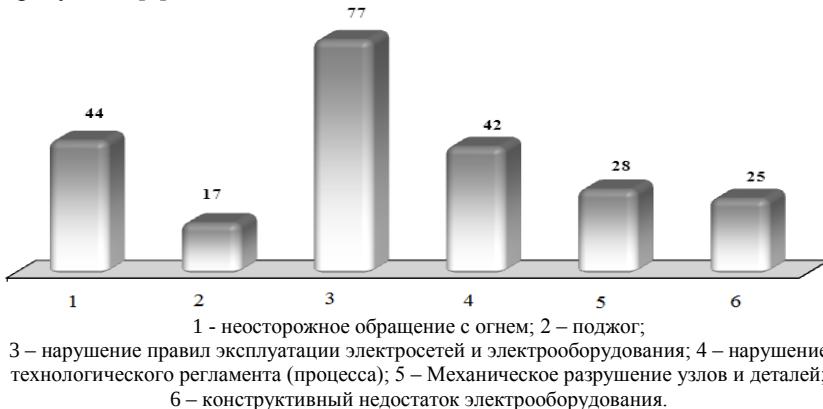


Рисунок 2 – Основные причины пожаров на объектах и технике, занятой в уборке, переработке и хранения урожая в период с 2002 года по июль 2012 г.

По причине «Нарушение технологического регламента (процесса)» основными источниками зажигания были нагретая поверхность сушилки (14

пожаров), нагретый газ сушилок (5 пожаров), воздействие на вещество тепла (5 пожаров), искры от двигателя внутреннего сгорания (4 пожара).

По причине «Конструктивный недостаток электрооборудования» основными источниками зажигания явились короткое замыкание (24 пожара) и искры от двигателя внутреннего сгорания (1 пожар).

В качестве примера пожара от искр можно привести случай, произошедший 06.08.2011 года в 15⁴⁶ в Брестской области, Малоритском районе, д. Мокраны на автостраде Е85 [6]. По прибытии к месту вызова было установлено, что происходит открытое горение сена в рулонных тюках, в количестве 8 штук, находящегося в тракторном прицепе ПТС-9, принадлежащем СПК «Мокраны». В 15⁵¹ пожар был локализован, в 16¹⁰ — ликвидирован. В результате пожара, огнем было повреждено 1,5 т сена. Причиной пожара явился вылет искры из глушителя трактора МТЗ-82, принадлежащего СПК «Мокраны». Последствия пожара показаны на рисунке 3.



Рисунок 3 – Последствия пожара в д.Мокраны Малоритского района Брестской области (06.08.2011 г.)

Заключение

Во всех развитых странах проводится большая профилактическая работа с целью повышения пожарной безопасности проведения технологических процессов сельскохозяйственного производства, эксплуатации промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений. Благодаря этим мероприятиям удастся своевременно зафиксировать и предотвратить переход многих возгораний в пожары. Однако, несмотря на проведение многочисленных противопожарных мероприятий, ежедневно в мире происходят тысячи небольших и десятки крупных пожаров и взрывов, в том числе и от искр системы выпуска выхлопных газов сельскохозяйственной и автотракторной техники, которые становятся причиной экологических катастроф, человеческих жертв и наносят значительный материальный

ущерб. Поэтому использование огнепреграждающих устройств на объектах и технике, занятой в уборке, переработке и хранении урожая является актуальным и необходимым.

Литература

1. Таубкин, С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы / С.И. Таубкин. – М.: ВНИИПО, 1999. – 600 с.
2. Расследование пожаров: пособие для работников Госпожнадзора. – М.: ВНИИПО, 1993. – 2 ч.
3. DeHaan, J.D Fire Investigation / J.D. DeHaan - Bredy Prentice Hall, 1997. – 496 с.
4. Республики Беларусь Бабкин В.С., Потытняков СИ., Лаевский Ю.М., Дробышевич В.И. Пожаростойкость огнепреградителей. В кн. Пожарная профилактика. Сб. Научн. Тр. - М.: ВНИИПО, 1982, С.111-114.
5. Статистика пожаров в Республике Беларусь за 2002-2012 гг. (по данным МЧС).
6. Виртуальный Брест [Электронный ресурс] / авт. проекта А. Кухарчик, Ю. Кухарчик. – Брест, 2001.

УДК 621.43

СТРУКТУРНЫЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТЧАТЫХ ИСКРОГАСИТЕЛЕЙ

**В.М. Капцевич¹, д.т.н., профессор, П.С. Чугаев¹, ст. преподаватель,
Д.М. Булыга²**

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, ²Государственное учреждение образования «Институт переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики Беларусь, п. Светлая
роща, Борисовский район, Республика Беларусь*

Согласно нормативно-правовым актам, действующим в Республике Беларусь [1], на системах выпуска отработанных газов двигателей самоходных шасси, косилок, тракторов, автомобилей, комбайнов должны быть установлены искрогасители. Их отсутствие или неисправность приводит к серьезным и чрезвычайным последствиям, связанным с пожарами на полях во время уборки зерновых культур, заготовке грубых кормов, т. к. солома и ворох представляет собой легковоспламеняющуюся массу.

Искрогасители, устанавливаемые на выхлопные системы и обеспечивающие улавливание и тушение искр и продуктов сгорания, образующихся при работе двигателя, подразделяют на динамические и фильтрационные. В свою очередь фильтрационные, в которых выхлопные газы очищаются при прохождении через пористые перегородки, по типу пламегасящего

элемента подразделяются на сетчатые искрогасители и искрогасители состоящие из гранулированного материала.

Среди вышеперечисленных сетчатые искрогасители обладают рядом преимуществ: низким гидродинамическим сопротивлением, несложной конструкцией и простотой обслуживания.

Целью настоящей работы является установление взаимосвязи между структурными и гидродинамическими характеристиками сетчатого материала, и перепадом давления для двигателей внутреннего сгорания различной мощности.

При построении модели будем учитывать, что основными структурными параметрами сетчатого материала являются диаметр проволоки d и шаг плетения l , а сам материал представляет собой сетчатый пакет, состоящий из нескольких сеток, уложенных стопкой одна на другую. Гидродинамические характеристики будут характеризовать перепад давления на сетчатом пакете, который, в свою очередь, непосредственно связан с площадью сетчатого пакета и количеством выхлопных газов, проходящим через выпускную систему. В рассматриваемом случае площадь сетчатого пакета является конструкционным параметром искрогасителя, а расход выхлопных газов Q определяется объемом цилиндров двигателя $V_{ц}$ и частотой вращения коленчатого вала n . Для четырехтактного двигателя взаимосвязь между Q , $V_{ц}$ и n определяется соотношением [2]

$$Q = \frac{V_{ц} n}{2}. \quad (1)$$

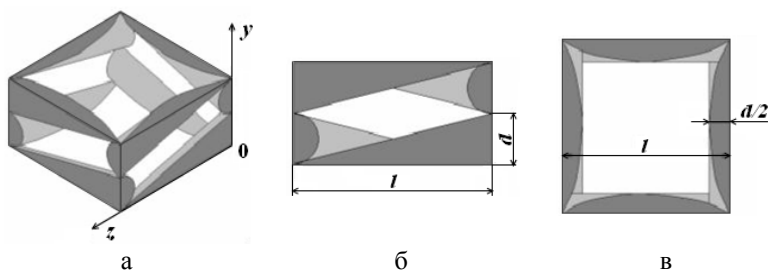
Мощность дизельных двигателей, объем цилиндров, частота вращения коленчатого вала, а также марки сельскохозяйственной техники, на которой устанавливаются двигатели, приведены в таблице.

Таблица – Характеристики дизельных двигателей

Марка двигателя	Мощность, кВт	$V_{ц}$, см ³	n , об/мин	Марки сельскохозяйственной техники
СМД 62/64	121,3	9150	2100	T-150, T-156, T-150K, ДТ-75, КСК-4-1, КС-6, СКПР-6
Д 260	200	7100	2200	МТЗ-1221, МТЗ-1522
Д 240	55,1	4740	2200	МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-82.1

При расчете структурных и гидродинамических свойств сетчатого пакета воспользуемся результатами работы [3]. В ней для расчета свойств

объемно-сетчатого материала, которым является сетчатый пакет, использовался подход, основанный на построении элементарной ячейки, выделяемой из регулярной упаковки структурных элементов пористого тела. Модель такой элементарной ячейки в виде прямоугольного параллелепипеда для объемно-сетчатого материала, выделенного из сетчатого пакета, представлена на рисунке 2. Размеры характеризуются диаметром проволоки d и шагом плетения проволоки в сетке l .



а – общий вид; б – вид сбоку; в – вид сверху

Рисунок 1 – Модель элементарной ячейки объемно-сетчатого фильтрующего материала

Для такой модели были рассчитаны [3] структурные свойства: зависимость пористости Π и размера пор d_{Π} , а также гидродинамические свойства — вязкостный коэффициент проницаемости k_{μ} от значений d и l :

$$\Pi = 1 - \frac{\pi d}{4l}; \quad (2)$$

$$d_{\Pi} = l - d; \quad (3)$$

$$k_{\mu} = \frac{ld^3}{54(l-d)^2}. \quad (4)$$

Рассмотрим течение газового потока через сетчатый пакет, состоящий из a слоев сетки. Для этого воспользуемся законом Дарси [3].

$$Q = \frac{k_{\mu} \Delta P}{\mu H} S, \quad (5)$$

где Q – расход газа, $\text{м}^3/\text{с}$;

k_{μ} – коэффициент проницаемости, м^2 ;

ΔP – перепад давления на сетчатом пакете, Па;

μ – кинематическая вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$;

H – толщина сетчатого пакета, м;

S – площадь поверхности сетчатого пакета, м^2 .

Из выражения (5) определим значение перепада давления ΔP на сетчатом пакете.

$$\Delta P = \frac{\mu Q H}{k_{\mu} S} \quad (6)$$

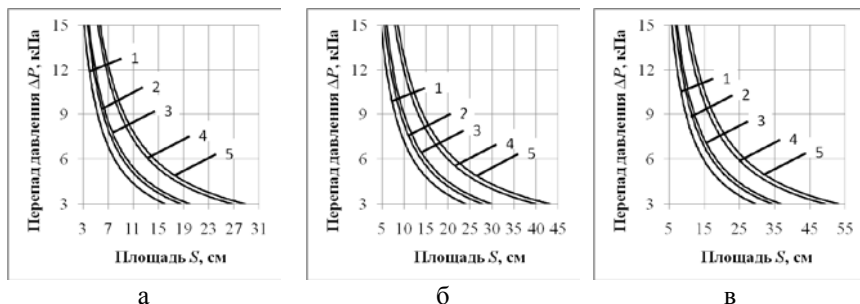
Используя выражения (1), (4) и учитывая, что толщина сетчатого пакета состоящего из a слоев сетки, равна $H = a \cdot d$ выразим значение ΔP следующим образом:

$$\Delta P = \frac{27(l-d)^2 a \mu n V_{\text{ц}}}{l d^2} S. \quad (7)$$

Уравнение (7) позволяет устанавливать взаимосвязь между перепадом давления ΔP и площадью сетчатого пакета S искрогасителя в зависимости от диаметра проволоки d и шага плетения l сетчатого материала, а также характеристик двигателя, а именно, объема цилиндров двигателя $V_{\text{ц}}$ и частоты вращения коленчатого вала n .

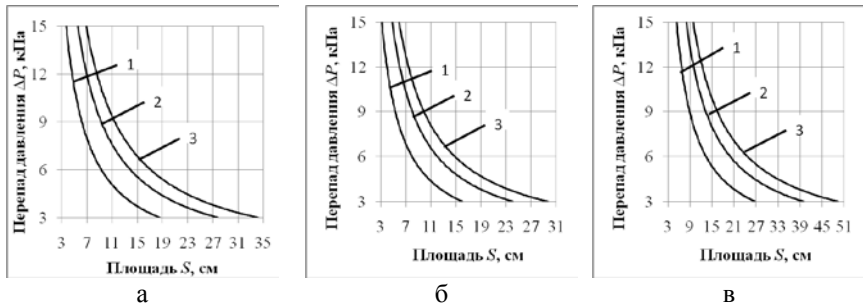
Используя полученное выражение (7) установим взаимосвязь перепада давлений ΔP от площади сетчатых пакетов S для различных типов двигателей (таблица) и возможных вариантов искрогасителей. Рассмотрим пять вариантов искрогасителей, каждый из которых представляет собой пакет из трех сеток с различными значениями диаметров d и шагами плетения l .

Результаты расчетов, выполненные для различных вариантов искрогасителей и типов двигателей представлены на рисунке 2, 3.



а – двигатель Д 240; б – двигатель Д 260; в – двигатель СМД 62/64; 1 – $l = 880$ мкм, $d = 250$ мкм; 2 – $l = 1350$ мкм, $d = 350$ мкм; 3 – $l = 90$ мкм, $d = 215$ мкм; 4 – $l = 70$ мкм, $d = 170$ мкм; 5 – $l = 150$ мкм, $d = 550$ мкм.

Рисунок 2 – Зависимость перепада давления ΔP на сетчатых пакетах от их площади S для различных типов двигателей и вариантов искрогасителей



а – $l = 1350$ мкм, $d = 350$ мкм; б – $l = 880$ мкм, $d = 250$ мкм; в – $l = 70$ мкм, $d = 170$ мкм;
1 – двигатель Д 240; 2 – двигатель Д 260; 3 – двигатель СМД 62/64

Рисунок 3 – Зависимость перепада давления ΔP на сетчатых пакетах от их площади S для различных вариантов искрогасителей и типов двигателей

Представленные на рисунках 2, 3 зависимости позволяют определять площадь сетчатого пакета в зависимости от перепада давления на искрогасителе для рассмотренных типов двигателей и могут служить основой для проектирования сетчатых искрогасителей.

Литература

1. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов сельскохозяйственного производства: ППБ 2.36-2008. – Введ. 01.02. 09. – Минск, 2009. – 78 с.
2. Исследовать методы локализации пламени: отчет о НИР / ВНИИТБХП. – Северодонецк, 1975. - .145 с. - № ГР 2.
3. 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.

УДК 622.867.322:614.894

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ФИЛЬТРА НА ДИНАМИКУ СОРБЦИИ ВРЕДНОЙ ПРИМЕСИ

С. Г. Ехилевский, д.т.н., профессор, Е.П. Потапенко

УО «Полоцкий государственный университет», г. Полоцк, Республика Беларусь

Исследовано влияние ненулевых начальных условий на формирование квазистационарного профиля концентрации CO_2 в протекающем через регенеративный патрон воздухе и распределение связанного углерода в толще кислородсодержащего продукта. Получены уравнения в частных производных, описывающие кинетику сорбции и баланс молекул углекислого газа. Развита итерационная процедура их решения, положенная в основу сколь угодно точного численного экспериментирования. Смоделированы процессы, развивающиеся в регенеративном патроне при десорбции связанного углерода из частично или полностью отработанного патрона.

Введение

В классической постановке при математическом моделировании сорбции углекислого газа в изолирующих дыхательных аппаратах пользуются стационарными краевыми и нулевыми начальными условиями [1-3]. Это означает неизменность режима фильтрации и отсутствие связанного углерода в толще кислородсодержащего продукта в момент включения шахтера или горноспасателя в аппарат. В работе [4] соответствующие результаты обобщены на случай переменной концентрации молекул CO_2 на входе в фильтр, что позволило адекватно смоделировать аппараты с круговой схемой воздухопроводной части [5] и неоднородно снаряженными регенеративными патронами [6]. Однако остаются реальные ситуации, моделирование которых требует учета начальной загрязненности регенеративного патрона. Например, после изменения физической нагрузки шахтера заново формируется структура работающего слоя хемосорбента. И происходит это на фоне уже имеющегося распределения связанного углерода, отражающего особенности динамики сорбции в предыдущем режиме эксплуатации аппарата. Аналогичная ситуация возможна и при реверсе воздушного потока [7].

Чтобы адекватно моделировать описанные ситуации необходимо обобщить развитый в [3, 4] формализм на случай ненулевой и неоднородной начальной загрязненности регенеративного патрона. Решению этой задачи посвящена данная публикация.

Основная часть

Рассмотрим плоско-параллельное течение воздуха через кислородсодержащий продукт. Если скорость фильтрации v постоянна, то эволюция объемной концентрации W молекул CO_2 в токе воздуха и плотности связанного углерода U описывается уравнениями (7), (8) работы в [4] отражающими баланс молекул углекислого газа и кинетику сорбции

$$-vW'_x = (W + U)_t' \quad (1)$$

$$U'_t = \beta(W - \gamma U), \quad (2)$$

где t – время, x – координата, растущая в направлении течения, а β и γ – феноменологические постоянные, характеризующие скорость и ресурс реакции. После формирования квазистационарного распределения W первым слагаемым в правой части (1) можно пренебречь (подробнее см. получение (10) в [4])

$$-vW'_x = U'_t. \quad (3)$$

Подставив (2) в (3), получим

$$-vW'_x = \beta(W - \gamma U). \quad (4)$$

Чтобы сделать дальнейшее описание универсальным и не зависящим от вида аппарата и режима его эксплуатации, перепишем уравнения (1), (2) в терминах введенных в [3] безразмерных переменных

$$\xi = \beta x / v, \quad \tau = \beta \gamma t, \quad (5)$$

и приведенных концентраций

$$\omega = W / W_0, \quad u = \gamma U / W_0, \quad (6)$$

где W_0 – некоторая постоянная, имеющая размерность объемной концентрации и задающая характерный масштаб ее изменения в рассматриваемой задаче. В результате, уравнения (4), (2) примут вид

$$-\omega'_\xi = \omega + u, \quad (7)$$

$$u'_\tau = \omega - u. \quad (8)$$

Воспользовавшись линейностью (8) выразим в общем виде $u(\xi, \tau)$ через $\omega(\xi, \tau)$

$$u(\xi, \tau) = e^{-\tau} \left(u(\xi, 0) + \int_0^{\tau} e^{\tau} \omega(\xi, \tau) d\tau \right), \quad \tau \geq 0 \quad (9)$$

где $u(\xi, 0)$ - начальная загрязненность патрона.

Подставив (9) в (7), получим уравнение для определения ω

$$-\omega'_{\xi}(\xi, \tau) = \omega(\xi, \tau) - e^{-\tau} \left[u(\xi, 0) + \int_0^{\tau} e^{\tau} \omega(\xi, \tau) d\tau \right], \quad \tau \geq 0. \quad (10)$$

Его решение будем искать в виде ряда

$$\omega(\xi, \tau) = e^{-\tau} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f_n(\tau)}{n!} \xi^n, \quad (11)$$

где $f_n(\tau)$ - неизвестные функции, подлежащие дальнейшему определению. Чтобы найти $f_n(\tau)$ подставим (11) и разложение начальной загрязненности в уравнение (10). Выполнив после этого почленное дифференцирование и интегрирование, приравняем коэффициенты при одинаковых степенях ξ

$$f_{n+1}(\tau) = u_{\xi}^{(n)}(0, 0) + \int_0^{\tau} f_n(\tau) d\tau - f_n(\tau), \quad n = 0, 1, 2 \dots \quad (12)$$

Рекуррентное соотношение (12) позволяет по известному $f_0(\tau)$ последовательно вычислить все $f_n(\tau)$ до какого угодно номера. Согласно (11) $f_0(\tau)$ связано со значением $\omega(0, \tau)$ приведенной концентрации углекислого газа на входе в поглощающий слой. Положив в (11) $\xi = 0$, получим:

$$f_0(\tau) = e^{\tau} \omega(0, \tau) \quad (13)$$

Соотношения (6), (9), (11) – (13) позволяют с любой требуемой точность вычислить концентрацию углекислого газа в регенерируемом воздухе и распределение связанного углерода в толще кислородсодержащего продукта при наличии произвольной начальной загрязненности патрона и переменной концентрации молекул CO_2 на входе в фильтр.

В частности, при отсутствии начальной загрязненности $u(\xi, 0) = 0$ и постоянной концентрации сорбтива на входе в фильтр $\omega(0, \tau) = 1$ с помощью (9), (11) – (13) получается известный результат (см. (10) в [3] и (21) в [5] при $\alpha = 1$)

$$u1(\xi, \tau1 + \tau) \equiv u(\xi, \tau), \quad (14)$$

$$u1(\xi, \tau) = 1 - e^{-\tau} \left(1 - e^{-\xi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi^n}{n!} \sum_{k=1}^n \frac{\tau^k}{k!} \right). \quad (15)$$

Тестом на правильность новой теории может служить следующее рассуждение. Выберем момент времени $\tau1$ в (15) качестве начального для соотношений (9), (11) – (13). В этом случае в качестве $u(\xi, 0)$ в (9), (10) следует подставить $u1(\xi, \tau1)$. При этом

$$u_{\xi}^{(n)}(0, 0) = u1_{\xi}^{(n)}(0, \tau1) = \sum_{k=0}^n (-1)^{n-k} C_n^k \left(1 - e^{-\tau1} \sum_{m=0}^k \frac{\tau1^m}{m!} \right), \quad (16)$$

в чем можно убедиться непосредственно, где C_n^k - числа сочетаний из n объектов по k .

Дальнейшее описание эволюции приведенной концентрации можно осуществлять как с помощью формул (14), (15) так и с помощью (9), (11) – (13) с $\omega(0, \tau) = 1$ в (13), так как на входе в продукт поддерживается постоянная концентрация CO_2 . При этом, очевидно, что в соответствие с изложенным, для любых положительных ξ и τ должны выполняться тождества:

$$\omega1(\xi, \tau1 + \tau) \equiv \omega(\xi, \tau), \quad u1(\xi, \tau1 + \tau) \equiv u(\xi, \tau), \quad (17)$$

т.к. оба формализма описывают одну и ту же задачу динамики сорбции, что и подтверждают выполненные в MathCAD расчеты.

Поскольку при получении (9), (11) – (13) не использовалось ограничение $\omega \geq u$, с помощью развитого формализма можно моделировать процесс десорбции CO_2 или очистки отработанного фильтра. В такой постановке:

$$u(\xi, 0) = 1 = u_{\xi}^{(0)}(0, 0), \quad u_{\xi}^{(n)}(0, 0) = 0, \quad n \neq 0, \quad (18)$$

а на вход фильтра поступает чистый воздух $\omega(0, \tau) = 0$, что согласно (13) означает:

$$f_0(\tau) = 0, \quad (19)$$

Подставив (18), (19) в (12), (13) получим, выполнив интегрирование по τ

$$f_n(\tau) = - \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^{n-k} C_{n-1}^k \frac{\tau^k}{k!}. \quad (20)$$

На рисунках 1, 2 представлены построенные с помощью (9), (11), (18), (20) зависимости приведенной концентрации CO_2 и плотности связанного углерода как функции координаты для различных моментов времени. Видно, что в процессе фильтрации происходит загрязнение чистого воздуха и вымывание связанного углерода. По мере освобождения лобовых слоев ф

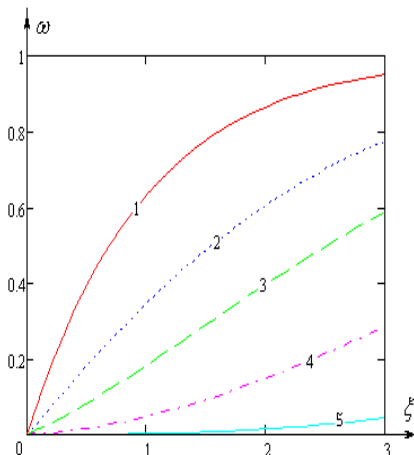


Рисунок 1 – Зависимость приведенной концентрации сорбтива от координаты при регенерации фильтра: 1 - $\tau = 0$; 2 - $\tau = 1$; 3 - $\tau = 2$; 4 - $\tau = 4$; 5 - $\tau = 8$

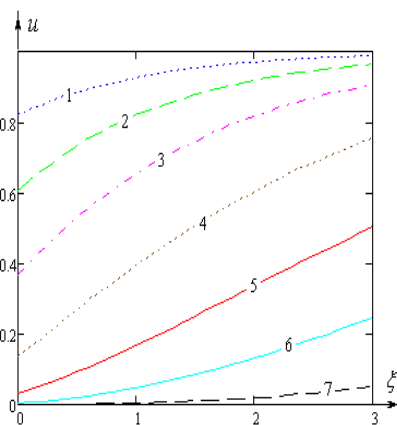


Рисунок 2 – Зависимость загрязненности фильтра от координаты при его регенерации: 1 - $\tau = 0.2$; 2 - $\tau = 0.5$; 3 - $\tau = 1$; 4 - $\tau = 2$; 5 - $\tau = 3.5$; 6 - $\tau = 5.5$; 7 - $\tau = 9$

Заключение

Таким образом, в работе развит формализм, позволяющий математически сколь угодно точно моделировать динамическую сорбционную активность при наличии неоднородной начальной загрязненности фильтра.

Литература

1. А.А.Жуховицкий, Я.Л.Забезинский, А.Н.Тихонов. Поглощение газа из тока воздуха слоем зернистого материала. 1 //Журнал физической химии.- 1945.-19, в.6.- С. 253-261.
2. Кримштейн А.А. Моделирование изолирующих дыхательных аппаратов на химически связанной кислороде/ А.А. Кримштейн, С.В Плотникова, В.И. Конова-лова, Б.В. Путин// ШК. Т.65. – 1992. – №11 – С. 2463 – 2469.

3. Пак В.В., Ехилевский С.Г., Овчаров В.К., Ильинский А.Э. Математическая модель рабочего процесса изолирующего шахтного респиратора // Изв. вузов. Горный журнал. - 1994, В.1. – С. 54-57.

4. Ехилевский С.Г., Ольшаников С.А., Потапенко Е.П. Влияние переменных краевых условий на квазистационарный профиль концентрации CO_2 в регенеративном патроне шахтного респиратора // Изв. вузов. Горный журнал. – 2013. - № 3. – С. 46 – 53.

5. Ехилевский С.Г., Голубева О.В., Ольшаников С.А., Потапенко Е.П. Математическая модель дыхательного аппарата на химически связанном кислороде с круговой схемой воздухопроводной части // Изв. Донецкого горного института. – 2013. – № 2. – С. 105 – 113.

6. Ехилевский С.Г., Ольшаников С.А. Оптимизация теплового режима шахтного самоспасателя на химически связанном кислороде // Изв. вузов. Горный журнал. – 2013. - № 6. – С. 35 – 42.

7. Патент 47440 Украина, кл. А 62 В. Изолирующий дихальний апарат / С.Г. Ехилевський, В.В. Пак, Е.Г. Ільїнський. Опубл. 15.07.02, Бюл. №7.

Abstract

To study the effect of non-zero initial conditions for the formation of quasi-stationary profile of CO_2 concentration in the flowing air through regenerative cartridge and distribution of fixed carbon in the bulk oxygen-containing product. Obtained partial differential equations describing the kinetics of sorption and the balance of carbon dioxide molecules. Developed an iterative procedure for their solution, forming the basis for arbitrarily accurate numerical experimentation. Modeled processes unfolding in regenerative cartridges during the desorption of bound carbon partially or completely spent cartridge .

УДК 502.633

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

М.П. Симонова-Лобанок, к.с.-х. н., доцент

*УО «Минский государственный высший авиационный колледж»,
г. Минск, Республика Беларусь*

В статье рассмотрены теоретические вопросы сущности процессных систем и практические аспекты ее применения на производственных предприятиях с целью повышения безопасности труда.

Введение

Проблемы безопасности труда на производственных предприятиях затрагивают многие стороны жизни и деятельности трудовых коллективов,

организацию производства. Сложность управления производством состоит в том, что решение проблем безопасности должны обеспечиваться на каждом этапе производственного процесса, на каждом технологическом цикле, на каждом рабочем месте.

Отсутствие системного подхода к решению проблем безопасности технологических процессов и производств, безопасность труда не позволяет решать научно обоснованные направления такой работы.

Очевидно, что традиционные методы повышения безопасности труда, являются не всегда эффективными и не соответствует современному уровню развития производства.

Для повышения безопасности труда на производственных предприятиях, необходимо переходить от системы управления охраной труда к использованию процессных систем.

Основная часть

К настоящему времени, на промышленных предприятиях сложилась достаточно стройная система управления охраной труда (СУОТ). Конечные задачи, решаемые данной системой, направлены на создание безопасных и безвредных условий труда в цехах, на участках и на каждом рабочем месте. Однако, каждая из указанных задач представляет собой сложную многофакторную и многокритериальную проблему, к решению которой должен привлекаться довольно большой круг руководящих работников и исполнителей. Для повышения безопасности труда на промышленных предприятиях необходимо не только и не столько путем реагирования на те или иные нарушения в области охраны труда повышать уровень безопасности труда, но и что более важно, прогнозировать эти нарушения. Учитывая многофакторность, многокритериальность данной проблемы, а так же то, что данные факторы и критерии зачастую взаимосвязаны между собой, необходимо использовать математические модели, многофункциональные системы, позволяющие с заданной достоверностью описывать такие процессы.

Для описания социальных, технических и других сложных систем используются процессные системы (ПС). Предприятие, завод, а также протекающие на них производственные и технологические и иные процессы, являются сложными системами и для их описания, представляется возможным использовать процессные системы. Процессная система – это совокупность объектов: входа, процесса, выхода, ограничений и обратной связи.[1] «Вход» определяет совокупность элементов, благодаря соединению которых протекает процесс и которые в процессе претерпевают изменения. «Выходом» называется результат (продукт) процесса. Выход делится на выход основной и побочный. «Процесс» определяется соотношением между входом и выходом. В любой системе можно выделить три вида процессов: основной, обеспечения и управления.

Основной процесс преобразует вход системы в основной выход. Основной процесс может состоять из нескольких подпроцессов. Обеспечивающие процессы преобразуют входы системы во входы основного процесса или выходы основного процесса во входы последующих систем. Управление (обратная связь) обеспечивает соответствие между фактическим и желаемым выходом путем изменения входа. Ограничение определяется совокупностью норм, правил, объемов, величин, факторов и т.п., устанавливающих требования к выходу данной системы.

Представим систему безопасности труда производственного предприятия в виде процессной системы. Входами в данную систему являются факторы, влияющие на безопасность трудовой деятельности (уровни безопасности производственных процессов, производственного оборудования, безопасность здания и сооружений, нормы санитарно-гигиенических условий труда, также качество подготовки и уровень обучения правилам и нормам охраны труда). Технологические процессы и производство не являются абсолютно безопасными процессами, поэтому основной выходной характеристикой процессной системы является некоторый уровень безопасности.

Побочными выходами системы являются, нарушение правил техники безопасности. Управлением безопасностью технологических процессов и производства осуществляет директор, руководители структурных подразделений, отдел охраны труда, профсоюзный комитет. Информация, поступающая с выхода всей процессной системы или с отдельных подсистем (производственный персонал, технологические процессы, работа механизмов и оборудования) анализируется соответствующими органами управления (директор, руководители структурных подразделений, сотрудники отдела охраны труда, представители профсоюзов) и сравнивается с заданными (входными) величинами. В случае необходимости производится коррекция. Коррекция производится путем внесения соответствующих изменений в подпроцессы и (или) в обеспечивающий процесс. Ограничения представляют собой допустимые концентрации вредных веществ на рабочем месте, другие нормируемые величины, представляющие собой угрозу жизни и здоровью производственному персоналу.

Заключение

На промышленном предприятии и/или цеху должна быть разработана своя процессная система, позволяющая оптимизировать деятельность предприятия, выстроить четкую и однозначную схему и последовательность действий, зафиксировать в своих документах алгоритм действия подразделений и работников направленный на повышение безопасности труда.

Литература

1. Симонова – Лобанок, М.П. Общая экология: монография /М.П. Симонова – Лобанок –Минск, Право и экономика, 2011.

Abstract

The article considers the theoretical issues essence of process systems and practical aspects of its application at industrial enterprises with the aim of improving health and safety.

УДК 631.158:345

**ВЛИЯНИЕ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА»
НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ**

А.Н. Гурина, ст. преподаватель, И.Н. Мисун, ст. преподаватель
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Главной причиной производственного травматизма в агропромышленном комплексе (АПК) является не столько техника и организация труда, сколько ошибки самого работника, который чего-то не учел, не предусмотрел или преднамеренно нарушил правила по охране труда, пренебрег предусмотренными средствами индивидуальной защиты или имеет недостаточно профессиональных знаний. Установлено [1-2], что виновниками несчастных случаев в 76,5% являются сами пострадавшие.

Введение

Анализ причин производственных аварий, сопровождающихся несчастными случаями на объектах АПК Республики Беларусь, показал, что одной из основных причин их возникновения являются ошибочные действия работников. Аналогичная ситуация характерна и для других отраслей. Так, по вине человека, управляющего техникой, происходит в мире около 45 % аварий на атомных станциях, 60 % авиакатастроф, 80 % катастроф на море и до 90 % автокатастроф [1]. 98 процентов аварий и несчастных случаев связано с опасными действиями персонала или опасными условиями труда, либо с совместным действием этих двух факторов. Поэтому одним из элементов, направленных на снижение аварийности и травматизма, является изучение предпосылок возникновения ошибочных действий персонала, то есть влияния «человеческого фактора» [3].

Основная часть

Из литературных источников известно, что если в средствах труда, условиях, организации и содержании деятельности не учитываются психофизиологические возможности и ограничения, присущие каждому человеку, то создаются предпосылки возникновения ошибок [4]. Существует ряд методов (профессиональный отбор, обучение, психофизиологическая подготовка и др.), предназначенных для выявления и учета этих возможностей и ограничений, тем самым направленных на снижение вероятности ошибочных действий работника.

Следует отметить, что «человеческий фактор» выражается, в основном, в неумении персонала непрерывно определять и оценивать реальные опасности на рабочих местах и принимать верное решение в сложившейся экстремальной обстановке. Происхождение «человеческого фактора» объясняется также наличием определенных индивидуально-психологических свойств, обуславливающих подверженность несчастным случаям, которая напрямую зависит от таких факторов, как быстрота реакции, концентрация и распределение внимания, координация движений и др. Поэтому довольно значительна доля «человеческого фактора» в ошибках работников, чьи психофизиологические возможности ограничены.

В отдельных научных трудах [5] предлагается определять «человеческий фактор» как показатель способности персонала своевременно и качественно выполнять поставленные задачи, проводить оценку и анализ данного фактора на основании фактической и необходимой численности работников для выполнения комплекса работ по безопасной эксплуатации технических средств, численности обученного персонала по определенным видам работ и числу допущенных персоналом нарушений требований производственной безопасности по виду работ. В свою очередь, деятельность работника может носить самый разнообразный характер, но в общем виде ее можно представить как четыре основных этапа [6–7]: восприятие поступающей информации, анализ и обобщение информации, принятие решения о необходимости выполнения действия и выполнение принятого решения.

Сбой или некорректное выполнение любого из этих этапов деятельности приводит к возникновению ошибочных действий, создает предпосылки для возникновения техногенных аварийных ситуаций. Поэтому на каждом из этапов работник должен совершать самоконтроль собственного поведения на производстве.

Изучение причин возникновения ошибок в процессе трудовой деятельности является одним из основных направлений в проблеме исследований профессиональной надежности работника. Так, по мнению некоторых исследователей, ошибки работников при эксплуатации технических средств в

значительной мере обусловлены просчетами в профессиональном отборе и классифицируются как:

- невыполнение требуемого действия;
- выполнение не требуемого действия;
- выполнения требуемого действия, но в ошибочной последовательности;
- неправильное выполнение требуемого действия.

Вероятность того, что поведение работника в условиях неопределенности приведет к нарушению производственной деятельности, зависит от его личных качеств: устойчивости к неопределенности, способности выдерживать и переносить такое состояние и умения искать и находить недостающую информацию.

При анализе психофизиологических аспектов надежности производственной деятельности работника могут иметь место ошибки, возникающие из-за восприятия (если работник не успел обнаружить, не узнал, не сумел различить отклонения хода технологического процесса от регламентного); памяти (забыл, не успел запомнить, не сумел удержать в памяти, сохранить); мышления (не понял, не успел схватить, не предусмотрел, не разобрался); внимания (не сумел удержать, не успел охватить всего, быстро устал). Так, среди причин ошибок недостатки восприятия отмечаются в 40–70% случаях, в переработке информации – 19–40%, неправильного принятия решения – 12–20% [8].

Безошибочность и надежность выполнения производственных функций работником зависит от умственных (психических), психологических его особенностей, квалификации и состояния здоровья. При этом в действиях человека выделяют три функциональные части [9]: мотивационную, ориентировочную, исполнительную. Ошибка любой из этих частей влечет за собой ошибочное действие в целом, которое может стать причиной возникновения аварий и несчастных случаев. Исходя из этого, причины возникновения опасных ситуаций и несчастных случаев можно условно разделить на три основные группы [9]:

– нарушение мотивационной части действий. Проявляется в нежелании выполнять определенные действия (человек недооценивает опасность, склонен к риску, отрицательно относится к трудовым и(или) техническим регламентам работ; возможно находится в состоянии стресса, алкогольного опьянения и т.д.);

– нарушение ориентировочной части действий: проявляется в незнании правил эксплуатации технических систем, требований по организации безопасного труда (неспособность к обучению, либо отсутствие профессиональной подготовки).

– нарушение исполнительной части: невыполнение правил, инструкций, предписаний и норм вследствие несоответствия психофизиологических воз-

возможностей человека условиям и требованиям производственной деятельности (недостаточная координация, плохая концентрация внимания и др.).

Заключение

Безотказно работающих машин и механизмов практически не существует, и при возникновении отказа в работе любого технического средства необходимо немедленное вмешательство человека, выполнение им функций управления. Это требует от работника большой ответственности, так как от правильности, своевременности, безошибочности и эффективности его действий зависит качество работы управляемой им системы, сохранность оборудования и жизни людей.

Литература

1. Кирюшкин, А.А. Человек как источник потенциальной опасности / А.А. Кирюшкин // Безопасность жизнедеятельности. – 2002. – №7. – С. 2 – 6.
2. Котик, М.А. Природа ошибок человека-оператора: на примере управления транспортными средствами / М.А. Котик, А.М. Емельянов. — М.: Транспорт, 1993. – 252 с.
3. Козлов, М.М. Предупреждение аварий и несчастных случаев на основе применения системы регистрации опасных ситуаций / М.М. Козлов, Б.Е. Прусенко // Нефть и газ. – 2003. – № 4 (54). – С. 56-63.
4. Козлов, В.В. «Человеческий фактор» как современная методология обеспечения надежного функционирования эргатических систем / В.В. Козлов // Безопасность жизнедеятельности. – 2004. – №7. – С. 7–10.
5. Гомоюнов, Ю.И. Анализ состояния промышленной безопасности в газораспределительной организации / Ю.И. Гомоюнов // Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 2. – С. 9–12.
6. Зельдович, Б.З. Вопросы психофизиологии труда в полиграфии / Б.З. Зельдович. – М.: МПИ, 1981. – 56 с.
7. Кулагин, Б.В. Основы профессиональной психодиагностики / Б.В. Кулагин. – Л.: Медицина, 1984. – 216 с.
8. Сарычев, С.В. Социально-психологические аспекты надежности группы в напряженных ситуациях совместной деятельности / С.В. Сарычев, А.С. Чернышев. – Курск: КГПУ, 2000. – 179 с.
9. Кочетков, В.В. Индивидуально-психологические проблемы принятия решений / В.В. Кочетков, И.Г. Скотникова. – М.: Наука. – 1993. – 141 с.

Abstract

The main cause of occupational injuries in the agricultural complex (APC) is not so much the technology and organization of work as the error of the worker, who did not realize something is not provided or deliberately violated regulations on labor protection, neglected provided with personal protective equipment, or does not have enough professional knowledge. Established [1-2] that the culprits of accidents in 76,5% are victims themselves.

УДК 631.158:345

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ В БИОГАЗ И УДОБРЕНИЯ

Г.А. Рускевич¹, научный сотрудник, В.М. Раубо², к.э.н., доцент,
Л.Д. Белехова², к.т.н., доцент, Д.С. Рыльцов², студент
¹РУП «Бел НИЦ «Экология», ²УО «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Целью исследования является определение эффективного технологического способа полной анаэробной переработки сельскохозяйственных отходов, в том числе с учетом специфической длительности цикла брожения отдельных компонентов. Рассмотрены технологии анаэробной переработки органических отходов животноводства, растениеводства, фермерских и перерабатывающих предприятий в биогаз и удобрения.

Создание и внедрение эффективного технологического способа достаточно полной анаэробной переработки сельскохозяйственных отходов, в том числе с учетом специфической длительности цикла брожения отдельных компонентов.

Введение

Развитие биотехнологических технологий уменьшает зависимость от импортированных энергоносителей, повышает ее энергетическую безопасность за счет организации энергоснабжения на базе местных возобновляемых ресурсов. Создает значительное количество новых рабочих мест (преимущественно в сельских районах), вносит большой вклад в улучшение экологической ситуации, придает импульс развитию сельского хозяйства.

Основная часть

Согласно предложенному способу включающему разделение отходов, загрузку части отходов в контейнеры и размещение их в биореакторе, предварительно проводят разделение отходов по фракциям, виду и составу субстратов с относительно одинаковой продолжительностью цикла брожения. Твердые отходы или фракции одного материала размещают в автономные проницаемые контейнеры, которые устанавливают в биореакторе с жидкими отходами с анаэробными микроорганизмами. Время пребывания контейнеров в реакторе не превышает времени цикла брожения органического субстрата.

Благодаря тому, что проводится разделение отходов по фракционному (твердая, жидкая) и видовому составу (солома, трава, ботва, листья, навоз, помет и т.п.) с помещением их в отдельные контейнеры, достигается

группирование исходных материалов по химической гомогенной однородности с относительно одинаковой скоростью сбраживания и соответственно с идентичной продолжительностью цикла брожения. Наличие автономных контейнеров позволяет производить их самостоятельную загрузку – выгрузку в зависимости от задаваемой степени и времени сбраживания заложенных в них органических веществ. Ускорение и интенсификация процессов метаболизма и метангенерации происходит вследствие погружения проницаемого контейнера в жидкую активную биомассу, которая проникает к твердым компонентам и засеивает субстрат анаэробными микроорганизмами. Создаются благоприятные химические, массообменные, температурные условия для сбраживаемых сред. Твердая составляющая субстратов в контейнерах в виде частиц, слоистых структур и другого с развитой поверхностью. Жидкие отходы, заполняющие емкость, сбраживаются в дискретно-проточном режиме. Отходы в контейнерах сбраживаются дискретно с однократной загрузкой и пребыванием в реакторе в течение специфической для данного вида субстрата продолжительности цикла брожения и последующей выемкой контейнера и заменой на свежий субстрат. Помещение твердых отходов в контейнеры предотвращают образование корки в общей емкости и улучшает газовыделение и эксплуатационные показатели технологии и оборудования.

Заключение

Применение данного способа позволяет достичь более высокой эффективности биогазовой ферментации, повышения производительности по переработке отходов и выхода биогаза, улучшения условий сбраживания и использования рабочего объема реактора.

Литература

1. Кичаева Н.Б. Анализ тенденций образования и использования отходов в Республике, Экологический вестник. №2, 2012, с 87-92.
2. Оболенская А.В., Ельницкая Э.П. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М.: Экология, 2008, с.153 – 160.
3. Мисун Л.В. Организация и управление экологической безопасностью в областях агропромышленного комплекса. Минск, БГАТУ, 2005, с 15-25.

Abstract

Aim of this study is to determine effective ways to complete the process of anaerobic digestion of agricultural waste , including taking into account the specific duration of the fermentation cycle of the individual components . Considered technology of anaerobic digestion of organic wastes of livestock, crops , farms and processing plants into biogas and fertilize. Creation and implementa-

tion of effective technological method sufficiently complete anaerobic digestion of agricultural waste , including taking into account the specific duration of the fermentation cycle of the individual components

Use of this method allows to achieve higher efficiency of biogas fermentation productivity recycling and biogas yield, improve the conditions of use and sbrazhivaniya working volume of the reactor

УДК 631.158:345

**ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ОБРЕЗКИ
СТЕЛЮЩИХСЯ ПОБЕГОВ КЛЮКВЕННИКА НА ОТКОСАХ ЧЕКА**

В.А. Агейчик, к.т.н., доцент, А.Л. Мисун, магистрант

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

Усовершенствована конструкция технического средства для расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника на откосах чека. Сделан анализ эффективности использования предлагаемого инженерного решения.

Введение

Усовершенствованная конструкция технического средства для расчесывания и обрезки стелющихся побегов клюквенника, позволяет выполнять технологический процесс и на откосах чека, что способствует дополнительно заготавливать с одного гектара плантации до десяти тысяч черенков, убирать в дальнейшем от 400 и более килограммов ягод и получать от реализованной продукции не менее восьми миллионов рублей (при урожайности ягод 10 т/га и цене их реализации 20.000 рублей за килограмм).

Основная часть

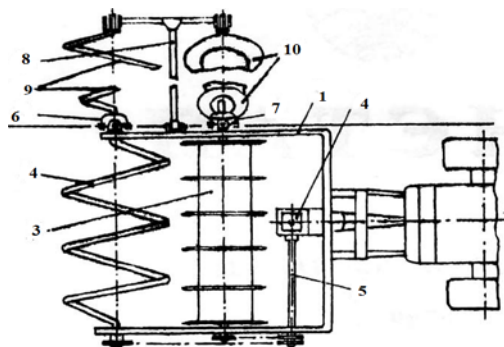
Для повышения эффективности и безопасности обрезки побегов клюквы на откосах чека предлагается техническое средство (рисунок 1) содержащее установленную на передней навеске трактора раму, на которой размещен с возможностью вращения расчесывающий рабочий орган, причем за расчесывающим рабочим органом на раме с возможностью вращения установлен ножевой барабан в виде цилиндра при этом расчесывающий рабочий орган выполнен в виде цилиндрической пружины сжатия установленной на раме концами своего прутка по ее оси вращения и прикрепленной одним из них к валу привода, причем ножевой барабан в виде цилиндра имеет ножи в виде расположенных на одинаковом расстоянии 120...

150 мм друг от друга в перпендикулярных оси цилиндра плоскостях дисков с заостренными кромками, диаметр которых на 100 150 мм превышает диаметр цилиндра, при этом противоположные приводам концы опорных осей расчесывающего рабочего органа и ножевого барабана выступают наружу за пределы рамы и выполнены с возможностью присоединения к ним шарнирных муфт, закрепленных на осевых концах, установленных с возможностью вращения на шарнирно в поперечной направлению движения плоскости присоединенной к раме с, например, правой по направлению движения боковой стороны рамке, дополнительному расчесывающему рабочему органу и дополнительному ножевому барабану, выполненных по конструкции аналогично органом на раме с возможностью вращения установлен ножевой барабан в виде цилиндра, при этом расчесывающий рабочий орган выполнен в виде цилиндрической пружины сжатия, установленной на раме концами своего прутка по ее оси вращения и прикрепленной одним из них к валу привода, причем ножевой барабан в виде цилиндра имеет ножи в виде расположенных на одинаковом расстоянии 120... 150 мм друг от друга в перпендикулярных оси цилиндра плоскостях дисков с заостренными кромками, диаметр которых на 100... 150 мм превышает диаметр цилиндра, при этом противоположные приводам концы опорных осей расчесывающего рабочего органа и ножевого барабана выступают наружу за пределы рамы и выполнены с возможностью присоединения к ним шарнирных муфт, закрепленных на осевых концах, установленных с возможностью вращения на шарнирно в поперечной направлению движения плоскости присоединенной к раме с, например, правой по направлению движения боковой стороны рамке, дополнительному расчесывающему рабочему органу и дополнительному ножевому барабану, выполненных по конструкции аналогично расположенным внутри рамы основным, но меньшего размера по длине, и расположенным как их боковые имеющие возможность наклона относительно горизонтальной плоскости в поперечных направлению движения плоскостях продолжения.

Однако условия произрастания растительности в нижней части откоса выгодно отличаются от его верхней части в силу присутствия там большего количества влаги, что в дальнейшем сказывается на самой форме клюквенного покрова, поэтому растения, произрастающие на нижней части откосов, требуют более интенсивного воздействия расчесывающего и обрезающего рабочих органов.

Задача, которую решает хедер, заключается в повышении безопасности выполняемой технологической операции, качества расчесывания с последующей обрезкой стелющихся побегов клюквы на откосах внутричечковых обводных каналов, для формирования кустов клюквы крупноплодной с использованием в дальнейшем обрезанных частей побегов для закладки

новых плантаций или восстановления поврежденных участков. Предлагается сменный адаптер к хедеру, который демонтируется с основного агрегата для обработки откосов внутричечковых обводных каналов.



- 1 – рама; 2 – расчесывающий рабочий орган; 3 – ножевой барабан;
4 – конический редуктор; 5 – трансмиссионный вал;
6, 7 – шарнирные муфты; 8 – рамка;
9 – дополнительный расчесывающий рабочий орган;
10 – дополнительный ножевой барабан

Рисунок 1 – Хедер для расчесывания и обрезки стелющихся побегов кюквы на откосах чека

Заключение

Усовершенствование рабочего орган хедера для расчесывания и обрезки стелющихся побегов кюквы на откосах чека, позволяет существенно повысить безопасность выполняемой технологической операции, качество расчесывания с последующей обрезкой стелющихся побегов кюквы, формирование кустов крупноплодной кюквы, более рационально использовать в дальнейшем обрезанные части побегов кюквы для закладки новых плантаций или восстановления поврежденных участков.

Литература

1. Черкасов, А.Ф. Основы технологии и агротехники плантационного возделывания кюквы / А.Ф. Черкасов. – М.: Астрель, 2001. – 307 с.
2. Хедер для расчесывания и обрезки стелющихся побегов кюквы: патент №9870 Республики Беларусь на полезную модель, МПК (2006) А 01D 47/00 / Л.В. Мисун, А.Л. Мисун, А. В/ Агейчик, В. А. Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. – №20130604

Abstract

The design of a technical tool for combing and scraps of creeping escapes of a klyukvennik on check slopes is improved. The analysis of efficiency of use of the proposed engineering solution is made.

УДК 65. 012. 8: 614. 87

ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Т.А. Миклуш, к.б.н., доцент, О.А. Ковалева, к.б.н., доцент
ГУО «ИБиМТ» БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

В статье рассматриваются вопросы подготовки специалистов в области безопасности жизнедеятельности. Показано, что проблема готовности будущих специалистов к такой работе связана с воспитанием и формированием «личности безопасного типа», стремящейся сочетать личные интересы с интересами общества.

Введение

Деятельность человека, направленная на преобразование окружающей среды с целью создания комфортных искусственных условий обитания, привела к ряду неожиданных последствий. Побочные эффекты социального развития и научно-технического прогресса создали серьезные угрозы жизни и здоровью, состоянию генетического фонда людей. Жизнедеятельность человека индустриальной эпохи обусловила появление новых опасностей для человека: угрозы экологической катастрофы от техногенной деградации природной среды, планетарной катастрофы от демографического взрыва и междоусобной борьбы народов за ресурсы и выживание с использованием оружия геологической мощности. Возникли опасности для человека от собственной жизнедеятельности и от потери духовно-нравственных основ человеческого общества. Неумение человека обеспечить свою безопасность в изменившихся природных, техногенных и социальных условиях стало недопустимым. Стала очевидной необходимость подготовки граждан к безопасному поведению в новой повседневной жизни, к рациональным действиям в постоянно возникающих новых опасных и чрезвычайных ситуациях.

Основная часть

В настоящее время одна из приоритетных и важнейших для человеческого сообщества потребностей – обеспечение безопасности его жизнедеятельности. Для достижения приемлемого уровня безопасности в разнообразных сферах деятельности общества необходимы: осознание и признание на всех уровнях негосударственной власти абсолютного приоритета человеческой жизни как непреходящей ценности [1]. Постоянное расширение образовательных услуг требуют от современного специалиста в области высшего профессионального образования высокой мобильности в сфере

познания, обучения, развития и воспитания, субъективной готовности к непрерывному самообразованию и возможности приобретения новых знаний, способности адаптироваться к быстро меняющейся системе обучения, развития творческой активности [3]. Приоритет в содержании образования должен принадлежать фундаментальным мировоззренческим аспектам, раскрывающим ценностно-смысловые оценки действительности, целостное понимание явлений и процессов, происходящих в нашей стране и в мире, направленным на повышение качества образования и патриотического воспитания молодого поколения.

Цели и задачи образования в области БЖД изменяются под влиянием требований социально-экономического развития и научно-технического прогресса, особенностей социально-экономических отношений на каждом конкретном историческом этапе развития общества. Состояние образования во многом определяет развитие всех слагаемых государственности, материальное и духовное благополучие общества и конкретного человека [2].

В данных условиях образование в области БЖД может и должно стать ядром формирования гражданских и патриотических качеств у подрастающего поколения с целью повышения готовности личности к восприятию современного мира опасностей, успешного применения личных и коллективных мер безопасности, совершенствования человекозащитной и природоохранной деятельности.

Безопасность жизнедеятельности как научная и учебная дисциплина связана с изучением закономерностей возникновения и развития угроз и опасностей и способов эффективной защиты от них социума (человека, его обществ, человечества) и окружающей его среды в любых условиях жизнедеятельности [1]. В этом проявляется ее социальная направленность, поскольку объектом опасностей и угроз выступает социум, хотя субъектами могут быть и природная среда, и техногенная сфера, и информация.

Курс БЖД очень динамичен, содержание предмета весьма сложно и требует преподавания его квалифицированными специалистами. При усвоении социального опыта в ходе изучения данной дисциплины возникают особые трудности, обусловленные тем, что ее содержание связано не с одной, а с несколькими науками: философией, педагогикой, психологией, медициной, экологией, юриспруденцией и др. В этом проявляется интеграционная функция БЖД. Отсюда - проблема формирования межпредметных связей в учебном процессе.

В процессе подготовки специалистов в области БЖД происходит взаимообусловленное и взаимосвязанное развитие личности студента, ее социализация и совершенствование профессионализма. Это обуславливает становление духовно развитой культурной личности активно реализующей свои творческие силы и способности в профессионально-педагогической деятельности, что является важным условием успешного развития всей

системы образования в области безопасности жизнедеятельности на современном его этапе [3].

Литература

1. Акимов, В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учебное пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. Издание 2-е, переработанное – М.: Высшая школа, 2007. – 592 с.

2. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / Занько Н.Г, Малаян К.Р., Русак О. Н. - 12 издание, пер. и доп. – СПб.: Лань, 2008 . – 672 с.

3. Теория и методика обучения безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [Л.А. Михайлов, О.Н. Русак, В.П. Соломин и др.]; под ред. Л.А. Михайлова. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 288 с. – С. 13-15.

Abstract

The article examines the training of specialists in the field of safety. It is shown that the problem of availability of future specialists for such work is associated with the education and formation of the "safe personality type" that seeks to combine personal interests with those of society.

Научное издание

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

Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной 60-летию Белорусского государственного
аграрного технического университета
и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ),
доктора технических наук, профессора
В. П. СУСЛОВА

(Минск, 4-6 июня 2014 г.)

В двух частях

Часть 1

Ответственный за выпуск *В. П. Миклуш*

Редактор *В. Е. Тарасенко*
Компьютерная верстка *В. Е. Тарасенко*
Дизайн обложки *Д. О. Сенькевич*

Отпечатано с оригинал-макета заказчика.

Подписано в печать 30.05.2014. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 28,37. Уч.-изд. л. 22,18. Тираж 200 экз. Заказ 123.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.