

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГНУ «Росинформагротех»)

В.И Черноиванов, И. Г. Голубев

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ
МАШИН**
(Состояние и перспективы)

Москва 2010

УДК 631.3.02-048.36

ББК 40.72

Ч-49

Рецензенты:

П.И. Носихин, д-р техн. наук, проф., генеральный директор
ООО «Технореммаш»; **В.В. Быков**, д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой технологии машиностроения и ремонта МГУЛ

Авторы:

В.И. Черноиванов, академик Россельхозакадемии;
И.Г. Голубев, д-р техн. наук, проф.

Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). –
Ч-49 М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.

ISBN 978-53-7367-0794-2

Показаны состояние и перспективы развития восстановления деталей сельскохозяйственной техники. Обобщен отечественный и зарубежный опыт. Большое внимание уделено ресурсосберегающим технологиям по восстановлению деталей, в том числе с использованием нанотехнологий. Показаны направления инновационного и информационного обеспечения развития восстановления и упрочнения деталей.

Предназначено для специалистов, занимающихся вопросами организации и технологии восстановления и упрочнения деталей, а также научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов.

УДК 631.3.02-048.36

ББК 40.72

ISBN 978-53-7367-0794-2

© Минсельхоз России, 2010

ВВЕДЕНИЕ

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, которую утвердил Президент России 30 января 2010 г., указано на необходимость устойчивого развития отечественного производства продовольствия и сырья для обеспечения продовольственной независимости страны. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2007 г. № 446) предусматривает инновационное развитие отрасли, ускоренный переход к использованию новых высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий. В результате реализации программы базовые показатели социально-экономического развития сельского хозяйства должны существенно улучшиться. Производство продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий к 2012 г. (в сопоставимой оценке) должно вырасти по отношению к 2006 г. на 24,1%. Однако объемы поставок сельхозтехники и энергообеспеченность сельскохозяйственных организаций явно недостаточны. При технологически необходимых 300 л.с. в расчете на 100 га посевных площадей в 2012 г. предусмотрено лишь 168 л.с. Остаются низкими показатели надежности отечественной техники в условиях эксплуатации. Невысокая надежность машин стала серьезным фактором низких экономических показателей отрасли. Только ежегодные потери зерна достигают 15 млн т. Сроки фактической эксплуатации машин и оборудования превышают нормативные в 2-3 раза. Затраты на ремонт техники в настоящее время составляют почти 60 млрд руб., или 10% от всей выручки за произведенную сельскохозяйственную продукцию. Отсутствие целого ряда позиций техники конкурентоспособного отечественного производства вынуждает наиболее крупные и эффективные хозяйства покупать зарубежную технику – более дорогую с лучшими эргономическими характеристиками. Однако для импортных машин в современных условиях остро стоит проблема технического сервиса. Практически на все типы сложных машин из-за отсутствия

рабочей конструкторской документации отсутствуют технологии ремонта, высокие затраты на запасные части. Повысить эффективность технологий технического сервиса отечественных и импортных машин и снизить эксплуатационные затраты можно путем организации восстановления деталей. Например, в ОАО «Зирганская МТС» Республики Башкортостан затраты на запасные части для импортных комбайнов резко уменьшались в связи с тем, что часть вышедших из строя деталей заменялась российскими аналогами или восстановленными деталями. Например, стоимость замены защитного ротора и импеллера при приобретении их в качестве запасных частей у дилера составила бы свыше 22 тыс. руб. на один комбайн, а в МТС на этот ремонт было затрачено около 500 руб.

В издании рассмотрено состояние и перспективы развития восстановления деталей отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники. Большое внимание уделено современным технологиям восстановления деталей, в том числе дорогостоящих. Показаны направления инновационного и информационного развития восстановления деталей сельскохозяйственной техники.

4

В издание включены также инновационные проекты и разработки ГОСНИТИ, которые могут быть использованы при восстановлении и упрочнении деталей в различных отраслях экономики.

Авторы выражают благодарность члену-корреспонденту Российской академии В.Ф. Федоренко; д-ру техн. наук, проф. В.П. Лялякину; сотрудникам ГОСНИТИ за предоставленные материалы, которые были использованы при подготовке издания.

ТЕРМИНОЛОГИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ

Восстановление детали	Комплекс технологических операций по устранению дефектов и износов детали, обеспечивающий возобновление ее физико-механических свойств и геометрических параметров.
Изнашивание	Процесс изменения первоначального состояния машины и ее элементов при эксплуатации; проявляется в форме: износа (утраты части массы) деталей, изменения физико-механических свойств материала деталей, деформации деталей и других изменений (ГОСНИТИ).
Износ	Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах (значение износа может выражаться в единицах длины, объема, массы и др.) (ГОСТ 27674).
Скорость изнашивания	Отношение величины износа ко времени, в течение которого он возник.
Износостойкость	Свойство материала поверхности детали оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания.

Задир	Повреждение поверхности трения в виде широких и глубоких борозд в направлении скольжения (ГОСТ 27674).
Приработка	Процесс изменения геометрии поверхностей трения и физико-механических свойств поверхностных слоев материала и начальный период трения, обычно проявляющийся при постоянных внешних условиях в уменьшении работы трения, температуры и интенсивности изнашивания (ГОСТ 27674).
Прирабатываемость	Свойство подшипникового (или иного) материала уменьшать силу трения, температуру и интенсивность изнашивания в процессе приработки (ГОСТ 27674).
Сварка	Процесс получения неразъемного соединения деталей из металлов, керамики и других материалов или их сочетаний путем местного или общего нагрева свариваемых частей до оплавления, реже путем пластического деформирования в холодном состоянии или совместно с нагревом.
Газовая сварка	Сварка плавлением с помощью пламени, образованного при сжигании смеси горючего газа (ацетилена, водорода и др.) с кислородом в сварочной горелке.

Электросварка	Сварка плавлением детали и электрода электрическим током.
Термитная сварка	Сварка, при которой для нагрева используется энергия горения термитной смолы (ГОСТ 2601).
Сварка трением	Сварка с применением давления, при которой нагрев осуществляется трением, вызванным относительным перемещением свариваемых частей или инструмента (ГОСТ 2601).
Кузнечная сварка	Печная сварка, при которой осадка выполняется ударами молота (ГОСТ 2601).
Электролитическое наращивание	Процесс осаждения металла из раствора (электролита) под действием электрического тока.
Механическая обработка	Обработка резанием и (или) давлением (ГОСТ 14.004).
Напыление	Процесс получения покрытия направленным высокоскоростным потоком порошкообразного материала.
Упрочнение	Повышение сопротивления материала детали разрушению или деформации.
Наплавка	Нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия (ГОСТ 2601).
Технологический процесс	Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

Технологическая подготовка производства	Совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства (ГОСТ 14.004).
Технологическая операция	Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.
Операционный контроль	Контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции (ГОСТ 16504).
Конструкторская документация (КД)	Графические и текстовые документы, определяющие состав и устройство изделия и содержащие необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки и эксплуатации.
Единая система конструкторской документации	Комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации (ГОСТ 2.001).
Технологическая документация	Совокупность технологических документов, которые определяют технологический процесс (Система ЕСКД).
Производственная документация	Документация, предназначенная для изготовления, контроля, приемки и поставки продукции.

Ремонтная документация	Документация для подготовки ремонтного производства, осуществления ремонта и контроля изделия после ремонта.
Эксплуатационная документация	Документация, содержащая необходимые сведения по рациональной эксплуатации (или потреблению) продукции.
Операционная карта (ОК)	Технологический документ, содержащий описание технологического процесса с указанием переходов, режимов обработки и данных о средствах технологического оснащения.
Технические условия на сдачу в ремонт и выпуск из ремонта (ТУ)	Нормативно-технический ремонтный документ, включающий в себя общие технические требования к изделиям при их сдаче в ремонт и выпуске из ремонта, комплектность, правила приемки, методы проверки качества отремонтированных изделий, требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению, а также гарантии ремонтного предприятия.
Технические требования на капитальный ремонт (на ремонт) изделия	Нормативно-технический ремонтный документ, устанавливающий требования к технологии разработки, очистки, дефектации, сборки регулирования, обкатки и испытания, а также

Чертеж ремонтный	требования, показатели и нормы, которым должно удовлетворять отремонтированное изделие. Документ, содержащий изображение детали (сборочной единицы), ремонтные размеры, предельные отклонения и основные способы ремонта с указанием используемых материалов (ГОСТ 2.604).
Ремонт	Комплекс операций по восстановлению исправности, работоспособности и ресурсов машин или их составных частей. Действие, предпринятое в отношении несоответствующей продукции, чтобы сделать ее приемлемой для предполагаемого использования (ГОСТ Р ИСО 9000-2001).
Эксплуатация	Стадия жизненного цикла машины, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается ее качество.
Модернизация при эксплуатации	Комплекс работ по улучшению технико-эксплуатационных характеристик машины, находящейся в эксплуатации, путем замены отдельных составных частей более совершенными. Модернизация при эксплуатации, как правило, совмещается с ремонтом (ГОСНИТИ).

Техническая эксплуатация	Часть эксплуатации, включающая в себя транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт машин (ГОСТ 25866).
Капитальный ремонт	Ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. Различают капитальный ремонт полнокомплектной машины и составной части машины (двигателя, ведущего моста и т.п.).
Технический сервис	Комплекс услуг по обеспечению потребителей техническими средствами, эффективному использованию и поддержанию их в исправном или работоспособном состоянии в течение всего периода эксплуатации (ГОСНИТИ).
Фирменный технический сервис	Технический сервис, выполняемый по правилам, установленным заводом (фирмой) - изготовителем машины (оборудования) и от его имени (ГОСНИТИ).

Дилер (Дилерское предприятие) – Юридическое или физическое лицо, которое осуществляет закупки технических средств для их последующей продажи и выполняет услуги конечным потребителям по обеспечению эффективного использования и исправности технических средств в продолжение всего периода эксплуатации, в гарантийный период оплата в цене за машину, в послегарантийный – за дополнительную плату (ГОСНИТИ).

Комплектующее изделие – Изделие, применяемое как составная часть машины, выпускаемой предприятием-изготовителем. Составными частями изделия могут быть детали и сборочные единицы.

Деталь – Элементарная составная часть машины, узла, агрегата, изготовленная без применения сборочных операций.

Запасная часть – Составная часть машины, предназначенная для замены находившейся в эксплуатации такой же части с целью поддержания или восстановления исправности или работоспособности машины (ГОСТ 18322).

Комплект ЗИП (запасные части и принадлежности)	Запасные части, инструменты, принадлежности и материалы, необходимые для технического обслуживания и ремонта изделия и скомплектованные в зависимости от назначения и особенностей использования. К принадлежностям могут относиться контрольные приборы, приспособления, чехлы, буксирные тросы и т. д. (ГОСТ 18322).
Отказ	Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта (ГОСТ 27.002).
Ремонтируемый объект	Объект, для которого проведение ремонта предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской документации (ГОСТ 27.002).
Неремонтируемый объект	Объект, для которого проведение ремонта не предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской документации (ГОСТ 27.002).
Наработка	Продолжительность или объем работы объекта. Наработка может быть как непрерывной величиной (продолжительность работы в часах, километрах пробега и т.п.), так и целочисленной величиной (число рабочих циклов, запусков и т.п.).

Наработка на отказ	Средняя наработка объекта на отказ за определенный период эксплуатации или выполненный объем работ.
Срок службы	Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние (ГОСТ 27.002).
Технический ресурс	Суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние (ГОСТ 27.002).
Остаточный ресурс	Ресурс объекта от момента контроля его технического состояния до предельного состояния.

Раздел 1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

1.1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНАЩЕННОСТЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Сельскохозяйственную деятельность в Российской Федерации ведут крупные и средние сельскохозяйственные организации, малые сельскохозяйственные предприятия, индивидуальные предприниматели, крестьянские (фермерские) хозяйства, хозяйства населения и др.

Техника является основой производства современного агропромышленного комплекса и наиболее важной частью технического потенциала. По данным Минсельхоза России, на 01.01.2009 г. парк тракторов составлял 521,9 тыс. шт., а зерноуборочных комбайнов – 136,6 тыс.шт.

15



В общей структуре парка крупных и средних сельскохозяйственных организаций России преобладают тракторы мощностью 66-110 л.с. (58,5 %), мощностью более 110 л.с. составляют 26 % от общего парка, а группа тракторов до 65 л.с. – 15,5 %. Малые сельскохозяйственные предприятия обеспечены тракторами по мощностным характеристикам двигателей следующим образом: до 65 л.с. – 10417 шт. (14%); 66-100 л.с. – 44818 шт. (61%); 111-250 л.с. и свыше 250 л.с. – 18368 шт. (25%). Наличие тракторов в крестьянских (фермерских) хозяйствах: до 65 л.с. – 34317 шт. (21,6%); 66-100 л.с. – 92226 шт. (58,1%); 111-250 л.с. и свыше 250 л.с. – 32250 шт. (20,3%).



Сельскохозяйственными организациями (крупными, средними и малыми, подсобными хозяйствами) за последние пять лет приобретено 13,9% от наличия собственных тракторов, К(Ф)Х и индивидуальными предпринимателями – 16,8, гражданами – 33,7%. Динамика наличия техники в российских сельскохозяйственных организациях дана в табл. 1.1.1.

Оснащенность сельскохозяйственных товаропроизводителей в 2008 г. составила: по тракторам – 51%, зерноуборочным комбайнам – 48, кормоуборочным – 58%. По этой причине недопустимо велики потери продукции, которые стали серьезным негативным фактором для экономических показателей отрасли.

Таблица 1.1.1

**Динамика наличия техники в российских сельскохозяйственных
организациях (1985-2008 гг., тыс. ед.)**

Годы	Тракторы (без тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)	Комбайны	
		зерноуборочные	кормоуборочные
1985	1417	510,5	151
1986	1424	494,3	141
1987	1417	475,6	138
1988	1401	438	123
1989	1384	407	н.д.
1990	1365,6	407,8	120,9
1991	1344,2	394,1	122,6
1992	1290,7	370,8	120,1
1993	1243,3	346,6	110,4
1994	1147,5	317,4	102,9
1995	1052,1	291,8	94,1
1996	996,1	264,1	84,4
1997	915,9	247,9	79,7
1998	856,7	231,2	72
1999	862,9	210,1	63,9
2000	817,8	198,7	59,6
2001	764,2	186,4	55,8
2002	646,4	173,4	49,7
2003	586,0	158,3	43,9
2004	532,0	143,5	38,7
2005	477,7	129,2	33,4
2006	439,6	117,6	29,5
2007	405,7	107,7	26,6
2008	396,9	95,9	24,0

По данным Россельхозакадемии, ежегодные потери зерна оцениваются в 15 млн т, мяса – свыше 1 млн т, молока – около 7 млн т. При технологически необходимых 300 л.с. на 100 га посевных площадей в 2012 г. предусмотрено лишь 168 л.с. Для обеспечения продовольственной независимости России необходим парк тракторов не ме-

нее 900 тыс. шт. Поэтому объем годовой закупки при стабилизации потребной численности и сохранении в парке тракторов не старше 12 лет должен составлять в среднем не менее 90 тыс. За последние годы практически не изменилась номенклатура выпускаемых тракторов. На производстве находятся 20 моделей в основном устаревших конструкций. Потребность российских сельхозпроизводителей в пропашных тракторах обеспечивается в основном тракторами Минского тракторного завода и тракторами западных фирм, которые предлагают машины более высокого технического уровня практически всех тяговых классов с различной мощностью двигателей. Остается острой проблема с тракторами общего назначения тяговых классов более 5 (350-600 л.с.), в которых нуждаются крупные сельхозтоваропроизводители. Их отсутствие сдерживает внедрение многофункциональных машин, обеспечивающих более высокую производительность. Необходимо иметь как минимум 35 моделей тяговых классов 1,4-9.



Остается неудовлетворенным спрос сельскохозяйственного производства на высокопроизводительные зерноуборочные комбайны. Степень изношенности парка достигла почти 70%, обновляемость не превышает 3-4%, производство сократилось в 9 раз. Дефицит комбайнов приводит к увеличению сроков уборки до 1-1,5 месяцев, в результате чего ежегодные потери зерна в стоимостном выражении достигают 27 млрд руб. Во многих регионах дефицит отечественных комбайнов компенсируют приобретением иностранных: уже закуплено 15 тыс. шт. более 8 зарубежных фирм.

С 1990 г. в Российской Федерации существенно сократилось производство основных видов сельскохозяйственной техники (табл.

1.1.2). Отечественные предприятия сельскохозяйственного машиностроения сократили выпуск тракторов в 12,5 раза, зерноуборочных комбайнов – в 8,2, кормоуборочных – в 14 раз. Поступающие на рынок отечественные сельхозмашины (за исключением тракторов Петербургского тракторного завода и зерноуборочных комбайнов предприятия ОАО «Ростсельмаш») имеют низкие технико-эксплуатационные показатели и недостаточную надежность.

Таблица 1.1.2

Производство основных видов сельскохозяйственной техники, тыс. шт.

Наименование техники	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2008 г.
Тракторы	214,0	21,4	19,2	8,7	9,6	10,95	17,1
Плуги тракторные	85,7	4,0	2,8	1,2	1,8	1,3	3,0
Тракторные сеялки	51,1	1,6	5,2	5,7	6,5	5,3	9,2
Зерноуборочные комбайны	65,7	6,2	5,2	7,9	7,5	6,9	8,03
Кормоуборочные комбайны	10750	511	535	479	485	730	768



Нагрузка на каждую единицу техники, эксплуатируемую сельхозтоваропроизводителями, увеличилась в 1,5-2,8 раза. По данным ВНИИЭСХ Россельхозакадемии, нагрузка на один трактор в России в 2002 г. составляла 135 га пашни, в 2006 г. этот показатель вырос до 187 га. Нагрузка пашни на один трактор и посевов зерновых на один зерноуборочный комбайн в малых сельскохозяйственных предприятиях, крупных и средних сельскохозяйственных организациях дана в табл. 1.1.3.

Таблица 1.1.3

**Нагрузка на технику в сельскохозяйственных организациях
(предприятиях), К(Ф)Х и у индивидуальных предпринимателей, га**

Показатели	Крупные и средние сельскохозяйственные организации	Малые сельскохозяйственные предприятия	Подсобные хозяйства несельскохозяйственных организаций	Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели
Нагрузка пашни на один трактор	153	194	60	105
Приходится посевов (посадки) соответствующих культур на один комбайн:				
зерноуборочный	257	231	118	167
кукурузоуборочный	259	418	198	238
картофелеуборочный	30	45	62	40
свеклоуборочный (без ботвоуборочных)	129	140	95	96

20

Источник: Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2006 года: Предварительные итоги по полной программе. – Т. 1. Российская Федерация. – М., 2008. – 257 с.

Следует отметить, что нагрузка на один трактор в США составляет 38 га, во Франции – 14, в Канаде – 63 (табл.1.1.4.)

Таблица 1.1.4

**Обеспеченность тракторами сельского хозяйства России,
США, Канады и Германии**

Страны	Обеспеченность, ед. на 1000 га пашни	Нагрузка на 1 трактор, га пашни
Россия:		
2000 г.	7,4	135
2001 г.	7,1	141
2002 г.	6,8	148
2005 г.	5,5	181
2006 г.	5,3	187

Продолжение табл. 1.1.4

Страны	Обеспеченность, ед. на 1000 га пашни	Нагрузка на 1 трактор, га пашни
США:		
2002 г.	25,9	39
2007 г.	24,7	41
Канада:		
2001 г.	16,0	63
2006 г.	16,0	63
Германия:		
1995 г.	98,4	10
2000 г.	79,5	13
2004 г.	69,9	14

Средний показатель поступления новой техники в агропромышленный комплекс России составляет в последние годы 0,9-2,7% от ее наличия, списание – 4,3-8,2%. Выбытие опережает поступление в 2,3-5 раз. Сроки фактической эксплуатации машин и оборудования превышают нормативы в 2-3 раза. Для тракторов до трех лет службы по сельскохозяйственным организациям оно составляет 5,5%, четыре-восемь лет – 11,3%, девять лет и более – 83,2%. Доля зерноуборочных комбайнов со сроком службы до трех лет в Российской Федерации составляет 9 %, четырех-восеми лет – 13,7%, девять лет и более – 77,3%. На рис. 1.1.1 дано распределение зерноуборочных комбайнов по продолжительности использования в МТС Республики Башкортостан.

В соответствии с Госпрограммой предусмотрены следующие поставки новой техники с участием инвестиций государственного бюджета (табл. 1.1.5).

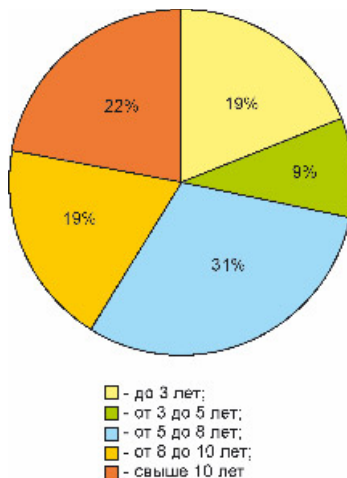


Рис. 1.1.1. Распределение зерноуборочных комбайнов по продолжительности использования в МТС Республики Башкортостан

Таблица 1.1.5

**Поставка техники сельхозтоваропроизводителям в соответствии
с Госпрограммой в 2008-2012 годах**

Приобретение машин сельскохозяйственными организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Всего за пять лет
Тракторы, тыс. шт.	23	29	35	42	48	177
Комбайны зерноуборочные, тыс. шт.	7,9	9,0	11,0	12,5	15,0	55,4
Комбайны кормоуборочные, тыс. шт.	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	17,0
Объемы привлеченных кредитов, млрд руб.	49,0	46,5	59,8	50,0	50,0	255,3

Анализ показателей технического обновления сельского хозяйства в 2009 г. показывает, что фактические поставки техники не смогут обеспечить ускоренную модернизацию отрасли, поскольку способны лишь частично приостановить многолетнее сокращение парка машин на селе.

Принимая во внимание распределение парка тракторов и комбайнов по ранее указанным возрастным группам и максимальный период службы техники 15 лет, действующее количество тракторов и комбайнов на конец 2009 г. специалистами ГОСНИТИ оценивается в 427 тыс. и 149 тыс. шт. соответственно. Существующие тенденции и прогноз поступления и выбытия тракторов и зерноуборочных комбайнов представлены на рис. 1.1.2 и 1.1.3.

По тракторам: при ежегодных поставках 12500 шт. к 2013 г. резкое падение парка замедляется и наступает стабилизация с общим

наличием тракторов 213000 шт. к 2020 г.; по зерноуборочным комбайнам при ежегодных поставках 10000 шт. после падения до 121,5 тыс. шт. после 2013 г. будет происходить рост до 154 тыс. шт. к 2020 г.

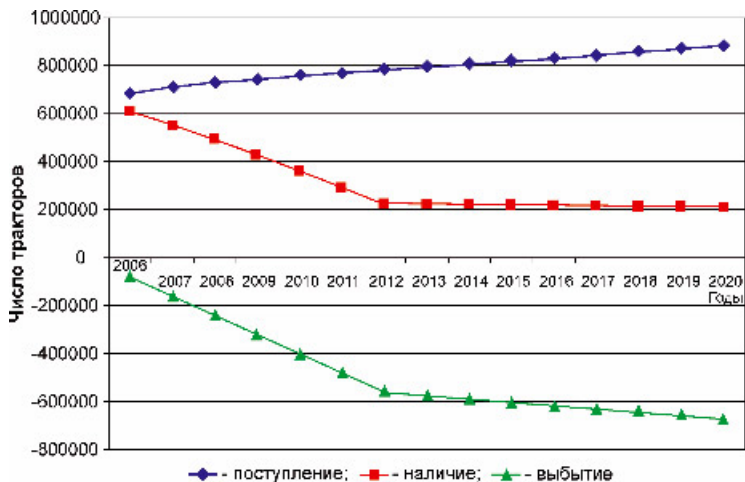


Рис. 1.1.2. Динамика поступления и выбытия тракторов с 2006 по 2020 г.

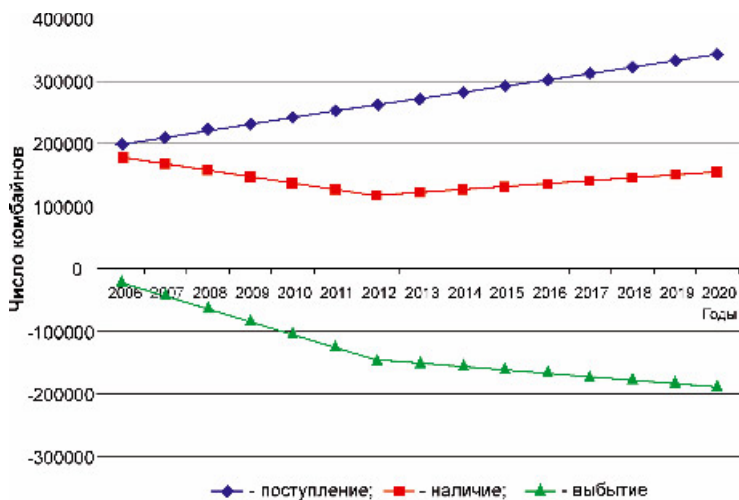


Рис. 1.1.3. Динамика поступления и выбытия зерноуборочных комбайнов с 2006 по 2020 г.

Отсутствие целого ряда позиций техники конкурентоспособного отечественного производства вынуждает наиболее крупные и эффективные хозяйства покупать зарубежную технику – более дорогую, но более надежную, с лучшими эргономическими характеристиками. Спрос на нее растет: в 2008 г. импорт тракторов возрос относительно 2006 г. на 215%, зерноуборочных комбайнов – на 223 %, плугов – в 4,8 раза, косилок – в 2,4 раза (табл. 1.1.6).



Российские сельхозтоваропроизводители стали чаще приобретать более мощную, производительную и надежную зарубежную технику: тракторы мощностью 300-500 л.с., зерноуборочные комбайны 300 л.с. и выше. По данным Росагромаша, рынок сельхозтехники в России в 2008 г. составил по тракторам 55560 шт.: импорт – 40050 шт., в том числе из Белоруссии (Минский тракторный завод) – 26650 шт., отечественных машин приобретено 15510 шт., зерноуборочных комбайнов – 8720 шт., в том числе отечественных – 5420 шт. и импортных – 3300 шт.

Таблица 1.1.6

**Объемы поставок в АПК России сельскохозяйственной
техники российского производства и импортных машин
из дальнего зарубежья, тыс. шт.**

Машины	2006 г.		2007 г.		2008 г.	
	Россия	импорт	Россия	импорт	Россия	импорт
Тракторы для сельского и лесного хозяйства – всего	9,48	6,0	12,23	11,3	15,51	13,4

Продолжение табл. 1.1.6

Машины	2006 г.		2007 г.		2008 г.	
	Россия	импорт	Россия	импорт	Россия	импорт
В том числе бывшие в эксплуатации	-	231,4	-	2,0	-	1,9
Комбайны зерноуборочные – всего	4,87	1,48	4,57	2,36	5,42	3,30
В том числе бывшие в эксплуатации	-	0,11	-	0,11	-	0,13
Кормоуборочные комбайны самоходные – всего	0,61	0,20	0,64	0,24	0,74	0,42
В том числе бывшие в эксплуатации	-	0,03	-	0,02	-	0,01
Плуги	0,44	2,23	0,71	5,24	1,52	10,74
Бороны	8,41	3,03	8,09	5,95	5,55	5,35
Сеялки	3,62	8,73	6,28	7,86	8,33	8,65
Косилки тракторные	1,85	3,15	2,43	7,88	3,33	7,62
Пресс-подборщики	1,18	0,44	0,93	0,78	2,17	1,06

Более восьми иностранных фирм поставляют свои комбайны в Россию. Уже закуплено свыше 15 тыс. машин (табл. 1.1.7). Так, в 2008 г. приобретено 3,3 тыс. комбайнов почти 85 различных моделей. При такой разномарочности невозможно наладить их цивилизованный технический сервис.

25

Таблица 1.1.7

**Объемы производства, внутреннего потребления и импорта
зерноуборочных комбайнов в России в 1990–2008 гг., шт.**

Предприятие	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Всего	8145	7518	6861	7191	8032
ОАО					
«Ростсельмаш»	4216	5389	4891	5185	5347
В том числе:					
«Нива-Эффект»	1100	1207	980	1036	754
«Вектор»	157	662	992	1410	2339
«Дон-1500Б», «Acros-530»	2959	3520	2919	2739	2254

Продолжение табл. 1.1.7

Предприятие	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
ОАО «Красноярский завод комбайнов»	3510	1923	1723	1677	1957
В том числе:					
«Енисей-1200»	2393	1174	1148	1165	1386
«Руслан» (мод. 858, 950, 960, 324)	1117	759	1687	512	571
«Клаас» (г. Краснодар) – «Мега»	100		240	328	461
Внутреннее потребление отечественных комбайнов	6366	3977	4862	4573	5421
Импорт зерноуборочных комбайнов	1142	1578	1483	2357	3301

Сейчас в Республике Башкортостан на балансе только машинно-технологических станций находится более 2 тыс. шт. высокопроизводительной как отечественной, так и импортной техники. Парк зерноуборочных и свеклоуборочных комбайнов за десять лет возрос в 5-6 раз (рис. 1.1.4 и рис. 1.1.5).

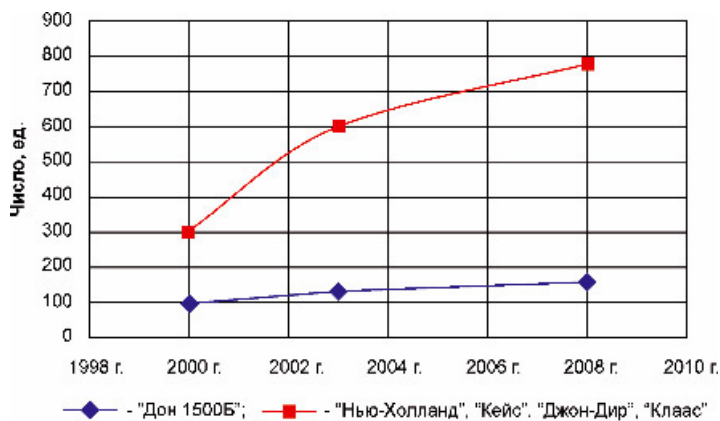


Рис. 1.1.4. Парк зерноуборочных комбайнов в МТС Республики Башкортостан

1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

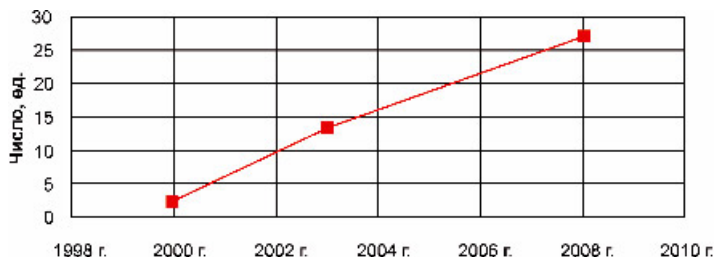


Рис. 1.1.5. Парк свеклоуборочных комбайнов «Холмер», СФ-10, «Бариджелли», ВКМ-9000 в МТС Республики Башкортостан

Следует отметить тенденцию возрастания доли зарубежных зерноуборочных комбайнов в общем парке комбайнов Краснодарского края (табл. 1.1.8).

Таблица 1.1.8

Структура комбайнового парка коллективных хозяйств Краснодарского края за 2005-2009 гг.

Техника	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Наличие зерноуборочных комбайнов, шт.:					
всего	5945	5801	5723	5637	5756
в том числе импортных	135	280	460	614	630
Доля импортных комбайнов к общему их количеству, %	2,3	4,8	8,0	10,9	10,9

Доля зарубежных зерноуборочных комбайнов в общем парке в 2005 г. составила 2,3 %, а в 2008 и 2009 гг. – 10,9 %. В основном это зерноуборочные комбайны фирм США, Германии, Италии, Англии. Так, в 2008 г. хозяйствами Краснодарского края было приобретено 162 зарубежных комбайна: США – 113, Германии – 32, Италии – 16, Англии – 1.

На мировом рынке сельскохозяйственной техники доминируют шесть групп производителей, производящих практически полную

линейку основных видов техники, объем реализации продукции которых в 2008 г. по сравнению с 2005 г. возрос на 60% (табл. 1.1.9).

Таблица 1.1.9

Оборот ведущих групп по производству сельскохозяйственной техники, млрд долл. США

Группа	Владеет марками (брендами)	2003 г.	2005 г.	2008 г.
«John Deere»	«John Deere»	9,1	10,6	16,6
CNH	«Case», «New Holland», «Steyr», «IH»	7,5	7,8	12,9
«AGCO»	«Fendt», «Massey Ferguson», «Valtra», «Challenger»	4,9	5,4	8,4
«Claas»	«Claas», «Renault»	2,1	2,4	4,4
SDF	«Same», «Deutz Fahr», «Lamborghini», «Hürlimann»	1,1	1,2	1,8
«Argo»	«McCormick», «Landini», «Laverda», «Fortschritt», «Pegoraro», «Fort», «Fella»	1,0	0,9	1,4
Итого		25,7	28,3	45,5

Зарубежные группы активно строят дилерские сети в России, предлагают различные финансовые инструменты для приобретения своей техники: кратко- и среднесрочное банковское кредитование (под залог поставляемой техники, под фьючерсные контракты на поставку зерна и др.), займы поставщиков продукции, лизинг через зарубежные и российские компании и др., завоевывают все большую долю рынка.

В настоящее время в числе работающих – совместные и сборочные предприятия (табл. 1.1.10).

Таблица 1.1.10

Совместные и сборочные предприятия в России, производящие зарубежную сельскохозяйственную технику

Российское предприятие	Зарубежное предприятие	Вид техники
ПО «Елабужский автомобильный завод» (г. Елабуга)	ПО «Минский тракторный завод» (Республика Беларусь)	Колесные тракторы
ОАО «САРЭКС» (г. Саранск)	То же	То же
ЗАО «Трактормаш» (г. Орел)	ОАО «ХТЗ» (Украина)	-«-

1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Продолжение табл. 1.1.10

Российское предприятие	Зарубежное предприятие	Вид техники
ОАО «Брянсксельмаш» (г. Брянск)	РУП «Гомсельмаш» (Республика Беларусь)	Зерноуборочные комбайны
ЗАО «Евротехника» (г. Самара)	«Amazon» и другие фирмы (Германия)	Почвообрабатывающие, посевные агрегаты и опрыскиватели
СП «Кировец-Ландтехник» (г. Санкт-Петербург)	«Dopstadt» (Германия)	Кормоуборочные комбайны
ЗАО «СП «Брянсксельмаш» (г. Брянск)	РУП «Гомсельмаш»	То же
ОАО «Крестьянский дом» (г. Пермь)	«Fella» (Италия)	Машины для заготовки кормов
ООО «Клаас» (г. Краснодар) – дочернее предприятие	«Claas» (Германия)	Зерноуборочные комбайны, колесные тракторы



Зарубежные сельхозмашиностроители добиваются увеличения сбыта своей продукции, в том числе и за счет качества, которое достигается высоким техническим уровнем отрасли, применяемыми технологиями производства, системой контроля качества продукции. Так, например, на заводе корпорации «AGCO» (г. Бове) изго-

тавливают бесступенчатые трансмиссии и тракторы под брендом «Massey Ferguson» мощностью 75-575 л.с. Около 85% выпускаемой продукции идет на экспорт, в том числе в Россию.

1.2. БЕЗОТКАЗНОСТЬ ТЕХНИКИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ В АПК

Технический уровень и качество сельскохозяйственной техники, изготавливаемой российскими производителями и поставляемой агропромышленному комплексу, отстают от зарубежных машин.

По надежности, уровню автоматизации управления и условиям труда отечественные тракторы (за исключением тракторов Санкт-Петербургского завода) остались на уровне 20-30-летней давности, наработка на сложный отказ находится в пределах 250-400 мото-ч. Необходимо обеспечить доведение наработки на отказ до 1000-1500 мото-ч.



Результаты анализа сравнительной надежности позволяют заключить, что отечественные сельскохозяйственные тракторы являются неконкурентоспособными по причине крайне низкой технической надежности и устаревшего технического уровня по многим показателям.



Испытания зарубежных тракторов на работах общего назначения («Джон Дир» мод. 8430 и 9420 и «Челленджер МТ 855В» в сравнении с базовым комплексом тракторов К-701 и Т-150К) в Краснодарском крае, проведенные филиалом ФГНУ «Росинформагротех» – КубНИИТиМом показали, что они имеют более мощные двигатели, высокий уровень надежности (табл. 1.2.1,1.2.2,1.2.3).

Таблица 1.2.1

Технический уровень машин (на примере сравнительной оценки отечественного трактора К-744 и зарубежных аналогов)

Показатели	Отечественный трактор (К-744)	Зарубежный аналог («Джон Дир 8020»)
Средняя наработка на сложный отказ (II и III групп сложности)	400-500 мото-ч	Более 2000 мото-ч
Коэффициент готовности	0,97	0,994
Удельная суммарная трудоемкость ТО за 1000 мото-ч, чел.-ч	40	15
Удельная суммарная оперативная трудоемкость устранения отказов за 1000 мото-ч, чел.-ч	39	2,8
Приспособленность к компьютерной диагностике	Нет	Приспособлен

Таблица 1.2.2

**Оценка технического уровня тракторов
тяговых классов 5-6 российского производства и поставляемых
по импорту**

Показатели	«Кировец К-744Р1»	«Джон Дир 8530»
Ходовая часть	Колесный 4x4	Колесный 4x4
Двигатель	ЯМЗ-238НД5	DD Powe Tech Plus
Число цилиндров	8	6
Рабочий объем, л	14,86	9
Номинальная мощность, л.с.	300	330
Максимальная мощность, л.с.	300	360
Средняя наработка на сложный отказ, ч	500	Более 2000

Таблица 1.2.3

**Оценка технического уровня тракторов тяговых классов
3-4 российского производства и поставляемых по импорту**

Показатели	АТМ 3180		«Джон Дир 7830»	«Claas Atlas 946»
	с импортным двигателем	с двигателем ММЗ		
Ходовая часть	Колесный 4x4	Колесный 4x4	Колесный 4x4	Колесный 4x4
Двигатель	Deutz BF6M	ММЗ Д-260.9	DD Powe Tech Plus	Deutz 1013
Число цилиндров	6	6	6	6
Рабочий объем, л	6,05	7,12	6,8	7,146
Мощность, л.с.:				
номинальная	180	180	205	275
максимальная	180	180	225	282
Средняя наработка на сложный отказ (II и III групп сложности), ч	294	~290	Более 1500	1800

Среднее число отказов за контрольную наработку 1000 и 3000 мото-ч показано в табл. 1.2.4., а динамика безотказности тракторов на рис. 1.2.1.

Таблица 1.2.4

**Среднее число отказов за контрольную наработку
1000 и 3000 мото-ч**

Тракторы	1000 мото-ч			3000 мото-ч		
	Группа сложности					
	I	II	III	I	II	III
«Джон Дир 7810»	0,9	0,7	0,2	3,1	1,5	0,9
«Джон Дир 7800»	3,5*	0,0	0	-	-	-
«Массей Фергюсон 8130-4С»	2	1	0	-	-	-
«Валмет 8400Е»	3	1	0	-	-	-
К-701/701М	6,1	2,8	0,1	15,5	9,4	1,1
Т-150К	5	2,5	0,1	11,5	6	0,9
МТЗ-82	3,9	2,2	0,2	11,6	7,3	0,6



Рис. 1.2.4. Динамика безотказности тракторов: 1 – «Джон Дир 7810»; 2 – К-701/701М; 3 – МТЗ-82; 4 – Т-150К

Средняя наработка на сложный отказ за 3000 мото-ч составила, мото-ч: «Джон Дир 7810» – 1220; К-701/701М – 286; Т-150К – 435; МТЗ-82 – 390. Из приведенных данных видно, что средняя наработка на сложный отказ у тракторов «Джон Дир 7810» в 3-4 раза больше, чем у отечественных. Наибольшая разница наблюдается

по отказам I и II групп сложности. Число отказов III группы сложности у всех рассматриваемых тракторов соизмеримо. Хорошая доступность к механизмам тракторов «Джон Дир 7810», как правило, позволяет одному механику устранять самые сложные отказы. У отечественных тракторов подобные работы чаще всего выполняют два человека (механик и тракторист), затрачивая на ремонт от 6-7 (МТЗ-82) до 10 ч (К-701). Удельная оперативная продолжительность устранения отказов у сравниваемых тракторов составляет, ч/тыс. мото-ч: «Джон Дир 7810» – 2,5 (по данным механиков); К-701/701М – 8,8 (по результатам испытаний); Т-150К – 7,2 (по результатам испытаний); МТЗ-82 – 6 (по результатам испытаний). Аналогичная ситуация с надежностью комбайнов (табл. 1.2.5, 1.2.6, 1.2.7).

Таблица 1.2.5

**Наработка комбайнов на один отказ II группы сложности
в 2007-2008 гг. (данные ГИЦ), ч**

Марка комбайна	Число обследованных комбайнов в группе	Наработка, ч		
		минимальная	максимальная	средневзвешенная по группе комбайнов
<i>Отечественные комбайны</i>				
PCM-101 «Вектор»	24	29,2	71	52
PCM-142	36	53,7	143	81
«Acros-530»				
«Дон-1500Б»	9	39	153	78
СК-5МЭ1	6	44	65,2	51
«Нива-Эффект»				
<i>Зарубежные комбайны</i>				
«Mega 370»	5	116	183	143
«Lexion 560»	1	-	270	270
«Deutz Fahr 6128» (Германия)	1	-	100	100
«John Deere 9640 STS» (США)	1	-	104	104

1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Продолжение табл. 1.2.5

Марка комбайна	Число обследованных комбайнов в группе	Наработка, ч		
		минимальная	максимальная	средневзвешенная по группе комбайнов
«John Deere 9660 STS» (США)	2	-	148	148
«John Deere 9670 STS» (США)	2	-	182	182
«Laverda 2860» LXE (Италия)	8	-	105	105

Таблица 1.2.6

Средняя наработка на отказ II и III групп сложности, ч (данные ГИЦ)

Марка комбайна	Во время испытаний	Во время обследования в эксплуатации 2007-2008 гг.
Комбайны ООО «Ростсельмаш»		
PCM-101 «Вектор»	111	Средневзвешенная по группе комбайнов 29-52
PCM-142 «Acros-530»	90	53,7-81
СК-5МЭ1 «Нива-Эффект»	49,8	44-51
PCM 105 «Дон-1500 Б»	82,5	39-78
В среднем по всем комбайнам	83,3	65,5
Комбайны ОАО «ПО Красноярский комбайновый завод»		
«Енисей-1200 НМ»	48	41
«Енисей-954»	52	48,5
В среднем по всем комбайнам	50	44,7

Таблица 1.2.7

**Результаты обследования зерноуборочных комбайнов разных
фирм-производителей в реальных условиях эксплуатации 2008 г.
(данные ГИЦ)**

Марка комбайна, фирма, страна	Общее число об- следованных ком- байнов в разных МИС, шт.	Число комбайнов, обеспечивших норматив по нара- ботке на отказ II группы сложно- сти, шт. (%)	Число комбайнов, не выполнивших норматив по на- работке на отказ II группы слож- ности, шт. (%)
1	2	3	4
<i>ООО «КЗ «Рост- сельмаш» (Россия)</i>			
РСМ-101 «Вектор»	24	5 (20)	19(80)
РСМ-142 «Acros-530»	36	17(47)	19 (53)
«Дон-1500Б»	9	3 (33)	6 (67)
СК-5МЭ1 «Нива- Эффект»	6	0	6(100)
Итого по РСМ	75	25 (33)	50(100)
<i>ОАО «ПО КЗК» (Россия)</i>			
«Енисей-1200НМ»	21	0	21(100)
«Енисей-954»	9	0	9(100)
ИТОГО по КЗК	30	0	30(100)
Итого по отече- ственным комбай- нам	105	25 (24)	80 (76)
<i>ПО «Гомсельмаш» (Республика Беларусь)</i>			
КЗС-1218	7	0	7 (100)
<i>ООО «Claas» (г. Краснодар)</i>			
«Мега 370»	5	5 (100)	0
«Tucano 450»	3	0	3 (100)

Продолжение табл. 1.2.7

1	2	3	4
«Lexion 560» («Claas», Германия)	1	1 (100)	0
«Deutz Fahr 6128» (Германия)	1	1 (100)	0
«John Deere 9640 STS» (США)	1	1 (100)	0
«John Deere 9660 STS» (США)	2	2 (100)	0
«John Deere 9670 STS» (США)	2	2 (100)	0
«John Deere 1550 STS» (США)	1	1 (100)	0
«Laverda 2860» LXE (Италия)	8	8 (100)	0
«New Holland TC- 56» (США)	1	1 (100)	0
Итого по зарубеж- ным комбайнам	32	22 (69)	10 (31)

1.3. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ВТОРИЧНОГО РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

В экономике развитых стран машинный парк отраслевого производства продукции формируется за счет двух рынков техники – новых машин и машин вторичного использования. По количеству единиц оборота они примерно равновелики. В России для большинства машинных секторов и, прежде всего, для сельского хозяйства такая закономерность пока не характерна: развитого рынка вторичной техники, кроме автомобильного, к сожалению, не сформировано. В некоторых зарубежных странах подержанных машин реализуется на 15-20% больше, чем новых. Велика доля этих услуг в производственной деятельности (табл. 1.3.1).

Таблица 1.3.1

Структура реализации и прибыль дилерского пункта (США)

Виды реализации	Доля в объеме реализации, %	Доля в общем объеме прибыли, %
Продажа техники	68,0	31,0
В том числе:		
новой	46,0	25,0
подержанной	22,0	6,0
сдача техники в аренду	1,0	2,6
Продажа запасных частей	21,0	44,0
Оказание сервисных услуг	10,0	22,4
Всего	100	100

Международная Ассоциация восстановителей автомобилей и их агрегатов (APRA) выпустила книгу «Восстановление электроники и механических узлов автомобилей». В ней подчеркивается, что организация технического сервиса машин отвечает запросам бизнеса мирового масштаба. Отмечается, что в настоящее время в Европе на каждые 200 млн автомобилей ежегодно продается 20 млн восстановленных, а в США уже 60 млн. По данным специалистов APRA, к 2015 г. для Европы рынок продаж восстановленных автомобилей оценивается в 300 млн шт. По оценке специалистов APRA, к 2015 г. полный европейский объем ремонта достигнет 30 млн ед. По сравнению с 2000 г. это в 2 раза больше. Так называемое «автомобильное послепродажное обслуживание» (бизнес автомобильного ремонта и поставок запасных частей) имеет широкую область. По продажам этот бизнес составляет 600 млрд евро (850 млрд \$), что означает около одной трети размера автомобильного бизнеса.

Вторичный автомобильный рынок обеспечивает в три раза больше прибыли, чем продажа новых автомобилей в автомобильном бизнесе. Только 17% суммарного дохода отраслей, связанных с рынком автомобилей, приходится на продажу новых машин, еще 12% – на продажу подержанных.

Концерн «ВауВа» является ведущим европейским предприятием в сфере торговли и оказания услуг, в состав которого входит ряд дочерних компаний с богатым опытом капиталовложений и со-

трудничества в Германии и по всему миру. Концерн «BayWa» является одним из крупнейших предприятий в Европе, предлагающих подержанные машины. На складах постоянно имеются в наличии до 3500 различных подержанных машин. Предлагаемые машины проходят проверку в мастерских. Снабжение запасными частями проводится через центр запасных частей. Передача машин и инструктаж по ним обеспечиваются специалистами концерна. Центральный склад запасных частей в Швайнфурте обеспечивает не только готовность к поставке предприятиям «BayWa» и клиентам, но также обеспечивает поставку за рубеж. Если зерноуборочный комбайн откажет в горячую пору, то сервис оказывается не только днем, но и круглосуточно – через систему «ночной экспресс».

Формирование эффективно функционирующего вторичного рынка техники, поддержание энергетических параметров парка машин имеющейся и постоянно модернизируемой техникой может стать альтернативой полного обновления парка машин новыми образцами техники в АПК России. Машинно-технологическая модернизация сельского хозяйства на базе инновационных факторов развития, построенная на новейших образцах техники, – приоритетное будущее аграрной отрасли России, но на определенных этапах развития поддерживать частично энергетические параметры парка машин имеющимися техническими ресурсами – путь более экономичный, хотя и в ущерб темпам развития.

Сельхозмашины как старых, так и современных разработок при соблюдении технических регламентов имеют продолжительность жизненного цикла использования, значительно превышающую срок их нормативной амортизации, которая обычно составляет около десяти лет. Однако отдельные образцы, например, тракторов МТЗ выпуска 1960-х годов работают до сих пор. При плановой экономике и с наличием гигантских мощностей сельхозмашиностроения в СССР парк машин формировался за счет новых машин и их эксплуатации, как правило, у одного пользователя. Эта тенденция сохранилась и в постсоветской России, где до сих пор не сформирован рынок вторичной техники.

В текущей экономической ситуации для ускорения модернизации сельского хозяйства без эффективного вторичного рынка тех-

ники не обойтись: процесс может недопустимо затянуться. К этому принуждает высокая степень экономической дифференциации сельхозтоваропроизводителей. Сегодня 15-20% сельхозпредприятий финансово самодостаточны. Они осваивают высокие технологии и технику новых поколений, как правило, зарубежные.

Поддерживать высокий уровень производства такие хозяйства могут только при ускоренной смене поколений машинно-технологических ресурсов. Для такого режима с завершением гарантийного периода новой техники (четыре-пять лет – период ускоренной амортизации) целесообразно имеющуюся технику или часть ее переправить на вторичный рынок. После восстановления параметров машин, назначения новых гарантийных обязательств такие машины перепродаются новым владельцам-пользователям в хозяйства «среднего класса» для повторной эксплуатации на завершающем жизненном цикле машины до 10-15-летнего «возраста» машин. Часть этих машин может на третьем этапе найти новых пользователей в хозяйствах невысокого экономического достатка. Отечественная техника, как правило, может проходить смену пользователя не более двух раз – средние и слабые хозяйства.

В современной концепции развития отечественного рынка сельхозтехники необходимо отметить три базовых положения.

Первое – необходимость институциональных преобразований с созданием в интересах сельского хозяйства страны структуры для построения эффективной рыночной среды и производственного аппарата формирования и движения вторичной техники.

Второе – определение участия государства в этом процессе и разработка мер его вовлечения в этот процесс.

Третье – формирование стимулирующего экономического механизма логистики вторичной техники и экономическая эффективность модернизации рынка машин.

Необходимость формирования объединительной структуры для многих участников рынка вторичной техники объясняется разобщенностью и неэффективностью их действий. Интеграционная структура может быть различна по формам собственности и организации процесса. Наиболее целесообразно создание акционерного общества открытого типа – ОАО «Вторичная агротехника» с опе-

ративной управляющей компанией (рис. 1.3.1). Ее учредителями могли бы быть: финансовая структура, например «Россельхозбанк», – для обеспечения финансовыми ресурсами деятельности компании; лизинговая структура, например «Росагролизинг», – для обеспечения стимулирующих условий реализации продукции - вторичных машин; научное учреждение, например ГОСНИТИ, – для формирования и проведения научно-технической, рекламной и информационной политики, а также система производственных и дилерских предприятий – для формирования фонда вторичной техники в режиме трайдин (сбор, восстановление, логистика, реализация) или по иным механизмам с обязательным определением гарантийных обязательств на свою продукцию. В этой структуре заинтересованы, прежде всего, «Россельхозбанк» и «Росагролизинг», которым создание компании позволит решать проблемы имеющейся у них «зависшей» возвратной техники как результата наличия в сельском хозяйстве неплательщиков за кредиты и лизинговые платежи.



Рис. 1.3.1. Структура управляющей компании «Вторичная агротехника»

Для государства не важно, какой техникой (новой или поддержанной) пользуется СХТП – важно поддерживать те его действия, которые выгодны. Поэтому выделяемые сельскому хозяй-

ству субсидии на технику – субсидирование кредитов, лизинговых процессов и другое – распространялось и на вторичную технику. Тем более, что этими стимулами, по определению, должны пользоваться бедные СХТП – основные потребители подержанных машин, но сегодня, как правило, не пользующиеся господдержкой из-за отсутствия надежных гарантий платежеспособности. Имеется настоятельная необходимость разработки для таких хозяйств механизмов господдержки при покупке вторичной техники, например, с использованием системы страхования и др.

Участие государства в этом процессе видится прежде всего в связи с интересами государственных структур – «Россельхозбанка» и «Росагролизинга» – быть вовлеченными в процесс формирования вторичного рынка техники.

Экономический механизм функционирования вторичного рынка техники во многом схож с рынком новой техники. Различия касаются прежде всего налогообложения. В отличие от новой подержанная машина в процессе оборота дважды покупается (в начале в виде сырья, второй раз – готового изделия). Поэтому и налоговые органы допускают двойное налогообложение по НДС – при покупке машины у старого владельца и продаже новому пользователю (владельцу). Это резко удорожает вторичную технику. Двойное налогообложение имеет место и на рынке восстановленных запасных частей, и агрегатов машин, что не стимулирует его развитие из-за удорожания этих товаров.

Ряд особенностей связан с определением стоимости машин, формирующих фонд подержанной техники и фонд вторичных машин. В используемой терминологии имеется много разночтений, поэтому, по определению, назовем машины (сырье), поступающие в передел, – подержанными машинами, а машины после их восстановления и гарантий (продукт рынка) – вторичными машинами. Например, стоимость возвратных (подержанных) машин определяется во многом их остаточной стоимостью по завершении договорных обязательств с потребителями, стоимость машин от владельцев, списываемых с баланса, может определяться рыночными механизмами с учетом их технического состояния.

В общем виде экономический механизм функционирования

компании нацелен на получение более дешевого ремонтного фонда, эффективную переработку подержанной техники во вторичную продукцию и удачную рыночную ситуацию.

Потенциальный объем продукции на вторичном рынке определяется платежным спросом на вторичные машины, который должен быть скорректирован наличием подержанных машин (ремфондом).

Фонд подержанных машин в настоящее время может формироваться за счет (в меньшей мере) возвратных машин «Россельхозбанка» и «Росагролизинга» при среднегодовом возврате 3-5% от количества реализуемых новых машин: тракторов – около 3,5 тыс. шт., зерноуборочных комбайнов – 2,2 тыс., грузовых автомобилей – 1,2 тыс. шт. (это составит соответственно 150, 100, 50 шт. в год), в большей мере – за счет списанных в сельском хозяйстве машин. При направлении в ремфонд около половины списываемых машин (тракторы и зерноуборочные комбайны, примерно, по 15-20 тыс. машин в год и др.) рынок вторичной техники по количеству поставляемой техники потенциально сопоставим с рынком новых.

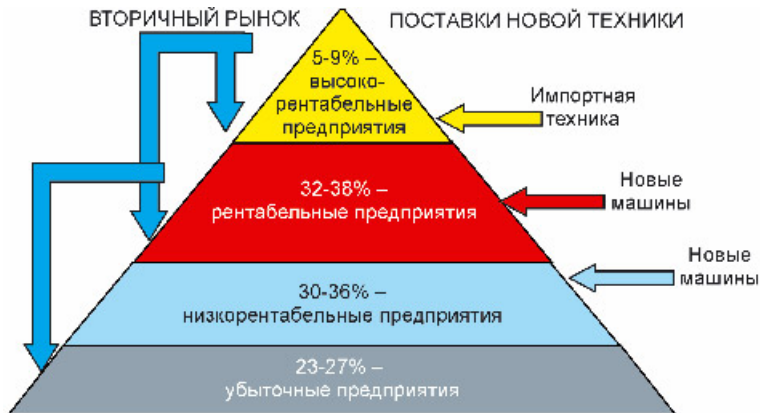
Даже укрупненные расчеты показывают, что стоимость 1 л.с. вторичных машин по сравнению с новыми может быть существенно дешевле, что особенно эффективно для «бедных» покупателей. Рассмотрим это на примере трактора типа К-744Р1. Его стоимость составляет около 3040 тыс. руб. У новой машины каждая единица мощности обойдется: 3,04 млн руб.: 250 л.с. = 12 тыс. руб. А после пяти лет эксплуатации стоимость такого трактора на рынке снижается примерно на 40% и с учетом затрат на восстановление параметров машины может реализоваться новому владельцу за 1,7 млн руб. При этом стоимость 1 л.с. трактора снижается до 6,8 тыс. руб., или на 44%, т.е. себестоимость работ такой машиной у нового владельца будет соответственно ниже.

Опыт вторичного рынка техники подтверждает экономическую выгодность неоднократного изменения владельца машин в процессе их (машин) жизненного цикла. Как показывают расчеты, развитие вторичного рынка техники в современном российском сельском хозяйстве позволяет:

- ускоренно наращивать парк машин в связи с ростом объемов работ в процессе модернизации отрасли ограниченными финансовыми ресурсами;
- поддерживать достаточный энергетический ресурс техники у сельхозтоваропроизводителей (СХТП) с низкими технологическими и финансовыми параметрами.

Во вторичном рынке заинтересованы практически все основные предприятия и организации, входящие в агропромышленный комплекс, прежде всего, сельские товаропроизводители, многие из которых не имеют финансовых возможностей приобретать новую дорогостоящую технику. Вторичный рынок необходим и благополучным хозяйствам, так как у них есть реальная возможность продать подержанную технику хозяйствам или ремонтному предприятию, заменив ее новой или восстановленной (рис. 1.3.2).

Крайне необходим вторичный рынок и ремонтным предприятиям, у которых появятся возможности ввода в действие неиспользуемых производственных мощностей и увеличения объема предоставляемых услуг.



Наполнение вторичного рынка сельскохозяйственной техники, тыс. йод.:

бывшая в употреблении импортная техника от высокорентабельных предприятий	5
техника от рентабельных предприятий	20
техника от низкорентабельных предприятий	35
бывшая в употреблении техника по импорту от дистрибьюторов	15

Рис. 1.3.2. Наполнение вторичного рынка сельскохозяйственной техникой

На рис. 1.3.3 представлено взаимодействие предприятий и заказчика при функционировании вторичного рынка на региональном уровне. Возможны варианты работы на вторичном рынке и по другим схемам с учетом финансового положения хозяйств. Для них соответственно должны быть разработаны условия взаиморасчетов за восстановленную продукцию.

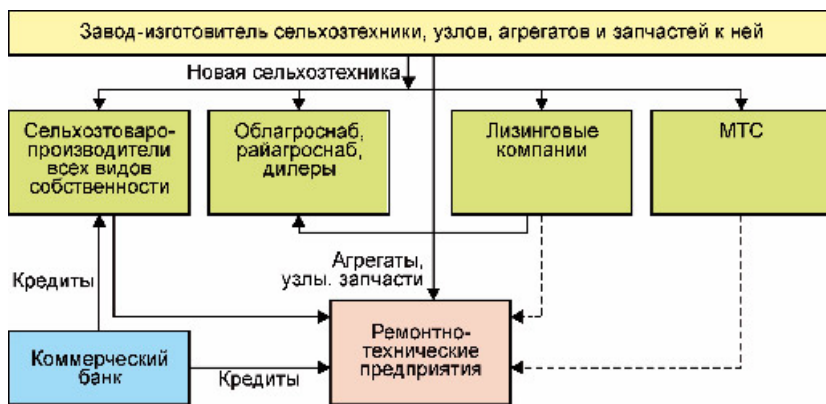


Рис. 1.3.3. Взаимодействие контрагентов на вторичном рынке региона

На уровне регионов возможно создание фондов ремонта сельхозтехники, которые производят оплату ремпредприятию за выполненные работы, а хозяйство в рассрочку производит расчеты с фондом.

С учетом обобщения опыта регионов по этой деятельности, а также исследований ученых ГОСНИТИ, ВНИИЭСХ и других институтов сформированы следующие принципы организации вторичного рынка сельскохозяйственной техники:

- проведение мониторинга и отбор техники, находящей спрос на вторичном рынке;
- организация партнерских отношений всех участников вторичного рынка;
- равенство участников и возможность выбора услуг;
- разделение финансовых рисков с соответствующим распределением доходов;

кооперация работ по совершенствованию системы вторичного использования техники;

выбор оптимальных схем восстановления и сбыта продукции на вторичном рынке;

подбор ремонтных и базовых заводов для осуществления восстановительного производства.

Предприятие, восстанавливающее подержанную технику, должно гарантировать работоспособность в течение ее гарантийного срока эксплуатации, обеспечивать запасными частями и соответствующей НТД.

Техника, поставляемая на рынок, должна пройти предпродажную подготовку в соответствии с установленным предприятием-изготовителем и (или) ремонтным предприятием объемом работ. Такая подготовка производится дилером или ремонтно-техническим предприятием, выполняющим эти работы на основании договора с продавцом (дилером).

Стоимость восстановленной техники на вторичном рынке не должна превышать 50-70% первоначальной стоимости техники в зависимости от срока службы базовой машины, гарантированного ресурса, объема и качества восстановительных работ.

В табл. 1.3.2 показаны наличие техники в 2008 г. и прогноз парка машин на 2015 и 2020 гг. По этим же годам приводятся показатели объемов продаж техники на вторичном рынке.

Таблица 1.3.2

Емкость рынка сельскохозяйственной техники

Показатели	2008 г.	2015 г.	2020 г.
Наличие техники, тыс. шт.:			
тракторы	525,6	650,0	900,0
зерноуборочные комбайны	140,2	190,0	250,0
кормоуборочные комбайны	32,2	40,0	60,0
грузовые автомобили	248,7	400,0	750,0

Оценка возрастного состава парка сельскохозяйственной техники на 2020 г. по трем группам приведена в табл. 1.3.3.

Таблица 1.3.3

**Оценка
возрастного состава сельскохозяйственной техники**

Срок службы, годы	Тракторы				Зерноуборочные комбайны			
	2008 г.		2020 г.		2008 г.		2020 г.	
	тыс. шт.	%	тыс. шт.	%	тыс. шт.	%	тыс. шт.	%
До 7	26,3	5	207,3	23	9,8	7	70,0	28
8-12	184,0	35	288,0	32	63,2	45	100,0	40
Более 12	315,3	60	405,0	45	67,2	48	80,0	38
Всего	525,6	100	900	100	140,2	100	250	100
Средний срок службы	14	-	10	-	12	-	10	-

Развитие вторичного рынка подержанной техники потребует современного механизма обмена информацией о наличии таких машин, а также восстановленных узлов, агрегатов и запасных частей. Для потребителей вторичного рынка необходимы знание основных показателей (параметров) по запрашиваемому товару (порядка 5-6 показателей). Этот процесс должен быть максимально компьютеризован и в то же время контролируемым в части проведения сделок и оформления контрактов и договоров.

На основе проведенных исследований и изучения зарубежного опыта реальным регулятором работы ремонтных и торгово-снабженческих предприятий АПК России на вторичном рынке может стать товарная биржа.

Целью товарной биржи вторичного рынка и другой продукции, представляющей интерес для сельхозтоваропроизводителя, является интеграция в масштабе АПК России необходимой информации, связанной с организацией и регулированием биржевой торговли подержанной техникой, узлами, агрегатами и запасными частями,

т.е. появляется реальная возможность упростить процедуру поиска потенциальных поставщиков и потребителей сельскохозяйственной техники, формировать реальные цены на подержанные ресурсы, представлять участникам биржевой торговли определенные гарантии по исполнению биржевых сделок. Товарная биржа вторичных ресурсов, организованная в масштабе АПК России, оснащенная современными электронными средствами, будет иметь важное значение для большей части сельхозтоваропроизводителей, ремонтных предприятий и заводов-изготовителей. В настоящее время ГОСНИТИ активно проводит работу по формированию товарной биржи восстановленной сельскохозяйственной техники, узлов, агрегатов, запасных частей, а также ремонтно-технологического оборудования и оснастки.

1.4. МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ РЕМОНТЕ

Опыт модернизации сельскохозяйственной техники

С развитием вторичного рынка сельскохозяйственной техники в Российской Федерации в последние годы возрос интерес к ее модернизации при ремонте. Однако модернизация машин на сервисных предприятиях России сводится в основном к замене зарубежных агрегатов, в том числе двигателей, на отечественные. Следует заметить, что в последнее время прослеживается тенденция при восстановлении подержанной техники использовать более совершенные конструкции агрегатов трансмиссии, гидроагрегатов, систем топливоподачи.



Большой опыт работы на рынке подержанной техники имеет ОАО «Батыревская сельхозтехника» Республики Чувашия. На предприятии организован восстановительный ремонт подержанных или списанных тракторов типа МТЗ с одновременной их модернизацией. При капитальном ремонте и модернизации тракторов «Беларусь» широко применяют восстановленные детали, стоимость которых не превышает 25-50% стоимости новых узлов и агрегатов. ОАО «Тейковская агропромтехника» Ивановской области в течение последних трех лет проводит работу по модернизации кормоуборочных комбайнов германского производства. Большой опыт по модернизации имеет НПО «Агросервис» Республики Татарстан. Имея высококвалифицированные инженерные и рабочие кадры, НПО «Агросервис» стремится внедрить новые технологии и методы при восстановлении деталей и модернизации. В настоящее время используется технология модернизации тракторов К-701 с установкой на них кабины КамАЗ и новейшего двигателя КамАЗ с двумя турбонаддувами. Ведется работа и по установке на указанные тракторы более мощных двигателей «Мерседес-Бенц». На предприятиях НПО «Агросервис» выполняется также модернизация машин путем замены двигателя зерноуборочных комбайнов «Дон-1500Б», кормоуборочных комбайнов КСК-100 и Е-281, коммунальной техники, экскаваторов. ОАО «Луховицкая сельхозтехника» Московской области осуществляет ремонт и модернизацию зерноуборочных комбай-

нов. В Ярославском РТП (ныне ЗАО ПК «Ярославич») модернизируют и реализуют на вторичном рынке тракторы типов К-700, Т-150К, МТЗ и другие, автомобили, кормоуборочные комбайны. При этом стоимость отремонтированных машин с модернизацией составляет 40-50% от стоимости новых. На них выдается гарантия сроком на один год.

Наиболее перспективным направлением модернизации техники является повышение производительности машин, их надежности, экономичности и комфортности обслуживания. Повышение надежности модернизированных машин должно произойти за счет использования более совершенных конструкций агрегатов и новых материалов, в том числе при восстановлении деталей. Большие возможности повышения ресурса восстановленных деталей при модернизации сельскохозяйственной техники открывают технологии нанесения упрочняющих покрытий, в том числе композиционных. Значительный интерес для этих целей представляют процессы нанесения покрытий с применением нанотехнологий.



Анализ показывает, что за рубежом прослеживается тенденция модернизации техники, бывшей в эксплуатации. Например, полная модернизация устаревшей техники широко практикуется на предприятиях американской военной промышленности. По оценке профессора Н. Насира (Рочестерский технологический институт), Пентагон ежегодно расходует на полную модернизацию самолетов, танков, бронированных машин и другой военной техники около 15 млрд долл.

Зарубежные эксперты считают, что быстрый рост цен на природные ресурсы и их истощение, а также принятие законов по охране окружающей среды будут способствовать дальнейшему росту числа компаний, которые будут заниматься модернизацией изношенной техники.

Порядок модернизации машин

Изменение конструкции машины с целью улучшения ее качества должно осуществляться в следующей последовательности:

51

1. Формируется предложение по изменению конструкции с целью улучшения качества функционирования машины (снижение потерь расхода топлива; повышение производительности, показателей надежности, комфортности).

2. После обоснования предложения и доказательства его безопасности, технической, технологической и экономической эффективности формируется бизнес-план на модернизацию машины.

3. При необходимости выполняется разработка конструкторской документации на детали и составные части машины, необходимые для модернизации.

4. Изготавливают опытные образцы составных частей или приобретают новые комплектующие части. Опытный образец машины готовят к испытанию.

5. Проводят испытания опытного образца машины в соответствии с действующими стандартами и методическими документами.

6. Решение об изменении конструкции машины может принять разработчик-изготовитель машины совместно с автором предложения об изменении конструкции (модернизации).

7. При положительном решении дорабатывается конструкторская и технологическая документация на изготовление дополнительных или новых составных частей, вносятся изменения в эксплуатационную и ремонтную документацию, готовятся производственные участки для модернизации машины.

8. Разработчик-изготовитель машины подготавливает рекомендации по изменению конструкции ранее выпущенных машин и рассылает их владельцам машин и дилерам (сервисным предприятиям).

Изменения конструкции машин (узлов) осуществляются преимущественно при их ремонте по рекомендации и документации разработчика-изготовителя, апробированных в установленном порядке с учетом требований безопасности труда, охраны здоровья и окружающей среды, качества функционирования и т.д. Дилер или иной исполнитель модернизации должен иметь сертификат на выполняемую услугу.

Модернизация машины, находящейся в эксплуатации, может выполняться только по рекомендации разработчика-изготовителя, оформленной в письменном виде.

Модернизация и связанное с ней изменение конструкции машины могут осуществляться при проведении технического обслуживания путем замены легкоъемной детали (узла, агрегата) другой или путем замены труднодоступной детали (узла, агрегата) при ремонте. Заменяющая деталь (узел, агрегат) может быть новой, бывшей в эксплуатации или отремонтированной.

Основными исполнителями работ по модернизации машин, эксплуатируемых в АПК, являются их разработчик-изготовитель, владелец и сервисное предприятие.

Разработчик-изготовитель машины принимает решение о конкретном изменении конструкции, разрабатывает конструкторскую документацию на изменяемые элементы. При необходимости по-

купает детали, узлы, агрегаты, обеспечивающие повышение качества выпускаемой машины, изготавливает образцы необходимых деталей и испытывает их. О принятом решении информирует сервисные предприятия и владельцев машин специальным документом – «Рекомендации по модернизации машины. Предложения разработчика-изготовителя». В документе изложены обоснование, условия и эффективность модернизации, ее технология, комплект деталей (узлов, агрегатов), цена заменяемых деталей, трудоемкость работ и т.д.

Владелец машины может выполнить работу по модернизации принадлежащей ему машины своими силами и средствами или силами и средствами сервисного предприятия. Он оплачивает стоимость услуг по модернизации машины и пользуется ее эффектом.

Ответственность за качество модернизации машины несет предприятие, выполняющее работы по модернизации. Переоборудованные машины должны быть зарегистрированы (перерегистрированы) в органах Гостехнадзора в установленном порядке. При этом в паспорт машины вносятся изменения.

Основная техническая документация на ремонт и модернизацию машин:

- технические условия на сдачу в ремонт и выдачу из ремонта;
- технические требования на капитальный ремонт;
- руководство по текущему ремонту;
- рекомендации разработчика-изготовителя машины на ее модернизацию.

ГОСНИТИ совместно с заводами и сервисными предприятиями проводят работы, направленные на практическую реализацию модернизации сельскохозяйственной техники и ремонтно-технического оборудования как основы повышения технического уровня имеющегося МТП.

Разработаны основы научного обеспечения проблемы модернизации машин: концепция, практические рекомендации, методики экономической эффективности приемов модернизации отремонтированных машин и оборудования, техно-рабочие проекты модернизации тракторов и комбайнов.

Разработанные научно-методические и организационные документы прошли широкую апробацию в производственных условиях в Московской, Тульской, Пензенской, Ростовской, Владимирской областях, Краснодарском крае, республиках Татарстан, Чувашия. Издана массовым тиражом и доведена до потребителей техники методология работы по модернизации. В этих документах приведены технологии модернизации конкретных машин, в том числе замены штатных двигателей более надежными и эффективными.

1.5. СИСТЕМА И ИНФРАСТРУКТУРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАШИН

Система технического обслуживания и ремонта машин (ТОР) представляет собой совокупность взаимосвязанных средств, документации и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества машин, входящих в эту систему. Поддержание и восстановление качества машин – это ремонтно-обслуживающие воздействия на машину, имеющие своей целью управление ее техническим состоянием, контроль состояния составных частей и машины в целом, выполнение работ по устранению и предупреждению неисправностей по регламенту и/или по состоянию машины.

Технические средства, входящие в систему ТОР, – сооружения, здания, оборудование, приборы, аппараты, материалы, запасные части, необходимые для технического обслуживания, ремонта, хранения, использования по назначению и транспортирования эксплуатируемых машин, имеющиеся у владельцев и сервисных предприятий, предоставляющих услуги последним.

Документация, входящая в систему ТОР – федеральные, региональные и муниципальные законы, постановления Правительства, стандарты, межотраслевые и отраслевые нормативы по вопросам разработки, изготовления, обращения и эксплуатации (обслуживание, ремонт, хранение, транспортирование, использование по назначению, купля-продажа, утилизация) машин, взаимоотношения изготовителей и потребителей техники между собой и с исполнителями услуг.

Исполнители работ по эксплуатации машин, входящие в систему ТОР, – операторы-водители машин, слесари-ремонтники и исполнители услуг по техническому обслуживанию, ремонту, транспортированию, хранению машин, инженерно-технический персонал предприятий-владельцев и изготовителей машин и сервисных предприятий.

Все ремонтно-обслуживающие воздействия на машины в процессе их эксплуатации принято объединять в группы работ технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р). При определенных обстоятельствах они дополняются работами по модернизации машин, находящихся в эксплуатации.

Техническое обслуживание – это комплекс операций или операция (работа) по поддержанию работоспособности или исправности машины при использовании по назначению, хранении, ожидании, транспортировании и после него (ГОСТ 18322).

Техническое обслуживание (ТО) включает в себя обкаточные, мочные, очистные, контрольные, диагностические, регулировочные, смазочные, заправочные, крепежные и монтажно-демонтажные работы, а также работы по консервации и расконсервации машин и их составных частей.

Техническое обслуживание машин при использовании их по назначению имеет целью систематический контроль технического состояния и выполнение плановых работ для уменьшения скорости изнашивания составных частей, предупреждения отказов и неисправностей.

При использовании машин предусматриваются следующие виды ТО: ежесменное (ЕТО); номерные (ТО-1, ТО-2, ТО-3); сезонные.

Вид технического обслуживания (ЕТО, ТО-1 и т.п.) – определенный перечень работ по обслуживанию машины, который необходимо выполнить через заданный интервал наработки (10, 125, 500 ч и др.) или при определенных условиях (запыленность, сезонные условия, ослабление натяжения ремня и т.п.).

Виды ТО, периодичность и условия их проведения устанавливает разработчик-изготовитель машины в соответствии с рекомендациями действующих государственных стандартов и пожеланиями потребителей.

Ремонт – комплекс работ по восстановлению исправности или работоспособности машин и восстановлению ресурса машин или их составных частей.

В сельском хозяйстве по полноте охвата восстановлением неисправностей различают: ремонт машины в целом; ремонт агрегата, узла, сборочной единицы; восстановление (ремонт) изношенной детали.

По полноте восстановления ресурса виды ремонта подразделяют на текущий и капитальный.

Текущий ремонт – ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности машины, состоящий в регулировании механизмов или в замене и (или) восстановлении отдельных частей.

Капитальный ремонт – ремонт, выполняемый для восстановления исправности, полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия (машины в целом, агрегата или узла) с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. Значение, близкое к полному ресурсу, устанавливается в нормативно-технической документации.

Используются три основные стратегии выполнения работ технического обслуживания и ремонта: после отказа; регламентированная в зависимости от наработки (календарного времени) по сроку и содержанию ремонтно-обслуживающих воздействий; по состоянию, с периодическим или непрерывным контролем (диагностирование).

Две последние стратегии имеют планово-предупредительный характер. Применительно к ним последствия отказов, возникших до назначенного срока проведения ремонтных работ, устраняют по мере необходимости, после отказа.

Сельскохозяйственные машины как объекты построения системы ремонта и обслуживания можно разделить на три группы:

- машины старого поколения (более шести лет эксплуатации);
- отечественные новые машины, выпускаемые в последнее время (до шести лет эксплуатации);
- импортная техника и отечественные машины новых моделей.

Для первой группы машин должна применяться адаптирован-

ная, сформированная в 80-е годы система технического обслуживания и ремонта. На ее основе в последние годы техника с почти полностью выработанным ресурсом поддерживается частыми ремонтами, в основном в условиях мастерских самих сельхозтоваропроизводителей.

Вторая группа – отечественные новые машины (в том числе производства заводов Белоруссии и Украины). Для этой более энергонасыщенной техники в действующей системе обслуживания и ремонта ГОСНИТИ откорректировал нормативы обслуживания и ремонта, при этом сложные узлы и агрегаты должны ремонтироваться на специализированных предприятиях, участках или в цехах с полным набором необходимого оборудования.

Третья группа – импортные машины и новейшая отечественная техника с новыми свойствами по надежности и долговечности, а следовательно, с новыми подходами к техническому сервису, что позволяет с использованием существующих методик рассчитать инженерную сервисную службу и параметры ремпредприятий.

В соответствии с принятой группировкой машин по возрастному составу, опытом уже созданных ремонтных предприятий организационная структура технического сервиса в АПК с учетом ее модернизации должна включать в себя системное взаимодействие функциональных подразделений трех уровней:

- собственная сервисная сеть сельскохозяйственных товаропроизводителей;
- модернизированные на высокотехнологичном уровне, под эгидой фирм-изготовителей региональные агрегаторемонтные предприятия, цехи, участки и т.д.;
- дилерская сеть.

ГОСНИТИ прогнозирует следующее распределение выполнения объемов работ по техническому сервису:

60-70% – в мастерских хозяйств (несложный ремонт, техническое обслуживание и хранение техники);

15-25% – на сервисных предприятиях регионального (областного, республиканского) уровня (капитальный ремонт и модернизация машин, ремонт агрегатов, восстановление деталей, изготовление оснастки и оборудования);

15% – на районных ремонтных и дилерских предприятиях (ремонт и техническое обслуживание сложной сельскохозяйственной техники, монтаж и обслуживание оборудования для животноводства, транспортное и агрохимическое обслуживание).

Необходимо учитывать, что раньше при оснащении сравнительно простыми машинами трактористы и мастера-наладчики были способны самостоятельно полностью обслужить и отремонтировать свою машину. В настоящее время тракторист не в состоянии устранить сложные отказы, тем более провести самостоятельно ремонт узлов и агрегатов. В связи с этим в полной мере должна развиваться и эффективно работать сеть специализированных агрегаторемонтных предприятий, а также дилерских и технических центров.

Во многих регионах по экономическим соображениям повышется востребованность в восстановленных агрегатах машин в противовес новым. Это подтверждается и мировым опытом. Поэтому модернизация на высокотехнологическом уровне агрегаторемонтных предприятий по двигателям, дизельной топливной аппаратуре, гидротрансмиссиям, турбокомпрессорам и другим наиболее сложным узлам и агрегатам становится перспективным направлением развития отрасли.



Такие предприятия требуют оснащения высокоточным оборудованием, оснасткой и нормативно-технической документацией. Главным здесь следует считать меры, принимаемые иностранными фирмами и отечественными заводами-изготовителями, по повышению качества ремонта узлов и агрегатов как основы повышения работоспособности и надежности отремонтированной машины.

С учетом принятой группировки машин по возрастному составу, опыта работы действующих ремонтно-обслуживающих предприятий организационная структура технического сервиса АПК в регионах должна включать в себя системное взаимодействие функциональных подразделений трех блоков (рис. 1.5.1.):

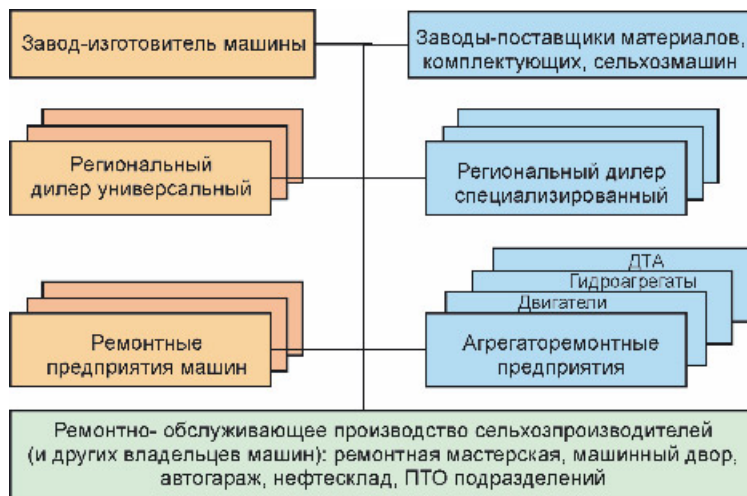


Рис. 1.5.1. Структура ремонтно-обслуживающей базы агропромышленного комплекса региона

первый блок – это собственная сервисная сеть сельхозтоваропроизводителей;

второй блок – модернизированные на высокотехнологичном уровне под эгидой заводов-изготовителей агрегаторемонтные предприятия и ЦВИДы;

третий блок – сеть дилеров, технических центров, ремонтных и

других предприятий, выполняющих услуги на районном и региональном уровнях.

Основные направления модернизации системы обеспечения работоспособности машин

Повышение работоспособности машин – необходимое условие для повышения эффективности инженерно-технической системы. Уровень работоспособности парка характеризуется коэффициентом технической готовности машин, показывающим долю машин, находящихся в работоспособном состоянии от общей численности техники. В настоящее время этот показатель не превышает 0,8, т.е. около 20% парка в работе не участвует, как правило, по причине технической неисправности. Поэтому устойчивое функционирование парка машин определяется системой их технического обслуживания с оптимальным построением ремонтного комплекса в АПК, квалификацией механизаторов и работников сферы технических услуг. В настоящее время основные объемы работ (более 90%) по подготовке техники к весенне-полевым работам выполняются в хозяйствах: на машинных дворах, в центральных ремонтных мастерских, пунктах обслуживания. Эти объекты находятся в крайне неудовлетворительном состоянии. Практически отсутствуют площадки для настройки и регулировки агрегатов, что приводит, прежде всего, к необоснованному расходу материально-технических ресурсов. Установленное на этих объектах ремонтно-технологическое оборудование и имеющаяся техническая документация в большинстве своем не могут быть адаптированы к выпускаемой технике, особенно к машинам нового поколения. Необходима замена ремонтно-технологического оборудования новыми образцами или его модернизация на основе новых технических требований. Первоочередные направления модернизации технического сервиса связаны:

- с обновлением технологической базы ремонта машин на основе освоения ремонтных воздействий по потребности, определяемой современными средствами диагностики при выполнении жесткого регламента периодических технических уходов;

- с применением эффективных технологий восстановления и упрочнения деталей машин и ремонта агрегатов;
- с инновационным преобразованием этой сферы производства и сервиса.

Модернизация инженерно-технической системы в области повышения качества ремонта и обслуживания машин должна развиваться в следующих направлениях:

во-первых, необходимо модернизировать существующие или создать при заводах-изготовителях цехи или участки по ремонту двигателей, узлов топливной аппаратуры, гидроагрегатов, КП, ГУР, на таких участках должен осуществляться ремонт с максимальным количеством восстанавливаемых деталей;

во-вторых, на сертифицированных ремонтных предприятиях должна проводиться модернизация отдельных моделей тракторов и другой техники на основе рекомендаций заводов-изготовителей и с их участием, при модернизации должны заменяться ненадежные в работе агрегаты и системы.

От модернизации системы поддержания парка машин в работоспособном состоянии можно ожидать следующих результатов:

- повышение уровня технической готовности парка машин до 0,95-0,98, что эквивалентно сохранению в парке 100 тыс. тракторов, 25 тыс. зерноуборочных комбайнов и другой техники;
- экономия затрат сельхозтоваропроизводителей на содержание техники, приобретение топливно-смазочных материалов и других ресурсов не менее 35 млрд руб. в год;
- увеличение продолжительности эксплуатационного ресурса использования машин на 20-25%;
- сокращение затрат в себестоимости сельхозпродукции по статье «Техническое обслуживание» за счет использования восстановленных деталей ежегодно на 10 млрд руб.;
- ежегодная экономия металла более 500 тыс. т, топливно-смазочных материалов – более 450 тыс. т.

Для высокопроизводительного использования МТП, поддержания его в работоспособном состоянии при минимальных затратах средств необходимо укрепление ремонтно-эксплуатационной и обслуживающей базы в агропромышленном комплексе России (табл. 1.5.1).

Таблица 1.5.1

Структурное построение системы поддержания работоспособности парка машин в АПК

Система управления развитием ИТС	Модернизация инфраструктуры ИТС	Параметры развития	
		имеется (2008 г.), ед.	требуется (2020 г.), ед.
Уровень сельхозпредприятия, холдингового образования:	<ul style="list-style-type: none"> • Машинные дворы – реконструкция 	18000	25000
<ul style="list-style-type: none"> • служба главного инженера хозяйств, холдингов 	<ul style="list-style-type: none"> • Центральные ремонтные мастерские, гаражи и пункты ТО – строительство и реконструкция 	25000	50000
	<ul style="list-style-type: none"> • Площадки регулировки и настройки машин – строительство 	-	25000
	<ul style="list-style-type: none"> • Передвижные средства ТО и ремонта – приобретение 	18000	45000
Районные (муниципальные) формирования АПК:	<ul style="list-style-type: none"> • Мастерские общего назначения и станции ТО – переоснащение 	500	750
<ul style="list-style-type: none"> • инженерная группа районных формирований АПК 	<ul style="list-style-type: none"> • Универсальные дилерские центры и филиалы – создание 	40	1500
<ul style="list-style-type: none"> • информационно-консультационные центры 	<ul style="list-style-type: none"> • Пункты (в том числе передвижные) проверки и регулировки сложных систем техники – создание 	15	250
	<ul style="list-style-type: none"> • Районные МТС и кооперативы (сервисные) – создание и модернизация 	250	1200

Продолжение табл. 1.5.1

Система управления развитием ИТС	Модернизация инфраструктуры ИТС	Параметры развития	
		имеется (2008 г.), ед.	требуется (2020 г.), ед.
Субъекты РФ, меж-районный уровень:	• Высокоресурсные ремонтные предприятия – переоснащение	35	82
• управления (отделы) технической политики АПК субъектов РФ	• Цехи ВИД – создание	-	50
• НИИ и проектные организации	• Дилерские центры – создание и модернизация	130	250
	• МТС (рег.) – создание и модернизация	15	50
	• Центры модернизации техники - реконструкция	18	60

В настоящее время техническая обеспеченность и финансовые возможности сельскохозяйственных предприятий характеризуются различной востребованностью к обновлению машинно-тракторного парка и видам услуг по техническому сервису.

Крупные фирмы-производители сельскохозяйственной техники, как правило, стараются формировать «свои» индивидуальные системы продаж и обслуживания техники. Сейчас ни один крупный производитель техники не выступает на мировом рынке как чистый изготовитель, он всегда представляет себя и как поставщика машин, и как поставщика услуг по техническому сервису своей продукции.

Вторым развивающимся направлением дилерства является организация крупных независимых самостоятельных дилерских компаний. Примером таких компаний является Компания «Бизон» – одна из ведущих и крупных на рынке сельскохозяйственной и автотракторной техники, запасных частей, ремонтного и сервисного обслуживания Юга России.

Высокоинновационным прогрессивным подходом в работе дилеров следует считать организацию реализации техники с последующим внедрением новых технологий. В таких компаниях необходимо создавать выездные центры инновационных технологий по таким направлениям, как растениеводство, внесение удобрений и защита растений, эксплуатация машинно-тракторного парка. Специалисты центров, рекомендуя потребителям технику, должны предлагать и технологии по ее эффективному применению для конкретных климатических и почвенных условий.

Анализ показал, что дилеры принадлежат либо фирмам-изготовителям техники, либо частному бизнесу, создающему независимые компании. Однако сельскохозяйственные товаропроизводители имеют чрезвычайно широкую номенклатуру сельскохозяйственной техники, оборудования на животноводческих фермах и в перерабатывающих цехах, парк автотранспортных средств, холодильное оборудование. Поэтому даже находящиеся в зоне действия указанных выше дилерских структур хозяйства не будут обеспечены необходимыми сервисными услугами по другим видам техники и, особенно, в послегарантийный период эксплуатации. Для этого на региональном уровне должны функционировать универсальные дилерские предприятия. Они могут создаваться сельхозтоваропроизводителями на кооперативных началах, агрохолдингами, государственными органами, в том числе с привлечением банковских структур, коммерческими организациями. Производственной базой универсальных дилеров могут быть: ремонтно-техническое предприятие в целом или отдельные его объекты; складские комплексы и площадки агроснаба с цехами досборки и предпродажного обслуживания; производственные базы мелиоративных предприятий; объекты сервиса крупных сельскохозяйственных предприятий и агрохолдингов.

Главной функциональной задачей универсальных дилеров и экономическим стимулом должно быть обеспечение в регионе технической готовности всей гаммы эксплуатируемых машин в гарантийный и послегарантийный периоды. При этом универсальные дилеры, в свою очередь, могут быть фирменными дилерами отдельных заводов-изготовителей или являться филиа-

лом дилерской компании, реализующей в регионе импортную технику.

На рис. 1.5.2 представлена схема взаимодействия универсальных дилерских центров с поставщиками технических ресурсов и сельхозтоваропроизводителями.

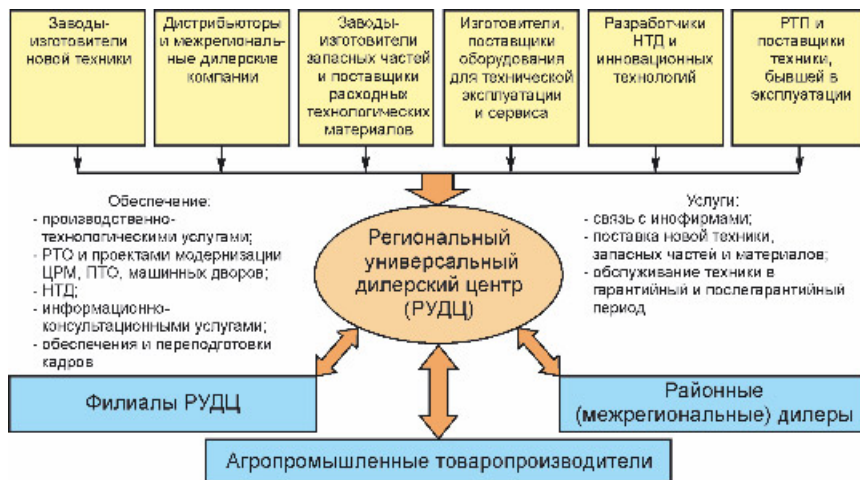


Рис. 1.5.2. Схема взаимодействия универсальных дилерских центров и агропромышленных товаропроизводителей

Машинно технологические станции

По мнению некоторых специалистов, в решении проблемы технического сервиса машин большую роль могут сыграть машинно-технологические станции (МТС). Для предоставления услуг по техническому обслуживанию и ремонту таким формам хозяйствования у МТС имеются необходимые условия, так как многие из них созданы на базе действующих сервисных предприятий. Например, свыше 50 % МТС созданы на ремонтно-обслуживающей базе районных ремонтных предприятий. Поэтому важным сегментом рынка услуг для МТС является технический сервис машин и оборудования. Такой опыт в настоящее время есть в различных регионах. К наибо-

лее успешно функционирующим МТС можно отнести Калужскую машинно-технологическую станцию. Она постоянно расширяет зону обслуживания. Большой объем сервисных работ сельским товаропроизводителям, в том числе малым формам хозяйствования, оказывают машинно-технологические станции Мордовии, которые специализируются на ремонте определенных марок машин и агрегатов. В Удмуртской Республике крестьянские (фермерские) хозяйства заключают с МТС договора на оказания услуг, в том числе на ремонтно-обслуживающие работы. Однако их число в последние годы сокращается.

Кооперативы

Большие надежды по обеспечению сервиса техники, особенно в малых формах хозяйствования, возлагаются на создание сети снабженческо-сбытовых и обслуживающих сельскохозяйственных потребительских кооперативов.

Один из первых сельскохозяйственных снабженческо-сбытовых кооперативов «Снабженец» в Республике Мордовия был создан на базе ОАО «Старошайговоагропромснаб». Он занимается поставкой хозяйствам запасных частей, горюче-смазочных материалов, семян минеральных удобрений и средств защиты растений. Эта организация явилась учредителем кооператива, а пайщиками стали хозяйства района, в том числе фермерские (крестьянские). В Краснокутском районе Саратовской области зарегистрирован сельскохозяйственный потребительский обслуживающий кооператив «Верхнее-Ерусланский». Его целью является оказание различных услуг, в том числе по ремонту техники. Кооператив состоит из трех подразделений: механизированный ток и складское хозяйство, ремонтная мастерская и нефтебаза. Для обеспечения хозяйств горюче-смазочными материалами, запасными частями, оборудованием в Саратовской области созданы сельскохозяйственные потребительские снабженческо-сбытовые кооперативы «Союз», «Содружество», «Русь». При создании обслуживающих кооперативов, по мнению ученых ГОСНИТИ, их целесообразно размещать при ремонтно-технических предприятиях или снабженческих организациях с пе-

редачей им (в качестве паевых взносов) соответствующих площадей и оборудования. В каждом районе должны действовать два-три сервисно-обслуживающих кооператива.

В настоящее время ГОСНИТИ разработал рекомендации по созданию и функционированию системы таких кооперативов. Рекомендации одобрены на заседании Научно-технического совета при Минсельхозе России и направлены в регионы. В Меленковском районе Владимирской области создан пилотный проект обслуживающего кооператива. Основные функции созданного СПОКа включают в себя: материально-техническое обеспечение хозяйств, в том числе техникой, запчастями, РТО, ГСМ и другими ресурсами; выполнение механизированных технологических работ при производстве сельскохозяйственной продукции в комплексе или отдельных операций технологического цикла; технический сервис машин и оборудования, в том числе комплексное обслуживание выездными бригадами; переработку, сбыт (реализацию) продукции сельскохозяйственного производства; консультационные услуги на модернизацию машинно-технологических процессов и эффективное ведение производства, а также другие работы и услуги, предусмотренные уставом СПОКа.

Опыт сервисных предприятий по обеспечению работоспособности машин

На Международной специализированной выставке сельхозтехники в России «Агросалон-2009», которая проходила 16-19 ноября 2009 г. в МВЦ «Крокус Экспо» был представлен опыт по техническому сервису машин в группе компаний «Подшипник», которая расположена в Краснодарском крае.

В структуру Группы компаний «Подшипник» входят: Торговый дом «Гомсельмаш-Юг», Предприятие ТВЦ «Сельхозтехника», Торговый дом «ХТЗ», ООО Авторемонтный завод «Подшипник», РТП «Усть-Лабинсктехсервис», ЗАО ТД «Подшипник». Производственные подразделения Группы компаний «Подшипник» осуществляют восстановление и модернизацию комбайнов «Дон», тракторов ХТЗ и «Кировец», автомобилей КамАЗ.



В основе производства лежит принцип восстановления дорогостоящих корпусных деталей (рамы, каркасы кабины, корпуса КПП и мостов) и полной замены на новые деталей и узлов, подверженных интенсивному износу (двигатели, детали трансмиссии, рабочие органы, гидравлика, электрооборудование, облицовка, шины). Каждая единица техники проходит полный сборочный цикл – от рамы до готовой машины, – который заканчивается тщательной обкаткой под наблюдением отдела технического контроля. При восстановлении техники производится ее модернизация: устаревшие модели двигателей меняются на современные; устанавливается усовершенствованная, эффективная система очистки зерна на комбайнах; кабины теплоизолируются и комплектуются кондиционерами. Производственная деятельность предприятия лицензирована. На восстановленную технику предоставляется гарантия в течение одного года, а ее технический ресурс составляет не менее пяти лет. Группе компаний «Подшипник» дано право на продвижение продукции таких предприятий, как «Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе», «Червона Зирка», «Amazone», «Farmet» и многих других. Особое внимание Группа компаний «Подшипник» уделяет гарантийному и сервисному обслуживанию техники. На закрепленных территориях в созданных торговых центрах квалифицированные специалисты производят обкатку и наладку техники, устраняют выявленные дефекты, консультируют клиентов по вопросам правильной эксплуатации и обслужива-

ния приобретаемой техники. На предприятии действует строгая система технического контроля за качеством выполнения работ, поэтому в конечном итоге потребитель получает полностью подготовленную к эксплуатации технику с фирменной гарантией. Гарантийная служба Группы компаний по первому обращению клиента предоставляет квалифицированную помощь, тем самым обеспечивая постоянную эксплуатационную готовность техники. ООО Авторемонтный завод «Подшипник» – предприятие, занимающееся продажей, восстановлением и модернизацией автомобилей КамАЗ и МАЗ. В основе производства лежит принцип восстановления дорогостоящих корпусных деталей и полной замены на новые. При сборке автомобилей используются оригинальные комплектующие, поставляемые непосредственно с заводов-изготовителей, что дает возможность гарантировать высокое качество выпускаемой техники. Грузовые автомобили после капитального ремонта обеспечиваются гарантийным сопровождением в течение одного года, или после 30 тыс. км пробега. РТП «Усть-Лабинсктехсервис» – специализированное высокотехнологичное предприятие, производящее капитальный и текущий ремонт дизельных двигателей, предлагает клиентам следующие услуги: капитальный и текущий ремонт дизельных двигателей всех марок (гарантия на двигатели – один год, или 1000 мото-ч); продажу двигателей после капитального ремонта; ремонт базисных деталей и узлов двигателей; ремонт топливной аппаратуры; продажу запасных частей; покупка б/у двигателей в любой комплектации.

Ежегодно в сельхозформированиях Республики Татарстан в составе более 1000 звеньев работают свыше 4000 квалифицированных мастеров-наладчиков и слесарей. Ремонт тракторов, комбайнов и сложной техники проводится в 992 ремонтных мастерских, 16 ремонтных предприятиях агрохолдингов. Также работают 667 пунктов технического обслуживания. В республике сохранены и работают четыре специализированных ремонтно-механических завода: «Кузембетьевский РМЗ», «Арский РМЗ», «Челны-Кировец» и «РМЗ Алмаз», а также 26 ремонтно-технических предприятий, в основном в составе агрохолдингов. Ряд крупных агрохолдингов в течение последних трех лет произвел реконструкцию и строительство 30 ремонтных мастерских и 16 пунктов техобслуживания. Всего функционируют 1005 небольших отапливаемых пунктов ремонта и регулиров-

ки сельхозмашин. В республике производственной базы вполне достаточно для поддержания высокой технической готовности сельскохозяйственной техники. В каждом районе имеются хозяйства, в которых обычно ремонт посевных и почвообрабатывающих машин производится сразу после окончания полевых работ, например, в Атинском, Сабинском и Тюлячинском районах. В республике неплохо налажен зимний ремонт техники в агрохолдингах ХК «Золотой Колос», ОАО «Красный Восток-Агро», ЗАО «Агросила групп», в которых ежегодно в ремонтных мастерских организовывается двухсменная работа в связи с большими объемами.

Поставки сельскохозяйственных машин и оборудования, сервисное и гарантийное обслуживание их в Татарстане осуществляют более 20 крупных компаний. Чтобы техника не подводила во время полевых работ, выдвинуто требование Минсельхозпрода Республики Татарстан о функционировании в республике сервисных центров предприятий-производителей, способных полноценно обслуживать поставляемые агрегаты. На высоком профессиональном уровне налажена работа в сервисных центрах ЗАО «Проминтел-Агро» (техника «Клаас», «Гримме», «Лемкен»), ЗАО «Евротехника», ЗАО «ДеЛаваль (животноводческое оборудование), ЗАО МК «Тарос» (техника «Ростсельмаш» и Петербургского тракторного завода), ООО «Росагросервис» (техника фирмы «Кейс-Нью-Холланд») и др.

Компания ООО «Ростовагролизинг» осуществляет сервисное обслуживание зерноуборочной техники на территории Ростовской области и Краснодарского края. Для этого она располагает двумя благоустроенными площадками общей площадью 2 га, на которых расположены:

склад запасных частей общей площадью 500 м²;

склад гарантийного обслуживания 200 м²;

два цеха восстановления, оборудованные смотровыми ямами.

Сервисный центр имеет 12 сервисных автомобилей. Автомобили оборудованы и укомплектованы полностью в соответствии со стандартом сервиса. Наличие заводских сертификатов, использование специализированного производственного оборудования, а также более 45 человек высококлассных специалистов позволяют производить ремонт любой сложности и гарантировать высокое качество выполняемых работ. В период уборочной поры постоянно работают 12 мобильных сервисных бригад по 3 человека.

В компании работают специалисты по электро- и гидравлическому оборудованию, а также специалисты широкого профиля, прошедшие обучение на предприятиях «Агротехмаш», ЯМЗ («Автодизель»), «Клевер», ООО «КЗ «Ростсельмаш».

В 2009 г. на гарантии в СЦ ООО «Ростовагролизинг» находились 280 зерноуборочных комбайнов, 175 тракторов различных модификаций.

Компания ООО «Ростовагролизинг» выполняет для клиентов специализированные виды работ – предпродажную подготовку и ввод техники в эксплуатацию, гарантийный ремонт, который включает в себя телефонные консультации и выезд специалистов сервисного центра на место, замену дефектных узлов и деталей, устранение сбоев и отказов, возникших на гарантийной технике по вине завода-изготовителя. Ремонтные работы осуществляются силами технически подготовленного персонала, аттестованного заводами-изготовителями. СЦ имеет страховой запас деталей на сумму около 150 млн руб. на период уборочных работ:

- круглосуточную работу диспетчерской службы, осуществляющую прием и регистрацию заявок о выходе из строя гарантийных комбайнов;
- приезд сервисных специалистов, доставку запасной части к вышедшей из строя технике в течение 24 ч после обращения потребителя;
- отдельные важные виды регламентного технического обслуживания;
- обеспечение качественными оригинальными запасными частями и расходными компонентами профессионально подготовленным персоналом производителя;
- обязательное практическое и теоретическое обучение в учебном классе и на территории торговой базы клиентов;
- полное восстановление изъятой техники.

«Сасовагросервис» (Рязанская область) принимает в ремонт отдельные узлы и агрегаты, восстанавливает изношенные детали, изготавливает и ремонтирует вакуумные водокольцевые насосы для животноводства. Здесь также освоен вторичный рынок энергонасыщенных тракторов, для этого предприятие скупает ненужные сельхозтоваропроизводителям бывшие в употреблении тракторы, восстанавливает и затем продает с годовой гарантией. На предприятии сформиро-

ван большой обменный фонд: от коробок перемены передач тракторов К-700, Т-150К, двигателей всех отечественных марок до тракторов в сборе. Чаще всего обменным фондом пользуются хозяйства во время проведения полевых работ при аварийном выходе техники из строя, когда нет времени для восстановления агрегата или узла.

1.6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

В структуре жизненного цикла сельскохозяйственной техники основную долю имеют затраты на технический сервис (рис. 1.6.1).

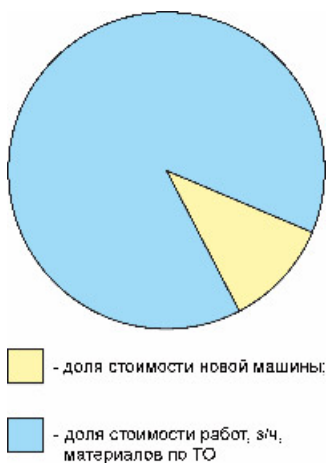


Рис. 1.6.1. Составляющие стоимости жизненного цикла тракторов (на примере МТЗ-82) с учетом инфляционного роста цен относительно 2008 г. за 10 лет эксплуатации

Затраты денежных средств на ремонт МТП, по данным агропромышленных формирований регионов, увеличились и в 2009 г. превысили 60 млрд руб. В структуре затрат по группам машин отмечается увеличение доли затрат по почвообрабатывающим и посевным машинам. Годовые затраты на ремонт одного плуга, культиватора, косилки, свеклоуборочного комбайна в рассматриваемом периоде уменьшились. Рост удельных и годовых затрат на восстановление сложной техники проиллюстрирован рис. 1.6.2 и 1.6.3. Около половины всех затрат по ремонту техники (46,7%) приходится на тракторы, 23,6% – на зерноуборочные комбайны, третья часть из которых – на комбайны семейства «Дон-1500», 12,7% – на грузовые автомобили (табл. 1.6.1).

1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

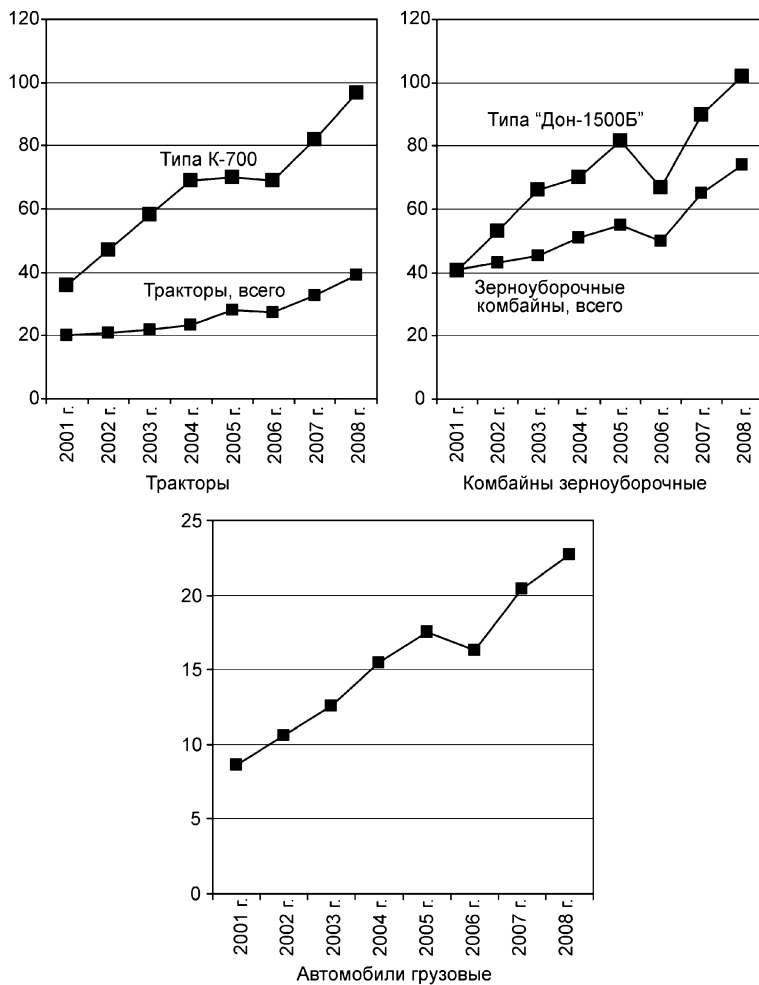


Рис. 1.6.2. Изменения затрат на ремонт, приходящиеся на одну списочную машину в сельском хозяйстве России в 2000-2008 гг., тыс. руб.

1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

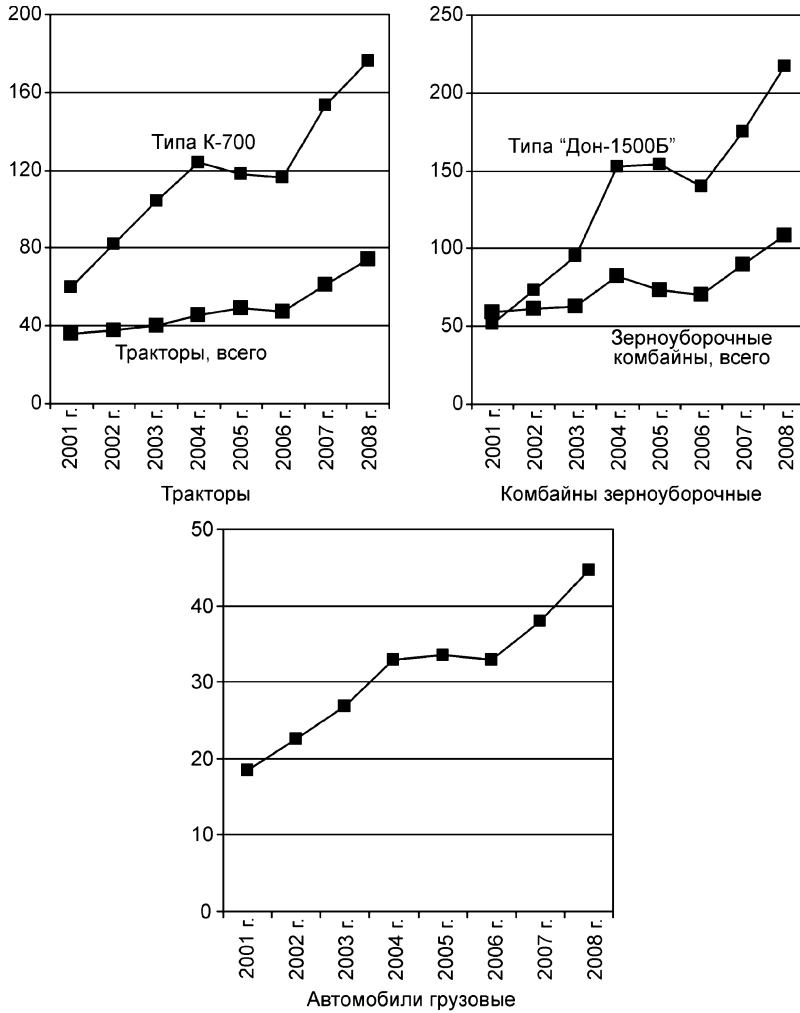


Рис. 1.6.3. Средние годовые затраты на один ремонт, тыс. руб.

Таблица 1.6.1

**Распределение годовых затрат на ремонт по типам машин
в Российской Федерации в 2008 г.**

Машины	Затраты	
	млрд руб.	%
Тракторы, всего	28,0	46,7
В том числе:		
типа К-700	5,7	9,5
типа Т-150К	3,8	6,3
Грузовые автомобили	7,6	12,7
Зерноуборочные комбайны, всего	14,1	23,6
В том числе «Дон-1500»	5,2	8,6
Кормоуборочные комбайны	2,7	4,1
Косилки самоходные	0,6	1,1
Свеклоуборочные комбайны	0,8	1,4
Плуги	1,2	2,0
Сеялки	2,7	4,5
Культиваторы	2,5	3,9
Итого	60,2	100

Большую долю в затратах на ремонт составляет стоимость запасных частей. Например, в структуре затрат на ремонт зерноуборочных комбайнов более 48 % составляет стоимость запасных частей.

Значительное сокращение в последние годы темпов обновления парка сельскохозяйственной техники привело к необходимости использования большинством хозяйств машин за пределами амортизационных сроков. Однако при сокращающемся парке техники и росте затрат на ее ремонт увеличиваются и затраты на приобрете-

ние запасных частей. В табл. 1.6.2, по данным годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Минсельхоза России, показано, что доля расходов на запасные части превышает 50% общих затрат на ремонт.

Таблица 1.6.2

**Расход средств на приобретение запасных частей и материалов
сельскохозяйственными предприятиями России, млрд руб.**

Средства на приобретение запчастей	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Всего	24,9	31,4	31,8	32,9	38,3	41,0	43,4	45,0
В том числе:								
в растениеводстве	14,5	18,8	18,8	20,0	23,9	24,9	25,8	26,5
животноводстве	7,1	8,7	8,9	9,1	10,4	11,7	12,7	13,5

При ремонте возможно осуществить два сценария исправления дефектов. Первый: разобрать узел и заменить изношенные детали на новые, второй – разобрать узлы и произвести восстановление изношенных с доведением до размеров новых деталей с улучшением их физико-механических свойств. Анализ обоих вариантов показывает, что второй сценарий более выгодный как с точки зрения экологии, так и обеспечения надежности сопряжений. Восстановление деталей – технически обоснованное и экономически оправданное мероприятие. Оно позволяет ремонтно-обслуживающим предприятиям и мастерским хозяйств сокращать время простоя неисправных машин, оборудования, повышать качество ремонта, улучшать показатели надежности и использования машин.

Экономическая сторона проведения работ по восстановлению деталей заключается в снижении себестоимости ремонта как агрегатов, так и машин. Восстановление и упрочнение деталей позволяют восстановить ресурс машины, а в некоторых случаях значительно его повысить.

Техническая сторона работ по восстановлению состоит в обеспечении высокого качества деталей, необходимого для улучшения показателей надежности отремонтированных агрегатов и машин. Для этого надо восстановить геометрические параметры корпусных и базовых деталей блоков цилиндров, коленчатых и распределительных валов, шатунов двигателей, корпусов трансмиссии, деталей ходовой части шасси. Исследования показали, что в выбракованных машинах годных деталей для эксплуатации без ремонта до 45%, подлежащих восстановлению до 50 и только 5-9% не подлежат восстановлению.

Следует обратить внимание на то, что по сравнению с изготовлением новых запасных частей количество операций обработки при восстановлении сокращается в 3-8 раз. Создание производств по восстановлению требует в 2-2,5 раза меньше капитальных вложений по сравнению с аналогичными предприятиями по изготовлению запасных частей. Важное преимущество восстановления – малая металлоемкость: для восстановления необходимо в 20-30 раз меньше металла, чем для изготовления новых запасных частей. Восстановление деталей, как правило, исключает экологически разрушительный и энергоемкий металлургический цикл производства. Только путем исключения его при восстановлении 1 т деталей из стали можно экономить 180 кВт/ч электроэнергии, 0,8 т угля, 0,5 т известняка, 175 м³ природного газа. Стоимость восстановленных деталей составляет до 30-50% стоимости новой детали.

По данным экспертов, проблема ремонта и обслуживания импортной техники будет обостряться по мере увеличения срока эксплуатации машин. В этих условиях организацию изготовления и восстановления деталей к импортным машинам следует рассматривать как альтернативу дорогим оригинальным запасным частям. По данным дилерской компании ООО «Цеппелин Русланд», в калькуляции выездного ремонта реактивного рычага трактора МТ845 (845В) («Челленджер») в 2008 г. стоимость оригинальных запасных частей составляла 215,4 тыс. руб., или 84,0% от общей стоимости ремонта, включая затраты на проезд механика к месту работы трактора. Анализ, проведенный ГНУ

ГОСНИТИ, показал, что при ремонте кормоуборочного комбайна «Claas Jaguar 830» на сумму 112,4 тыс. руб. стоимость запасных частей составляла 89,7 тыс. руб., т.е. 79% от общей стоимости работ. Расчеты по зарубежным тракторам (число отказов за первую 1000 мото-ч – 1,5-4,5), показали, что общие затраты для зарубежных аналогов МТЗ-80/82 могут быть оценены в размере 0,3-1,8% от цены трактора. Размер абсолютных затрат на устранение последствий отказов российских тракторов значительно ниже, чем зарубежных. Специалисты КубНИИТиМа (ныне – филиал ФГНУ «Росинформагротех») вели наблюдения за семью зерноуборочными комбайнами мод. 9500 фирмы «John Deere», которые работали в МТС «Лабинск». Гарантийное обслуживание и сложные послегарантийные ремонты выполняли специалисты Новокубанского филиала сервисного центра «РАМ-центр». В этой же организации приобретались запасные части и смазочные масла. За период наблюдений (1997-2002 гг.) суммарная стоимость затраченных запасных частей и эксплуатационных материалов на все комбайны составила 136368 долл. США. На третьем году работы комбайнов ухудшилось их техническое состояние: зафиксированы предельные износы бичей барабанов, подшипников выгрузного шнека, контрприводного вала, вала привода вращающегося экрана, нижнего вала наклонной камеры, цепей привода, разгрузочных шнеков, колосового элеватора, транспортера наклонной камеры, шнека жатки, верхнего шнека домолота, всех сегментов ножей.

В ОАО «Зирганская МТС» Республики Башкортостан затраты на запасные части для импортных комбайнов резко уменьшались в связи с тем, что часть вышедших из строя деталей заменялась российскими аналогами или восстановленными деталями. Например, стоимость замены защитного ротора и импеллера при приобретении их в качестве запасных частей у дилера составила бы свыше 22 тыс. руб. на один комбайн, а в МТС на этот ремонт было затрачено около 500 руб. За 11 лет использования зерноуборочных комбайнов 2388 фирмы «Case» в год на запасные части тратилось по 2% от стоимости комбайна (при средней годовой наработке 882 га), за восемь лет использования «New Holland TX 65» –

1,32% (812 га). Затраты на запасные части зерноуборочных комбайнов 2388 фирмы «Case» и «New Holland TX 65» в Республике Башкортостан в зависимости от срока эксплуатации даны в табл. 1.6.3.

Таблица 1.6.3

Затраты на запасные части для зерноуборочных комбайнов 2388 фирмы «Case» в Республике Башкортостан в зависимости от срока эксплуатации

Показатели	Первый год	Шестой год	Одиннадцатый год
Годовые затраты на запасные части, тыс. руб.	11,2	57,5	114,0
Процент от стоимости комбайна	0,23	1,2	2,37

Для оценки экономической эффективности использования восстановленных деталей при ремонте импортной техники ГНУ ГОСНИТИ проанализировал стоимость услуг дилера по ремонту комбайна «Jaguar 695 L» для ЗАО «Павловское» Рязанской области. В 2008 г. общий объем ремонта выполнен на сумму 401,37 тыс. руб., включая НДС. Из общего заказа на услуги были отобраны детали типа «вал», втулки, шкивы, кронштейны, рычаги, шайбы и другие детали, которые могли быть восстановлены с использованием существующих технологий ГОСНИТИ на российских ремонтно-технических предприятиях. Всего было отобрано 19 позиций на сумму 210 тыс. руб. В табл. 1.6.4 дана сравнительная оценка цены новых оригинальных запасных частей (по данным дилерских компаний) и таких же деталей, восстановленных по технологиям ГОСНИТИ.

Расчет стоимости восстановления этих деталей по существующим технологиям (посадочные места втулок, шкивов, восстановление номинальных размеров валов, устранение трещин кронштейнов и др.) показал, что при вторичном использовании деталей после восстановления может быть получена экономия от 120 до 150 тыс. руб., что составляет 33% от общей стоимости

ремонта. Поэтому наиболее экономичный и быстрый способ решения проблемы по импортным запасным частям – это создание в ряде регионов с наибольшей концентрацией импортной техники специализированных центров по сбору, восстановлению и изготовлению деталей к импортной технике. В этих центрах могли бы отрабатываться технологии по изготовлению большой номенклатуры резино-технических, пластмассовых деталей, сальников, фильтров, рукавов высокого давления, шкивов, быстроизнашиваемых дисков борон, лап культиваторов и других деталей. Сейчас более 40 тыс. наименований запчастей для сельскохозяйственной техники поступает из-за рубежа. К тому же многие отказавшие узлы и агрегаты через дилеров собираются фирмами-изготовителями техники и отправляются за рубеж, где на специализированных предприятиях осуществляется их ремонт, как правило, с восстановлением изношенных деталей. Так, шведская фирма «Skania» поставляет в Россию корзину новой муфты сцепления за 41 тыс. руб., а восстановленную – за 27 тыс. руб. Американская компания «Кэнси Трансмашн» поставляет гидромуфты для автоматической коробки перемены передач, восстановленные за 200-300 \$, а новые стоят 1000 \$. Это еще раз подтверждает эффективность восстановления деталей к импортной технике.

Таблица 1.6.4

**Стоимость новых и восстановленных запасных частей
к импортной сельскохозяйственной технике (в ценах 2008 г.)**

Наименование деталей	Стоимость деталей, руб.	
	новая (ориг.)	восстановленная
<i>Комбайны «Ягуар 695 SL»</i>		
Шкив CLDB 4210350012	16766,9	5030,0
Кронштейн CLDB 4032000339	18364,9	5509,5
Валец CL 980 5704	42448,4	12734,5
Крышка CL 980 7721	36279,4	10883,4
Вал CL 980 6360	10516,0	3154,8
Ролик натяжной CL 0723651	17415,3	5224,6

1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Продолжение табл. 1.6.4

Наименование деталей	Стоимость деталей, руб.	
	новая (ориг.)	восстановленная
Рычаг угловой CL 980 06182	9813,5	2944,0
Шкив натяжной CLDB 4032001170	27771,5	8331,4
<i>Двигатели</i>		
Блок цилиндров MB	225073,0	46000,0
Головка блока Deutz BFL 413 F (на 1 цилиндр)	19957,0	4100,0
Вал распределительный Cummins	20425,0	5200,0
Вал распределительный Deutz	19932,0	4300,0
Коленчатый вал Deutz	50709,0	12500,0
Коленчатый вал Scania	96111,0	26500,0
Коленвал с шестерней в комплекте Cummins	132042,0	32000,0
Коленвал Caterpillar	87529,0	18300,0
Клапан впускной Caterpillar	1288,0	360,0

Раздел 2. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В АПК

2.1. ОБЪЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В АПК

Международная практика свидетельствует, что доля восстанавливаемых деталей в общем объеме потребления запасных частей достигает в развитых зарубежных странах 30-35%. Однако в России этот показатель за последние годы резко снизился (табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1

Динамика изменения объемов восстановления деталей
для сельскохозяйственной техники, %

Показатели	1985 г.	1986 г.	1989 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2007 г.
Отношение объема к объему восстановления в 1985 г.	100	103	81,3	72,2	45,0	52,0	48,0
Доля восстановленных деталей в общем объеме поставки запасных частей	17,8	19,6	15,1	14,1	6,9	8,0	7,2

Снижение объемов восстановления деталей связано с развалом сети специализированных ремонтных предприятий в регионах. Так, в Новосибирской области ремонт сложной техники в спецмастерских выполняется преимущественно агрегатным методом, капитальный ремонт полнокомплектных машин в РТП не проводится. В Омской области продолжает существовать специализация предприятий по капитальному ремонту тракторов, узлов зерноуборочных,

кормоуборочных комбайнов и силовых установок (двигателей). В то же время объемы ремонта машин и агрегатов сокращены на всех предприятиях. Ремонт энергонасыщенных тракторов выполняют два специализированных предприятия: одно ремонтирует двигатели ЯМЗ-238, ЯМЗ-240Б и другие модели, другое – полнокомплектные тракторы К-700 и их модификации. Основные ремонтные работы сельскохозяйственные предприятия проводят собственными силами в своих мастерских. Хозяйства выполняют до 70% общего объема ремонта сельскохозяйственной техники области. Крупные сельскохозяйственные предприятия, имеющие типовые ремонтные мастерские, сами полностью ремонтируют и обслуживают всю свою технику. Ранее в системе «Сельхозтехника» в области действовали крупные специализированные ремонтные предприятия по капитальному ремонту полнокомплектных гусеничных тракторов типа ДТ-75. Теперь они перепрофилированы на изготовление различных почвообрабатывающих и посевных машин, прицепов и разбрасывателей для транспортировки и внесения в почву удобрений, а также на изготовление оборудования для переработки сельскохозяйственной продукции.

В Смоленской области до перестройки в каждом из 25 районов действовало районное или специализированное (областное) РТП. В настоящее время специализированных ремонтных мастерских в области нет, в РТП выполняется в основном текущий ремонт различных агрегатов для сельскохозяйственной техники. Полнокомплектный ремонт машин в области не проводится.

В Белгородской области на АПК работают четыре ремонтно-обслуживающих предприятия. Многие ремонтные предприятия после приватизации разделены на субъекты малого предпринимательства по узким направлениям производственной деятельности. Так, на базе одного ремонтно-технического предприятия могут действовать самостоятельные малые производства с небольшой программой по ремонту двигателей, агрегатов двигателей различных марок, топливной аппаратуры, гидрооборудования, оказанию услуг сельхозтоваропроизводителям выездными бригадами и др. Стабильно действующее специализированное предприятие «Алексеевское» проводит капитальный ремонт двигателей различных марок, агре-

готов и узлов двигателей, в том числе поступающих из других областей. Централизованного управления ремонтом сельскохозяйственной техники и ее подготовкой к работе в области нет. Все функции по механизации сельскохозяйственного производства и техническому сервису переданы в региональные структуры управления растениеводством и животноводством. В Астраханской области капитальный ремонт машин полнокомплектно не проводится. Из ранее действовавших 11 специализированных мастерских сохранены три ремонтных предприятия. Капитально ремонтируют двигатели Д-240, ЮМЗ и другие модификации, агрегаты тракторов Т-150К (КПП, мосты, гидрооборудование).

В Ростовской области только четыре ремонтных предприятия сохранили специализацию на капитальном ремонте полнокомплектных тракторов Владимирского моторо-тракторного завода, Кировского, Харьковского и Минского тракторных заводов. В ремонтных мастерских финансово устойчивых сельскохозяйственных предприятий выполняется капитальный и текущий ремонт собственной техники и агрегатов. В Рязанской области из 25 ранее действовавших ремонтно-технических предприятий (в каждом районе) остались Рыбновское и Сасовское РТП. Рыбновское РТП выполняет капитальный ремонт полнокомплектных тракторов Минского, Владимирского и Липецкого тракторных заводов, Южного машиностроительного завода, кормоуборочных комбайнов «Полесье» и агрегатов указанных машин. Сасовское РТП осуществляет капитальный ремонт полнокомплектных гусеничных тракторов ДТ-75, колесных Т-150К, К-700, К-701 и агрегатов к ним (КПП, мосты, рамы), двигателей Алтайского, Харьковского и Ярославского моторных заводов. В Кировской области из восьми ранее существовавших специализированных ремонтных заводов осталось восемь. Нолинский завод ремонтирует все автомобильные двигатели отечественного производства, заключает договоры с фирмой «Мерседес» и другими на гарантийное обслуживание новых автомобилей, поступивших в область. Пасеговский ремонтный завод, Кировский авторемонтный и Яранский машиностроительный заводы ремонтируют тракторные и автомобильные дизельные двигатели, Кирово-Чепецкий РМЗ – агрегаты тракторов Т-170, Т-130, Т-150К, К-700 и

их модификации. Слободская «Агропромтехника» оказывает различные услуги хозяйствам по ремонту и обслуживанию агрегатов и узлов. Малмышский ремонтный завод перепрофилирован на капитальный ремонт двигателей ЯМЗ всех модификаций и агрегатов сельхозмашин. Зерно-, кормоуборочные комбайны и сельскохозяйственные машины хозяйства ремонтируют собственными силами в своих ремонтных мастерских.

По прогнозам специалистов ГОСНИТИ, к 2020 г. объемы восстановления необходимо увеличить до 6-7 млрд руб., что составит 25-30% от поставки новых запасных частей (табл. 2.1.2, рис. 2.1.1).

Таблица 2.1.2

Перспективы восстановления деталей машин в АПК

Показатели	1998 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2020 г.
Объем восстановленных деталей на предприятиях АПК, млн руб.	213	639	650	2500	6500
Экономия металла, тыс. т	425	1270	1300	2500	8500
Себестоимость восстановленных деталей, %	25-45 от себестоимости новых деталей				
Ресурс деталей, %:					
восстановленных	85-95				
восстановленных с использованием упрочняющих технологий, %	120-160				
Удельный вес восстановленных деталей, %	7	8	8	12	25

Для повышения технологического уровня и увеличения объемов восстановления деталей в России необходимо развивать два приоритетных направления:

первое – модернизация специализированных мастерских и заводов по ремонту машин, где должны получить развитие методы восстановления, в первую очередь, корпусных деталей, опорных поверх-

ностей под подшипники с применением технологий электроконтактной приварки ленты, плазменной наплавки металлополимеров и др.;

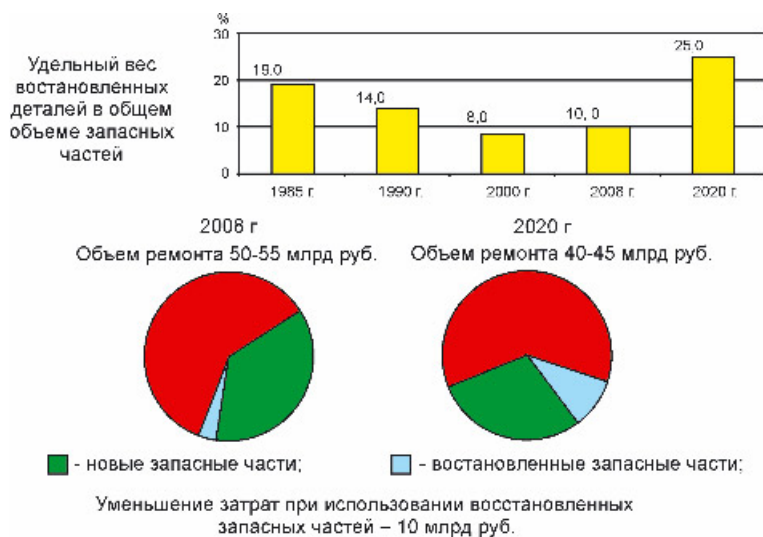


Рис. 2.1.1. Объемы восстановления деталей и уменьшения затрат на ремонт при их использовании

второе – создание специализированных центров по сбору и восстановлению изношенных деталей, обеспеченных всеми современными технологиями восстановления и упрочнения деталей.

При развитии производств по восстановлению деталей произойдет некоторое перераспределение объемов работ между существующими методами восстановления. Уменьшатся объемы восстановления деталей за счет электродуговой наплавки.

Более интенсивно должны развиваться и внедряться в ремонтное производство экологически чистые методы, например, метод электроконтактной приварки ленты, который имеет большие преимущества перед наплавкой, электроискровые методы, нанотехнологии. Должны получить развитие плазменная наплавка, электродуговая металлизация, восстановление узлов с использованием деталей ремонтных размеров.

Организационную структуру восстановления деталей в условиях АПК можно представить как трехуровневую специализацию со своими объемами восстановления (табл. 2.1.3). При этом для каждого уровня должен быть свой набор оборудования и технологий для восстановления деталей. Из-за отсутствия ремонтного фонда и финансовых трудностей остаются незагруженными предприятия первого и второго уровней, более востребованными становятся предприятия третьего уровня. Поэтому актуальным становится оснащение оборудованием мастерских хозяйств. К нему следует отнести оборудование для газопорошковой наплавки, электроконтактной приварки ленты, применения полимерных материалов, электролизеры и др.

Таблица 2.1.3

Уровни производства по восстановлению деталей

Уровень специализации	Вид производства	Объект восстановления	Доля в общем объеме восстановления, %
Первый (республиканский)	ЦВИДы обеспечивают потребность нескольких областей	Детали на основе высоких технологий восстановления и упрочнения	10
Второй (межобластной)	Специализированные цехи и участки при ремонтных предприятиях и высокотехнологичные агрегаторемонтные предприятия	Детали двигателя и шасси, сельхозмашин и высокотехнологичных агрегатов	35
Третий (районный)	Участки, посты и рабочие места в мастерских общего назначения, РТП и мастерских хозяйств	Детали тракторов, комбайнов, сельхозмашин	55

2.2. ОПЫТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

При общей тенденции значительного сокращения объемов специализированного ремонта сельскохозяйственной техники во многих регионах сохранены предприятия, которые восстанавливают детали. В Ярославском РТП (ЗАО ПК «Ярославич») с применением технологий восстановления деталей проводится капитальный ремонт различных узлов и агрегатов, в том числе коробок перемены передач отечественного и импортного производства, гидравлического оборудования, редукторов и трансмиссий. Для ремонта используются современные станды распрессовки валов и обкатки КП. Освоены следующие технологические процессы: восстановление посадочных мест валов и корпусных деталей электроэрозионным легированием на установках «Элитрон» и «Вестрон» (твердость покрытия до 80 HRC), валов сцепления и коленчатых валов методом контактной приварки стальной ленты (твердость шеек 55-58 HRC); расточка и хонингование гильз цилиндров с использованием брусков фирмы «Sunnen» – нанесение специальной сетки микроканалов для улучшения смазки и приработки трущихся деталей; хонингование или восстановление гильзованием цилиндров пускового двигателя, посадочных мест под подшипники втулки и сальники деталей дизеля; восстановление блока дизеля по водяной рубашке и постелям коренных подшипников, в том числе с использованием анаэробных герметиков, изношенных деталей методом наплавки твердосплавными порошками (твердость до 60 HRC).

На Казанском НПП «Мотор» создан центр по восстановлению электродуговой металлизацией коленчатых валов мощных дизельных двигателей машин зарубежного производства, в том числе комбайнов «Кейс», «Нью Холанд» и др. Производительность центра – до 40 отремонтированных коленчатых валов в месяц. В центре имеются следующие производственные участки: пескоструйной обработки и металлизации, укомплектованный металлизационным аппаратом, установленным на вращателе, и автоматизированной пескоструйной камерой;

подготовки коленчатых валов к ремонту;
шлифования покрытий, укомплектованный двумя шлифовальными станками модели ЗА423;
контроля (визуальный и инструментальный);
слесарный участок;
складское помещение.

Перед восстановлением шейки коленчатых валов осматриваются с помощью лупы семикратного увеличения, контролируется наличие трещин на шейках с помощью специального малогабаритного магнитного дефектоскопа. Для восстановления берутся коленчатые валы, прошедшие перешлифовку до последнего ремонтного размера, т.е. диаметры шеек уменьшаются на 1-2 мм. На заключительной стадии ремонта контролируется твердость покрытия. Разработанные сверхзвуковая распылительная головка, напыляемая порошковая проволока и уникальная технология позволяют восстанавливать износ боковых поверхностей опорных коренных шеек (восстановление ширины шейки). Все коленчатые валы восстанавливаются до чертежного (нулевого) размера и могут перешлифовываться на следующие ремонтные размеры. Восстановление можно проводить неоднократно. Износ глубиной до 4 мм восстанавливается на сторону. Стоимость восстановления составляет 25-40% стоимости нового вала. В настоящее время восстановлено более 1500 коленчатых валов двигателей. В Мордовии в Институте механики и энергетики Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева совместно с ГОСНИТИ создан Учебно-научно-производственный центр (УНПЦ) по разработке и внедрению в производство новых энерго- и ресурсосберегающих технологий ремонта агрегатов и восстановления деталей сельскохозяйственной техники, в том числе зарубежного производства, обеспечивающих 90-100%-ный послеремонтный ресурс при себестоимости не более 30-50% от стоимости нового агрегата (рис. 2.2.1). Центр включает в себя научную лабораторию и два опытно-производственных участка, оснащен современным научно-исследовательским оборудованием, имеет парк металлорежущих станков широкой номенклатуры.

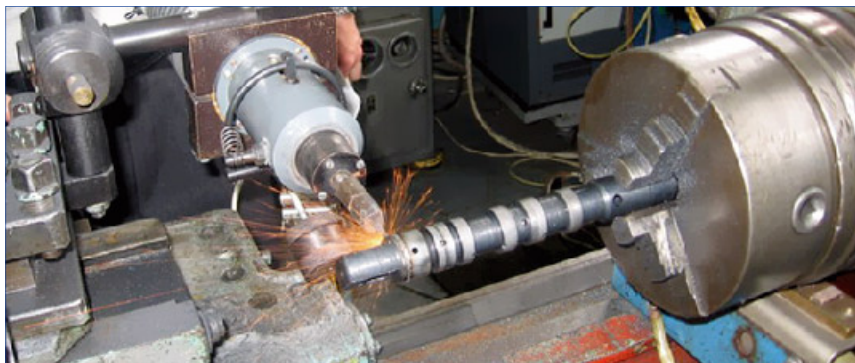


Рис. 2.2.1. Восстановление деталей в Учебно-научно-производственном центре Мордовского государственного университета (создан совместно с ГОСНИТИ)

На базе УНПЦ создано малое инновационное предприятие (МИП) ООО «Ресурс». В УНПЦ совместно с ГНУ ГОСНИТИ разработаны и применяются эффективные технологии восстановления и упрочнения большой номенклатуры деталей с использованием электроискровой обработки. Особенно эффективно ее применение при ремонте турбокомпрессоров и гидроагрегатов: распределителей, насосов, гидростатических трансмиссий, ресурс которых выше новых благодаря изменению физико-механических свойств рабочих поверхностей деталей, в том числе повышению износостойкости. Покрытия наносятся на электроискровых установках типов «Элитрон» и БИГ. Технология нанесения на поверхности «вал ротора турбины-подшипник» турбокомпрессоров тракторов наноструктурированных покрытий осуществляется электроискровой обработкой на установке БИГ-3. Результаты испытаний восстановленных и упрочненных деталей в хозяйствах Республики Мордовия показали повышение ресурса турбокомпрессоров в 2 раза. Технология ремонта гидростатических трансмиссий отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники восстановлением и упрочнением изношенных деталей методом электроискровой обработки обеспечивает увеличение ресурса соединений в 1,5 раза. ГОСНИТИ осуществляет восстановление комбинированными методами (электроискровая обработка, металлополимерные композиции) шатунов

двигателей «Коминс», «Дейтц», «Ман», «Мицубиси». Затраты на внедрение технологии окупаются за три-четыре месяца. Например, затраты на ремонт делительных устройств зарубежного производителя не превышают 30% его стоимости (табл. 2.2.1).

Таблица 2.2.1

Экономическая эффективность технологий ремонта агрегатов машин с использованием электроискровой обработки

Наименование агрегата, детали	Стоимость агрегата, детали, тыс. руб.	
	нового	отремонтированного
Делительная головка тестомесителя иностранного производства	420	80
Шатун двигателя	2,5-6	1,2-1,8

ГОСНИТИ проводит также ремонт головок блока цилиндров двигателей любой отечественной и зарубежной техники. Высокоточное станочное оборудование и многолетний опыт института в разработке технологий, технических процессов, приборов и оборудования для этого позволяют обеспечить высокое качество ремонта при сохранении низких цен на услуги. Базовые операции восстановления головок блока: обработка седел клапанов на специальном прецизионном станочном оборудовании SERDI 2.0 (Франция); восстановление фасок клапанов (обработка рабочих фасок и торцов клапанов любых размеров, любого материала) на специальной высокоточной машине SERDI HVR 90 (Франция), а резьбовых отверстий, в том числе для свечей зажигания без снятия головки блока цилиндров с двигателя – с использованием уникального инструмента; проверка герметичности головок, блоков цилиндров и теплообменников (в горячей ванне (70-75°C) подачей воздуха (давление 5-6 кг/см²) в рубашку охлаждения) на специальной машине SERDI SPT 1501 (Франция); перепрессовка втулок (качество посадки обеспечивается нагревом головок блоков в термошкафе и охлаждением втулок с использованием жидкого азота, наличием качественной инструментальной оснастки).

В ООО «Техплазма» имеется большой опыт работы с промышлен-

ными предприятиями по восстановлению деталей различного назначения, в том числе для импортного оборудования и машин. Для реализации направлений деятельности «Техплазма» имеет собственные производственные площади, станочный парк, необходимое технологическое оборудование и оснастку, которая разрабатывается и изготавливается входящим в состав фирмы СКТБ «Техплазма». Для восстановления деталей разработан процесс электродугового плазменного напыления покрытий, основанный на введении в плазменную струю материала в виде порошка или смеси различных порошков, которые затем в расплавленном виде разгоняются до заданной скорости и наносятся на деталь, создавая покрытия с различными свойствами. В распоряжении ООО «Техплазма» имеются модернизированные установки для нанесения покрытий методом плазменного электродугового напыления УПУ-3 и УПУ-8, Киев-7, установка производства НПО «Комплекс»; полуавтоматическая установка для нанесения покрытий на детали, установка воздушного сверхзвукового нанесения покрытия собственной конструкции мощностью 100 кВт и др.

ЗАО «НПО «Техноплазма» предлагает услуги по восстановлению изношенных деталей, в том числе импортных машин и оборудования. Наличие собственной производственной базы, широкий выбор апробированных технологий и большой опыт позволяют восстанавливать детали с высоким качеством. При восстановлении деталей в зависимости от предъявляемых к изношенной поверхности требований используются технологии полуавтоматической наплавки плавающим электродом.

ООО «Механика» занимается капитальным ремонтом двигателей, в том числе зарубежного производства, промышленным восстановлением деталей, проводит расточку и хонингование любых блоков цилиндров, в том числе алюминиевых. Применяемый метод безалмазного хонингования позволяет получать оптимальную по противоизносным и антифрикционным свойствам поверхность цилиндров. Обработка исключает появление дефектов поверхностного слоя и внедрение абразивных частиц в поверхность цилиндра, что обеспечивает существенное увеличение ресурса цилиндропоршневой группы и двигателя в целом. При шлифовке коленвалов используется отечественное и зарубежное оборудова-

ние. ООО «Механика» также занимается восстановлением изношенных валов методом контактно-импульсной наварки, проводит правку деформированных коленчатых валов, динамическую балансировку.

Накоплен значительный опыт восстановления деталей машин в Группе компаний «Подшипник» (Краснодарский край) (рис. 2.2.2). В основе производства лежит принцип восстановления дорогостоящих корпусных деталей (рама, каркас кабины, корпуса КПП и мостов) (рис. 2.2.3). РТП «Усть-Лабинсктехсервис» – специализированное высокотехнологичное предприятие в структуре этой группы компаний, проводит капитальный и текущий ремонт дизельных двигателей всех марок, ремонт базисных деталей и узлов двигателей, топливной аппаратуры.

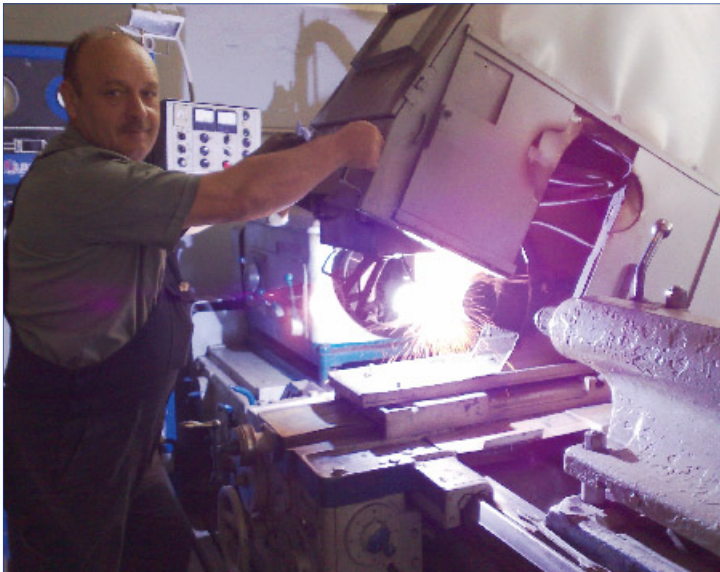


Рис. 2.2.2. Восстановление деталей на предприятиях Группы компаний «Подшипник» (Краснодарский край)

На производстве действует система обеспечения и контроля качества: используются только оригинальные комплектующие, прошедшие 100%-ный входной контроль на стендах испытаний. Имеется

собственная метрологическая лаборатория для проверки и ремонта специального и универсального инструмента и оборудования.



*Рис. 2.2.3. Восстановление корпусных деталей на предприятиях
Группы «Подшипник» Краснодарского края*

В Республике Татарстан многие ремонтно-технические предприятия сохранили специализацию на ремонте сложной техники и агрегатов, а также по-прежнему используют опыт централизованного ремонта зерноуборочных комбайнов. Централизованный ремонт комбайнов ведется в цехах ООО «Атнинская сельхозтехника». Затраты на него минимизированы, в том числе путем восстановления деталей. Ассортимент восстанавливаемых узлов и деталей достигает нескольких десятков наименований, в их числе коленчатые валы.

В ОАО «Агропромтехника» (г. Челябинск) создан участок прогрессивных технологий восстановления изношенных деталей машин. Применяемые на участке усовершенствованные и новые технологии и оборудование позволяют восстанавливать детали широкой номенклатуры типа «тело вращения» диаметром 8-600 мм и более, обеспечивать физико-механические свойства наплавленного слоя на уровне новых. В ряде случаев ресурс восстановлен-

ных деталей значительно превышает ресурс новых благодаря применению износостойких порошковых материалов. Наиболее эффективными технологиями, применяемыми на участке, являются плазменно-порошковая наплавка и упрочнение деталей, электродуговая наплавка сварочной проволокой с присадкой из порошковых материалов. По сравнению с наплавкой под слоем флюса и наплавкой порошковой проволокой эти усовершенствованные методы имеют следующие преимущества:

- высокая скорость и хорошее качество наплавки;
- минимальные значения глубины проплавления и зоны термического влияния на основной металл (деформация отсутствует или минимальна);
- возможность нанесения покрытий с широким диапазоном заданных свойств (твердость, износостойкость, стойкость к коррозии и др.) из-за использования различных порошковых материалов;
- возможность получения антифрикционных покрытий благодаря применению порошков меди и бронзы.

При восстановлении деталей, имеющих небольшие износы, применяется плазменно-порошковая наплавка. Этот способ позволяет наплавлять детали диаметром от 8 мм и получать за один проход наплавленный слой толщиной 0,2-1,5 мм. Ресурс восстановленной детали в зависимости от примененных порошковых материалов может быть значительно выше, чем новой. На предприятии применяют и комбинированный способ наплавки. В процессе наплавки в дугу токоведущей сварочной проволоки через порошковый дозатор подается наплавочный порошок. Наплавленный слой на 80% состоит из массы проволоки, 20% – порошок. При этом наплавленная поверхность по физико-механическим характеристикам приближается к характеристикам порошкового материала. Этот способ наиболее эффективен для восстановления наиболее дорогой детали двигателя внутреннего сгорания – коленчатого вала. Применение порошка на основе никеля обеспечивает высокую износостойкость и твердость наплавленного слоя (НПС не менее 50).

За десять лет работы перечисленными методами на участке восстановлено более 350 наименований деталей, в том числе более 190

наименований коленчатых валов. Это практически все типы валов отечественных автомобилей и тракторов, двигателей зарубежного производства и различных компрессорных установок. Все коленчатые валы, поступающие на восстановление, проходят дефектацию на наличие трещин на магнитном дефектоскопе.

Многолетний опыт работы в сфере конструирования и производства наплавочного оборудования, а также наличие специалистов высокой квалификации с большим опытом работы в области восстановления изношенных деталей машин позволили в 2008 г. создать в ОАО «Агропромтехника» цех по производству и модернизации наплавочного оборудования, где проводятся капитальный ремонт и модернизация наплавочных станков типа У-653 с применением наплавочной головки оригинальной конструкции и частотных приводов.

Широкое внедрение в ремонтное производство АПК разработанных технологических процессов и оборудования позволило снизить затраты на ремонт сельхозтехники путем сокращения закупки дорогостоящих новых запасных частей.

Большой опыт восстановления и упрочнения деталей машин и оборудования для различных отраслей экономики имеет НПФ «Плазмацентр» (г. Санкт-Петербург) (рис. 2.2.4).



Рис. 2.2.4. Восстановление деталей газотермическими методами в НПФ «Плазмацентр»

Большое количество разработок фирмы связано с нанесением защитных и упрочняющих покрытий. Эффективность внедряемых технологий направлена на повышение долговечности луцильных и коженных ножей, бурового инструмента, подшипников скольжения машин лесного хозяйства. Сотрудниками фирмы разработано отечественное оборудование для плазменной наплавки и напыления, которое серийно выпускается в настоящее время. Фирма име-

ет необходимую инфраструктуру, современную исследовательскую базу. На ее производственных участках выполняются заказы по восстановлению и упрочнению деталей.

В больших объемах восстанавливают детали на ремонтном предприятии «Аургаз Агросервис» (Республика Башкортостан), Грачевском заводе «Гидроагрегат» Ставропольского края и др.

2.3. ПЕРСПЕКТИВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ К ИМПОРТНОЙ ТЕХНИКЕ

Большие перспективы – у восстановления деталей к зарубежной технике. В России накоплен достаточный опыт восстановления деталей к зарубежной технике, например, в Республике Башкортостан. Для снижения затрат на их эксплуатацию в республике в больших объемах изготавливают и восстанавливают детали (рис. 2.3.1, 2.3.2), в том числе к зарубежной технике.

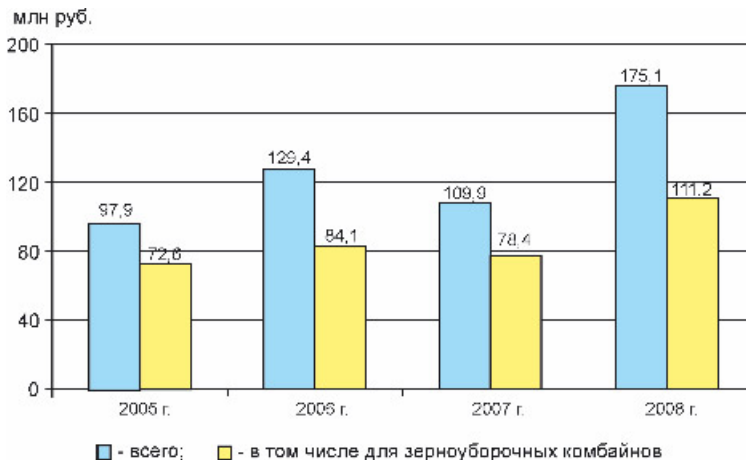


Рис. 2. 3.1. Объем потребления запасных частей в МТС Республики Башкортостан

Восстановление и изготовление деталей к импортной сельскохозяйственной технике проводится в ОАО «Зирганская МТС».

В частности, восстанавливаются детали зерноуборочных комбайнов «Кейс-2366», «Мега-208», «Джон Дир 9560» и «Дон-1500», импеллер ротора 191546С6, ножи ротора 1309185С3, корпус подшипника ротора 1309076С1. Изготавливаются каток в сборе сеялки «Джон Дир 730 AN281598», подшипник мотовила жатки «Джон Дир 625 H175603», палец подборщика «Кейс1015 176888С1», втулка мотовила жатки «Мак Дон 972 100295» и др. Для сервиса дорогостоящей топливной аппаратуры зарубежной техники в Башкирии создано ЗАО «Башдизельпрецизион», которое проводит техническое обслуживание и ремонт сложных агрегатов топливных систем зарубежной техники фирм «Bosch», «Zexel», «Lucas CAV», «Motorpal», «Mefm» и др. Затраты сельхозпредприятий на ремонт зарубежной топливной аппаратуры, проведенные ЗАО «Башдизельпрецизион», по сравнению с услугами иностранных фирм сокращаются в зависимости от сложности ремонта до 8 раз. Предприятие обеспечивает технический сервис топливной аппаратуры зарубежных дизелей не только организаций и предприятий Башкортостана, но и Татарстана, Оренбургской и Челябинской областей, ряда других регионов.

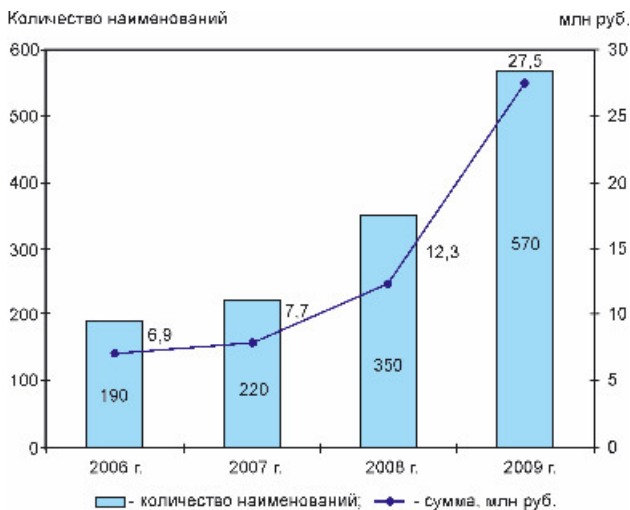


Рис. 2.3.2. Объем изготовления и восстановления запасных частей в МТС Республики Башкортостан

На базе ОАО «Севертрансэкскавация» Республики Коми на специально оборудованном для этих целей участке восстановления деталей ходовой части гусеничной техники восстанавливают ведущие колеса тракторов «Komatsu» наплавкой под слоем флюса с применением неподвижного (лежащего) электрода. Себестоимость восстановленной детали в несколько раз ниже цены новой.

Предприятие «Рематтра» (Тамбовская область) проводит полный цикл капитального восстановительного ремонта трубоукладчиков и бульдозеров D355 марки «Komatsu», экскаваторов «Komatsu», «Катерпиллар», капитальный ремонт узлов и агрегатов отечественной и импортной техники, в том числе: МАЗ, КамАЗ, КрАЗ, «Урал», «Ikarus», «Claas», «Libherr». На предприятии освоен полный ремонт ходовой части и двигателей фирмы «Komatsu».

Производственная база предприятия позволяет не только ремонтировать, но и изготавливать некоторые детали на дорогостоящую импортную технику, которые в несколько раз дешевле, чем аналогичные импортные запасные части, что позволяет заказчику значительно сократить расходы при ремонте и обслуживании техники.

2.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

2.4.1. *Мировые тенденции в машинно-технологическом обеспечении сельского хозяйства*

По данным Всемирной сельскохозяйственной и продовольственной организации (ФАО), для доведения объемов сельскохозяйственного производства до уровня, позволяющего кормить все растущее население Земли, требуется значительно увеличить инвестиции в науку, в разработку и широкое внедрение новых агротехнологий. Об этом говорится в выпущенном в сентябре 2009 г. ФАО докладе «Технологический вызов».

По прогнозам ФАО, население планеты возрастет, для питания его агропроизводство за этот период необходимо увеличить. Для решения данной проблемы необходимо увеличить производство рьяда

основных видов продовольствия. К примеру, ежегодное производство зерна – на 1 млрд т, мяса – на 200 млн т.

В этих условиях ключевыми факторами повышения эффективности сельского хозяйства и решения продовольственной проблемы являются разработка и распространение современных технологий производства и возделывания сельскохозяйственных культур. Существуют направления, требующие применения новых технологий, что позволит значительно повысить продуктивность мирового агросектора, среди которых:

повышение эффективности использования применяемых в отрасли ресурсов;

улучшение использования орошаемых земель. По экспертным данным, в развивающихся странах орошаемое земледелие составляет пятую часть общей площади пашни, производит 47% продукции растениеводства и почти 60% зернового производства, в связи с чем необходимо совершенствовать технологии рационального использования воды на орошение;

расширение селекции и семеноводства для выведения более продуктивных сортов сельхозкультур, устойчивых к засухе и вредителям;

применение интегрированной системы защиты растений, что позволит уменьшить применение пестицидов путем использования других мер борьбы. Пестициды применяются только при превышении экономического порога вредоносности;

существенное повышение инвестиций в сельскохозяйственную науку и развитие. Данное направление среди других мер является наиболее эффективной формой поддержки сельского хозяйства. Инвестиции в эту сферу имеют высокую окупаемость (30-75%) и долгосрочную выгодность.

Важнейшей тенденцией в развитии сельскохозяйственной техники становится создание машин, позволяющих внедрять принципиально новые технологии и благодаря этому не только повышать производительность труда, но и создавать благоприятные условия для развития растений, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, сокращения потерь продукции при уборке и в послеуборочный период, обеспечения экологической безопасности и безопасных условий труда.

Стратегические цели и тенденции развития агротехнологий и техники приведены на рис. 2.4.1.



Рис. 2.4.1. Тенденции развития сельхозтехники

1. Увеличение производства сельхозпродукции, повышение продуктивности полей и ферм.

2. Повышение производительности труда с меньшими затратами (табл. 2.4.1) за счет:

- внедрения интенсивных и высоких технологий;
- широкого внедрения многофункциональных машин, выполняющих одновременно до девяти операций (рис. 2.4.2.);
- увеличения ширины захвата машин и орудий (плуги – до 17 корпусов, опрыскиватели – до 45 м, машины для внесения минеральных удобрений – до 36-50 м, жатки зерновые – до 12 м, свеклоуборочные комбайны – 9 рядков и др.);

Таблица 2.4.1

Производительность труда в сельском хозяйстве

Страна	Численность занятых в сельском хозяйстве		Объем сельхозпроизводства в ВВП страны на одного занятого в отрасли, долл. США	Уровень производительности труда в сельхозпроизводстве по отношению к России, разы
	всего, тыс. человек	от численности населения страны, %		
Канада	389	1,27	74448	8,3
Италия	636	1,1	73146	9,45
Испания	662	1,54	63212	5,87
Финляндия	120	2,32	57960	3,58
Германия	715	0,87	46674	7,64
Россия	1915	2,03	14216	1



Рис. 2.4.2. Многофункциональная сельскохозяйственная техника

- повышения грузоподъемности (машины для внесения органики – до 24 т, прицепы – 30 т и более);
- увеличения вместимости бункеров свеклоуборочных комбайнов – до 40 м³, зерноуборочных – до 12 м³ и др.;
- увеличения числа рабочих и транспортных скоростей до 50-60 км/ч;
- применения новых рабочих органов (использование специальных конструктивных материалов, способов упрочнения, оригинальное конструктивное исполнение рабочих органов и др.);
- широкого применения электроники;
- роста мощностей двигателей: тракторов – до 441 кВт (600 л.с.), зерноуборочных комбайнов – 431 (586), кормоуборочных – до 735 кВт (1000 л.с.).

3. Внедрение высокоточных технологий.

Позволит значительно увеличить продуктивность и ресурсосбережение полей и ферм.

Средняя урожайность зерновых: в мире – 33,5 ц/га,

Великобритании – 68, Германии – 70, Франции – 70, Канаде – 30, России – 24 ц/га.

Урожайность сахарной свеклы (фабричной): в мире – 468 ц/га, в Бельгии – 694, Великобритании – 532, Германии – 643, Франции – 822, Канаде – 522, России – 325 ц/га.

Урожайность картофеля: в Бельгии – 422 ц/га, Великобритании – 405, Франции – 432, Канаде – 315, России – 130 ц/га.

Среднесуточный прирост свиней на откорме в высокоразвитых странах – 750-850 г, в России – 340 г.

Удои молока на одну корову в год: в Великобритании – 7200 кг, Германии – 6925, Франции – 6239, Канаде – 7961, России – 4000 кг.

4. Ресурсосбережение (сокращение затрат на топливо, посевной материал, удобрения, пестициды и др.).

Ресурсосбережение позволит уменьшить расход семян в 1,5-2 раза, пестицидов – в 2, топлива – до 2,5 раза. При этом обеспечиваются сохранение биомассы, снижение потерь зерна при уборке до 1%, минеральных удобрений на 30-40%, затрат на ремонт техники в 2 раза (табл. 2.4.2).

Таблица 2.4.2

Сравнительная характеристика ресурсов, потребляемых при экстенсивных и высокоточных технологиях

Ресурсы	Экстенсивные технологии	Высокоточные технологии
Семена	1 кг → 10-12 кг зерна	1 кг → 40-60 кг зерна
Топливо	1 кг → 2-3 кг зерна	1 кг → 7-9 кг зерна
Удобрения	1 ц д.в. → 2-3 кг зерна	1 ц д.в. → 10-12 кг зерна
Атмосферные осадки	1 мм → 3-4 кг зерна	1 мм → 10-12 кг зерна

По сравнению с передовыми зарубежными странами в России расходуется больше на единицу продукции: топлива – в 2-2,5 раза, семян – в 1,5-2, пестицидов – в 2 раза и др.

5. Увеличение энергонасыщенности и энергообеспечения на 1 га (до 4,5-6 л.с.): ЕС – 4-5 л.с., США – 8,5, Россия – 1,48 л.с.

6. Повышение технического уровня, качества и надежности техники.

За последние годы в сельхозмашиностроении широкое применение получили гибкие производственные системы и роботизированные технологические комплексы, новые технологии обработки и сварки, лазерные, плазменные, электрофизические, электролучевые методы изготовления точных заготовок, прогрессивные процессы упрочнения деталей и новые методы сварки, окраски и другие технологические процессы. Внедряются вычислительная техника, системы автоматизированного проектирования и управления технологическими процессами и производством, системы управления качеством в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО серии 9000-2001, определяющих комплекс мероприятий, которые должны быть проведены для выпуска качественной продукции. Это повысило надежность и долговечность машин и снизило трудоемкость технического обслуживания. Ресурс работы двигателей достиг 10-15 тыс. мото-ч, наработка на отказ тракторов – более 1000, зерноуборочных комбайнов – более 100-150 мото-ч (иногда и весь сезон).

7. Обеспечение экологической безопасности (защита почв и окружающей среды).

Заметно расширены работы по защите окружающей среды и почв от неблагоприятного воздействия машин, снижению их удельного давления на грунт, улучшению машинных технологий, более широкому внедрению почвозащитных технологий (щадящих, энергосберегающих), «зеленых» двигателей, резиноармированных гусениц.

8. Создание комфортных и безопасных условий труда.

Совершенствуются конструкция кабины, органы управления и контроля режимов работы, улучшаются системы тепло- и шумоизоляции, обзорность, снижается вибрация в зоне рабочего места оператора, соблюдаются требования эргономики.

Современные самоходные машины отличаются широким остеклением кабин, хорошим обзором, наличием вентиляции, кондиционеров, регулируемых сидений, поддресоренных передних мостов и др.

Активно ведутся работы по совершенствованию эстетического вида тракторов, комбайнов и других машин. Рабочее место оператора продолжает оставаться объектом внедрения разносторонних новых разработок и усовершенствований. Продолжается рабо-

та по оптимизации эргономических характеристик органов управления. Широко применяются прогрессивные материалы (композиты, керамика, пластмассы, полиамидные уплотнения). Внедряются новые технологии при изготовлении, отделке, окраске машин и агрегатов.

Фирмы-производители широко используют достижения научно-технического прогресса, высокую степень международного разделения труда и глубокую специализацию производства комплектующих изделий, стремятся наиболее полно удовлетворять требования потребителей.



9. Широкое применение агроинформатики, электроники, интеллектуальных, автоматизированных и роботизированных систем.

Электроника выполняет не только чисто информационные функции, но и является средством управления работой как узлов и систем машины, так и всего машинно-тракторного агрегата.

10. Применение альтернативных источников энергии.

11. Использование новых технологий технического обслуживания и ремонта техники и оборудования.

В конструкциях современных сельскохозяйственных машин предусматриваются высокая расчленяемость и блочность, снижение трудоемкости технического обслуживания. В машинах обеспечивается беспрепятственный доступ ко всем точкам ежедневного технического обслуживания. Интервалы регулярного технического обслуживания увеличиваются для экономии времени и снижения эксплуатационных затрат. Суммарная удельная трудоемкость обслуживания тракторов зарубежных фирм в 2 раза ниже, чем отечественных. Широко применяется электронная система диагностирования и технического обслуживания техники, которая благодаря

своевременному выявлению неисправностей обеспечивает повышение ее работоспособности на 25-30%.

12. Повышение профессионализма кадров.

2.4.2. Опыт восстановления деталей за рубежом

Прогноз на увеличение объемов восстановления деталей соответствует мировым тенденциям, высокие объемы восстановления деталей отмечаются в Северной Америке и Европе. В Соединенных Штатах восстановление деталей проводится с 1940 г. и устойчиво развивается в настоящее время. В Европе темпы развития восстановления деталей ниже, хотя в Соединенном Королевстве детали восстанавливают с 1945 г., а в Германии с 1947 г. Однако в последние годы эта тенденция изменилась, и популярность восстановленных деталей прогрессирует. Положительные темпы развития будут при восстановлении деталей компрессоров, кондиционеров, автоматических трансмиссий и т.д. Этим оборудованием оснащают все большее число европейских автомобилей, для восстановления появится новый потенциал. Дальнейший рост ожидается для большегрузных транспортных средств и спецтранспорта, для восстановления деталей машин, при котором изделиям возвращаются исходные характеристики безотказности и долговечности, реализуются перспективные технологии. Например, в США имеются компании, которые занимаются восстановлением и модернизацией изношенной техники военного и гражданского назначения, в том числе тракторов. Модернизации при ремонте в основном подлежат электрооборудование, дизельные двигатели, компрессоры. В больших объемах этой работой занимается компания «Caterpillar» (США). При полной модернизации на заводе стараются максимально использовать изношенные детали путем восстановления. Если учесть, что 70 % стоимости нового дизельного двигателя приходится на комплектующие и материалы и лишь 30 % – на зарплату рабочим, то в восстановленном двигателе (цена на который составляет около половины цены нового) на долю деталей и материалов приходится 40% стоимости. Значительный вклад в работу завода вносят сотрудники созданного при нем научно-исследовательского центра. Ими разработаны про-

цессы напыления алюминиевого порошка на головку цилиндров и заварки трещин блока цилиндров двигателя, а также способ восстановления деталей с помощью лазера и технология ремонта форсунок топливных насосов (раньше они выбрасывались).

Восстановление экономит материал и энергию, восстановленные детали соответствуют высоким стандартам. По сравнению с производством новых деталей при восстановлении расходуется на 90% меньше материала и на 90% – энергии. Поэтому в развитых странах (США, Япония), по данным ГОСНИТИ, доля восстановленных деталей в поставках новых в настоящее время составляет 35-40%. К сожалению, в современных условиях восстановление деталей на ремонтных предприятиях России развито слабо. Доля восстановленных деталей в поставках новых запасных частей составляет 8-9%, в 1986 г. она составляла 19,5%.

В США восстановление деталей автомобилей регламентируется Директивами Федеральной торговой комиссии (FTC) по восстановлению изделий автомобильной промышленности. Это свод правил торговли подержанными и восстановленными деталями для автомобилей. Директивы относятся ко всем компаниям по восстановлению деталей, а также к оптовым и розничным торговцам, занимающимся продажей восстановленных и подержанных изделий. В них сформулированы три основных правила.

1. Компания обязана подтвердить, что изделие подержанное или имеет подержанные детали. Нельзя искажать факты, связанные со степенью амортизации изделия.

2. Необходима идентификация компаний, занимающихся модернизацией, ремонтом или восстановлением изделий. Недопустимо искажение фактов о ее деятельности. Не разрешается продавать деталь, идентифицируемую с первоначальной фирмой-изготовителем, не раскрывая того факта, что она была восстановлена другой компанией.

3. Обязательно информирование покупателей относительно состояния изделия или объема проведенного ремонта.

В США действует Ассоциация производителей модернизированных автомобильных деталей (APRA), которая имеет свой устав.

Работа каждого подразделения ассоциации организована в соот-

ветствии с регламентом, отражающим его деятельность. Регламент регистрируется президентом ассоциации и предоставляется для рассмотрения и одобрения советом директоров. Дополнительно к членским взносам и отчислениям каждое подразделение несет ответственность за финансирование собственных дел, а также выделяет средства за пользование административными помещениями и оборудованием, сумма которых определяется исполнительным комитетом. Все членские взносы и отчисления, собранные подразделением, вносятся в казначейство на счет ассоциации на определяемые исполнительным комитетом выплаты в соответствии с целями и задачами подразделения и ассоциации. Учрежденные ранее организации или торговые ассоциации, занимающиеся бизнесом в сфере запасных частей для автомобильной промышленности, могут обратиться в ассоциацию и стать ее подразделением. Такое заявление должно рассматриваться и утверждаться советом директоров.

Ассоциация должна иметь отдельный счет, именуемый «Фонд поддержки отрасли», финансируемый добровольными вкладами от членов ассоциации и другими лицами.

Список деталей, которые традиционно восстанавливаются предприятиями ассоциации, очень большой. В основном это детали механических и гидравлических агрегатов, электрических стартеров и генераторов. «Восстановители» вкладывают большой капитал в создание сложного оборудования и инструмента не только для процесса восстановления деталей, но и для испытания. В последние годы произошли изменения номенклатуры восстанавливаемых традиционных компонентов в сторону электроники.

После диагностирования системы делят на фракции: восстанавливаемые и невосстанавливаемые. Невосстанавливаемые перерабатываются или утилизируются. Восстанавливаемые системы проходят полную разборку, очистку, ремонт, сборку и завершающее испытание. Пройдя упомянутые выше этапы процесса, переработанные (восстановленные) системы могут поставяться клиенту с оригинальным качеством, гарантией и обслуживанием. Например, восстановление электрогидравлического усилителя проводится согласно следующим этапам восстановления систем: начальное тестирование (диагностирование), разборка, очистка, тестирование дета-

лей и частей, ремонт и повторная сборка. Начальное тестирование обеспечивает важную информацию о состоянии системы и некоторых частей. В зависимости от результата начального тестирования узел может быть восстановлен или утилизирован. Все электрогидроусилители демонтируются без разрушения. Механические узлы, зубчатое колесо насоса или клапан давления демонтируются и разбираются. Все изнашиваемые части (шарикоподшипники и др.) разбираются и подлежат восстановлению. После ремонта системы полностью повторно собираются. Во время этого этапа изношенные части заменяются. Все этапы восстановления постоянно контролируются. Прежде чем системы поступят в продажу, все электрогидроусилители проходят 100%-ное завершающее испытание и диагностику. Последовательность этапов разборки, очистки, ремонта и повторной сборки сопоставимы с восстановлением деталей механических систем.

Современные тенденции развития энергетики, турбостроения и авиастроения во всем мире поставили внедрение передовых технологий восстановительного ремонта на первое место. В настоящее время происходит стремительное увеличение числа предприятий, оказывающих сервисное обслуживание и ремонт в этих областях. Эта тенденция ярко выражена на Западе. Фирма «Делоро Стеллит» принимает активное участие в разработках и внедрении новых ремонтных технологий и расходных материалов. Это ведущая компания с мировым именем, столетней историей и большим опытом в области производства присадочных материалов для наплавки и напыления, а также оборудования для плазменно-порошковой наплавки (РТА) и сверхзвукового напыления. В состав группы «Делоро Стеллит» входят 14 заводов в Германии, Италии, Франции, Англии, Индии, США, Китае, Канаде и России. Головной офис находится в г. Кобленц (Германия).

Широк диапазон выпускаемых присадочных материалов, применяющихся практически во всех известных технологиях наплавки и напыления защитных покрытий: аргонно-дуговой/ацетиленокислородной наплавке прутками, ручной дуговой наплавке покрытыми электродами, плазменно-порошковой, лазерной и газопламенной наплавке порошком; газопламенного напыления с последующим

оплавлением, плазменного и сверхзвукового газопламенного напыления.

Практика ремонта, восстановления и упрочнения деталей позволила сосредоточить внимание фирмы на следующих двух, наиболее эффективных упрочняющих технологиях: плазменно-порошковая наплавка (РТА) и сверхзвуковое напыление. Оборудование для наплавки и напыления, разработанное фирмой «Делоро Стеллит», имеет блочное строение, что позволяет выполнять необходимую компоновку для решения всевозможных практических задач с учетом требований заказчика. Например, полуавтоматическая РТА имеет два порошковых накопителя. Это позволило легко менять вид порошка во время работы установки. Роботизированная установка для микро-РТА имеет следующие технические возможности и характеристики: ширина наплавляемого валика 1,2-5 мм, минимальная толщина детали 0,8 мм, стабильный размер наплавляемого валика, автоматическое позиционирование плазматрона, программное управление всеми параметрами наплавки, две рабочие позиции для наплавки, напряжение сети 3x400 В, ток сварки 3-190 А, ток дежурной дуги 3-30 А, транспортирующий газ – 0,5-5 л/мин, защитный газ – 1,5-1; плазменный – 0,2-5 л/мин; работа в импульсном режиме и на постоянной дуге; низкий процент перемешивания с основным металлом от 3 до 10%, высокая повторяемость процесса, снижение объемов механической обработки наплавленных деталей, минимальные потери присадочного порошка.

Установки для сверхзвукового напыления обеспечивают процесс упрочнения с минимальным температурным вложением (максимально 250°С) и относятся к холодным упрочнениям. Системы по запросу заказчиков могут поставляться в различной комплектации и степени оснащенности как для специализированных, так и универсальных применений.

Продукция фирмы «Делоро Стеллит» постоянно совершенствуется. Создаются новые марки сплавов. В новой 700-й серии сплава Стеллит ярко выражены высокая износостойкость, используется легирование молибденом вместо вольфрама.

За рубежом большое внимание уделяется организации и технологиям восстановления деталей, постоянно увеличиваются ассигнова-

ния на разработку новых способов и оборудования. Большое значение придается восстановлению таких дорогостоящих, металлоемких массовых деталей, как катки, звенья гусениц, направляющие колеса, блоки цилиндров двигателей, коленчатые валы и др.

Восстановление деталей характеризуется достаточно высоким техническим уровнем применяемого технологического оборудования (высокоточные станки с программным управлением, автоматизация процессов восстановления и контроля) и качеством материалов, используемых для нанесения покрытий. Это обеспечивает высокое качество восстановления, что позволяет фирмам нести полную ответственность за нормальную эксплуатацию машин и оборудования, укомплектованных восстановленными деталями, выдерживать конкурентную борьбу на рынках сбыта продукции.

Номенклатура деталей расширяется и охватывает дорогостоящие и металлоемкие детали, определяющие ресурс работы машины (агрегата) в целом, а также детали, процессы восстановления которых можно легко механизировать и автоматизировать. К ним относятся блоки, головки блоков, коленчатые валы, гильзы цилиндров, распределительные валы, шатуны, маховики, корпусные детали, валы, шестерни, опорные катки, гусеницы, направляющие и ведущие колеса и др.

Расширение номенклатуры восстанавливаемых деталей – одна из важнейших проблем, которой заняты основные фирмы большинства стран, производящие сельскохозяйственную, дорожно-строительную технику и грузовые автомобили. Так, на одном из крупных предприятий компании «Катерпиллар» создан специализированный участок для восстановления наплавкой ходовой части гусеничных тракторов. На нем ежегодно восстанавливают более 1500 полотен гусениц. Здесь же организовано восстановление поддерживающих роликов. Дилер выдает гарантию на восстановление детали с ресурсом, как у новой. В Чикаго создан специализированный завод фирмы «Интернейшнл Харвестер» для восстановления деталей и узлов тракторов. Ресурс узлов и деталей, восстановленных на заводе, равен ресурсу новых, а стоимость восстановления составляет 20-25% стоимости изготовления. Отпускная цена восстановленных узлов и деталей составляет в среднем около 80% цены новых. Реализацию и учет таких деталей проводят с помощью ЭВМ, которые используются в управлении предприятием.

Опыт фирмы «Интернейшнл Харвестер» получает все большее распространение, так как приносит значительную прибыль. Уже многие фирмы создали поточные линии восстановления деталей на своих ремонтных заводах.

К прибыльным относятся и небольшие узкоспециализированные фирмы. Одна из них ремонтирует автомобили и восстанавливает стальные и чугунные коленчатые валы газопламенным порошковым напылением. Износостойкость коленчатых валов значительно выше, чем новых.

В США организованы небольшие мастерские, где работают до 10 человек. В них также восстанавливают детали ограниченной номенклатуры при использовании современного оборудования и технологических процессов с высокой степенью механизации и автоматизации. Это позволяет выпускать высококачественные и дешевые детали.

В Англии основной объем восстанавливаемых деталей приходится на специализированные агрегатно-ремонтные предприятия. Например, на заводе «Лондон Транспорт Борд» (предприятие средней мощности) ремонтируют различные агрегаты грузовых автомобилей и автобусов. Характерная особенность восстановления: организация тщательной дефектации изношенных деталей и обязательный предсборочный контроль восстановленных деталей, который проводят с применением современных контрольно-измерительных средств. Это обеспечивает высокое качество отремонтированных узлов и агрегатов.

Аналогично организовано восстановление деталей на другом специализированном авторемонтном заводе, принадлежащем фирме «Лондон Транспорт Чизуик Уоркс». Стоимость отремонтированных двигателей составляет 60%, коробок скоростей – 25, задних мостов – 30% стоимости новых при 90%-ном ресурсе.

Поточные линии применяют на заводах при больших объемах ремонта агрегатов и узлов. Например, на мотороремонтном заводе английской фирмы «Бинз Индастриз Лимитед» с годовой мощностью около 60 тыс. дизелей и карбюраторных двигателей типа «Форд» на специализированных поточных линиях восстанавливают блоки цилиндров, головки блоков, коленчатые и распределительные валы, шатуны, гильзы, маховики и другие дорогостоящие детали. Аналогично восстанавли-

вают детали на специализированных заводах компании «Перкинс» и др.

Сбор изношенных, годных к восстановлению деталей осуществляется следующим образом: через широкую сеть дилеров, путем обмена отказавших или требующих ремонта агрегатов новыми или отремонтированными, путем продажи мелкими ремонтными предприятиями крупным заводам или специализированным на восстановлении деталей фирмам изношенных дорогостоящих деталей, годных к восстановлению.

Дилеры создают фермерам стимул сдачи тем, что при продаже новых запасных частей или узлов снижают цены на 20-25%. Если деталь восстановить невозможно, то дилер ее не принимает и не делает фермеру скидку. Такая форма сбора деталей очень распространена в США и других странах. В частности, ее используют американские фирмы «Катерпиллар» и «Интернейшнл Харвестер», германская фирма «Даймлер-Бенц» и др.

Во многих странах все шире применяют замену узлов, агрегатов и машин в случае их отказа или потребности в ремонте. При таком методе сбора ремонтного фонда фирмы заинтересовывают фермеров и других клиентов тем, что простой машин и оборудования сокращаются до минимума. Весь ремонтный фонд остается на специализированных предприятиях и используется для восстановления деталей.

На крупных специализированных ремонтных заводах компаний «Лукас» и «Паркинс» (Англия), «Бош» (Германия), «Барлиет» (Франция) и других производства обеспечиваются ремонтным фондом за счет узлов и агрегатов, ремонтируемых на этих заводах.

Для многих небольших ремонтных предприятий становится более выгодным отправлять изношенные детали для восстановления на специализированные производства, чем восстанавливать самим.

В Японии большое внимание уделяется восстановлению изношенных деталей фирмой «Марума». Она является разработчиком оборудования для восстановления деталей гусеничных тракторов (звенья гусеницы, башмаки, поддерживающие и опорные катки, направляющие колеса).

В Германии широко применяется восстановление деталей. В качестве примера можно привести завод по ремонту дизельных двигате-

лей фирмы «Даймлер-Бенц» для грузовых автомобилей (г. Маннгейм). Метод ремонта – поточный, обезличенный, на двух линиях – для рядных двигателей и У-образных. Дизели поступают в ремонт со средним пробегом 300-500 тыс. км.

Гильзы цилиндров, поршни, поршневые пальцы и кольца, вкладыши подшипников, направляющие и седла клапанов, прокладки восстановлению не подлежат и заменяются новыми. Блоки цилиндра, коленчатые валы, шатуны, маховики, головки цилиндров и другие детали, имеющие трещины, выбраковываются и восстановлению не подлежат (в среднем выбраковывается до 20-30% деталей). Коленчатые валы, имеющие задиры шеек, которые перешлифовкой невозможно вывести на последний ремонтный размер, не восстанавливаются и также выбраковываются. Шатунные и коренные шейки коленчатого вала перешлифовываются на ремонтные размеры (0,25, 0,5, 1 мм). Все коленчатые валы подлежат проверке на отсутствие трещин на магнитном дефектоскопе и балансируются.

В производстве используются разные прогрессивные методы восстановления и упрочнения деталей, в том числе различные виды наплавки – преимущественно проволокой в среде углекислого газа.

Для восстановления деталей широко применяется электродуговая металлизация. В качестве материала для подслоя используют стальную проволоку 45Cr3134 (ДУР-300) Ø1,6 мм, которая дает наилучшие результаты по прочности сцепления (17-21 МПа).

Технологический процесс восстановления коленчатых валов электродуговой металлизацией осуществляется в следующей последовательности. Сначала на магнитоскопе с подсветкой и люминесцирующей эмульсией проводят контроль трещин. Коленчатые валы, имеющие изгиб, превышающий допустимый, правят на гидравлическом прессе. Перед металлизацией тщательно промытый вал для придания шероховатости напыляемым поверхностям подвергается корундовой обработке (размер частиц корунда 0,8-1мм, давление подающего воздуха 6-7 атм, время обработки шейки 30-40 с). Обработанный корундом вал поступает на рабочее место электродуговой металлизации. Места, не подлежащие металлизации, изолируются жидким стеклом (время застывания 5-10 мин). Затем закрывают масляные каналы резиновы-

ми пробками. Время от обработки корундом до начала напыления составляет не более 1 ч.

Металлизация осуществляется на установке в автоматическом режиме. Установка снабжена двумя металлизаторами (один наносит под-слой, второй – основной слой). Перед загоранием дуги в течение 20 с подается воздух для удаления корундовой пыли с поверхности шеек. Частота вращения вала 50-80 мин⁻¹. После напыления вал подают в дробеструйную камеру, где в течение определенного времени поверхность обрабатывают дробью (размер частиц 1 мм). Такая обработка необходима для снятия внутренних напряжений, удаления защитного слоя жидкого стекла и контроля качества металлизированной поверхности. Обработку напыленных шеек выполняют шлифованием карбидно-кремниевым кругом. Предусмотрены операции полировки, балансировки и контроля качества восстановленных валов.

Технологический процесс внедрен на заводе в г. Иессене с годовым объемом производства 3,5 тыс. шт.

Успешно применяется на предприятиях электронно-лучевая техника для восстановления зубчатых колес и термической обработки деталей.

С помощью электронного луча осуществлялось упрочнение беговых дорожек клиноременного шкива. Электронный луч кратковременно воздействует на обрабатываемую поверхность детали, благодаря быстрой скорости охлаждения осуществляется ее закалка.

Актуально поставлять восстановленные изделия в виде собранных и обкатанных комплектов, а не отдельными запасными частями. Это подтверждает опыт ряда зарубежных фирм. Например, фирма «Перкинс» для отдельных двигателей поставляет запасные части не отдельно, а собранными в комплекты, что гарантирует высокое качество ремонта двигателей на предприятиях, не имеющих специального оборудования.

Применение скомплектованных и обкатанных деталей – важное условие повышения качества ремонта при ограниченных материальных ресурсах. Быстрая комплектная замена изношенных узлов или пары трущихся деталей, особенно в полевых условиях – одно из преимуществ восстановления деталей комплектами.

Для расширения материальной базы ремонтного производства

можно использовать детали, демонтированные со списанных машин, и выбракованные запасные части. Наиболее эффективно можно их применять в случае сбора, восстановления и поставки не отдельно, а собранными в комплекты.

Ремонтные комплекты восстановленных деталей можно классифицировать по схеме, приведенной на рис. 2.4.3. Комплект может поставляться как группа несобранных (расчлененных) деталей или как сборочный элемент, где группа расчлененных деталей собрана в общую структуру.

Ремонтный комплект								
по назначению			по поставке			по характеру использования		
для специализированных ремонтных заводов	для мастерских по техническому обслуживанию и текущему ремонту	для эксплуатационных предприятий	собранный	частично собранный	для нормальной эксплуатации	разобраный	для эксплуатации по системе ремонтных размеров	для эксплуатации в циклическом потоке размеров

Рис. 2.4.3. Классификация формирования ремонтного комплекта

Формировать ремонтные комплекты следует на основе системного подхода. Начинать надо с изучения конфигурации изделия, характера износов, причин отказов деталей при эксплуатации, технологии ремонта и т.д. Критерием эффективности является минимизация для достижения заданного уровня надежности. Построение процессов общей и узловых сборки можно проследить с помощью технологических схем. Они возможны в нескольких вариантах, отличающихся структурой и последовательностью комплектования сборочных элементов. Варианты надо выбирать с учетом удобства сборки и контроля, обеспечения заданного качества изделий, рентабельности и повышенной эффективности процесса для каждого условия производства (единичного, серийного, массового).

Ремонтные комплекты можно условно разделить на три группы:

- составленные исходя из технологических соображений по обеспечению ресурса (обоснованные испытаниями) и точности методом

селекции на размерные группы из двух сборочных единиц (например, шатун – поршневой палец), однако эти комплекты должны быть сгруппированы для каждого двигателя по массе;

- собранные из восстановленных деталей и сгруппированные по принципу всеобщего охвата сортируемых деталей по размеру и массе, например, шатунно-поршневая группа, включающая в себя шатун в сборе – поршневой палец – поршень в сборе – гильзу;

- сгруппированные по принципу – механизм в сборе, когда требуется обеспечить точное взаимное расположение геометрических осей и поверхностей деталей, например, двигатель, включающий в себя блок цилиндров-коленчатый вал в сборе – гильзу цилиндров в сборе – шатунно-поршневую группу, собранные в единый комплект (табл. 2.4.3).

Таблица 2.4.3

Перечень деталей, входящих в ремонтные комплекты

Наименование ремонтного комплекта	Основные детали
Блок	Корпус блока цилиндров, коленчатый вал с вкладышами, гильзы цилиндров, поршни с кольцами, шатуны с втулками, поршневые пальцы, компенсирующие детали
Головка	Головка блока, клапаны, втулки, пружины с сухариками
Коробка	Корпус коробки передач (заднего моста, редуктора и т.д.), шлицевые валы и втулки, шестерни
Гидронасос	Корпус, шестерни, втулки
Топливный насос	Плунжерные пары, распылители, трубопроводы
Гидрораспределитель	Корпус, штоки
Гидроцилиндр	Гидроцилиндр, шток
Движитель	Опорные катки, поддерживающие ролики, ведущее и направляющее колеса, звенья гусеницы

Раздел 3. ЭВОЛЮЦИЯ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ: ОТ НАПЛАВКИ ДО НАНОТЕХНОЛОГИЙ

3.1. НАПЛАВОЧНЫЕ СПОСОБЫ

3.1.1. Дуговая наплавка

Дуговая наплавка под флюсом. Процесс широко применяется для восстановления плоских и цилиндрических поверхностей.

Основные параметры наплавки цилиндрических деталей представлены в табл. 3.1.1.

Таблица 3.1.1

Основные параметры наплавки цилиндрических поверхностей

Диаметр детали, мм	Сила тока, А	Проволока	
		диаметр, мм	скорость подачи, м/ч
50-60	120-160	1,2-2,5	75
65-75	150-220	1,2-2,5	85
80-100	200-280	1,2-2,5	105
150-200	250-350	1,2-2,5	140

Наплавку плоских поверхностей проводят через валик или отдельными участками с целью уменьшения коробления детали. Скорость наплавки устанавливают в 16-32 м/ч (с увеличением диаметра наплавляемой детали она возрастает). Напряжение принимают равным 26-32 В. При таких режимах толщина наплавленного слоя составляет 1,5-3 мм. Вылет электрода принимают таким же, как и при наплавке плоских поверхностей.

Основные параметры наплавки плоских поверхностей приведены в табл. 3.1.2.

Основные параметры наплавки плоских поверхностей

Значение износа, мм	Сила тока, А	Проволока	
		диаметр, мм	скорость подачи, м/ч
2-3	160-220	1,6-2,0	100-125
3-4	320-350	1,6-2,0	150-200
4-5	350-460	2,0-3,0	180-210
5-6	650-750	4,0-5,0	200-250

При восстановлении деталей обычно применяют проволоку $\varnothing 1,2-3$ мм.

Наплавка в среде защитных газов. Отличается от наплавки под флюсом тем, что в качестве защитной среды используются инертные газы или углекислый. Схема наплавки в защитном газе показана на рис. 3.1.1.

Из инертных газов наиболее широкое распространение получил аргон. Его применяют при наплавке высоколегированных хромо-никелевых и коррозионно-устойчивых сталей и сплавов на основе меди, алюминия и др.

Наплавка в защитных газах используется в тех случаях, когда невозможна наплавка под флюсом: затруднены его подача и удаление шлаковой корки, например, при наплавке внутренних поверхностей глубоких отверстий или мелких деталей, или для восстановления деталей сложной формы.

Наплавку ведут короткой дугой, на постоянном токе обратной полярности, с использованием источников питания с жесткой внешней характеристикой.

К недостаткам этого процесса следует отнести открытое световое излучение дуги и повышенное разбрызгивание металла (5-10%).

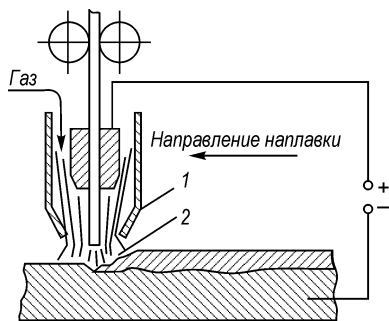


Рис. 3.1.1. Схема наплавки в защитном газе: 1 – сопло; 2 – зачетный газ

Наибольшее распространение на ремонтных предприятиях нашла наплавка в среде углекислого газа – устраняются дефекты резьбы, осей, шлицев, зубьев, пальцев, шеек валов и других деталей; проводится на постоянном токе обратной полярности. Расход углекислого газа, достаточный для защиты зоны сварки от воздуха, составляет 70-10 л/мин. С возрастанием плотности тока расход газа увеличивается.

В зависимости от назначения детали, материала и вида термической обработки для наплавки рекомендуются определенные марки электродной проволоки. Для наплавки резьбовых поверхностей применяют, как правило, проволоку Св-0,8Г2С, а шлицев и шеек валов – Нп-30ГСА, Св-18ХГСА. Проволока должна обязательно содержать раскислители (кремний, марганец и др.).

В качестве защитных газов применяют аргон, гелий или их смеси с незначительным количеством CO_2 , N_2 , O_2 .

Импульсно-дуговую сварку и наплавку используют для восстановления деталей из алюминия и его сплавов.

Для восстановления деталей машин начали применять дуговую наплавку с газопламенной защитой природным газом (магистральный) и кислородом (технический).

Вибродуговая наплавка. Суть наплавки заключается в том, что электрод вибрирует вдоль своей оси, вызывая короткие замыкания в сварочной цепи и кратковременные периоды действия дуги.

Между деталью и электродной проволокой, включенными в цепь источника питания, периодически возбуждается дуга. Прерывистость возбуждения дуги достигается путем продольного перемещения вибратором электродной проволоки с частотой 50 колебаний в минуту и более и амплитудой 0,5-3 мм. Для повышения стабильности горения дуги при низком напряжении источника питания (12-18В) в цепь последовательно с ним включают дроссель. Одновременно в зону наплавки по каналу вибродуговой головки подается охлаждающая жидкость.

В качестве охлаждающей жидкости применяется водный раствор кальцинированной соды (2,5-6,0% CaCO_3) или 20%-ный водный раствор глицерина. В некоторых случаях используются растворы поташа, красной кровяной соли и других веществ, улучшающих устойчивость горения дуги.

Вследствие вибрации электродной проволоки происходит чередование: «дуговой разряд – короткое замыкание – холостой ход». Электрод и деталь оплавляются за счет дугового разряда. Перенос жидкого металла с электрода на изделие происходит преимущественно во время короткого замыкания.

Диапазон наплавляемых с помощью этого способа размеров деталей – 8-200 мм.

Вибродуговая наплавка дает возможность получать слой толщиной от десятых долей миллиметра до 3 мм за один проход. Толщина наплавляемого слоя в основном зависит от диаметра электродной проволоки (соответственно, мм): менее 1 – 1-1,5; 1-2 – 1,5-2,5; 2 и более – 2-3.

Вибродуговой наплавкой восстанавливают и чугунные детали, не подвергающиеся значительным динамическим нагрузкам, на которые нужно нанести равномерный тонкий слой металла при минимальной их деформации: оси, валы, шлицевые валики и др.

Наплавка порошковыми проволоками и лентами. Эту наплавку выполняют на постоянном токе обратной полярности. Диаметр электродной проволоки и сечение ленты выбираются в зависимости от диаметра восстанавливаемой детали и требуемой толщины наплавляемого слоя металла с учетом припуска на обработку, составляющего 0,8-1,5 мм на сторону. Сила тока устанавливается в зависимости от скорости подачи проволоки и ее диаметра, а напряжение дуги – от сварочного тока.

Широкослойная наплавка. При этом способе наплавку тел вращения выполняют не по винтовой линии, а с поперечными колебаниями электрода за один оборот детали. При наплавке внутренних цилиндрических и конических поверхностей применяются специальные удлиненные мундштуки.

Наплавку тел сложной формы следует проводить самозащитной порошковой проволокой на специализированных станках, позволяющих придать оси вращения горизонтальное положение.

Для механизированной дуговой наплавки выпускается проволока стальная наплавочная, различная по химическому составу: углеродистая – марок Нп-25, Нп-40 и др.; легированная – Нп-40Г,

Нп-3ОХГСА и др.; высоколегированная – марок Нп-20Х14, Нп-3ОХЮГЮТ и др.

Наплавочная стальная проволока производится из стали открытой выплавки, может быть изготовлена также из выплавленной электрошлаковым способом в вакуумно-индукционных печах.

Для наплавки применяются также некоторые марки стальной сварочной проволоки.

Для сварки деталей из чугуна используют проволоки МНЖКТ5-1-02-02 (на медной основе) для сварки в среде аргона (6-9 л/мин) или самозащитные проволоки Св-15ГСТЮЦА (стальная) и ПАНЧ-11 (на никелевой основе).

В последние годы при сварочных работах, в том числе при наплавке деталей, в больших объемах применяют порошковую проволоку и ленту.

Порошковая проволока представляет собой смесь порошкообразных (шлакообразующих, раскисляющих, легирующих и др.) материалов, запрессованных в оболочку из стальной низкоуглеродистой ленты в виде трубки (или более сложной формы). В процессе наплавки плавятся металлическая оболочка и компоненты сердечника.

Флюсы, применяемые при сварке и наплавке, представляют собой гранулы, которые при расплавлении образуют жидкий шлак, защищающий металл сварочной ванны от азота и кислорода воздуха. Кроме того, флюсы предназначены и для обеспечения устойчивого горения дуги, раскисления сварочной ванны, легирования наплавленного металла и др.

Из неплавленных флюсов наибольшее применение получили керамические.

3.1.2 Газовая сварка и наплавка

Процесс проводится, как правило, ацетилено-кислородным нейтральным пламенем. Ацетилен получают с помощью генераторов. Для газовой сварки используют различные горелки. Расход кислорода на 10-20% больше, чем ацетилена.

При ручной сварке пламя направляют на свариваемые кромки

так, чтобы они находились в восстановительной зоне на расстоянии 2-6 мм от конца ядра. Конец присадочной проволоки также держат в восстановительной зоне или сварочной ванне.

Положение горелки (угол наклона ее мундштука к поверхности свариваемого металла) зависит от толщины соединяемых кромок изделия и теплопроводности металла. Чем толще металл и больше его теплопроводность, тем больше должен быть угол наклона.

Применяют два основных способа газовой сварки – правый и левый (рис. 3.1.2).

При правом способе (рис. 3.1.2 а) процесс сварки ведется слева направо. Горелка перемещается впереди присадочного прутка, а пламя направлено на формирующийся шов. Этим обеспечивают хорошую защиту сварочной ванны от воздействия атмосферного воздуха и замедленное охлаждение сварочного шва. Способ позволяет получать швы высокого качества.

При левом способе (рис.3.1.2 б) процесс сварки выполняют справа налево. Горелка перемещается за присадочным прутком, а пламя направляется на несваренные кромки и подогревает их, подготавливая к сварке.

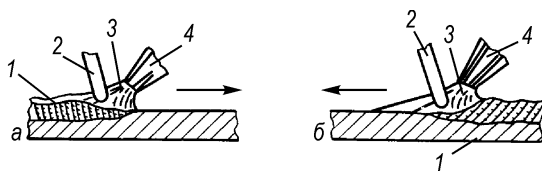


Рис. 3.1.2 (а,б). Основные способы газовой сварки: 1 – формирующийся шов; 2 – присадочный пруток; 3 – пламя горелки; 4 – горелка

Основные параметры режима сварки выбирают в зависимости от свариваемого металла, его толщины и типа изделия. Определяют необходимую мощность пламени, вид пламени, марку и диаметр присадочной проволоки, технологию сварки. Швы накладывают одно- и многослойные. При толщине металла до 6-8 мм применяют однослойные швы, до 10 мм – два слоя, более 10 мм – три слоя и более.

Толщина слоя при многослойной сварке зависит от размеров шва, толщины металла и составляет 3-7 мм. Перед наложением последу-

ющего слоя поверхность предыдущего должна быть хорошо очищена металлической щеткой. Сварку выполняют короткими участками. При этом стыки валиков в слоях не должны совпадать.

3.1.3. Электрошлаковая наплавка

Для получения покрытий значительной толщины (более 10 мм) применяется электрошлаковая наплавка. При этом способе в качестве источника теплоты используют теплоту, возникающую при прохождении электрического тока через расплавленный шлак. При этом шлак нагревается до температуры свыше 2000°С и расплавляет основной и присадочный материалы.

По сравнению с другими способами при этой наплавке достигаются большая производительность и высокое качество покрытий. Наплавку выполняют в один слой, вследствие чего отпадает необходимость в зачистке слоев, что требуется при многослойной наплавке.

3.1.4. Плазменная наплавка

В качестве источника теплоты при плазменной сварке и наплавке используется плазменная струя. Она представляет собой высокоинтенсивный источник теплоты, максимальная температура которого может превышать 20000 К, что позволяет расплавлять различные тугоплавкие материалы.

Плазму получают пропусканием газовой струи через дуговой разряд, возбуждаемый между двумя электродами. Дуга горит в замкнутом цилиндрическом канале, стенки которого подвергаются интенсивному охлаждению. Охлаждение наружной поверхности столба дуги вызывает его концентрацию, вследствие чего температура столба дуги резко повышается. Плазмообразующий газ, проходящий через межэлектродное пространство, приобретает высокий запас энергии, которую используют для нагрева в процессе наплавки.

Для получения плазменной струи применяют специальное устройство – плазмотрон.

В настоящее время из всех конструкций плазмотронов наибольшее распространение получили плазмотроны постоянного тока как

более простые по своим конструктивным схемам. Широкое использование плазмотронов переменного тока сдерживается из-за значительной эрозии электродов и невысокой стабильности горения дуги.

Несмотря на большое разнообразие конструкций, плазмотроны имеют следующие общие основные элементы: корпус, сопло, электрод, узел крепления электрода, изолятор (разделяет электрод и сопло), водяные и газовые коммуникации. Наиболее термически нагруженными являются электроды и сопла. Они отличаются по конструкции, роду используемого материала, типу охлаждения.

Тип и конструкция электрода (катода) определяются составом плазмообразующей среды. В плазмотронах, работающих в среде инертных и нейтральных газов (аргон, азот, гелий, смеси: аргон + азот, аргон + водород, азот + водород), применяются катоды из вольфрама.

В плазмотронах, работающих в кислородосодержащих средах, используют катоды из гафния и циркония.

Для плазменной наплавки наиболее часто используется схема комбинированного подключения плазмотрона к источнику питания. В этом случае между вольфрамовым электродом и соплом анода зажигается вспомогательная сжатая дуга косвенного действия, обладающая электропроводимостью и образующая при соприкосновении с токоведущей деталью сжатую дугу прямого действия.

При восстановлении и упрочнении деталей применяют несколько разновидностей плазменной наплавки, различающихся типом присадочного материала, способом его подачи на изношенную поверхность и электрической схемой подключения.

В зону дуги могут подаваться следующие присадочные материалы: нейтральная или токоведущая проволока, две проволоки вместе, порошок, порошок одновременно с проволокой.

Плазменную наплавку можно выполнять одиночными валиками (при наплавке цилиндрических деталей по винтовой линии), а также с применением колебательного механизма (для широких слоев), на прямой и обратной полярности.

Наиболее простым способом наплавки является наплавка по заранее насыпанному на наплавляемую поверхность порошку.

При наплавке, например, клапанов по профилю фаски клапа-

на изготавливают кольцо, надевают на фаску клапана и расплавляют плазменной струей.

Большое распространение для восстановления деталей получает плазменная наплавка с вдуванием порошка в дугу. Этот способ применяют для наплавки малогабаритных деталей с толщиной наплавляемого слоя 0,1-1 мм.

В качестве наплавочного материала широко используются самофлюсующиеся порошки сплавов на никелевой основе ПГ-СР2, ПГ-СР3, ПГ-СР4 и др. Наплавка этих материалов обеспечивает получение износостойких и коррозионно-устойчивых покрытий.

Для наплавки порошковыми материалами применялись плазмотроны с тремя отдельными соплами, через которые в зону наплавки подавались три газовых потока – плазмообразующий, для транспортирования порошка и защитный. В настоящее время разработаны схемы наплавки, в которых газ, транспортирующий наплавочный порошок, одновременно выполняет и защитные функции. Частицы порошка, более тяжелые, чем газ, не изменяя направления, транспортируются в сварочную ванну под заданным углом, в то же время транспортирующий газ оттесняет наружный воздух от наплавляемого металла и образует вокруг сварочной ванны газовую защиту. Транспортирующий и одновременно защитный газ выходит на определенном расстоянии от плазмообразующего канала, и его течение не подвержено воздействию сжатой дуги.

Однако плазменная наплавка с подачей порошка в дугу плазмотрона транспортирующим газом имеет недостатки. Различные траектории и скорости частиц порошка снижают интенсивность и полноту его расплавления. Часть порошка наносится на деталь в нерасплавленном состоянии, что ухудшает качество покрытия.

Перспективна плазменная наплавка с присадочной токоведущей проволокой. В этом случае сжатая дуга используется, главным образом, для плавления проволоки и в меньшей степени – подогрева детали.

Применяют и другие схемы плазменной наплавки, например, применяем электродом и двумя присадочными проволоками от автономных приводов.

Плазменной наплавкой целесообразно восстанавливать дета-

ли типа «вал», особенно с небольшими износами (шейки, посадочные места, фланцы), в том числе трубчатые детали с тонкими стенками, восстановление которых другими способами затруднено из-за возможного прожигания стенок, а также детали диаметром менее 25 мм.

Серийно выпускаются установки для плазменной наплавки УПН-303, УПН-602 и др. Можно также применять установки для плазменной сварки УПС-301, УПС-403, УПС-804, а также для плазменного напыления УМП-5, УМП-6, УПУ-3, УПУ-5 после изменения электрической схемы и замены плазмотрона.

Для восстановления деталей плазменной наплавкой разработано оборудование – комплект КПН-01.23-215 «Ремдеталь», пост 01.23-21 «Ремдеталь», установка УД-415 и др.

3.1.5. Другие способы наплавки

Электронно-лучевая наплавка. Суть ее заключается в нагреве основного и присадочного материала бомбардировкой электронами. Источником теплоты при электронно-лучевой сварке и наплавке служит энергия потока ускоренных электронов. В электронно-лучевых установках электронный луч генерируется и управляется с помощью электронно-оптической системы, называемой электронной пушкой. Поток электронов, имитируемых катодом, предварительно ускоряется и формируется электростатическим полем в области «катод – анод».

Существуют несколько систем электронных пушек. Наиболее просты по конструкции те, в которых электронный пучок формируется только с помощью прикатодного электрода, а анодом служит (изделие) деталь.

Электронно-лучевой наплавкой можно наносить тонкий (0,1-2 мм) слой порошковых покрытий, например, на кромки рабочих органов сельскохозяйственных машин. Поверхности рабочих кромок лемехов и лап следует зачищать от окалины пескоструйной обработкой или травлением. Наплавку осуществляют с помощью промышленного ускорителя, снабженного системой выпуска концентрированного пучка электронов, например, ЭлВ = 6. Используют

различные порошки, например, типа «сормайт», частицами 700 мкм максимальных размеров, без использования флюсов и защитных газов, на воздухе.

В процессе электронно-лучевого нагрева расплавляются не только порошок, но и поверхностный слой металла деталей, в результате образуется их сплав.

Испытания показали, что покрытия имеют хорошую сцепляемость с основой. Ресурс работы деталей, наплавленных таким способом, в 2 раза выше, чем высокочастотной наваркой, при таком же количестве порошка.

В ремонтном производстве электронно-лучевая наплавка пока применяется крайне редко.

Лазерная наплавка. При этом способе наплавочные материалы (порошок, фольга, проволока и др.), нанесенные на поверхность детали, оплавляются лазерным лучом. Наибольшее применение нашли порошковые материалы.

Нанесение порошка на деталь может быть осуществлено двумя способами: насыпка в зону лазерной обработки; предварительная обмазка детали клеящим составом и затем насыпка на эту основу.

Для первого случая характерны увеличенный расход порошка (в 5-7 раз) и ухудшение физико-механических свойств покрытия.

С увеличением обмазки по толщине увеличиваются поглощение излучения и КПД наплавки. Одновременно возрастает твердость нанесенного слоя, которую путем подбора скорости наплавки и материала можно регулировать в пределах 35-65 HRCэ.

При наплавке порошковых материалов необходимо принимать во внимание грануляцию частиц. Увеличение размеров частиц связано с увеличением твердости и износостойкости покрытия и улучшением наплавочных характеристик порошка. Оптимальной является смесь различных фракций: 40-100 мкм – 10; 100-280 мкм – 80; 280 мкм и более – 10%.

Оплавление лазерным лучом проводится на установках, использующих серийные лазеры.

Качество покрытий зависит от скорости перемещения лазерного луча, толщины наплаваемого слоя и перекрытия валиков.

В качестве механической обработки обычно применяют шлифование. Ресурс деталей, восстановленных лазерной наплавкой, равен ресурсу новых, а в отдельных случаях превышает его.

ГОСНИТИ разработаны технологические процессы восстановления лазерной наплавкой таких деталей, как золотник гидрораспределителя, вал распределительный, вал кулачковый топливного насоса и др.

Для лазерной наплавки можно использовать лазерные технологические модули (табл. 3.1.4).

Таблица 3.1.4

Техническая характеристика лазерных технологических модулей

Показатели	Модуль	
	01.03.178 «Ремдеталь»	01.12-376 «Ремдеталь»
Частота вращения детали, с ⁻¹	0,06-0,3	0,5
Потребляемая мощность, кВт·А	0,4	Не более 1,5
Габаритные размеры, мм	3000 x 950 x 1800	2700 x 1450 x 1750
Масса, кг	950	1000

3.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ НАВАРКОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ

Контактная наварка (приварка) различных материалов (металлическая лента, проволока, порошки и др.) осуществляется методом импульсного электроконтактного нагрева на точечных и рельефных машинах. Материал подается на поверхность восстанавливаемой детали, после включения контактной сварочной машины прижимается к ней и быстро нагревается проходящими импульсами сварочного тока. В результате на поверхности детали образуется наваренный металлический слой. Регулируя параметры режима наварки, можно легко изменять физико-механические свойства наваренного слоя. Режим наварки обеспечивает регулируемые электрические и механические параметры.

Электрические параметры – сила сварочного тока и длительность сварочного цикла. При недостаточной силе тока не происходит полной сварки присадочного материала с основным металлом детали. При этих параметрах выше оптимальных на поверхности восстанавливаемой детали образуются поры и трещины. Механические параметры – частота вращения детали, подача электродов, усилие сжатия электродов в большей степени влияют на свариваемость навариваемого слоя с материалом детали, твердость наваренного слоя, другие физико-механические свойства.

При восстановлении деталей контактной наваркой используются ленты, проволока, порошки металлов и порошковые смеси из твердых тугоплавких соединений. Применение их позволяет повысить износостойкость деталей, работающих при абразивном изнашивании, в 1,5-8 раз. Данным методом можно получать покрытия слоистой структуры путем последовательного наложения друг на друга слоев различной природы, например, лента и порошок. Контактная наварка – эффективный высокопроизводительный способ восстановления цилиндрических деталей. Толщина наваренного слоя регулируется в пределах 0,2-1,5 мм, зона термического влияния не превышает 0,5 мм, припуск на механическую обработку – 0,2-0,5 мм.

Наварку стальной ленты применяют для восстановления шеек валов, стаканов, посадочных мест под подшипники качения корпусных деталей и т.д., наварку проволоки – для резьбовых частей деталей. Контактной наваркой порошков в ремонтном производстве восстанавливают постели блоков цилиндров, посадочные поверхности коробок передач, поверхности клапанных гнезд головок блоков и другие детали. Она имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами:

благодаря малому нагреву детали уменьшаются внутренние напряжения и деформации детали;

наносятся покрытия заданной толщины;

потери металла и выгорание легирующих элементов при нанесении покрытий почти отсутствуют, что позволяет характеризовать эту технологию как малоотходную;

применяются многие виды присадочных материалов: стальная лента, проволока различного состава, порошки металлов и сплавов

и т. д., а также такие доступные и дешевые порошки, как сормайт и другие, цена которых в 10-30 раз ниже, чем самофлюсующихся, при равной износостойкости и хорошей обрабатываемости шлифованием (отсутствует «засаливание» кругов);

в отличие от дуговых, плазменных, гальванических способов процесс экологически чистый;

в процессе наварки происходит закалка поверхностных слоев;

высокая прочность сцепления покрытий (100-250 МПа);

широкое внедрение процесса показало, что его могут выполнять рабочие после двух-трехдневного обучения;

контактная наварка позволяет в 5-10 раз повысить износостойкость деталей путем нанесения композиционных покрытий, содержащих различные твердые сплавы.

Недостатки процесса контактной наварки:

малая автоматизация процесса;

трудность обработки покрытий резанием и нанесения покрытий на детали сложной формы;

неправильный выбор режимов наварки приводит к несплавлению в отдельных местах ленты и проволоки с основным металлом;

при наварке порошковых материалов получаемый металлический слой имеет участки расплавленного и спеченного порошка, различную твердость, что затрудняет механическую обработку.

3.2.1. Наварка металлической ленты

Сущность процесса заключается в приварке к изношенной поверхности детали стальной ленты мощными импульсами тока. Металл ленты и детали в сварной точке под воздействием импульса тока расплавляется. Расплавление ленты происходит в тонком поверхностном слое в месте контакта с деталью. Сварные точки располагаются по винтовой линии и перекрываются как вдоль рядов, так и между ними, что достигается вращением детали со скоростью, пропорциональной частоте импульсов, и продольным перемещением сварочных клещей. Такое расположение сварных точек благоприятно влияет на качество приварки.

С целью уменьшения нагрева детали и улучшения закалки наваренного слоя в зону сварки подают охлаждающую жидкость.

Технология восстановления деталей контактной наваркой стальной ленты включает в себя подготовку деталей и лент, наварку ленты, обработку деталей после наварки.

Подготовка осей к восстановлению заключается в правке центровых фасок и снятии с шейки слоя до диаметра меньше номинального на 0,3-0,5 мм, с изношенными внутренними поверхностями – в шлифовании их до диаметра больше номинального на 0,3-0,5 мм.

Заготовки нарезают из лент толщиной 0,3-1 мм. Ширина их должна равняться ширине восстанавливаемого участка, а длина – его периметру. Зазор в месте стыка концов ленты не должен превышать 0,5-0,8 мм, нахлест концов не допускается.

Заготовки из стальной ленты изготавливают на установке 02.11-157 «Ремдеталь», которая обеспечивает резку ленты необходимых размеров и повышает производительность труда в 5 раз по сравнению с ручным способом. С поверхности ленты удаляют следы коррозии и масел. Материал ленты должен соответствовать твердости восстанавливаемого участка детали.

Предварительно устанавливают режимы. Затем деталь закрепляют в патроне установки и подводят электроды к средней части восстанавливаемого участка. Расход охлаждающей жидкости 1,6 л/мин, усилие сжатия электродов 2-3 кН. При вращении детали подается лента из механизма подачи под нижний электрод. В момент касания электрода и ленты включают кнопку «Сварка» и прихватывают ленту коротким швом к поверхности детали без подачи сварочных клещей. Окончательную приварку ленты проводят с включенной подачей сварочных клещей, соблюдая выбранные режимы (табл. 3.2.1).

Покрyтия целесообразно обрабатывать резанием шлифовальным кругом из белого электрокорунда в следующем режиме: окружная скорость круга 35 м/с, детали – 25-30 м/мин, поперечная подача круга 0,2-0,3 мм/мин. Обработку ведут при обильном охлаждении зоны шлифования. В качестве охлаждающей жидкости рекомендуется применять 1,5-3%-ный раствор кальцинированной соды. Выбор сравнительно невысоких режимов обработки обусловлен тем, что переходная зона (покрытие – основной металл) обладает понижен-

ной теплопроводностью. Применение жестких режимов обработки в этом случае может привести к концентрации теплоты в наваренном слое и его отслоению вследствие линейного расширения.

Таблица 3.2.1

**Режимы наварки металлической ленты к внутренним
поверхностям стаканов**

Показатели	Значение
Сила сварочного тока, кА	7,80-8,00
Длительность, с:	
сварочного цикла	0,12-0,16
паузы	0,08-0,10
Скорость сварки, м/мин	0,50
Подача электродов, мм/об	3-4
Усилие сжатия электродов, кН	1,70-2,25
Расход охлаждающей жидкости, л/мин	0,50-1

Обработку наваренной ленты осуществляют на шлифовальных станках абразивными кругами. Качество наварки проверяют путем шлифования приваренного слоя ленты на образцах или контрольных деталях: на них после шлифования должен оставаться слой толщиной 0,015-0,020 мм. Если шелушение слоя не наблюдается или захватывает не более 5% площади, можно считать, что свариваемость слоя ленты с основным материалом детали нормальная. Для наварки ленты в ГОСНИТИ разработана и изготавливается целая линейка установок. Одна из них – установка для восстановления цилиндрических поверхностей электроконтактной приваркой 011-1-10 «Ремдеталь».

3.2.2. Наварка проволоки

Существуют различные схемы наварки проволоки. В ремонтном производстве распространена наварка проволоки в поверхностные канавки. Процесс состоит из трех операций: высадка изношенной поверхности, приваривание присадочного материала (проволоки) и механическая обработка детали до необходимого размера.

Наварку производят на установке УЭМО-2 для электромеханической обработки или переоборудованном трансформаторе контактной сварочной машины, или на токарно-винторезном станке, оснащенный дополнительным редуктором для снижения частоты вращения шпинделя. Режимы высадки канавки и наварки приведены в табл. 3.2.2.

Таблица 3.2.2

Режимы высадки канавки и наварки

Показатели	Высадка канавки	Наварка проволоки
Ток, кА	0,5-0,6	1,2-2,5
Шаг, мм	1-2,5	1-2,5
Усилие прижатия, кН	0,8-1,2	0,6-1
Число проходов	1-2	1

Шаг высадки и диаметр проволоки выбирают в зависимости от величины износа с учетом припуска на механическую обработку.

В основном применяют проволоки из мало- и среднеуглеродистой стали. В место контакта ее с инструментом подается вода. Для высадки и приварки проволоки используют универсальные оправки, которые состоят из роликов, пластин (для высадки канавки) и головок (для приварки проволоки). Приваривающие ролики выполнены из бронзы БрОЦС5-5-5.

В процессе приварки проволоки в месте контакта ее с деталью образуются оксиды, которые ухудшают сцепляемость наваренного слоя. Для удаления оксидной пленки непосредственно перед наваркой проволоки на поверхность наносят концентрированную ортофосфорную кислоту.

Широкое применение этот способ нашел при восстановлении резьбовых участков валов, штуцеров и других подобных деталей. Присадочную проволоку укладывают во впадины резьбы и зажимают вместе с деталью между электродами сварочной машины. Благодаря их сжатию присадочная проволока полностью заполняет

впадину между витками и сваривается с ее боковыми гранями, образуя сварочное соединение.

Диаметр проволоки подбирают так, чтобы при нагреве и осадке она полностью заполняла впадину между витками и при этом оставался припуск на механическую обработку. Наилучшие результаты достигаются в том случае, если диаметр присадочной проволоки равен шагу резьбы или больше его на 5-10 %.

Сварочный ток должен создавать в месте контакта проволоки с деталью высокую температуру, достаточную для сварки металла в твердой фазе, не расплавляя витков. Усилие сжатия приводит проволоку и деталь в тесное соприкосновение, способствующее разрыву оксидных пленок и слоев адсорбированных газов, обеспечивает возможность сварочного процесса и оказывает значительное влияние на качество сварочного соединения.

Для восстановления резб электроконтактной приваркой проволоки ГОСНИТИ разработало установку 011-1-05 «Ремдеталь».

3.2.3.Наварка порошка

136

Сущность этого способа состоит в спекании частиц порошка друг с другом и с металлом детали под действием давления электродов и теплоты, выделяющейся при прохождении сварочного тока большой плотности (1-5кА/см²).

Наварка позволяет широко варьировать состав навариваемых порошков, использовать их разнообразные смеси в зависимости от требующихся по условиям эксплуатации свойств материала. Контактной наваркой можно получать износостойкие покрытия, применяя порошки, которые выпускаются промышленностью.

Наварка порошковых твердых сплавов ПГ-СР2 (60%) +ПИС-3 (40%) или ПН73Х16СЗР3 (100%) осуществляется при напряжении на сварочном трансформаторе 4 В, длительности импульса 0,14, паузы – 0,12 с, давлении в контакте сварочного электрода с деталью 650 МПа. Контактной наваркой порошковых твердых сплавов восстанавливают, например, торцовые уплотнения водяных насосов. После наварки припуск на механическую обработку оставляют 0,7-1 мм.

Черновая токарная обработка опорного торца выполняется резцом из гексанита–Р при частоте вращения шпинделя 150-200 мин⁻¹, подаче 0,15-0,2 мм/об, глубине резания 0,5-0,9 мм, чистовая – при частоте вращения шпинделя 400-500 мин⁻¹, подаче 0,02-0,2 мм/об, глубине резания 0,1-0,5 мм.

3.2.4. Другие способы наварки

Индукционная наварка. Наварку, при которой расплавление основного и присадочного металлов (сплавов) производят за счет теплового действия индуктируемого тока, называют индукционной, или наваркой токами высокой частоты. Сущность ее состоит в том, что на предварительно очищенную поверхность детали помещают необходимое количество порошка наплавляемого сплава и легкоплавкого флюса. В результате индукционного нагрева основной металл, порошок и флюс расплавляются – образуется общая сварочная ванна, на поверхность которой поднимается жидкий флюс, обеспечивающий надежную защиту. По мере затвердевания ванны формируется наваренный металл.

Внутренние поверхности цилиндрических деталей, например, гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания, восстанавливают центробежной индукционной наваркой. Во внутреннюю полость вращающейся вокруг горизонтальной оси детали помещают наплавочную шихту и с помощью индукционного нагрева наплавляют слой толщиной 0,5-4 мм.

Индукционную наварку жидким присадочным металлом применяют в промышленности для упрочнения катков тракторов. На заранее нагретую и офлюсованную заготовку подают жидкий присадочный металл. Предварительный нагрев детали осуществляют либо индукционным способом, либо в шлаковой ванне. Жидкий присадочный металл получают в индукционных печах.

Для восстановления деталей можно использовать и специальные установки, например, автомат 01.03-172 «Ремдеталь» для восстановления и упрочнения фасок клапанов автотракторных двигателей всех типоразмеров порошковыми самофлюсующимися материалами с применением токов высокой частоты.

Печная наварка. В последнее время начала развиваться и получила распространение наварка композиционных сплавов, выполняемая с помощью высокотемпературной печной сварки. Суть ее заключается в том, что поверхность навариваемой детали обрабатывают механическим путем с нанесением грубых канавок. На деталь с определенным зазором (обычно 5-15 мм) устанавливают контрдеталь, в образовавшуюся полость засыпают наполнитель, в качестве которого обычно используют карбиды вольфрама или лом твердых сплавов типов ВК и ТК.

После заполнения полости тугоплавкими зёрнами ее герметизируют. В верхней части контрдетали устанавливают специальный бункер, в него помещают куски металла-связки (медь, латунь, медно-никелевые сплавы). Полости бункера и детали сообщаются между собой. К бункеру приваривают газоотводную трубку, которую заваривают при определенной температуре вне зоны печи. По окончании подготовительных работ деталь помещают в печь и нагревают в необходимом термическом режиме. При этом металл-связка расплавляется и заполняет полость между деталью и контрдеталью, образуя наваренный слой. Обычно применяют электрические печи, обеспечивающие нагрев на 150-200°C выше точки плавления сплава-связки. Применение разработанной технологии наварки позволяет получать износостойкие слои практически любой толщины (от 0,3 мм и более).

Этот способ наварки пригоден для нанесения покрытий на наружные и внутренние поверхности цилиндрических, конических и плоских деталей. Он обеспечивает высокое качество покрытия и его износостойкость. Например, внедрение технологии наварки композитного сплава, содержащего 70-85 % зернистого карбида вольфрама и 30-15 % сплава-связки, которым служит сплав на медно-никелево-марганцевой основе, позволило увеличить износостойкость детали из стали в 20-40 раз, вязкость сплава примерно в 3 раза выше, чем у сормайта. Наваренный слой не имеет трещин, пор и других дефектов.

Технология наварки успешно применяется при восстановлении и упрочнении уплотнительных втулок бурового насоса, а также почвообрабатывающих машин.

Наварка взрывом. Сущность способа состоит в следующем. Деталь закрепляют неподвижно на жесткой опоре, под углом на заданном расстоянии располагается метаемая пластина. На нее укладывают заряд взрывчатого вещества. В вершине угла устанавливают детонатор. После инициирования взрыва детонация распространяется во все стороны. Развиваемое в зоне давление газообразных продуктов детонации сообщает метаемой пластине скорость, достигающую 1000 м/с. Соударение метаемой пластины и основания сопровождается значительной пластической деформацией, вызывающей местный нагрев поверхностных слоев металла. В результате деформации нагрева происходит сварка между поверхностями детали и пластиной образуется наваренный слой. Этим способом можно восстанавливать внутренние и наружные поверхности цилиндрических (трубчатых) деталей.

Способ наварки взрывом находится в начале развития. Однако уже сейчас его применяют для изготовления заготовок для проката биметаллических деталей, при упрочнении поверхностей конструкционных сталей металлами и сплавами с особыми физическими и химическими свойствами.

Диффузионная наварка в вакууме. Основана на одной из важнейших особенностей физически чистых поверхностей – способности к «сцеплению» с такими же поверхностями за счет открытых атомных связей. Применение вакуума позволяет повысить прочность таких соединений. Для получения соединения двух идеальных поверхностей металлов необходимо сблизить их на расстояние, достаточное для установления металлической связи. Диффузионная наварка в вакууме применяется при изготовлении биметаллических деталей относительно небольших размеров, а также в том случае, когда существующие способы наплавки и наварки затруднительны.

Наварка слоя прокаткой. Состоит в следующем. Деталь (основной металл) и присадочный металл собирают в пакет и нагревают до температуры 1450-1550 К. Затем собранный и нагретый пакет пропускают через прокатные валки. В результате обжатия происходит сварка основного и присадочного металла. Способ находят применение при изготовлении лемехов плугов, деталей для оборудования

нефтяной и химической промышленности, биметаллических листов (пластин, плоских деталей).

Наварка трением используется для восстановления и упрочнения плоских и цилиндрических поверхностей. Наварку ведут по двум схемам: с вращением присадочного металла; с вибрацией присадочного металла.

При наварке по первой схеме присадочный материал (пруток) вращают и приводят в соприкосновение с деталью под углом 90° при осевом давлении. В процессе трения пруток и деталь разогреваются в месте контакта, происходят их пластическая деформация и схватывание. При приварке цилиндрических деталей их вращают с частотой $0,2-0,3 \text{ мин}^{-1}$. Однако эта схема наварки не очень удобна из-за невозможности применять длинные прутки и трудностей, связанных с непрерывной подачей их к месту наплавки через вращающийся шпиндель. При этом процесс ведут с частыми перерывами, что отражается на качестве наваренного слоя.

Более технологичной является вторая схема, по которой присадочная проволока подается роликами из бухты и прижимается к детали с некоторым усилием. Торец проволоки совершает вибрационное движение поперек направления наварки. Эта схема пригодна в основном для плоских деталей.

Наварка трением позволяет наносить слой толщиной $0,1-0,5 \text{ мм}$. В качестве присадочного материала можно применять прутки из сормайта марки ПР-С1.

Проведенные исследования показали, что покрытия имеют хорошую сцепляемость с основой. Наварку трением можно использовать для восстановления шеек валов под неподвижные посадки, упрочнения режущих элементов лесохозяйственной техники.

3.3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

Газотермическое напыление определено как получение покрытия из нагретых и ускоренных с применением высокотемпературной газовой струи частиц напыляемого материала, при соударении которых с основой или напыленным материалом происходит их соединение путем металлургического взаимодействия и механического сцепления (табл. 3.3.1).

Таблица. 3.3.1.

Показатели	Метод напыления			
	газопламенный	детонационный	плазменный	электродуговой
Максимальная температура источника теплоты, °С	3100	3100	40000	4000
Скорость падения наносимых частиц, м/с	80	300	100	90
Время полета частиц от пистолета к детали, с	0,0025	0,0007	0,0012	0,0028

Основные параметры методов газотермического напыления

При использовании компактного материала его дробление на частицы (распыление) производится непосредственно в процессе газотермического напыления. Различные методы его определяются в соответствии с классификацией (рис. 3.3.1).

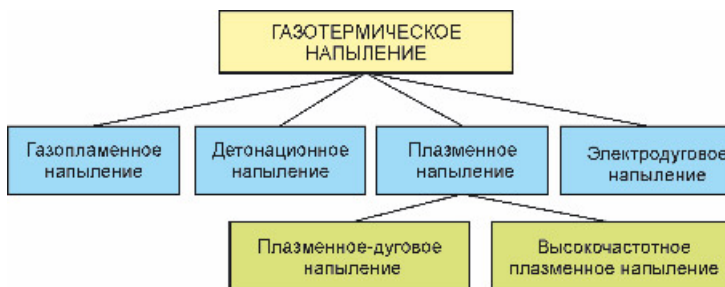


Рис. 3.3.1. Классификация методов газотермического напыления

Наибольшее применение для восстановления деталей нашли газопламенное и электродуговое напыление, меньше используются плазменное и детонационное.

3.3.1. Газопламенное напыление

Способ основан на нанесении покрытия на детали напылением газовой струей порошка, нагретого пламенем газа до жидкого или вязкотекучего состояния. Порошок подается в зону плавления с помощью транспортирующего газа или под действием собственной силы тяжести.

В первом случае (рис. 3.3.2) порошок поступает в горелку, разгоняется потоком транспортирующего газа и на выходе из сопла попадает в пламя, где оплавляется и под действием струи горящих газов направляется на напыляемую поверхность, образуя покрытие.

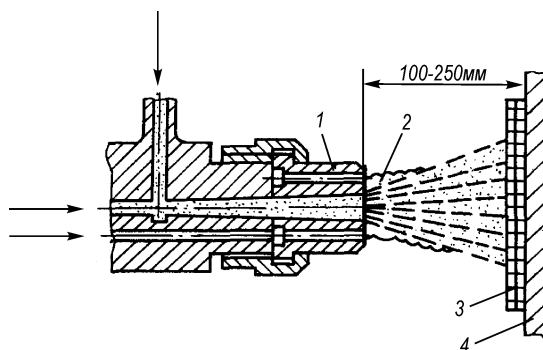


Рис. 3.3.2. Схема подачи порошка с помощью транспортирующего газа:
1 – сопло; 2 – пламя; 3 – покрытие; 4 – напыляемая поверхность

Во втором случае (рис. 3.3.3) порошок из бункера по подающей трубке направляется в пламя и на срез сопла мундштука. Частицы его нагреваются в пламени под действием струи сгоревших газов и пламенем направляются на поверхность детали.

Для упрочнения и восстановления деталей применяются три способа газопламенного напыления: без оплавления (холодное на-

пыление), с последующим оплавлением и с одновременным оплавлением (в технической литературе чаще называют газопорошковая наплавка).

Напыление без оплавления выполняют в две стадии: на предварительно нагретую деталь (50-100°C) наносят подслои, а затем – основной (рабочий) слой необходимой толщины. В зависимости от габаритных размеров и материала детали этим способом можно получать покрытия от долей миллиметра до 2 мм. Газопламенное напыление без последующего оплавления используют для восстановления деталей без деформаций, а также не подвергающихся в процессе эксплуатации знакопеременным нагрузкам, нагреванию до температуры выше 300-350°C.

Наиболее прочное сцепление порошкового материала с основным металлом (деталью) достигается оплавлением покрытия после нанесения его на поверхность детали. Напыление с последующим оплавлением выполняют вручную (горелками) или на специальных установках. После напыления порошков покрытие оплавляют с использованием теплоты ацетилено-кислородного пламени или нагревом токами высокой частоты, лазерным лучом и др. Оплавление проводят сразу за напылением. Участок, покрытый порошком, нагревают до полного расплавления всех зерен металла в напыленном слое, в результате получают блестящую поверхность. Газопламенное напыление с последующим оплавлением дает возможность восстанавливать детали из чугунов и сталей различных марок при износе на сторону 1,3-1,8 мм.

Газопламенное напыление с одновременным оплавлением используют для восстановления стальных и чугунных деталей, работающих при знакопеременных и ударных нагрузках, повышенных температурах.

Технологический процесс восстановления деталей газопламенным напылением включает в себя следующее: подготовительные

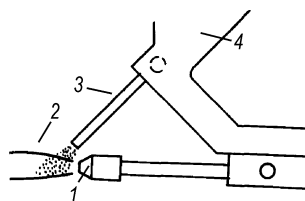


Рис. 3.3.3. Схема подачи порошка под действием собственной силы тяжести: 1 – мундштук горелки; 2 – пламя; 3 – подающая трубка; 4 – бункер

операции (подготовка поверхности детали, порошковых материалов и оборудования), газопламенное напыление, механическая обработка и контроль качества поверхности восстановленной детали.

Для обеспечения сцепляемости покрытий с основой (деталью) необходимо тщательно подготовить поверхность детали. Она должна быть очищена от грязи, маслянистых и смолистых отложений. В случае неравномерного износа ее подвергают механической обработке с целью придания правильной геометрической формы. После предварительной механической обработки (черновое шлифование) изношенную поверхность детали обрабатывают порошком электрокорунда зернистостью 500-800 мкм в струйных камерах.

Электрокорунд после пяти-семикратного использования необходимо просушить при температуре 200-250°C в течение 3,5 ч и просеять для отделения мелкой фракции (менее 100 мкм). Обработку электрокорундом ведут при давлении сжатого воздуха 0,5-0,6 МПа. Сжатый воздух, подаваемый в струйную камеру, должен быть очищен от масла и влаги. Участки деталей, не подлежащие напылению и прилегающие к восстанавливаемой поверхности, защищают кожухами или специальными экранами.

144

Для газопламенного напыления применяют различные горелки и аппараты. Горелки служат для смешивания горючего газа с кислородом и получения пламени. Аппараты для газопламенного напыления и горелки для газопорошковой наплавки, выполненные на базе сварочных горелок, по принципу работы и конструкции отличаются от них наличием питателя (бункера) с порошковым материалом.

Качество покрытий определяют визуально. На поверхности не должно быть видимых трещин, раковин, отслоений.

3.3.2. Электродуговое напыление (металлизация)

Сущность процесса заключается в расплавлении металла электрической дугой с последующим распылением его на мелкие частицы и нанесением на поверхность детали сжатым воздухом или другим газом.

По сравнению с другими способами имеет ряд существенных преимуществ:

высокая производительность нанесения покрытия – до 45 кг/ч;
возможность получения износостойких покрытий толщиной от 0,1 до нескольких миллиметров;
не требуются значительные тепловложения (температура 100-120°С), что исключает деформацию деталей;
хорошая маслостойкость покрытия;
низкая себестоимость: затраты на нанесение 1 г покрытия меньше, чем при дуговой наплавке, в 2 раза.

Технологический процесс восстановления деталей электродуговым напылением включает в себя следующие операции: подготовка проволоки, подготовка деталей, напыление поверхности деталей, очистка их после напыления и механическая обработка, пропитка покрытия маслом, контроль качества покрытия.

Стальная высокоуглеродистая проволока для нанесения основного слоя должна быть очищена от консервационной смазки и других загрязнений, подвергнута отжигу при температуре 800-850°С в течение 1-1,5 ч, после охлаждения обработана в растворе серной кислоты (75 г кислоты на 1 л воды) при температуре 70-80°С в течение 1 ч, промыта в проточной воде и просушена. Допускается гальваническое травление проволоки после отжига с целью снятия окисной пленки и др. Проволока должна храниться в сухом месте. Намотка ее на катушки кассет и правка проводятся на специальном станке.

Требуемая прочность сцепления покрытий с основой обеспечивается при определенных условиях. Для этого восстанавливаемую поверхность очищают от масел и окислов. Для удаления с поверхности оксидной пленки и придания ей шероховатости применяют один из следующих способов: струйная обработка корундом деталей типа «вал» с твердой термообработанной поверхностью; нарезание резьбы с последующей струйно-корундовой обработкой; дробеструйная обработка.

Процесс напыления включает в себя нанесение подслоя проволокой Х20Н80 или Х18Н10Т толщиной 0,15 мм на сторону и основного слоя проволокой У-10; А-75; Нп-105Х; 40Х15 и другими Ø1,5-2,5 мм.

Режимы металлизации при нанесении подслоя и основного слоя одинаковы: дистанция металлизации 120 мм, напряжение для алюминиевой проволоки 25 В, стальной – 30-40, нержавеющей стали –

30-40, меди – 32-35, цинка – 20, латуни – 25 В, сила тока (зависит от металла проволоки, ее диаметра и скорости подачи) 32-530 А, давление воздуха 0,5-0,7 МПа, допустимый угол наклона оси факела к поверхности детали для стали и чугуна 60, алюминия и меди 70°, смещение выше центра на 4-10 мм.

Температура металлизационного покрытия не должна превышать 100°C, чтобы не появились большие внутренние напряжения. Для исключения образования трещин и отслоения покрытия нанесение основного слоя необходимо вести с перерывами, чтобы дать возможность детали остыть. Припуски на механическую обработку металлизированной детали в зависимости от ее диаметра даны в табл. 3.3.2.

Таблица 3.3.2

Припуски на механическую обработку

Диаметр детали, мм	Припуск на сторону, мм		
	токарная обработка	шлифование после токарной обработки	шлифование без токарной обработки
25-50	0,4	0,1	0,3
50-75	0,5	0,15	0,4
75-100	0,6	0,20	0,5
100-125	0,75	0,25	0,6
Более 125	1,0	0,30	0,75

Режимы металлизации алюминиевых головок блока цилиндров: ток 80-490 А, напряжение 23-30 В, давление воздуха 0,5-0,7 МПа, температура поверхности покрытия не более 60°C, толщина слоя металлизационного покрытия не более 2,5 мм. Для получения слоя большей толщины на плоских деталях в процессе работы дистанцию металлизации следует менять от 120 до 300 мм по мере увеличения толщины покрытия.

После напыления очистку поверхностей стальных и чугунных деталей производят дробеструйной обработкой с помощью дробеструйных камер, пистолетов для дробеструйной обработки и сталь-

ной или чугунной дроби размером 1,2-1,4 мм при давлении воздуха 0,5-0,6 МПа, скорости вращения детали (линейной) 2,6 м/мин, продольной подачи 3-5 мм/об, дистанции обработки 80-100 мм.

Электродуговое напыление применяют также для антикоррозионной защиты труб и металлоконструкций. Для этого используют алюминиевую проволоку АД-1, АМ61, АМг3, АТ, АПТ Ø 1,5-2,5 мм. Для электродугового напыления используют электрометаллизаторы, комплекты оборудования и специальные установки. Например, ГОСНИТИ выпускает установку для электродуговой металлизации на базе вращателя 35500-ГНУ ГОСНИТИ. Разработаны различные металлизаторы, например, универсальный сверхзвуковой электродуговой металлизатор ЭДМ-9ШД.

Основными способами обработки покрытий, полученных электродуговым напылением, являются токарная обточка и шлифование. Токарная обработка покрытий проводится резцами с пластинами из твердых сплавов, стальных покрытий – с охлаждением.

3.3.3. Плазменное напыление

Сущность способа заключается в формировании на поверхности детали металлического слоя из частиц напыляемого материала, обладающих запасом тепловой и кинетической энергии, полученной в результате взаимодействия со струей дуговой плазмы. Струя температурой 10000-300000°С и скоростью истечения 1000-1500 м/с образуется в плазмотроне, где между катодом и анодом в атмосфере инертного газа горит дуга. Порошок, попадая в плазменную струю, расплавляется, и его частицы приобретают скорость 50-200 м/с. Тепловое воздействие на деталь в пределах 50-150°С.

Плазменное напыление интенсивно развивается и широко внедряется в машиностроении, а также для восстановления деталей автомобилей, тракторов и другой техники. Этот способ по-



звояет обеспечивать необходимую надежность машин за счет повышения износостойкости и улучшения других функциональных свойств деталей, что, в свою очередь, исключает необходимость цельного изготовления деталей из высоколегированных дорогостоящих сталей.

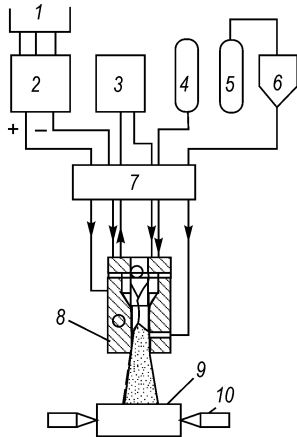


Рис. 3.3.4.

Принципиальная схема установки плазменного напыления: 1 – система электропитания; 2 – источник постоянного тока; 3 – система охлаждения; 4 – источник высокого давления; 5 – источник транспортирующего газа; 6 – бункер-питатель; 7 – пульт управления; 8 – плазмотрон; 9 – обрабатываемая деталь; 10 – система для перемещения детали

Способ имеет следующие преимущества: возможность получения покрытий из многих материалов, относительно малое тепловое воздействие на деталь, изменение толщины покрытия в широких диапазонах от 0,1 до 6 мм, возможность регулирования электрического и газового режимов работы плазмотрона, высокая производительность (около 3-8 кг/ч). Его недостатки: при нанесении покрытий на небольшие детали растут потери напыляемого материала, невысокий коэффициент полезного использования энергии плазменной струи на разогрев порошка, образование вредных для здоровья летучих соединений, повышенный шум и световое излучение.

Типовая технологическая схема восстановления деталей плазменным напылением порошковых покрытий предусматривает следующую последовательность операций: механическая обработка изделия, обезжиривание, изоляция поверхностей, не подлежащих напылению, струйная обработка, нанесение покрытия, контроль, механическая обработка нанесенных покрытий, окончательный контроль.

Принципиальная схема установки плазменного напыления представлена на рис. 3.3.4.

Основной рабочий элемент – электродуговой генератор низкотемпературной

плазмы, в котором происходят нагрев и ионизация плазмообразующего газа. Напыляемый материал подается в высокотемпературную струю через отверстие в сопле анода и, ускоряясь вместе с потоком плазмообразующего газа, наносится на поверхность детали. Установка работает от первичной системы электропитания переменного тока, включает в себя источник постоянного тока и систему охлаждения теплонапряженных элементов плазмотрона. Плазмообразующий газ поступает от источника высокого давления. Для транспортировки напыляемого порошка предназначены источник транспортирующего газа и бункер-питатель для порошка. Высокоскоростной двухфазный поток плазмообразующего газа и порошка при воздействии на обрабатываемую деталь образует покрытие. Деталь перемещается с помощью соответствующей электромеханической системы. Все перечисленные системы коммутируются на пульт управления, обеспечивающий регулирование, управление и контроль параметров плазменного напыления.

Выбор режимов плазмообразования, а также плазмообразующего и транспортирующего газов зависит от вида напыляемого материала (порошок, проволока, пруток и т.д.) и функционального назначения покрытия.

3.3.4. Детонационное напыление

В рабочую камеру детонационной установки подаются горючая смесь и напыляемый порошок. С помощью электрической искры смесь поджигается, из рабочей камеры по стволу пламя распространяется с возрастающей скоростью до возникновения детонационной волны. Скорость распространения детонации 1000-3500 м/с, зависит от характеристик горючей смеси. При истечении продуктов детонации последние увлекают за собой частицы порошка, которые, кроме тепловой, получают и кинетическую энергию. Скорость выноса порошка 600-1000 м/с. Установленная на пути потока газов и порошка изношенная поверхность покрывается частицами напыляемого материала.

Особенности детонационного напыления – меньший нагрев частиц, их более высокая скорость по сравнению, например, с плаз-

менным напылением. Это позволяет получать качественные покрытия с высокой сцепляемостью, плотной и однородной структурой. Пористость не превышает 1%, этого невозможно достичь при других способах напыления без дополнительных операций. Относительно небольшой нагрев (200-250°C) детали при напылении этим способом не вызывает увеличения ее внутренних напряжений, не оказывает отрицательного воздействия на усталостную прочность. Детонационные покрытия характеризуются высокой износостойкостью.

Необходимую толщину покрытий получают многократным повторением циклов стрельбы. Покрытие, нанесенное детонационным способом, при необходимости подвергают механической обработке: точению, фрезерованию, шлифованию. Этот способ, проверенный и успешно освоенный в машиностроении, нашел применение и в других отраслях, например, на ремонтных предприятиях. Для этого используют различные установки, в том числе серийно выпускаемую «Катунь».

При детонационном напылении можно получать покрытия из любых материалов, тугоплавких соединений, оксидов и др. Для получения износостойких покрытий с целью восстановления деталей используют карбиды вольфрама WC, титана TiC, хрома Cr₂C₃, борид хрома CrB₂ с добавками 8-20% Ni или CO. При использовании таких покрытий срок службы деталей и рабочих органов сельскохозяйственных машин повышается в 2-10 раз.

3.4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЯМИ

Технологический процесс нанесения гальванических покрытий включает в себя: подготовку деталей к наращиванию, нанесение покрытия и обработку деталей после покрытия.

Механическую обработку выполняют, как правило, шлифованием при сильном охлаждении и окружной скорости круга 30-35 м/с. При небольшом и равномерном износе вместо шлифования покрываемую поверхность детали зачищают наждачной шкуркой.

Поверхности деталей, не подлежащие покрытию металлом, изолируют токонепроводящими материалами: тонкой резиной, листовым целлулоидом, изоляционной лентой, пленочными полимерными материалами (полиэтилен и др.), эмалями и т.д.

Подвески для завешивания деталей в ванну изготавливают из стали, крючки – из меди или латуни. Сечение подвесок должно быть таким, чтобы плотность тока в них не превышала для стали – $0,5-1 \text{ А/мм}^2$, меди – $2,5-3$, латуни – $2-2,5 \text{ А/мм}^2$. Металлические поверхности подвески, кроме мест контактов, надежно изолируют электроизоляционным материалом.

Обезжиривание покрываемых поверхностей обычно проводят в горячих щелочных растворах химическим и электрохимическим методами.

При электрохимическом обезжиривании детали завешивают в качестве анодов. Иногда применяют комбинированную обработку: сначала обезжиривают на катоде 3-10 мин, а затем переключают полярность и обезжиривают на аноде 1-3 мин. Катодами служат стальные пластины. Расстояние между электродами 50-150 мм.

Хорошее качество обеспечивает обезжиривание венской известью (смесь оксидов кальция и магния в соотношении 1:1). Для этого можно также использовать отходы карбида кальция от ацетиленового генератора.

Травление деталей выполняют химическим и электрохимическим методами. Анодное травление в электролите применяют при восстановлении деталей железнением. Катодами в этом случае служат свинцовые пластины, площадь которых в 4-5 раз больше площади покрываемых поверхностей. При таком травлении многих деталей (изготовленных из высоколегированной стали, закаленных до высокой твердости и др.) не всегда удается получить надежную сцепляемость покрытий. В этом случае применяют двойное травление: сначала травят в растворе хлористого железа (электролите железнения) при анодной плотности тока $40-80 \text{ А/дм}^2$ в течение 2-5 мин, а затем проводят очистку поверхностей от травильного шлама в 30%-ном растворе серной кислоты при $50-70 \text{ А/дм}^2$ в течение 0,5-1 мин.

Перед анодным травлением и очисткой в 30%-ной серной кислоте детали обязательно промывают холодной водой. После анодной

обработки в серной кислоте их снимают со штанг ванны при выключенном токе, иначе ухудшается сцепляемость покрытий.

Для восстановления деталей из гальванических покрытий чаще всего применяют железнение, реже – хромирование, цинкование, никелирование.

Железнение обладает хорошими технико-экономическими показателями: при использовании дешевых и недефицитных материалов достаточно высокие производительность процесса и износостойкость покрытий, возможность в широких пределах регулировать свойства покрытий (микротвердость 1600-7800 МПа) при применении одних и тех же материалов, что обуславливает универсальность процесса, высокий выход металла по току (85-90%) и т. д.

Электролиты для железнения по составу делят на три группы, различающиеся видом аниона соли железа: хлористые, сернокислые и смешанные (сульфатно-хлористые). Наибольшее применение получили простые хлористые электролиты.

В табл. 3.4.1 приведены широко распространенные и перспективные электролиты.

Электролит № 1 используется наиболее часто, он стабилен и прост по составу, позволяет получать плотные и гладкие покрытия твердостью до 6500 МПа и толщиной до 1-1,5 мм. С помощью высококонцентрированного электролита № 2 получают покрытия хорошего качества толщиной до 3 мм. Наличие в электролите № 3 аскорбиновой кислоты предотвращает его окисление и образование гидроксида железа, в результате возможно получение высококачественных покрытий при низкой температуре и достаточно высокой плотности тока. Однако дороговизна аскорбиновой кислоты препятствует широкому применению этого электролита. Холодный сульфатно-хлористый электролит № 4 обладает достоинствами хлористых и сернокислых электролитов: менее агрессивен и более



устойчив к окислению, чем хлористые, и в то же время позволяет получать покрытия хорошего качества с высокой производительностью. Электролит № 5 рекомендуется для реализации новой технологии, когда анодное травление стальных деталей и осаждение на них покрытий осуществляют из электролита одного и того же состава. Электролит № 6 используется для осаждения покрытий повышенной твердости (более 8000 МПа) и износостойкости.

Применяют три варианта анодного травления перед железнением: в 30 % -ной серной кислоте, хлористом электролите железнения с последующей очисткой в 30%-ной серной кислоте, высококонцентрированном хлористом электролите железнения без последующей очистки и промывки.

Для получения высокой прочности сцепления железного покрытия с деталью применяют так называемый разгонный цикл: подготовленные детали завешивают на катодную штангу ванны железнения и выдерживают без тока 10-60 с. После этого включают ток плотностью 2-5 А/дм² и проводят электролиз 0,5-1 мин. Затем постепенно в течение 5-10 мин катодную плотность тока увеличивают до заданного значения.

При выборе режима железнения следует иметь в виду общие для большинства гальванических процессов положения: чем выше катодная плотность тока, тем больше скорость осаждения металла и производительность процесса; чем ниже температура и концентрация электролита и выше плотность тока (жестче режим), тем больше твердость железных покрытий и меньше их максимально достижимая толщина; чем выше температура и концентрация электролита, тем бóльшую плотность тока можно допустить без ущерба для качества покрытий.

При железнении необходимо выдерживать заданную кислотность электролита, так как ее снижение приводит к резкому ухудшению сцепляемости покрытий вплоть до отслоения. Применяют растворимые аноды из малоуглеродистой стали. Соотношение между анодной и катодной поверхностями должно быть в пределах 1-2, т.е. $S_a : S_k = 1-2$. Аноды помещают в чехлы (мешки) из кислотостойкой ткани (стеклоткань, шерсть и др.). Расстояния между анодами и деталями должны быть одинаковыми (60-150 мм).

Таблица 3.4.1

Составы электролитов и режимы железнения

Компоненты и параметры режима	Номер электролита					
	1	2	3	4	5	6
Железо, г/л:						
хлористое	300-350	600-680	400-600	150-200	580-620	250-300
сернокисл.ое	-	-	200	-	-	-
Хлористый никель, г/л	-	-	-	-	-	50
Аскорбиновая кислота, г/л			0,5-2			
Гипофосфит натрия, г/л						1,5-2,0
Кислотность, рН	0,8-1,2	0,8-1,5	0,5-1,3	0,6-1,1	0,5-0,7	0,8-1,0
Температура электролита, °С	70-80	70-80	20-50	30-50	30-35	70-80
Катодная плотность тока, А/дм ²	20-50	20-60	10-30	20-25	20-30	20-30

Толщину покрытия определяют в зависимости от износа детали с учетом припуска на механическую обработку: 0,1-0,2 мм для последующего шлифования и 0,2-0,3 мм для токарной обработки.

Интенсифицировать процесс и уменьшить продолжительность железнения можно за счет движения электролита относительно покрываемой поверхности в турбулентном режиме. РГАЗУ предложено создавать турбулентное движение электролита у поверхности катода введением в межэлектродное пространство вращающейся пластмассовой перфорированной перегородки. При скорости вращения ее 2-3 м/с катодная плотность тока при железнении в холодном электролите с концентрацией хлористого железа 580-620 г/л и $pH = 0,6-0,8$ может достигать 150-200 А/дм², а скорость осаждения покрытий – 1,5-2 мм/ч. Кроме того, с введением вращающейся перегородки уменьшаются дендритообразование и шероховатость покрытий, улучшается их равномерность. Для обеспечения прочного сцепления покрытия с деталью при таком жестком режиме электролиз начинают на периодическом токе, а затем постепенно переходят на постоянный ток (как при бесшламном анодном травлении). Расстояние между перегородкой и деталью 6-10 мм.

Железнение из горячих электролитов имеет существенные недостатки. В то же время осаждение железных покрытий из простых (без добавок) холодных электролитов из-за концентрационных ограничений возможно лишь при малой плотности тока, а это приводит к низкой производительности процесса.

Применение периодических токов (реверсированного, асимметричного, импульсного и др.) вместо постоянного позволяет путем изменения параметров прямого и обратного импульсов значительно уменьшить концентрационные ограничения, повысить рабочую плотность тока и прочность сцепления железных покрытий с деталями, в широких пределах управлять их свойствами.

При осаждении металлов на этом токе режим электролиза характеризуется не одним, а двумя электрическими параметрами: катодной плотностью тока D_k и катодно-анодным показателем β . Оптимальные значения этих параметров при холодном железнении из обычных электролитов: $D_k = 20-30$ А/дм², $\beta = 6-10$, кислотность электролита $pH = 0,5-0,9$, температура не регламентируется.

Для восстановления железнением крупногабаритных деталей сложной конфигурации (блоки цилиндров, корпуса коробок передач и др.) применяют вневаннные способы: проточный, струйный, электроконтактный и т.д. Принцип безваннного нанесения покрытия заключается в том, что у поверхности, подлежащей покрытию, с помощью несложных устройств создают местную электролитическую ячейку (ванночку), в которую подают электролит, а деталь и анод подключают к источнику тока.

При проточном способе электролит прокачивают насосом с определенной скоростью через пространство между покрываемой поверхностью и анодом (например, через отверстие в корпусе коробки передач). Наибольшая скорость осаждения металлов при проточном способе достигается при скорости протекания электролита более 1 м/с, при которой создается турбулентный режим течения. В этом случае при определенных условиях плотность тока при железнении может быть увеличена до 200-300 А/дм² и более.

При струйном способе электролит подают струями в межэлектродное пространство через отверстия насадка, который одновременно служит анодом и местной ванночкой. Для получения равномерного покрытия деталь вращается с частотой до 20 мин⁻¹. Скорость протекания электролита в анодно-катодном пространстве 1-1,5 м/с при удельном его расходе 40-45 л/мин на 1 дм² покрываемой поверхности.

При электроконтактном способе электроосаждение металла происходит при прохождении постоянного тока через маленькую ванночку, которая образуется в зоне контакта покрываемой детали с анодом, обернутым адсорбирующим материалом (тампоном), пропитанным электролитом. Деталь и анод перемещаются относительно друг друга (деталь вращается при неподвижном аноде или наоборот), т.е. возникает трение анода по детали. Поэтому часто этот способ называют электронатиранием. Тампон (стекловата или губка в суконном чехле, фетр, войлок, капрон и др.) непрерывно смачивается электролитом, который поступает к нему через шланг от сосуда, расположенного над установкой. Однако хлористый электролит при таком способе наращивания покрытий перегревается и интенсивно окисляется. Кроме того, происходят быстрый износ и загазо-

ванность анодного тампона, что снижает производительность процесса и качество покрытий.

Этих недостатков не имеет анодное устройство с ленточным тампоном (рис. 3.4.1), в котором трение скольжения заменено трением качения. При этом за счет большей площади контакта анодного устройства с деталью увеличиваются допустимая плотность тока и производительность процесса. Разработан также устойчивый к окислению состав электролита из сернокислого (250-300 г/л) и хлористого (130-150 г/л) железа. Режим электролиза: рН = 0,9-1,2, средняя катодная плотность тока 20-60 А/дм², скорость вращения катода 20-40 м/мин, расход электролита 0,3-0,6 л/мин, угол обхвата детали тампоном 90-120°, скорость осаждения покрытий 3,3-12,3 мкм/мин, микротвердость их 5500-7000 МПа. Покрытия осаждаются гладкими и равномерными, при их толщине до 0,1 мм не требуется последующая механическая обработка.

Перед железнением детали зачищают наждачной шкуркой, обезжиривают венской известью, промывают холодной водой и подвергают анодному травлению. Анодное травление закаленных деталей осуществляют в растворе серной кислоты (700-800 г/л), незакаленных – в электролите железнения. Травление проводят контактным способом с использованием вращающегося дискового катодного устройства при средней плотности тока 15-20 А/дм² в течение 50-75 с, а затем в течение 10-20 с при 40-60 А/дм². Железнение начинают без промежуточной промывки водой. Для обеспечения высокой и стабильной сцепляемости покрытий электролиз сначала ведут на периодическом токе при средней катодной плотности тока 15-20 А/дм² и катодно-анодном показателе 1,5. Затем в течение 4-6 мин этот показатель увеличивают до бесконечности и переходят

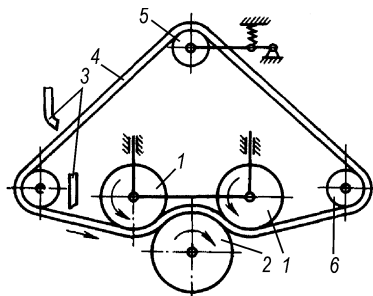


Рис. 3.4.1. Схема анодного устройства с ленточным тампоном: 1 – аноды; 2 – катод (деталь); 3 – трубки подачи электролита; 4 – ленточный тампон; 5 – натяжной ролик; 6 – направляющий ролик

на постоянный ток. Аноды изготавливают из малоуглеродистой стали в виде дисков Ø50-100 мм. Толщина их равна ширине восстанавливаемой шейки вала. Для улучшения равномерности покрытия кромки дисков закругляют радиусом 3-5 мм.

Хромирование позволяет получать мелкозернистые покрытия микротвердостью 4000-12000 МПа, обладающие низким коэффициентом трения, высокой сцепляемостью с основой. Хром химически стоек против воздействия многих кислот и щелочей, жароустойчив. Высокие твердость, жаростойкость, химическая стойкость и низкий коэффициент трения хрома обеспечивают деталям высокую износостойкость даже в тяжелых условиях эксплуатации, превышающую в 2-5 раз износостойкость закаленной стали. Наибольшей износостойкостью хромовое покрытие обладает при твердости 7000-9200 МПа. В то же время хромирование – энергоемкий, дорогой, малопроизводительный процесс, применять который нужно в строго необходимых случаях. Его используют для защитно-декоративного хромирования, увеличения износостойкости и срока службы пресс-форм, штампов, измерительных и режущих инструментов, трущихся поверхностей деталей машин (поршневые кольца, штоки гидроцилиндров) и др., для восстановления малоизношенных ответственных деталей.

Электролиты для хромирования получают растворением в воде хромового ангидрида (CrO_3) с добавлением серной кислоты (табл. 3.4.2).

Таблица 3.4.2

Составы электролитов и режимы хромирования

Компоненты и параметры режима	Номер электролита				
	1	3	3	4	5
Хромовый ангидрид, г/л	120-150	220-250	300-350	225-300	380-420
Серная кислота, г/л	1,2-1,5	2,2-2,5	3-3,5	-	-
Сернокислый стронций, г/л	-	-	-	5,5-6,5	-
Камнефтористый калий, г/л	-	-	-	19-20	-

Продолжение табл. 3.4.2

Компоненты и параметры режима	Номер электролита				
	1	3	3	4	5
Углекислый кальций, г/л	-	-	-	-	40-60
Сернокислый кобальт, г/л	-	-	-	-	18-20
Температура электролита, °С	50-65	45-60	40-50	50-65	18-25
Плотность тока, А/дм ²	30-100	20-60	15-30	40-100	100-300
Выход по току, %	15-18	12-14	8-10	18-20	35-40

Для осаждения покрытий хорошего качества и с наибольшим выходом по току необходимо, чтобы отношение $\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ было равным 100 (допускается изменение от 90 до 120). В электролите должно быть 1-2% (от количества Cr_2O_3) ионов трехвалентного хрома, который получают проработкой электролита током при температуре 45-50°С, $D_k = 4-6$ А/дм² и соотношении $S_k / S_a = 4-6$. При проработке на каждый литр электролита необходимо пропустить 3-4 А·ч электричества.

Наибольшее распространение имеет электролит № 2, который позволяет получать покрытия как твердые износостойкие, так и с хорошими защитно-декоративными свойствами. Его обычно называют универсальным или стандартным.

При хромировании обезжиренные детали завешивают в ванну, выдерживают для прогрева без тока 0,5-1,5 мин и подвергают анодному травлению по описанному режиму. Затем переключают полярность и



устанавливают заданный режим хромирования. При покрытии рельефных и чугунных деталей, а также деталей из высоколегированной стали для улучшения равномерности покрытий рекомендуется в начале электролиза давать «толчок» тока (ток в 1,5-2 раза превышает расчетное значение), а через 1-2 мин его постепенно, за 1-1,5 мин снижают до заданного значения. Благодаря этому удается осадить хром на углубленных участках детали.

Для повышения износостойкости деталей, работающих при недостаточной смазке (гильзы цилиндров, поршневые кольца и др.), следует применять пористое хромирование, при котором деталь хромируют в универсальном электролите при плотности тока 40-50 А/дм², а затем переключают полярность ванны и проводят анодное травление при той же плотности тока. Канальчатую пористость получают при температуре электролита 58-62°C и продолжительности травления 6-9 мин, точечную – 50-52°C и 10-12 мин. На анодное травление оставляют припуск 0,01-0,02 мм на диаметр. Пористое хромирование увеличивает износостойкость поршневых колец в 2-3 раза, гильзы – в 1,5.

Для восстановления крупногабаритных деталей применяют струйное и проточное хромирование.

Струйное хромирование чаще проводят в саморегулирующемся электролите при температуре 50-60°C в широком диапазоне плотности тока, достигающей 200 А/дм². Скорость протекания электролита 40-60 см/с, катодно-анодное расстояние 15 мм, в универсальном электролите соответственно 50°C, 70-90 А/дм², 100-120 см/с, 15 мм.

Проточное хромирование позволяет получать блестящие покрытия повышенной твердости и износостойкости в универсальном электролите с повышенным содержанием серной кислоты (3-7 г/л) при температуре 55-65°C, плотности тока 100-150 А/дм², скорости протекания электролита 100-120 см/с и межэлектродном расстоянии 5-15 мм.

Применение *периодических токов* значительно повышает производительность хромирования и качество покрытий. Хромировать с помощью реверсированного тока можно в универсальном электролите при температуре 50-60°C, плотности прямого и обратного токов 60-140 А/дм², времени прохождения прямо-

го тока 1-5 мин, обратного – 1-5 с. Этот способ успешно используют для беспритирочного хромирования (в «размер») поршневых колец. Хромирование периодическим током с независимым регулированием амплитуд прямого и обратного импульсов позволяет получать высококачественные хромовые покрытия в универсальном электролите при температуре 60-70°C, плотности тока 160-200 А/дм² и катодно-анодном показателе 90-120. В этих условиях скорость осаждения покрытий составляет 0,14-0,2 мм/ч, микротвердость – 8000-9500 МПа.

Гальванические композиционные покрытия. Гальваническими покрытиями восстанавливают шатуны, толкатели, клапаны, золотники, плунжеры и др.

Для улучшения физико-механических свойств покрытий разработана технология нанесения железных покрытий, легированных никелем, хромом, кобальтом и другими металлами. Для повышения коррозионной стойкости и износостойкости рекомендуются железоникелевые покрытия. Повышенная износостойкость железоникелевых покрытий объясняется наличием в сплаве никеля, который оказывает легирующее действие и улучшает режим трения. Наиболее целесообразно применять железоникелевые покрытия для деталей, работающих в коррозионных условиях при больших нагрузках, прецизионных деталей топливной аппаратуры и гидросистем машин. Для повышения виброударной абразивной износостойкости покрытий разработаны состав и режим электроосаждения железоникелькобальтовых покрытий. Их износостойкость в среднем в 1,5 раза выше, чем железоникелевых.

Разработаны технологии нанесения электролитическим способом композиционных материалов, в том числе металлополимерных. Для восстановления шеек осей колесных пар и корпусов букс под роликовые подшипники применяют электрохимические железокорундовые, а также железополиамидные покрытия. Композиционные электрохимические покрытия (КЭП) позволяют сочетать положительные свойства металлов и неметаллических соединений и таким образом повысить износостойкость восстановленных деталей, так как покрытия получают из железных, хромовых и никелевых суспензий – электролитов с добавками частиц оксидов, карбидов, полимеров и других материалов.

В литературе имеется большое количество данных по улучшению твердости и износостойкости железных осадков путем введения в хлористые электролиты органических добавок и добавок солей различных элементов, т.е. осаждения сплавов (легированных покрытий). Одними из наиболее эффективных легирующих элементов являются молибден, вольфрам, титан. Исследования ученых Курской ГСХА указывают на то, что при легировании молибденом и вольфрамом электролитических металлов получают сплавы с высокими механическими свойствами. Наиболее износостойкие железо-молибденовые покрытия получены при следующих условиях электроосаждения: асимметрия – 6, катодная плотность тока 40 А/дм², температура электролита 40 °С, кислотность электролита рН 0,8 1, концентрация лимонной кислоты 4,5 кг/м³, молибдата аммония – 0,6-1 кг/м³, оптимальная концентрация хлорида железа 350-400 кг/м³. Оптимальные условия для железвольфрамовых покрытий следующие: содержание хлорида железа 300 кг/м³, натрия вольфрамово-кислого – 4 кг/м³, лимонной кислоты – 8 кг/м³, температура электролита 40°С, кислотность электролита рН – 1, плотность тока 30 А/дм².

Результаты сравнительных испытаний на износ показали, что износостойкость железомолибденовых покрытий к стали 45 составила 176 % при трении в паре с чугуном и 194 % – с бронзой. Износостойкость железвольфрамовых покрытий на 72 % выше, чем закаленной стали 45 при трении с чугуном, и на 85 % – с бронзой. При трении без смазки железомолибденовые и железвольфрамовые покрытия превосходят износостойкость железных покрытий в 1,87-1,95 раза. Эксплуатационной проверке были подвергнуты восстановленные железомолибденовыми покрытиями различные детали (валик коромысла дизеля СМД-18), толкатели и штоки клапанов, распределительный вал двигателей автомобилей.

Таблица 3.4.3

**Результаты экспериментальных испытаний деталей автомобилей
с композиционными покрытиями**

Детали	Износ, мкм	
	серийные	экспериментальные
Шток клапана двигателя ЗМЗ-53	17	13
Толкатель клапана двигателя ЗИЛ-130	30	19

Продолжение табл. 3.4.3

Детали	Износ, мкм	
	серийные	экспериментальные
Шток клапана двигателя ЗИЛ-130	28	18
Распределительный вал двигателя ЗИЛ-130	14	9
Нижняя головка шатуна двигателя ЗИЛ-130	13	8

3.5. ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ НАРАЩИВАНИЕ

Открытие советских ученых Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко (а.с. №70010, 1943 г.) о том, что электрическая искра может быть использована как технологический инструмент для обработки металлов, в настоящее время получило всемирное признание. Сущность метода заключается в том, что под действием импульсных электрических разрядов, протекающих в газовой среде, происходит эрозия металлоподобных материалов-электродов, т.е. их разрушение, перенос и отложение на поверхности детали-катода частиц металла (рис. 3.5.1). Способ широко применяется для упрочнения деталей в промышленности.

Для электроискрового упрочнения применяют электроды, оснащенные твердыми сплавами Т15К6, Т30К4, Т60К4. Упрочнение поверхностей деталей можно производить металлами и сплавами любой твердости, например, сормайтотом, стеллитом, вольфрамом и др.

Электроискровое упрочнение деталей производят на малоэлектродных установках, из которых наибольшее применение получили установки группы ЭФИ. Режимы упрочнения деталей приведены в табл. 3.5.1.

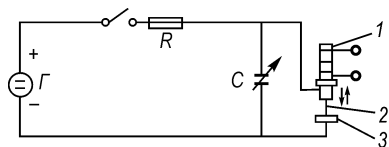


Рис. 3.5.1. Схема электроискрового наращивания:
1 – вибратор; 2 – упрочняющий электрод; 3 – упрочняемая деталь; Г – источник постоянного тока; R – регулирующее устройство; C – конденсатор

Таблица 3.5.1

Техническая характеристика установок ЭФИ

Показатели	ЭФИ-46А	ЭФИ-23М	ЭФИ-25М	ЭФИ-54А
Питание от сети:				
напряжение, В	220±11	220±11	220±11	220±11
частота, Гц	50	50	50	50
Потребляемая мощность, кВт	0,5	1	1,6	1,5
Число режимов	6	3	3	3
Рабочий ток, А	0,8-2,8	6-18	16-35	
Толщина слоя, мм	До 0,12	0,14	0,3	0,03

Упрочнение тел вращения (цилиндры, конусы) производится на установках ЭФИ-66, ЭФИ-68 и ЭФИ-80, оснащенных несколькими электродами, следящими устройствами, смонтированными на станине токарного станка, что позволяет резко повысить производительность электроискрового легирования.

Таблица 3.5.2

Режимы электроискрового легирования сталей на установке ЭФИ-46А

Номер режима	Напряжение на электродах при напряжении в сети 220 В		Ток при напряжении в сети 220 В, А	
	холостой ход	рабочее	короткого замыкания	рабочий
1	15	9-13	3,5	0,8-1,2
2	25	10-18	3,7	1,2-1,5
3	40	21-23	4,5	1,5-2,0
4	75	30-48	4,3	2-2,5

Широкие возможности этого способа особенно раскрываются при нанесении износостойких металлокерамических покрытий. Износостойкость деталей и инструмента после электроискрового упрочнения повышается в 3-8 раз. ГОСНИТИ и Мордовским государственным университетом разработаны эффективные техноло-

гии восстановления и упрочнения деталей большой номенклатуры с использованием электроискровой обработки. Достоинствами ее являются простота на этапах подготовки поверхности, нанесения покрытия и последующей обработки, возможность использования в качестве электродов большинства токопроводящих материалов, высокое качество сцепления покрытия с основным материалом, отсутствие перегрева детали и коробления ее в результате обработки. При выборе технологии восстановления размеров или упрочняющей обработки руководствуются преимущественно тем, что придание необходимых эксплуатационных свойств обрабатываемой поверхности обеспечивается применением электродных материалов с соответствующими физико-механическими свойствами, а получение требуемой толщины покрытия – путем подбора электрического режима обработки с большей или меньшей энергией искровых импульсов. Одной из важных особенностей метода является различие по текстуре обработанной этим методом поверхности и поверхностей после механической обработки. После обработки образуется микрорельеф со скругленными сферическими выступами и впадинами. На поверхности получают несквозные масляные карманы, что обеспечивает снижение коэффициента трения, они препятствуют утечкам жидкости через так называемые «лабиринтные уплотнения». Наибольшая условная толщина масляной пленки на поверхностях, полученных электроискровой обработкой, больше в 2,5-4,6 раза, чем на шлифованных поверхностях. Метод обеспечивает возможность восстановления деталей с односторонним износом до 0,1 мм (работают в условиях трения скольжения) и до 0,6 мм (работают в неподвижных соединениях). Детали с таким износом составляют до 70% от общего объема изношенных деталей.

Номенклатура восстанавливаемых изделий включает следующее: валы, оси, шкворни, цапфы, балки передней оси, валы ротора, корпуса КП, крышки, подшипниковые щиты, коренные опоры блока цилиндров, коленчатые валы компрессоров холодильных установок, золотники и корпуса гидрораспределителей и гидроусилителей руля, подшипники электродвигателей и др. Особенность внедряемых технологий заключается, как правило, в нанесении покрытий на из-

ношенные поверхности под размер, чтобы в последующем проводить минимальный съём нанесенного металла механической обработкой. Типовой технологический маршрут: подготовительная обработка (мойка, чистка детали, в необходимых случаях правка центровых отверстий), нанесение покрытия электроискровым методом в ручном или механизированном режиме, последующая обработка (наружные поверхности – шлифовка или выглаживание, или обкатка нагруженным роликом, или без обработки, внутренние поверхности – дорнование или без обработки).

В табл.3.5.3 приведены на примере Ярославского РТП (ныне ЗАО ПК «Ярославич») сведения об эффективности восстановления параметров изношенных наружных и внутренних поверхностей деталей, работающих в неподвижных соединениях и в условиях трения скольжения, за 15 месяцев эксплуатации участка электроискровой обработки.

Таблица 3.5.3

Эффективность восстановления деталей ЭИ

Детали (№ чертежа)	Число восстановленных деталей	Поверхности обработки (размеры, условия работы)	Прибыль, руб.
1	2	3	4
Вал редуктора(СМД8-1904 – 1Г; 4Т6-1906-10; 6ТЗ-1910-10) – двигатели СМД-14, А-01, А-41	197	Две наружные поверхности под подшипники	10039
Вал сцепления (14А-2103-1; 41 -2103-3)	193	Две наружные поверхности под подшипники	11820
Фланец коленвала (60-04115.10)	275	Наружная поверхность под манжету	12124
Коленвал пускового двигателя (Д-24-С20-Б)	370	Две наружные поверхности под подшипники	8156

Продолжение табл. 3.5.3

1	2	3	4
Шкив коленвала (14-0406; 41-0406-01; 60-04106.10)	175	Наружная поверхность под манжету	11429
Противовес коленвала (236-1005026-Б)	57	Внутренняя поверхность	2643
Вал ротора в сборе (111.30005.20)	83	Две наружные поверхности (трение скольжения)	1525
Втулка клапана направляющая (14-0603; 6Т2-0603А; 60-06103.00)	327	Наружная поверхность под запрессовку	3804
Зубчатое колесо ведущее масляного насоса (СМД 55У-09С6В; МН-09 С7; 60-09105.20)	210	Вершина зубьев и торцовые поверхности колеса	19156
Крышка коренных подшипников (двигатели ЯМЗ, КамАЗ)	16	Внутренняя поверхность под подшипник	1980
Картер КПП трактора Т-150К (151.37.101-2)	4	Внутренняя поверхность под подшипник	220
Подшипниковый щит электродвигателя 4А112	28	Две внутренние поверхности под подшипник	1660

Себестоимость восстановления изношенных поверхностей с применением электроискрового метода в 3 раза и более ниже, чем себестоимость восстановления другими методами, а с учетом потерь на подготовительно-заключительные операции этот разрыв еще значительнее.

Работы по нанесению упрочняющих или восстанавливающих покрытий выполняются на электроискровых установках разных моделей, работающих в ручном или механизированном режиме: Элитрон, Вестрон, Алиер (табл. 3.5.4), а также технологических комплексах БИГ.

Таблица 3.5.4

Установки для электроискровой обработки

Показатели	Характеристика			
	«Вестрон-31/1»	«Элитрон-22А» (-22Б»)	«Элитрон-52Б»	«АПЕК-53»
Напряжение питания (+/-10%), В при частоте 50 Гц	220	220	220	220
Потребляемая мощность, кВт·А	1,5	0,3 (0,4)	4,5	0,5
Толщина покрытия, мкм *	10-150	10-80 (10-60)	10-750	10-450
Производительность нанесения покрытия без пропусков, см ² /мин *	25	4 (4)	10	до 6
Габаритные размеры генераторов, см	425x415x x190	410x320x x160(390x x170x210)	650x600x x1100	430 x170x250
Масса генераторов, кг	32	20 (17)	150	15

Продолжение табл. 3.5.4

Показатели	Характеристика			
	«Вестрон-31/1»	«Элитрон-22А» (-22Б»)	«Элитрон-52Б»	«АПЕК-53»
Режим работы **	Ручной	Ручной (механизованный)	Ручной (механизованный)	Ручной (механизованный)

* При нанесении твердого сплава Т15К6 на сталь 45.

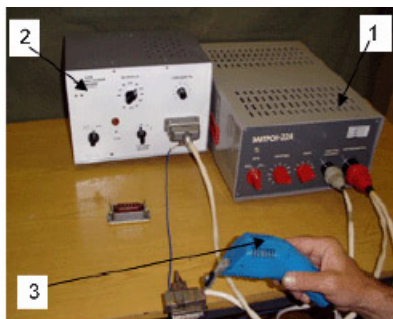
** Установки «Элитрон-22Б», «Элитрон-52Б», «АПЕК-53» могут работать совместно с комплектами механических устройств для реализации механизированного режима обработки наружных поверхностей деталей вращения.

ГОСНИТИ предлагает для реализации модернизированные установки для электроискровой обработки следующих модификаций (рис. 3.5.2).

Особенно эффективна электроискровая обработка при ремонте турбокомпрессоров и гидроагрегатов: распределителей, насосов, гидростатических трансмиссий. Их ресурс выше, чем новых, за счет изменения физико-механических свойств рабочих поверхностей деталей, в том числе повышения износостойкости. Покрытия наносятся на электроискровых установках типа «Элитрон» и БИГ. Технология нанесения на поверхности «вал ротора турбины – подшипник» турбокомпрессоров тракторов наноструктурированных покрытий осуществляется электроискровой обработкой на установке БИГ-3. Результаты испытаний восстановленных и упрочненных деталей, которые проводились в хозяйствах Республики Мордовия, показали, что ресурс турбокомпрессоров повышается в 2 раза.

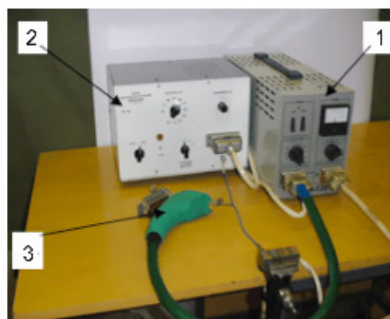
Технология ремонта гидростатических трансмиссий ГСТ-33, ГСТ-52, ГСТ90, ГСТ-112 отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники восстановлением и упрочнением изношенных деталей методом электроискровой обработки обеспечивает увеличение ресурса соединений «плунжер-втулка блока цилиндров», «распределитель – приставное дно блока цилиндров» в 1,5 раза. При этом из технологической цепочки обработки на дорогостоящем оборудовании исключаются хонингование отверстий и бесцентровое шлифование плунжеров.

3. ЭВОЛЮЦИЯ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ: ОТ НАПЛАВКИ ДО НАНОТЕХНОЛОГИЙ



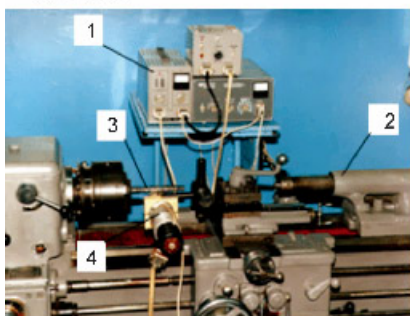
**Электроискровая установка
"БИГ-1":**

- 1 - модернизированный генератор импульсного тока "Элитрон - 22А";
- 2 - блок высокочастотной генерации "АГ-2";
- 3 - инструмент для ручной обработки (вибратор)



**Электроискровая установка
"БИГ-2":**

- 1 - модернизированный генератор импульсного тока "Элитрон - 22БМ";
- 2 - блок высокочастотной генерации "АГ-2";
- 3 - инструмент для ручной обработки (вибратор)



**Комплект электроискровой
механизированной установки
"БИГ 3":**

- 1 - генератор "Элитрон-22Б";
- 2 - токарно-винторезный станок;
- 3 - обрабатываемая деталь;
- 4 - обрабатывающая головка



**Электроискровая установка
"Вестрон 31/1":**

- 1 - модернизированный генератор импульсного тока "Вестрон - 6";
- 2 - инструмент для ручной обработки (вибратор)

Рис. 3.5.2. Модернизированные установки для электроискровой обработки

Интенсивность изнашивания золотниковой пары объемного гидропривода ГСТ-90 с нанесенным покрытием в 5,2 раза ниже, чем у новой пары. Технология ремонта гидравлических распределителей с плоскими золотниками восстановлением и упрочне-

нием изношенных деталей методом электроискровой обработки обеспечивает увеличение ресурса соединений «плоский золотник – сливные секции» в 1,4-1,6 раза, а «золотник-корпус» – в 1,4-1,6 раза. Сравнительная оценка по фактору износа показала, что интенсивность изнашивания деталей золотниковой пары в 6,25 меньше, чем без обработки. При этом исключается из технологической цепочки специальное высокоточное технологическое оборудование. Затраты на внедрение технологии окупаются за три-четыре месяца.

Повышение ресурса соединений деталей турбокомпрессоров и гидроагрегатов после электроискровой обработки показано в табл. 3.5.5.

Таблица 3.5.5

**Повышение ресурса соединений деталей гидроагрегатов
после электроискровой обработки**

Агрегаты	Соединение	Повышение ресурса
Турбокомпрессоры	«Вал ротора турбины – подшипник»	2
Гидростатические трансмиссии	«Плунжер-штука блока цилиндров»	1,5
Гидростатические трансмиссии	«Распределитель – приставное дно блока цилиндров»	1,5
Гидрораспределители	«Плоский золотник – сливные секции»	1,4-1,6
Гидрораспределители	«Золотник-корпус»	1.4-1,6

Электроискровая обработка может использоваться и в технологиях упрочнения режущего инструмента, штамповой и технологической оснастки. Она обеспечивает увеличение износостойкости инструмента между переточками в 2-5 раз. Экономическая эффективность технологий ремонта агрегатов машин и оборудования после электроискровой обработки показана в табл. 3.5.6.

Таблица 3.5.6

**Экономическая эффективность технологий ремонта агрегатов машин
с использованием электроискровой обработки**

Агрегаты, детали	Стоимость нового агрегата, детали, тыс. руб.	Стоимость отремонтированного агрегата, детали, тыс. руб.
Гидрораспределитель типа Р-160	6,5	3,0
Турбокомпрессор типа ТКР-ЯМЗ-238НБ1118010-Г	9,3	4,8
Делительная головка тестомесителя иностранного производства	420	80
Шатун двигателя	2,5-6	1,2-1,8

На предприятиях АПК используется множество инструментов различного назначения. Это режущие инструменты для обработки металлов, древесины, пластмасс, растительного сырья (например, свекла), инструменты почвообрабатывающих машин, комбайнов, штампов холодной листовой штамповки и горячей штамповки. Накоплен богатый опыт применения электроискровой обработки для увеличения износостойкости и ресурса этого многообразия инструментов в 2-5 раз и более. Положительный результат при разных видах обработки (резание, давление) и обработке разных материалов достигается применением электродных материалов, формирующих электроискровые покрытия с требуемыми физико-механическими свойствами. Так, в ЗАО «Ярославское РТП» за 15 месяцев этим методом обработано более 870 металлорежущих и около 600 слесарно-монтажных инструментов, а также некоторое количество дереворежущих инструментов. Значительная часть инструментов повторно подвергается упрочняющей обработке в процессе эксплуатации после переточки. Согласно результатам эксплуатационных испытаний, износостойкость упрочненных инструментов выше в 2 раза и более по сравнению с инструментами без упрочнения.

С наиболее высоким эффектом применяются электроискро-

вые технологии при упрочняющей обработке рабочих частей штампов для холодной и горячей обработки металлов: преобладающая доля экономии формируется за счет сокращения количества ремонтных циклов, сопряженных с большими трудовыми затратами. НПФ «Плазмацентр» использует электроискровые технологии для упрочнения технологической оснастки и инструмента промышленных предприятий. Внедрение в ОАО «Электросила» двух установок (рис. 3.5.3, 3.5.4) для электроискрового нанесения покрытий с ручным электромагнитным вибратором (МП-ЭЛ2) и механизированной установки с вращающимся электродом («Эльфа 541») позволило повысить долговечность отдельных групп инструмента из быстрорежущих сталей и штампов для холодной и горячей обработки. Стойкость упрочненных обрезающих матриц по сравнению с традиционно изготавливаемыми была повышена в 2,5 раза. Упрочнение фрезы $\varnothing 12$ мм производится вручную материалом Р6М5. В качестве оборудования для ЭИП используется установка UR-121, состоящая из ручного электромагнитного вибратора и генератора импульса тока с емкостным накопителем энергии.



Рис. 3.5.3. Установка для электроискрового нанесения покрытия «Эльфа- 541»



Рис. 3.5.4. Электроискровое нанесение износостойкого покрытия на фрезу ручным вибратором

3.6. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Способ основан на способности деталей изменять форму и размеры без разрушения путем перераспределения металла под давлением. Объем детали остается постоянным, а металл от нерабочих поверхностей перемещается на изношенные рабочие поверхности. Детали деформируют как в холодном состоянии, так и в нагретом. Стальные детали твердостью до HRCэ 30, а также детали из цветных металлов и сплавов обычно деформируют в холодном состоянии без предварительной термообработки.

Применяют следующие виды пластического деформирования деталей: осадка, вдавливание, раздача, обжатие, вытяжка, правка, электромеханическая обработка и др.

Осадку используют для увеличения наружного диаметра сплошных и полых деталей, а также для уменьшения внутреннего диаметра полых деталей за счет сокращения их высоты (бронзовые втулки и др.). Допускается уменьшение высоты втулок на 8-10%.

Вдавливание отличается от осадки тем, что высота детали не изменяется, а ее диаметр увеличивается за счет выдавливания металла из нерабочей части. Вдавливанием восстанавливают тарелки клапанов двигателей, боковые поверхности шлицев на валах и т.д.

Раздачу применяют для восстановления пустотелых деталей

с изношенной наружной поверхностью (втулки, поршневые пальцы и др.). При раздаче через отверстие детали продавливают шарик или специальный пуансон (оправку). При этом возможны укорочение детали и появление в ней трещин. ГОСНИТИ разработал автомат 01.01-153М для раздачи поршневых пальцев (рис.3.6.1), предназначенный для восстановле-



Рис. 3.6.1. Автомат 01.01-153М
для раздачи поршневых пальцев

ния рабочей поверхности поршневых пальцев дизельных двигателей методом термопластической раздачи.

Автомат состоит из несущей силовой рамы, на которой размещены закалочный трансформатор, индуктор, пневмоцилиндры со специальными наконечниками и призмой, подающей транспортер, пневмопанель, пульт управления и сливная контрольная воронка. Характеризуется высокой производительностью и минимальным нагревом детали, обеспечивает увеличение наружного диаметра поршневого пальца с одновременной закалкой поверхностного цементированного слоя.

Техническая характеристика

Производительность, шт/ч	35
Размеры восстанавливаемых пальцев, мм:	
диаметр	35-50
длина	85-110
Расход воды для охлаждения, м ³ /ч	2
Давление воздуха, МПа	0,4
Габаритные размеры, мм	1780 x 1765 x 1190
Масса, кг	850

Обжатием восстанавливают детали с изношенными внутренними поверхностями, уменьшение наружных размеров которых не имеет значения (корпуса насосов гидросистем, проушины рычагов, вилок и др.). ГОСНИТИ разработал установку термопластического обжатия гильз цилиндров ТПД-М-01.01.224 (рис. 3.6.2).

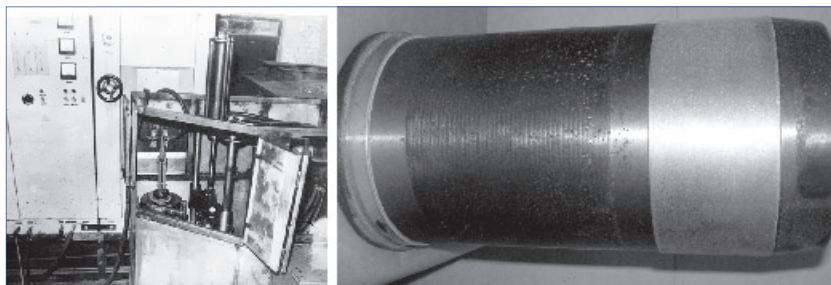


Рис. 3.6.2. Установка термопластического обжатия гильз цилиндров ТПД-М-01.01.224

Применяется для восстановления в номинальный размер гильз цилиндров наиболее распространенных в сельском хозяйстве дизелей СМД-14, Д-50,А-41, КамАЗ-740, СМД-60.

Техническая характеристика установки для восстановления гильз цилиндров ТПД в матрице

Производительность в смену, шт.	60-65
Потребляемая мощность для ТПД гильз, кВт·ч	не более 30
Потребляемая мощность без источника питания, кВт·ч	не более 3
Скорость относительного перемещения гильзы и индуктора, предварительный нагрев/закалка, м/мин	0,12 /0,16
Частота вращения гильзы, мин ⁻¹	24-28
Расход охлаждающей воды, л/мин:	
на вращение и охлаждение матрицы	70
через закалочный спрейер	до 30
Величина деформации (усадки) внутренней, мм:	
поверхности гильзы на диаметр	0,5-1,2
овальность	не более 0,1
конусообразность	не более 0,2
Габаритные размеры, мм	1200x800x1800
Масса, кг	не более 600

Вытяжку используют для увеличения длины деталей за счет уменьшения их поперечного сечения (тяги, штанги и т.д.). Деформируют детали в горячем состоянии.

Правку применяют для ремонта деталей, в которых во время работы возникла остаточная деформация: изгиб, скручивание или коробление (валы, оси, рычаги, рамы и др.). Для повышения усталостной прочности и стабильности геометрической формы детали после холодной правки подвергают нагреву до 400-500°C и выдерживают 0,5-1 ч. Закаленные ТВЧ детали нагревают до 180-200°C и выдерживают 5-6 ч.

Электромеханическая обработка заключается в следующем. Деталь закрепляют в шпиндель токарного станка. В резцедержатель

суппорта помещают специальную оправку с рабочим инструментом. Деталь и инструмент подключают к вторичной обмотке понижающего трансформатора. Включают вращение детали, прижимают к ней с определенным усилием инструмент и включают его продольную подачу. При этом через зону контакта детали и инструмента пропусают ток 350-700 А напряжением 1-6 В. Так как площадь контакта детали и инструмента очень мала, а ток большой, то металл детали в зоне контакта мгновенно нагревается до 800-900°C и легко деформируется инструментом.

Последующий быстрый отвод теплоты внутрь детали (охлаждение) способствует закалке поверхностного слоя. В качестве инструмента используют пластинку или ролик из твердого сплава. При восстановлении детали (рис. 3.6.3) изношенную поверхность сначала высаживают заостренной пластиной или роликом. При этом нагретый в зоне контакта металл выдавливается, образуя выступы, аналогичные резьбе, в результате диаметр детали увеличивается от d_v до d_u . Затем высаженную поверхность обрабатывают сглаживающей пластиной или роликом до номинального диаметра d_n .

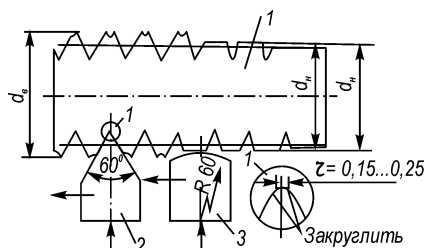


Рис. 3.6.3. Схема восстановления деталей электромеханическим способом: 1 – деталь;

2 – высаживающий инструмент;

3 – сглаживающий инструмент;

d_u – диаметр изношенной детали;

d_v – диаметр детали после посадки;

d_n – номинальный диаметр детали

Восстановленная поверхность получается прерывистой, площадь ее контакта с сопрягаемой деталью меньше номинальной. Допускается уменьшение площади контакта не более чем на 20% по сравнению с номинальной. Для большего увеличения диаметра при сохранении необходимой площади контакта применяют заполнение образовавшейся винтовой канавки проволокой или составами на основе эпоксидных смол.

3.7. НАНОТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ

3.7.1. Наноматериалы для восстановления и упрочнения деталей

Один из прорывных направлений повышения надежности сельхозтехники является использование наноматериалов. Основные типы наноматериалов представлены на рис. 3.7.1.

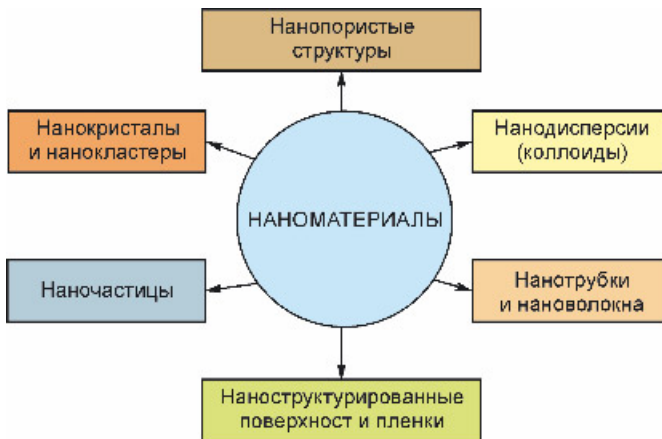


Рис. 3.7.1. Основные типы наноматериалов

По геометрическим параметрам наноматериалы делят на три группы:

- трехмерные (объемные), у которых все три размера (длина, ширина и толщина) находятся в наноинтервале;
- двумерные, у которых поперечные размеры находятся в наноинтервале, а длина может быть сколь угодно велика;
- одномерные, у которых только один размер (толщина) находится в наноинтервале, а два других (длина и ширина) могут быть сколь угодно велики.

К первой группе относятся:

- наночастицы, имеющие форму сферы многогранника, чешуек, стержней, колец и различных комбинаций, их получают способом искусственного синтеза, используя физические, химические и биологические методы, они наиболее просты и производительны – методы распыления струи расплава жидкостью или газом, испарения – конденсации или вакуум-сублимационной технологии;

- нанопорошки, получаемые методом механического измельчения твердых тел в мельницах.

Некоторые особенности свойств наночастиц и нанопорошков:

- большая (до 10^3 м²/г) удельная площадь поверхности, что предопределяет их высокую химическую и каталитическую активность, в связи с этим нанопорошки используют не только как сырье для производства наноструктурированных объемных материалов, но и как высокоэффективные катализаторы и реагенты в химических реакциях;

- малые размеры наночастиц, приводящие к изменению условий для их фазовых и структурных превращений, намагничивания и размагничивания, явлений переноса теплоты, заряда, пропускания и отражения света и др., при этом изменяются все фундаментальные характеристики вещества: параметры решетки, электронный спектр, выход электронов, температура плавления и т.д.; так, уменьшение размеров наночастиц в области < 10 нм приводит к падению температуры плавления на десятки процентов.

Ко второй группе относятся:

- углеродные нанотрубки, свойствами которых можно управлять, изменяя скрученность решетки относительно продольной оси;

- нанотрубки с регулируемым внутренним диаметром, представляют собой основу идеальных молекулярных сит высокой селективности и газопроницаемости, контейнеров для хранения газообразного топлива, катализаторов и т. п.;

- нанотрубки как сенсоры, атомарно острые иголки, элементы экранов дисплеев сверхвысокого разрешения и др.;

- нитевидные кристаллы углеродных, борных стеклянных, кремнеземных и карбидокремниевых волокон, которые применяются в качестве конструкционных, теплоизолирующих, экранирующих от различных воздействий и трфрикционных материалов.

К третьей группе относятся тонкие жидкие пленки, адсорбционные моно- и полислои, а также твердые покрытия.

Основные методы создания тонкопленочных наносистем (подложка – тонкая пленка) базируются на физическом и химическом осаждении; поверхность приобретает антикоррозионные, антиадгезионные, гидрофобные, противоизносные и другие свойства.

При защите поверхностей от коррозии и износа большой интерес представляют нанопленки. К ним относятся поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые можно разделить на два типа: органические соединения, обладающие способностью адсорбироваться на поверхности раздела фаз, снижая межфазное натяжение, и фторорганические ПАВ.

В России ультрадисперсные (нано) порошки (НП) были специально разработаны для промышленного производства и успешно использованы еще в 50-е годы XX века. Можно выделить три основные области мировой экономики, где НП уже применяются в значительных количествах. Больше всего (70 %) они используются в электронике. Ко второй по значению (17 %) области применения можно отнести биомедицину, фармакологию и парфюмерию. Очень бурно развивается (13 %) применение НП в энергетике и для дисперсионных упрочнений. На их основе созданы высокоэффективные автомобильные катализаторы, керамические мембраны, топливные ячейки, высокопрочные покрытия и структурная керамика, термостойкие покрытия и др. Основным типом НП на мировом рынке являются тугоплавкие оксиды. Общий объем производства составил 55000 т, стоимость – 4,3 млрд дол. США. При этом цена 1 кг НП пока значительно выше, чем тех же крупнозернистых порошков, и колеблется в широком диапазоне от 60 долл. США (кремнезем, оксид железа) до 100000-200000 долл. (золото, платина). С развитием методов изготовления и ростом производства НП их цена снижается. По некоторым оценкам, к 2020 г. мировой рынок наноматериалов достигнет 1000 млрд долл. США. В России разработаны и используются более 20 способов получения НП. Их можно разделить на физические и химические. К первым относятся механическое измельчение, распыление, конденсация из газовой фазы или из плазмы, электродуговое измельчение, лазерное облучение, СВЧ-обработка, электро-

взрыв (провода) и др., ко вторым – разложение солей, водородное восстановление металлов из оксидов и др.

В Томском политехническом университете разработана технология производства нанопорошка на основе электрического взрыва проводников в газовых средах, в Институте теоретической и прикладной механики им. С.А.Христиановича Сибирского отделения РАН – новая технология получения нанопорошков методом испарения с последующим охлаждением высокотемпературного пара и конденсацией.

Одним из направлений работы ГОСНИТИ по применению нанотехнологий для повышения межремонтного ресурса сельхозтехники является разработка новых наноматериалов. В результате многолетних исследований разработан способ получения нанокристаллических порошков оксидов и гидроксидов алюминия сжиганием алюминия в водных средах с одновременным получением водорода. Способ позволяет менять форму и структуру частиц и получать материалы высокой чистоты (до 99,99% масс. содержания основного компонента). Отработаны технологические режимы процесса (соотношение алюминия и воды в суспензии и скорость ее подачи, соотношение суспензии и воды в объеме реактора, температура и давление в зоне реакции). В зависимости от концентрации алюминия меняется форма частиц от равноосной (размеры в диапазоне от десятков до сотен нм) до нитевидной. Меняя условия, можно получать различные структуры материала: гидраргиллит, бемит, гамма- и альфа-оксид алюминия. К настоящему времени испытаны лабораторная и опытно-промышленная установки по сжиганию алюминия при до- и сверхкритических параметрах воды, обеспечивающие высокую скорость и полноту реакции (более 99,9%).

Чистота порошков зависит от чистоты используемого алюминия и воды. По данным электронно-микроскопического анализа, сфероидальные образования состоят из первичных частиц-пластинок размером 0,3-1 мкм и толщиной от 250 нм. Термообработка бемита при 600°C приводит к разложению с образованием гамма-, дельта- и небольшого количества альфа-форм оксида алюминия. После термообработки при 1300°C, по данным петрографического и рентгено-фазового анализов, завершается (на 95-97%) переход в альфа-форму. Остальное ко-

личество частиц представлено переходными от гамма к альфа-формам оксида алюминия. При этом форма частиц и сферолитовая структура порошка практически не меняются.

Нанодисперсные частицы обладают повышенной поверхностной энергией и активны к синтезу новых материалов, спеканию, адсорбции и т. д. Учитывая их более высокую стоимость по сравнению с техническими марками глинозема и электрокорунда, их целесообразно использовать в тех областях, где промышленные порошки не дают должного эффекта. Можно сказать, что существует свой рынок применения таких порошков, который изучен недостаточно. Каждая из форм оксида и гидроксида алюминия имеет свои области применения, определяющиеся свойствами конкретной модификации.

Одним из важных свойств полученных материалов является их способность связывать ионы металлов (в том числе радиоактивных) в водных растворах путем хемосорбции. Большая удельная поверхность обеспечивает высокоэффективную очистку питьевой и технологической воды. Апробировано применение нановолокон бемита как для очистки питьевой и технологической воды, так и для улавливания из промывных вод ценных металлов с целью уменьшения их потерь в технологическом процессе. Нанопорошки и волокна можно гранулировать, что повышает их технологическую ценность. Слой бемита в несколько сантиметров способен очистить большой объем воды от примесей металлов и фтора, исходная концентрация которых может составлять десятки миллиграммов на 1л, с эффективностью, близкой к 100%.

Опробовали порошок бемита в качестве добавки к маслам (гидравлическое, автомобильное, трансмиссионное). Эффект наблюдался и на стадии холодной и горячей обкатки двигателя, и при работе трансмиссии. Видимо, происходили микрошлифовка, полировка деталей, в результате – уменьшение трения между движущимися деталями. Добавка бемита также продлевает ресурс дизельных двигателей и агрегатов сельхозтехники (трансмиссии и ТНВД дизельных двигателей).

Нанокристаллический бемит может обеспечить необходимую структуру различным материалам. В качестве структурирующего компонента его применяли в составе ферромагнитного композита, предна-

значенного для полирования высокотвердого кремния и стекла. Состав содержал порошковое железо, алмазный порошок, цианакриловый клей и 30-40% бемита.

Опробован нанокристаллический порошок корунда в составе полимерного композиционного материала. Образцы из композиционного материала на основе стеклоткани и смолы ПН-1 и ЭД-6 покрывали слоем, состоящим из смолы и корунда. Микротвердость материала увеличилась в 2 раза. Выданы рекомендации по использованию подобных покрытий в тонкостенных конструкциях, которые подвергаются действию подвижных абразивных сред.

ГОСНИТИ разработана энергоресурсосберегающая технология получения нанокристаллического порошка оксигидроокси алюминия – бемит. Для этого используют установку сверхкритического водного окисления путем сжигания алюминия в водных средах.

Опытно-промышленная установка позволяет получить до 140 кг в сутки нанокристаллического порошка с кристаллами размером не более 50 нм. Бемит можно использовать в различных областях, в том числе для защиты деталей машин от коррозии и повышения их износостойкости, для изготовления керамических, композиционных и абразивных изделий и др. Области и эффективность использования нанокристаллического порошка бемит даны в табл. 3.7.1.

Таблица 3.7.1

Области и эффективность использования нанокристаллического порошка бемит при упрочнении деталей

Область применения	Номенклатура	Эффект
Защита от коррозии	Поверхности деталей машин и оборудования	Сокращение потерь металла в 2-8 раза
Повышение износостойкости	Втулочно-роликовые цепи	Уменьшение износа в 2 раза
Керамические материалы	Изделия из корундовой керамики	Повышение прочности в 1,4-3 раза и повышение трещиностойкости на 25%

Практический интерес представляют результаты коррозионной стойкости консервационных составов с содержанием в них нанопо-

рошка на основе бемита. С этой целью в ГОСНИТИ испытаны консервационные материалы «Маякор» и «Росойл-700». Результаты испытаний показали, что добавки бемита увеличивают коррозионную стойкость на 25-85 %.

ООО «Диском» создано более 20 типов медных наноматериалов: прутков, труб и других профилей, из которых затем изготавливаются и поставляются потребителям в России, Германии, Италии, США, Австрии и других странах высокоресурсные готовые изделия: сварочный инструмент (электроды, наконечники, сопла и др.), направляющие втулки и седла клапанов бензиновых и дизельных двигателей, сухие подшипники скольжения и др. Разработано также около 30 типов алюминиевых наноматериалов «Диском», упрочненных синтезированными оксидами и/или карбидами с частицами средним размером 10-50 нм. Главное преимущество этих материалов – высокая жаростойкость, благодаря чему они могут заменять при температуре эксплуатации 350°C ряд сталей, титановых сплавов, а также все имеющиеся алюминиевые и магниевые сплавы. Из полученных полуфабрикатов (например, прутков Ø 2,5-120 мм) изготавливались различные детали.

Нанокристаллические быстрозакаленные магнитные порошки (БЗМП) и высокоэнергетические постоянные магниты на их основе являются важнейшими составляющими элементной базы производства микроэлектродвигателей для автомобилей. В мире ежегодно производится постоянных магнитов разных типов на несколько миллиардов долларов, причем доля в этом объеме нанокристаллических магнитных материалов резко нарастает.

В России разработана и запатентована ФГУП ВНИИНМ альтернативная технология получения БЗМП методом центробежного распыления расплава. ФГУП ВНИИНМ является изготовителем нанокристаллических быстрозакаленных магнитных материалов для автомобильной и авиационной промышленности и других отраслей.

Нанокристаллические порошки меди и ее сплавов в больших объемах изготавливают на заводе ПП «Высокодисперсные металлические порошки» (ВМП) в г. Екатеринбурге. Порошки медных сплавов много лет используют для производства противоизносных препаратов марки РиМЕТ, а также для улучшения характеристик по-

рошковых сталей. Легирование порошкового железа нанодисперсным порошком меди в количестве 3 мас. % влияет на структуру и физико-механические свойства спеченных порошковых сталей и значительно улучшает их пластические характеристики: относительное удлинение возрастает в 5 раз, ударная вязкость – в 3, твердость – в 1,25 раза по сравнению со сталями, легированными стандартными порошками меди с зерном размером 15-125 мкм.

В последние годы с помощью нанотехнологий создан новый класс полимерных материалов – нанокомпозиты. Тамбовским ГТУ совместно с Воронежским государственным техническим университетом проводятся исследования эффективности использования универсального наноматериала УНМ «Таунит» в качестве наполнителя полимерной матрицы Полиамид-6. Получены композиты, у которых в 8 раз увеличилась допустимая нагрузка, в 1,5 раза – удельная ударная вязкость и в 2 раза уменьшился коэффициент трения. Получены предварительные результаты, свидетельствующие об эффективности применения УНМ для получения электропроводящих полимерных композитов различного назначения, а также в качестве добавок (до 0,5%) в легированные и нелегированные масла. В Курчатовском институте проведены исследования возможности использования УНМ «Таунит» в качестве носителя для электролизеров литиевых батарей, адсорбентов и фильтров. В Институте высокомолекулярных соединений РАН (г. Санкт-Петербург) ведутся работы по получению электропроводящих красок и композитов на основе латекса (в полученных красках поглощение СВЧ увеличилось в 400-450 раз).

Нанодисперсные порошки оксидов и гидроксидов алюминия используются для изготовления различных деталей. Перспективно применение волокон оксидов и гидроксидов алюминия, которые обладают уникальными сорбционными, бактерицидными и каталитическими свойствами. Апробировано их применение в керамических фильтрах и мембранах, а также для полной очистки питьевой и технологической воды от тяжелых металлов. Такие порошки используются как наполнители в производстве красок и лаков, абразивных и шлифовальных материалов, шин, для изготовления металлической фольги, режущего инструмента, в композициях с полимерами и т.д.

3.7.2. Упрочняющие покрытия

Важным направлением использования нанотехнологий и наноматериалов при создании новой техники является увеличение ресурса деталей. С помощью специальных нанопокровтий и эмульсий может быть увеличен ресурс деталей и агрегатов. Многие детали, изготовленные из обычных конструкционных материалов, не могут обеспечивать планируемый ресурс работы современных устройств, машин и механизмов. Поэтому необходимы современные технологии модификации поверхности, среди них – нанесение различных типов функциональных и защитных покрытий из неорганических материалов: металлов, сплавов, химических соединений (карбиды, нитриды, оксиды) и углерода. Острота этого вопроса связана и с тем, что поиск и создание новых конструкционных материалов в современных условиях требуют больших капитальных вложений, а процесс этот растягивается на пять-десять лет, что не отвечает динамике научно-технического развития и созданию техники следующего поколения.

В промышленности используются различные материалы для покрытий и способы их нанесения. В качестве материалов покрытий, как правило, применяют многокомпонентные материалы с большим набором легирующих элементов, с помощью которых конструкционному материалу детали можно придать новые свойства. Особенно это относится к изделиям сложной техники, работающим в экстремальных условиях (высокая температура, агрессивные среды) либо в форсированных режимах: форсированные двигатели внутреннего сгорания (ДВС), газотурбинные двигатели (ГТД), металлообрабатывающий инструмент для обработки деталей и др. Без применения специальных покрытий с определенным составом и структурой (многослойные, наноструктурированные) не могут работать сопла, детали поршневой группы ДВС, режущий инструмент и др.

Задача повышения ресурса деталей машин, оборудования и инструмента решается в мире за счет нанесения на них многофункциональных покрытий, в том числе нанокompозитных. Это уже апробировано и внедрено в производство ведущих предприятий развитых стран. По оценке Европейского союза 1 евро, потрачен-

ный на упрочняющее покрытие только режущего инструмента, дает экономию производственных издержек в 5 евро. Такие покрытия обладают свойствами, необходимыми для работы деталей и инструмента с высокой твердостью и низким коэффициентом трения. Этот комплекс свойств обеспечивается за счет особой нанокompозитной структуры покрытий, представляющей собой нанокристаллитные керамические зерна, распределенные в матрице. Например, нанокompозитные технологии, разработанные МЭИ, позволяют увеличить эрозионно-коррозионную стойкость штоков и других элементов регулирующих стопорных клапанов оборудования ТЭК в 4-6 раз. В Институте физики твердого тела РАН (г. Черноголовка Московской области) разработаны технологии нанесения нанокерамических защитных покрытий для различных узлов трения: уплотнений, подшипников скольжения. НПФ «Элан-Практик» (г. Дзержинск Нижегородской области) разработала ряд технологий и установок магнетронного нанесения нанокompозитных покрытий. Покрытия наносят в вакууме, на автоматизированных установках, которые обеспечивают стабильную повторяемость высоких свойств покрытий.

Ведущие производители вакуумных установок в мире используют два способа нанесения нанокompозитных покрытий: вакуумно-дуговой и магнетронный. При первом способе покрытие формируется из высокоионизированной плазмы за счет энергии разряда электрической дуги на металлическом катоде. В магнетронном способе ионизированная плазма формируется в результате бомбардировки металлической мишени ионами аргона. Покрытие, осаждаемое на изделия, строится исключительно на атомарном уровне, без каких-либо включений микрокапель. Преимущества магнетронного метода нанесения нанокompозитных покрытий наиболее ярко проявились в последние годы при использовании дуальных магнетронных распылительных систем. Это системы, состоящие из двух одинаковых магнетронов, устанавливаемых рядом под некоторым углом друг к другу (рис. 3.7.2). Магнетроны оснащаются мишенями, выполненными из различных материалов, что позволяет формировать сфокусированные на изделия потоки атомов и ионов тех металлов, из которых строится нанокompозитное покрытие.

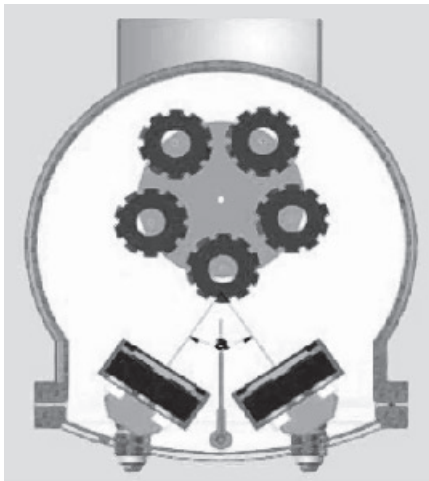


Рис. 3.7.2. Схема нанесения нанокompозитных покрытий методом дуального магнетронного распыления

При подаче на дуальный магнетрон импульсного двуполярного напряжения частотой 20-40 кГц магнетроны системы начинают работать в особом режиме. В одну половину периода один магнетрон работает катодом, а другой анодом, в другую половину периода – наоборот. Такой режим работы магнетронов позволяет получить высокую степень ионизации плазмы и полностью исключить генерацию микрочастиц, которая возможна в обычном магнетронном разряде. В результате формируется совершенная нанокompозитная структура покрытия с высокой гладкостью

поверхности, которая обладает низким коэффициентом трения и обеспечивает высокоэффективную защиту как от износа, так и от коррозии при повышенных температурах. Ведущим производителем импульсных блоков питания магнетронов (включая специализированные блоки асимметричного питания) в России является фирма «Плазматех» (Москва). На их основе НПФ «Элан-Практик» выпускает вакуумные установки, которые позволяют наносить разнообразные упрочняющие покрытия.

Для нанесения специальных многослойных многокомпонентных наноструктурированных покрытий ВИИПМРС разработал способ высокоскоростного ионно-плазменного магнетронного распыления (ВИИПМРС). Разработана установка для нанесения защитных и функциональных покрытий из различных материалов, в том числе наноструктурированных – многослойных, состоящих из отдельных пленочных слоев наноразмерного диапазона. Установка позволяет наносить одновременно четыре типа многокомпонентных материалов со скоростью от 50 нм/мин до 1-2 мкм/мин. По типам исполь-

зуемых магнетронов и их техническим возможностям установка не имеет мировых аналогов. Она может также использоваться для получения ультрадисперсных порошков наноразмерных диапазонов из многокомпонентных материалов с одновременным капсулированием порошинок в оболочки из нанопокровтий.

Для нанесения нанопорошков применяют также детонационный метод. Такая технология разработана в Институте машиноведения им. А. А. Благодарова РАН для повышения ресурса подшипников скольжения погружных центробежных насосов. Для напыления покрытий используют детонационную пушку АДУ «Обь». Порошок для напыления представляет собой гранулы 20–60 мкм, размер зерна в которых составляет 17 нм. В процессе детонационного напыления получены наноструктурированные покрытия с содержанием 62% монокарбида. Испытания таких покрытий на трение и износ в воде показали, что они обладают пониженным коэффициентом трения, высокой нагрузкой заедания по сравнению с обычным покрытием из керамического порошка. Подшипники с износостойким покрытием проходят опытную эксплуатацию в ОАО «Сургутнефтегаз».

Технологический процесс нанесения наноструктурированного покрытия методом фрикционного покрытия (ФП) состоит в следующем. Материал покрытия (МП) в виде прутка, ленты и т.п. с определенным усилием прижимается к гибкому инструменту – вращающейся металлической щетке (ВМЩ). В зоне контакта МП разогревается до высокой температуры. Частицы МП схватываются с концами проволок ВМЩ и переносятся на обрабатываемую поверхность. При этом одновременно происходят зачистка поверхности изделия, ее нагрев и совместная пластическая деформация поверхностного слоя и частичек МП, что способствует прочному сцеплению их с основой. В качестве МП могут использоваться различные металлы и сплавы или специально созданные композиты. Это дает возможность формировать поверхностные слои с наноструктурой и принципиально новым комплексом свойств. Сопоставление его с традиционными методами защиты, упрочнения и модификации поверхности показывает, что в определенных условиях метод ФП обладает рядом преимуществ: малые металло- и энергоемкость, отсутствие сложных и вредных для обслуживающего персонала опера-

ций предварительной подготовки поверхности, высокие коэффициент полезного действия и производительность процесса, его экологическая чистота. В основе технологии ФП лежит перевод рабочих поверхностей в наноструктурное состояние путем диспергирования поверхностных слоев в условиях ударно-фрикционного взаимодействия ВМЩ с обрабатываемой поверхностью, при этом ВМЩ вырывает частицы из поверхности материала-донора и переносит их на поверхность детали. Процесс измельчения поверхностных слоев протекает аналогично получению нанопорошков в аттрикторах с тем отличием, что при фрикционном проскальзывании частицы по поверхности происходят их схватывание и образование наноструктурного покрытия, обладающего повышенными функциональными характеристиками, превышающими в 14-16 раз аналогичные характеристики покрытий, полученных другими способами. Детальные исследования структуры и свойств нано-структурированных покрытий были проведены для алюминиевых покрытий, нанесенных на стальную основу.

Успешная работа в течение ряда лет по модификации металлических изделий методом ФП на различных предприятиях металлургии и машиностроения показала устойчивое повышение их служебных свойств в 2-3 раза. Например, на Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК) и на Южно-Уральском машиностроительном заводе (ЮМЗ) освоен процесс нанесения алюминиевых покрытий на оси прокатных валков перед их бандажированием с целью повышения адгезии между бандажом и осью и увеличения за счет этого ресурса работоспособности валка. Кроме того, на ММК освоен опыт покрытия рабочих поверхностей тяжелонагруженных зубчатых пар трансмиссий прокатных станов. На Магнитогорском металлургическом заводе (МММЗ) освоено нанесение медного подслоя методом ФП при производстве биметаллической проволоки «сталь-медь», Магнитогорском калибровочном заводе (МКЗ) – нанесение медного защитного покрытия методом ФП на металлокордовую ленту для шин большегрузных автомобилей, на автотранспортном предприятии этого города – восстановление посадочных размеров методом ФП плунжеров в плунжерных парах гидросистем и дизельных двигателей автомобилей КамАЗ. По заказу компании «Яран

Work Steel» (Япония) на опытную партию шлицевых осей для шнеков экструдеров было нанесено защитное покрытие методом ФП. Тестирование этих изделий показало, что ресурс их работоспособности при циклических нагрузках возрос более чем в 2 раза по сравнению с аналогичными изделиями без покрытия.

Области применения метода фрикционного плакирования: нанесение антифрикционных наноструктурированных покрытий для уменьшения износа пар трения, что позволит увеличить срок службы деталей в 10-12 раз; восстановление размеров изношенных деталей (штоки гидроцилиндров, соединения с натягом и т.п.); нанесение покрытий на сопрягаемые поверхности соединений с натягом с целью увеличения их несущей способности за счет повышения адгезии в 2-4 раза и предотвращения фреттинг-коррозии (колесные пары железнодорожного транспорта, бандажированные прокатные валки, судовые гребные винты); повышение выносливости, усталостной прочности и срока службы деталей машин в 1,5-2 раза; повышение коррозионной стойкости изделий в 14-16 раз; повышение тепло- и жаростойкости материалов и изделий.

Предварительные исследования показали, что этот новый класс покрытий обладает уникальными функциональными свойствами. Наряду с высокой твердостью и износостойкостью они обладают высоким сопротивлением коррозии и жаростойкостью. Микротвердость покрытий в зависимости от их химического состава варьируется от 1100 до 14000 МПа, что обеспечивает их высокую износостойкость в любых трибологических ситуациях. Алюминий-цинковые покрытия в зависимости от относительного содержания Al и Zn повышают коррозионную стойкость стали во влажной морской атмосфере в 11-16 раз, алюминий-никелевые покрытия повышают жаростойкость стали при 8000°С в 9-12 раз.

В последнее время повышенное внимание уделяется наноалмазным композиционным покрытиям. Введение наноалмазов в электролиты позволяет получить покрытия с низким коэффициентом трения, высокой теплопроводностью и повышенной износостойкостью. Наносятся на любые углеродистые, инструментальные, штамповые и конструкционные стали, чугун, алюминий. Наиболее эффективны наноалмазные композиционные покрытия узлов и дета-

лей, подверженных интенсивному износу (штоки, шестерни, узлы трения, подшипники и др.), узлов и деталей машин (цилиндры, детали поршневой группы и т.д.), формообразующего инструмента (пресс-формы, штампы, матрицы, фильеры, калибраторы, пуансоны), работающего с металлами, стеклом, пластиком, абразивными материалами, металло- и деревообрабатывающего инструмента (фрезы, сверла, метчики, зенкера, развертки, резцы и др.).

ЗАО «Нанотехнологические системы» для повышения эксплуатационного ресурса инструмента и деталей механизмов использует для нанесения специальных износостойких нанопокровов технологии ионной имплантации. Сущность процесса состоит во внедрении в поверхность твердого тела ионизированных веществ с помощью ускоряющего электрического поля в вакууме. Доза имплантации (количество ионов, внедренных в единицу поверхности) различная, в зависимости от материала детали. После такой обработки изменяются износостойкость, коэффициент трения, усталостная прочность и другие свойства поверхности изделия. Преимущества перед способами нанесения покрытий: отсутствие проблем обеспечения его качества и сцепления с поверхностью, низкая температура разогрева деталей потоком ионов, отсутствие необходимости в нагреве деталей и контроле температуры, изменения размеров деталей, существенно меньший расход распыляемых катодов и электроэнергии. Номенклатура деталей для ионной имплантации: высокоточный инструмент, ленточные пилы, инструмент для измельчения мяса, детали механизмов (валы, шестерни, кулачки).

Производственная группа ООО «ПрофиПроект» предлагает ионно-лучевую обработку, которая позволяет повысить стойкость инструмента в 2 раза и более, в зависимости от выбранной технологии упрочнения. Технология позволяет упрочнять не только режущий инструмент, но и различные детали машин, работающие в сложных условиях динамического нагружения и агрессивных средах, таких, как вода, газ, щелочь и т.п. Объединение имеет опыт по упрочнению деталей, топливной аппаратуры, форсунок, гильз, цилиндров, поршней с целью увеличения срока службы, уменьшения нагарообразования и улучшения динамических характеристик машин. Метод упрочнения основан на внедрении легирующих элемен-

тов в матрицу материала на глубину 1-2 мкм с образованием активного, перестроенного слоя, связанного с кристаллической решеткой металла. Легирующие элементы подбираются индивидуально, исходя из условий работы изделия или инструмента.

Преимущества технологий упрочнений перед традиционными покрытиями типов TiN, TiCN: бóльшая износостойкость благодаря большой микротвердости и структурным особенностям; упрочнение не приводит к изменению геометрических параметров; более низкие коэффициенты трения в паре «материал покрытия – обрабатываемый материал». Предприятие внедряет также нанокompозитные покрытия для улучшения характеристик гильзопоршневой группы. Нанокompозитные покрытия предотвращают задиры при работе в паре с гильзовым чугуном в условиях трения скольжения при граничных условиях смазки, соответствующих условиям работы деталей цилиндропоршневой группы двигателей. Относительное увеличение стойкости достигает 20-80 раз, а износ контртела уменьшается в 4-5 раз. В государственном технологическом университете «Московский институт стали и сплавов» осуществлен процесс ионно-плазменного получения нанопокpытий на твердосплавные пластины ВК-6. Проведены аттестационные испытания режущих свойств твердосплавных пластин с разработанными покрытиями. Испытания резанием при фрезеровании проводили на стали 8ХНМА, при точении – на сером чугуне. Покрытия характеризуются высоким коэффициентом стойкости (Кст. порядка 4-6) в условиях как непрерывного, так и прерывистого резания и могут применяться для упрочнения поверхности инструмента.

В Томском политехническом университете разработаны эффективные ионно-плазменные технологии и оборудование для нанесения наноразмерных покрытий. НПО «Сатурн» разработан новый технологический процесс модификации поверхности с помощью вакуумно-плазменного нанесения покрытий в сопровождении ионного пучка.

В настоящий момент основными поставщиками твердосплавного инструмента в Российской Федерации являются зарубежные фирмы «Sandvic» (Швеция), «Iscar» (Израиль), «Mitsubishi» (Япония), Se-co (Швейцария), «Kennametal» (США) и др. Весь выпускаемый за рубе-

жом инструмент имеет покрытие, которое увеличивает эффективность его использования в 2-2,5 раза по сравнению с инструментом, не имеющим специального покрытия.

Просматривается тенденция разработки ведущими производителями режущего инструмента технологически развитых стран (Швеция, Германия, Япония, США) многослойных покрытий композиционного пятого-шестого поколений, наносимых на многогранные пластины из твердых сплавов и режущей керамики при использовании высокотемпературных процессов химического осаждения (процессы CVD при температуре 1050-1100°C).

На Международном форуме по нанотехнологиям 6-8 октября 2009 г. ГК «Роснано» представила инвестиционные проекты по износостойким наноструктурированным материалам и покрытиям, внедряемым в России.

В г. Рыбинске (Ярославская область) началось строительство нового завода, который будет производить инструмент для обработки деталей авиадвигателей и металлов на предприятиях машиностроительных отраслей. Ключевая технология проекта – нанесение наноструктурированных покрытий на инструмент – разработана Курчатовским институтом в рамках Федеральной целевой программы. Нанослойные и наноструктурированные покрытия сложной архитектуры из нитридов, карбидов элементов, оксидов, боридов, алмазоподобные пленки, износостойкие и антифрикционные покрытия будут наносить плазменно-дуговым способом. Такие покрытия делают инструмент более стойким к износу – срок его службы увеличивается, а обработку металла можно проводить на более высоких скоростях – скорость резки возрастает в 1,5-2 раза. Новое производство должно ослабить зависимость российских машиностроительных предприятий от импорта.

Крупносерийное производство режущего инструмента из нанопорошка кубического нитрида бора создается на базе ООО «Микро-бор Технолоджи» (Москва). На этом же производстве будут синтезировать нанопорошок кубического нитрида бора – сверхтвердого материала, уступающего по твердости только алмазу. Режущему инструменту, изготовленному из него, поддаются все промышленно значимые материалы, в том числе чугун и сталь, а затраты на обработку деталей умень-

шаются до 60%. Отечественное производство инструмента из нанопорошка кубического нитрида бора, создаваемое в рамках проекта ГК «Роснано», будет первым в мире. Его продукция предназначена для черновой и финишной обработки деталей в машиностроении, автомобилестроении, добывающей промышленности, строительстве и будет поставляться на внутренний и внешний рынки.

Производство износостойких изделий из наноструктурированных керамических и металокерамических материалов создается в Санкт-Петербурге на базе ООО «Вириал». Управляя формированием зерен и нанослоев (ноу-хау), технологи научились создавать прочные износостойкие материалы, устойчивые к трению, температурам и химическим агентам. Из этих материалов нового поколения будут изготавливать подшипники скольжения, уплотнения, сопла, фильеры. Использование новых наноструктурированных материалов только в насосном оборудовании позволит повысить его ресурс и надежность на 20-30%.

В России создается промышленное производство оборудования для синтеза нанокерамических покрытий на алюминиевых и магниевых поверхностях. Они защищают металлы от коррозии, что особо важно в автомобиле- и машиностроении. Покрытие наносится методом микродугового оксидирования, который разработали специалисты из Российского государственного технологического университета им. К. Э. Циолковского (МАТИ). Этот метод позволяет формировать наноструктурированные керамикоподобные слои на поверхности алюминия, магния, титана, циркония и других металлов. Процесс происходит в электролите под воздействием электрического тока. В зависимости от условий обработки можно получать модифицированные поверхности различного назначения: износостойкие, коррозионно-защитные, электроизоляционные, теплостойкие и другие либо их сочетания. Эффект применения некоторых нанотехнологий при создании новой сельскохозяйственной техники приведен в табл. 3.7.2.

Перспективно направление восстановления и упрочнения деталей гальванокompозиционными покрытиями. Для этого в электролиты вводят нанопорошки, в том числе керамические. Закономерным следствием улучшения структуры электроосаждаемых композиционных материалов является улучшение их свойств: повышение

твердости, сопротивления износу и коррозии. Микротвердость композиционных материалов с нанокompонентами на основе никеля и хрома в 1,4-1,9 раза выше, чем чистых металлов, и в 1,1-1,2 раза, чем с композиционными материалами с микропорошками, причем во всех случаях микротвердость повышается с увеличением содержания частиц в композиционном материале. Включение ультрамалых частиц в никелевые и хромовые матрицы снижает интенсивность их изнашивания в зависимости от содержания наноразмерного порошка соответственно в 1,5-2 и 2-2,5 раза.

Таблица 3.7.2

**Эффект применения некоторых нанотехнологий
в сельскохозяйственном машиностроении**

Технология производства	Признак нанотехнологии	Эффект применения
Детали двигателя: клапаны, седла, поршни	Использование нанопорошковых материалов	Повышение жаро- и износостойкости
Детали опрыскивателей и поливной техники: насадки, распылители	Использование металло-керамических нанопорошков	Повышение стойкости к гидроабразивному изнашиванию
Кожухи кормоуборочных комбайнов	Нанесение нанослоя из оксида алюминия	Увеличение срока службы в несколько раз
Упрочнение режущих элементов почвообрабатывающей техники	Использование наночастиц из металлокерамики	Повышение долговечности в 2-3 раза
Антифрикционные вкладыши	Использование нанокompозитов из углерода	Снижение коэффициента трения в несколько раз
Производство автомобильных фар и зеркал	Использование нанопленок	Самоочищение поверхности
Нейтрализаторы выхлопных газов	Использование наночастиц бемита	Эффективность очистки при температуре 450°C по оксиду углерода 95%, по углеводородам – 85%

ФГУП ФНПЦ «Алтай» (г. Бийск) разработаны технологии нанесения композиционных металло-алмазных покрытий. Они на-

носятся электрохимическим способом из никелевых электролитов. Размер частиц алмаза составляет 4-6 нм. После их введения коррозионная стойкость покрытий увеличивается на 50-120%, а износостойкость – в 2-4 раза. ФГОУ «ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова» разработан способ получения нанокomпозиционных гальванических покрытий на основе хрома. Предлагаемый способ подразумевает получение композиционных гальванических покрытий на основе хрома с использованием нанодисперсных порошков с размерами 10-30 нм. Для получения таких покрытий возможно применение различных нанодисперсных материалов, в том числе композиционных (Cu-Al₂O₃, Cu-BN, Cu-MoS₂, Cu-ZnO₂). Предлагаемый способ по сравнению с существующим гальваническим хромированием позволяет улучшить основные физико-механические свойства получаемых покрытий. Так, композиционное гальваническое покрытие на основе хрома, полученное с применением нанодисперсного порошка оксида алюминия, по отношению к стандартному покрытию хрома обладает микротвердостью выше в среднем в 1,4 раза, износостойкостью – в 2,2, коррозионной стойкостью – в 1,8 раза. Улучшение физико-механических свойств гальванического покрытия связано с изменением его структуры под воздействием нанодисперсных частиц. Все это позволяет увеличить ресурс автотракторных деталей машин. Способ получения композиционных гальванических покрытий на основе хрома с использованием нанодисперсного порошка оксида алюминия был применен для восстановления и упрочнения плунжерных пар топливного насоса высокого давления. Стендовые и эксплуатационные испытания, а также расчеты показали, что ресурс плунжерных пар, восстановленных и упрочненных с применением нанокomпозиционного хромирования, по сравнению с плунжерными парами, восстановленными стандартным гальваническим хромированием, в 1,8 раза выше.

ГОСНИТИ активно ведет работы по повышению послеремонтного ресурса агрегатов путем создания на рабочих поверхностях изношенных деталей наноструктурированных покрытий электроискровой обработкой (ЭИО) в газовой среде, холодным газодинамическим напылением порошков (ХГДН) и микродуговым оксидированием (МДО).

Исследования микроструктуры и фазового состава поверхности после ЭИО в газовой среде показали, что независимо от режимов обработки, свойств материалов электрода и детали на рабочих поверхностях последней появляется измененный слой, состоящий из четырех зон. Верхняя (первая) зона – тонкий слой, по свойствам близкая к покрытиям, образованным газотермическими методами. Под верхним слоем находится белый слой, под ним – диффузионная зона, за которой следует зона термического влияния. Диффузионную зону и зону термического влияния часто объединяют под общим названием «термодиффузионная зона» или «переходной слой», который представляет собой область диффузионного проникновения элементов материала электрода и газовой среды в материал детали и термического воздействия искровых разрядов. Белый слой, внешне бесструктурный, обладает высокой химической стойкостью. Он представляет собой твердые растворы карбидов и нитридов, оказывающих влияние на износостойкость сопряжений.

198

Были проведены двигательные (100-часовые) стационарные испытания по определению интенсивности изнашивания эталонной и восстановленных ЭИО пар трения. Установлено, что интенсивность суммарного изнашивания поверхностей, образованных ЭИО, в 6-22 раза ниже, чем эталонного соединения. При этом интенсивность изнашивания подвижных и неподвижных образцов уменьшилась соответственно в 1,73-8,83 и 2,69-19,72 раза.

Наноструктурированные покрытия, образуемые при ЭИО, применяются в новых технологиях ремонта гидрораспределителей типов Р-75/85, Р-100/150, Р-200 и Р-12П, турбокомпрессоров типа ТКР-7,5/8,5/11, гидростатических трансмиссий ГСТ-90 и ГСТ-112, рулевых механизмов тракторов МТЗ, защищенных патентами. Эти технологии обеспечивают 100 %-ный ресурс после ремонта и внедряются «под ключ» в ремонтное производство. Опыт ремонта агрегатов с восстановлением деталей наноструктурированными покрытиями показал, что для образования электроискрового покрытия на площади в 1 см² толщиной 0,3 мм требуется в 10-100 раз меньше энергии, чем при традиционных сварочных процессах.

Основным недостатком известных газотермических методов нанесения покрытий является высокая температура переносимых частиц,

как правило, существенно превышающая температуру плавления наносимого материала. В этом случае в наносимом покрытии происходит необратимая деградация исходной наноструктуры напыляемого материала. Поэтому особый интерес вызывает газодинамическое напыление (до 500 м/с), при котором значительно снижены температурные режимы. Этот процесс позволяет сохранить наноструктуру исходного дисперсного материала и обеспечить высокие прочностные свойства покрытий. ГОСНИТИ для восстановления и упрочнения деталей используется установка для газодинамического нанесения покрытий «Димет-403», выпускаемая Обнинским центром порошкового напыления.

Для восстановления деталей типа «вал» из коррозионностойких сталей разработан РТМ, предусматривающий нанесение покрытий путем газодинамического напыления алюминийсодержащих порошковых материалов с последующим их упрочнением микродуговым оксидированием (МДО). Микродуговое оксидирование представляет собой способ поверхностного упрочнения деталей из алюминиевых сплавов или стальных деталей, покрытых слоем алюминия, образованием нанокompозитных покрытий. Суть способа состоит в том, что поверхностный слой алюминия под действием микродуги преобразуется в модификацию, состоящую из Al_2O_3 , т.е. получается керамический высокоизносный слой толщиной до 300 мкм. Принципиальным отличием МДО от других традиционных способов нанесения покрытий (плазменный, детонационный и др.) является наращивание слоя внутри основного материала без изменения геометрических размеров изделий. При этом форма обрабатываемых деталей не имеет принципиального значения: это могут быть сложнопрофильные изделия с различными внутренними поверхностями, включая скрытые полости.

Различными испытаниями установлены следующие технические характеристики покрытия: прочность сцепления сопоставима с прочностными характеристиками подложки; микротвердость по Виккерсу 20-22 ГПа; износостойкость не уступает карбиду вольфрама; коэффициент трения 0,014-0,046; высокая гидро- и газообразивная износостойкость; выдерживает термоциклирование до 1000°C; стоек в щелочных и кислотных растворах.

Из приведенных данных можно определить возможную область ис-

пользования МДО. Наиболее целесообразным является применение его в узлах трения, например, для восстановления и упрочнения деталей гидрораспределителей, корпусов гидронасосов типа НШ, алюминиевых поршней двигателей, различных деталей любой отрасли промышленности. С внедрением указанного способа упрочнения поверхностей открывается широкая перспектива по замене специальных сплавов на алюминиевые или низколегированные стали с последующим покрытием алюминием.

Большую номенклатуру изнашивающихся деталей импортных и отечественных машин можно успешно восстанавливать нанесением алюминия электродуговой металлизацией с последующим микродуговым оксидированием. Износостойкость восстановленных деталей после МДО будет выше, чем оригинала.

В ГОСНИТИ имеется конструкторская документация на оборудование для МДО. При разработке были учтены все требования санитарных и экологических служб и можно констатировать: процесс экологически безопасен, он не требует очистных сооружений, раствор ванны слабощелочной с добавлением небольшого количества жидкого стекла. Для внедрения МДО у заказчика необходимы подвод электроэнергии, отдельное помещение площадью 20-40 м² с приточно-вытяжной вентиляцией. Все остальное, включая изготовление оборудования, пусконаладочные и технологические работы, выполняется силами специалистов ГОСНИТИ.

Другим важным направлением повышения качества ремонта техники является технология безразборных методов восстановления работоспособности сопряжений. Суть этих работ состоит в том, что используются ремонтно-восстановительные составы, содержащие высокодисперсные антифрикционные нанопорошки, которые вводятся в смазочные материалы.

Основным сырьем для изготовления составов являются шунгит, серпентинит и нефрит, которые добываются в горах Урала. В измельченном виде (размер частиц 1-10 мкм) эти минералы разбавляются катализаторами и вводятся в смазочные масла узлов и агрегатов машин. Попадая на поверхность трения и контакта работающих механизмов, частицы препарата модифицируют поверхности деталей с образованием металлокерамического защитного слоя (МКЗС). При работающем

механизме машины происходит контактирование микронеровностей сопрягаемых поверхностей, в результате в этом месте на сотые доли секунды резко повышается температура. При наличии в смазочном материале частиц минералов происходит (в момент касания микронеровностей и повышения температуры) реакция замещения атомов железа на атомы Mn или Si, в результате образуется МКЗС большой твердости (63-70 ИКС).

По своей природе МКЗС – диэлектрик и огнеупор. Температура его разрушения 1575-1600°C, стоек к коррозии. За счет образования МКЗС происходят уменьшение зазора в сопряжениях механизмов и безразборное его восстановление с одновременным упрочнением ресурса сопряжений.

Известно около 200 различных препаратов. Естественно, все эти препараты имеют различные свойства и могут обеспечивать наибольший эффект при определенных условиях. К сожалению, фирмы-производители препаратов в своих рекламных проспектах многократно завышают их достоинства.

Исследования, проведенные в ГОСНИТИ, показали, что ремонтно-восстановительные составы целесообразно применять после 50-70%-ной наработки доремонтного или послеремонтного ресурса. В этом случае можно увеличить доремонтный ресурс более чем в 2 раза. В подтверждение этого в ГОСНИТИ были проведены исследования по количественной оценке повышения износостойкости пары трения за счет применения шести типов препаратов с использованием машины трения СМЦ-2. При исследовании применена схема «вращающийся стальной каленый ролик-неподвижный стальной каленый контрролик». Исследовались нанопрепараты РВС, «Хадо», «Реагент-2000», «Супротек», «Форсан», «Автокомфорт». Результаты исследования противоизносных свойств указанных препаратов по сравнению с чистым моторным маслом показали, что все они, предназначенные для увеличения ресурса двигателей, на машине трения снизили износ образцов по сравнению с износом тех же образцов на чистом моторном масле в 2 раза и более. Хороший результат по уменьшению износа показал препарат РВС – 31%, т.е. износ образцов по сравнению с износом в чистом моторном масле уменьшился более чем в 3 раза.

Остальные препараты для двигателей уменьшали суммарный износ

образцов на величину до 65% (автокомфорт), т.е. можно с уверенностью утверждать, что все препараты дают существенный положительный эффект по снижению износа образцов, а следовательно, по замедлению скорости изнашивания деталей ресурсных сопряжений двигателя. Температура масла в зоне трения образцов по истечении 1 ч испытания достигала 130-140°C и стабилизировалась на этой отметке.

Эффективность РВС была проверена в условиях эксплуатации на двигателе ЯМЗ-240 трактора К-701. Был выбран двигатель, который по техническому состоянию должен быть поставлен на капитальный ремонт. В систему смазки двигателя было введено РВС согласно технологии применения препарата. Стоимость обработки двигателя с применением РВС составила 9,8 тыс. руб., затраты на проведение капитального ремонта – 32 тыс. руб. После девяти месяцев эксплуатации у двигателя была восстановлена компрессия и стабилизировалось давление в системе.

Дальнейшее наблюдение за работой двигателя показало, что трактор проработал вместо предполагаемого капитального ремонта за счет РВС 38 месяцев, выполняет сельскохозяйственные работы с экономией дизельного топлива и без расхода масла.

На основании выполненных исследований следует считать, что препарат РВС является наиболее эффективным и универсальным средством увеличения ресурса двигателей.

Для развития нанотехнологий, в том числе для восстановления и упрочнения деталей в ГОСНИТИ создан Наноцентр.

Раздел 4. ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

4.1. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ДЕТАЛЕЙ И ИХ ОБНАРУЖЕНИЕ

Неисправности деталей машин можно разделить на три группы: износы, механические повреждения и химико-тепловые повреждения.

В зависимости от условий работы все детали по виду изнашивания подразделяются на пять групп:

к первой относятся детали ходовой части транспортных и технологических машин, для которых основным фактором, определяющим их долговечность, является абразивное изнашивание;

ко второй (шлицевые детали, зубчатые муфты, венцы маховиков) – детали, у которых основным фактором, лимитирующим долговечность, является износ вследствие пластического деформирования;

к третьей (гильзы, головки блоков цилиндров, распределительные валы, толкатели, поршни, поршневые кольца) – детали, для которых доминирующим фактором является коррозионно-механическое или молекулярно-механическое изнашивание;

к четвертой (шатуны, пружины, болты шатунов) – детали, долговечность которых лимитируется пределом выносливости;

к пятой (коленчатые валы, поршневые пальцы, вкладыши подшипников, отдельные зубчатые колеса коробки передач и др.) – детали, у которых долговечность зависит одновременно от износостойкости трущихся поверхностей и предела выносливости материала деталей.

К механическим повреждениям деталей относятся трещины, пробоины, риски и надирь, выкрашивания, поломки, обломы, изгибы, вмятины и скручивания.

Трещины образуются в результате воздействия значительных местных нагрузок, ударов и перенагрузений. Они могут появляться в наиболее нагруженных местах рам, блоков, корпусов коробок передач задних мостов и других корпусных деталей различных механизмов. Часто трещины возникают на чугунных деталях и на деталях, изготовленных из листового материала (крылья, капоты, облицовка и т. п.). Кроме трещин, возникающих в результате воздействия сил ударного характера, появляются усталостные трещины в наиболее напряженных местах деталей (продолжительное воздействие знакопеременных нагрузок). Могут быть трещины и теплового происхождения. Они возникают в перемычках гнезд клапанов головок цилиндров и т.д.

Пробоины появляются в результате ударов различных предметов о поверхности тонкостенных деталей. К таким повреждениям относятся пробоины на стенках блока цилиндров, крыльях, капотах и корпусах коробок передач и редукторов.

Трещины и пробоины в стенках блоков и головках, а также в радиаторах могут появляться при замерзании охлаждающей жидкости.

Риски и надирь (ряд рисок) на рабочих поверхностях деталей чаще образуются вследствие загрязнения смазки или абразивного действия чужеродных частиц.

Выкрашивание – дефект, характерный для поверхностей деталей, подвергнутых химико-термической обработке (поверхности зубчатых колес коробок передач, зубчатые муфты), появляющийся вследствие динамических ударных нагрузок в процессе эксплуатации. Выкрашивание может быть и в результате усталостных напряжений, например, выкрашивание баббитового слоя на вкладышах подшипников шатунов и коленчатого вала, на беговых дорожках колес шариковых подшипников, на профилях зубьев колес и т. п.

Поломки и обломы возникают при сильных ударах о детали, часто наблюдаются на литых деталях. Могут возникать также в результате усталости металла.

Изгибы и вмятины характеризуются нарушением формы деталей и происходят в результате ударных нагрузок. Такие дефекты появляются на рамах машин, различных валах, балках передних мостов автомобилей, тягах, а также деталях, изготовленных из листового металла.

Скручивание деталей возникает от воздействия большого крутящего момента, связанного с преодолением временных значительных сопротивлений при работе. Скручиванию подвержены валы, полуси и т. п.

Химико-тепловые повреждения деталей по сравнению с другими повреждениями встречаются реже и возникают, как правило, в результате сложных взаимодействий при тяжелых условиях эксплуатации машин. К таким повреждениям относятся коробление, коррозия, раковины, образование нагара и накипи, электроэрозионное разрушение и т. д.

Коробление деталей происходит в результате воздействия высоких температур (чаще при нарушении правил эксплуатации машин), приводящих к возникновению структурных изменений и больших внутренних напряжений. Такие повреждения характерны, например, для головок цилиндров автотракторных двигателей.

Коррозия – процесс разрушения металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с коррозионной средой. Поскольку подавляющее большинство технологических сред представляет собой электролиты, то основным видом коррозии оборудования является электрохимическая коррозия.

Разнообразие условий эксплуатации обуславливает различные виды изнашивания рабочих поверхностей деталей машин. Для оборудования характерными видами изнашивания являются абразивное, коррозионно-механическое, гидроабразивное, гидроэрозионное и кавитационное.

Наиболее распространенный вид разрушения технологического оборудования – *коррозионно-механическое изнашивание*, происходящее в результате механических воздействий, сопровождающихся химическими или электрохимическими воздействиями среды на металл. В результате совместного воздействия механического и коррозионного факторов в поверхностных слоях металла происходят взаимосвязанные явления, способствующие активизации процессов упругопластического деформирования, химических и электрохимических реакций и т. д.

Гидроабразивное изнашивание происходит в результате воздействия на поверхность металла твердых абразивных частиц, взве-

шенных в жидкости и перемещающихся относительно изнашиваемой поверхности. Такой вид характерен для рабочих колес и корпусов насосов, предназначенных для перекачки технологических жидких сред, деталей гарнитуры размольного оборудования, поверхности стенок корпусов варочных котлов, особенно в местах установки загрузочных, выдувных и циркуляционных устройств и других деталей. Гидроабразивное изнашивание происходит при наличии значительного числа абразивных частиц в составе технологической среды.

Кавитационное изнашивание металла происходит в результате воздействия на его поверхность микроударных нагрузок, возникающих при образовании и захлопывании кавитационных полостей и пузырьков.

Раковины (выгорание) образуются в результате местных температурных воздействий на поверхности детали, например, раковины на корпусных поверхностях (фасках) выпускных клапанов и т. д.

Нагар появляется в результате взаимодействия сильнонагретых газов и продуктов сгорания топлива и масел на поверхностях деталей. Он ухудшает условия теплопередачи и в некоторых случаях приводит к перегреву деталей и образованию на них трещин.

Накись на стенках рубашки блока образуется в результате использования в системе охлаждения двигателей воды с малорастворимыми в воде солями магния и кальция и механическими примесями.

Существуют также *неисправности, связанные со снижением* тех или иных *эксплуатационных свойств* деталей. Например, пружины, рессоры, торсионные валы, поршневые кольца вследствие динамических нагрузок и теплового воздействия без видимых внешних повреждений утрачивают упругость, нарушая нормальную работу агрегатов, и часто вызывают полную потерю работоспособности машин.

Классификация восстанавливаемых деталей машин

Все восстанавливаемые детали подразделяются на два класса: тела вращения (табл. 4.1.1) и не тела вращения (табл. 4.1.2). Из двух классов деталей выделено семь подклассов.

Таблица 4.1.1

Классификация восстанавливаемых деталей тел вращения

Подклассы	Конструктивно-технологические группы
Точные цилиндрические детали	Поршневые пальцы
	Детали гидроцилиндров
	Прецизионные детали топливной аппаратуры
	Детали гидрораспределителей
	Крестовины карданных валов
	Толкатели двигателей
	Клапаны двигателей
Валы и оси	Валы и оси цилиндрические
	Валы шлицевые
	Валы, оси (полуоси) с фланцами, вилками
	Валы, шестерни, валы пустотелые
	Распределительные валы
	Коленчатые валы
Стаканы, гильзы, диски, ролики, катки	Маховики
	Гильзы цилиндров
	Стаканы, втулки, ступицы
	Фланцы, чашки дифференциалов
	Направляющие колеса, ролики, шкивы, барабаны
	Барабаны тормозные
	Опорные катки, ролики
	Поршни двигателей
	Диски трения, диски муфт сцепления
Детали с зубчатыми поверхностями	Зубчатые колеса
	Звездочки цепных передач
	Ведущие колеса
	Храповики
	Полотна транспортеров
	Шнеки
Рукава высокого давления	

Таблица 4.1.2

Классификация восстанавливаемых деталей не тел вращения

Подклассы	Конструктивно-технологические группы
Корпусные детали	Блоки цилиндров
	Головки цилиндров
	Корпуса коробок передач и трансмиссий
	Корпуса редукторов, картеры, рукава, подшипниковые щиты
	Корпуса гидронасосов
	Балансиры
	Станины
	Звенья гусениц, башмаки
	Ножи режущих аппаратов
	Кожухи, оперенья, крылья, баки
Радиаторы	
Шатуны, рычаги, кронштейны, рамные конструкции	Шатуны
	Вилки переключения передач
	Кронштейны, рычаги, коромысла
	Рамные конструкции сварные
	Рамные конструкции клепано-сварные
	Звенья, планки транспортеров
Пружины	
<i>Сборочные единицы</i>	
	Втулочно-роликовые цепи
	Полотна транспортеров
	Шнеки
	Рукава высокого давления

Дефектация деталей

Дефектация – это оценка технического состояния детали. При дефектации руководствуются специальными таблицами, приводимыми в технических требованиях на ремонт или руководствах по ремонту машины конкретной марки. В таблицах для каждой детали машины указаны дефекты, размеры по чертежу и допустимые без ремонта, а также средства измерения.

По результатам дефектации детали сортируют на пять групп и маркируют краской определенного цвета: годные (зеленые), годные в соединении с новыми или восстановленными деталями (желтые), подлежащие ремонту на данном предприятии (белые) и на специализированных ремонтных предприятиях (синие), негодные – утиль (красные).

Для дефектации деталей применяют следующие основные методы: наружный осмотр, апробирование вручную, остукивание, измерение износа или зазора стандартным измерительным инструментом или с помощью приспособлений, испытание с помощью специальных стендов и приборов.

При наружном осмотре устанавливают явные дефекты: полочки, большие трещины, пробоины, вмятины и др. Апробированием вручную определяют пригодность резьбы (отвертывая и завертывая болт или гайку), заедание шариков (проворачивая кольцо подшипников качения) и др. При остукивании по характеру звука выявляют скрытые дефекты: ослабление заклепок, уменьшение натяга посадок колец и втулок в корпусных деталях, трещины и др.

Для измерения размеров и других геометрических параметров применяют стандартный измерительный инструмент – штангенциркули, индикаторные нутромеры, микрометры и др., а также специальные калибры и приборы, которые позволяют более точно и производительно оценивать пригодность детали. При дефектации необходимо применять те средства измерения, которые указаны в технических требованиях на ремонт машины. В любом случае средство измерения по своим метрологическим характеристикам (цена деления, погрешность измерения и др.) должно соответствовать точности измеряемого элемента.

Нормальными называют размеры и другие технические характеристики деталей, соответствующие рабочим чертежам.

Допустимыми – размеры и другие технические характеристики детали, при которых она может быть поставлена на машину без ремонта и будет удовлетворительно работать в течение предусмотренного межремонтного периода.

Предельными – выбраковочные размеры и другие характеристики деталей.

Методы контроля, средства измерения и классификация средств дефектации приведены в табл. 4.1.3.

Для определения скрытых дефектов (трещин и др.) применяют магнитный, капиллярный, гидравлический, пневматический и другие методы.

Магнитный метод используют для обнаружения поверхностных и близко расположенных к поверхности трещин, раковин. Его суть заключается в намагничивании детали специальным прибором (дефектоскопом) и посыпанием мелким железным порошком. В месте дефекта появляется скопление порошка, по которому можно определить границы трещины или раковины. Для намагничивания деталей применяют передвижные и переносные магнитные дефектоскопы. Магнитную суспензию готовят, используя керосин, трансформаторное масло или смесь минерального масла с керосином и порошок магнетита или оксида железа зернистостью не более 5-10 мкм. На 1 л жидкости добавляют 30-50 г магнитного порошка. При сухом способе контроля используют только магнитный порошок. Технология определения дефекта состоит из следующих операций: очистка детали от загрязнений, подготовка суспензии (мокрым способом), намагничивание детали, нанесение на поверхность детали порошка или суспензии, осмотр поверхности детали для выявления дефекта, размагничивание детали.

Таблица 4.1.3

Методы контроля и измерения деталей

Показатели	Средство измерения	Метод контроля
Отклонение от округлости или профиля продольного сечения	Универсальные инструменты (штанген и микрометрические, рычажно-зубчатые приборы)	Выполнение измерений в нескольких направлениях и сечениях
Отклонение от прямолинейности и плоскостности	Лекальные и поверочные линейки, щупы	Проверка на просвет и измерение зазора щупом
Отклонение формы заданного профиля	Шаблоны (профильные калибры), щупы	То же

Продолжение табл. 4.1.3

Показатели	Средство измерения	Метод контроля
Отклонение от плоскостности	Лекальная и поверочная линейка	Измерение зазора щупом
Отклонение от перпендикулярности оси к плоскости	Лекальный угольник, щупы	Проверка угольника на просвет и измерение зазора щупом
Радиальное биение	Индикатор на штативе, поверочные призмы	Проверка стрелы прогиба при вращении детали на призмах

Среди магнитных методов дефектоскопии широкое распространение для контроля сварных швов получил магнитографический метод благодаря простоте применяемого оборудования, низкой стоимости материалов, безопасности для обслуживающего персонала и др.

Капиллярные методы основаны на явлении капиллярного эффекта. Наиболее прост следующий способ: очищенную деталь смачивают в течение 10-30 мин керосином и вытирают досуха. Затем на поверхность наносят тонкий слой мела. После высыхания меловой обмазки керосин, выходя из капиллярной трещины, смачивает обмазку, показывая расположение дефекта.

В последние годы в качестве жидкостей (пенетрантов) используют растворы органических люминофоров и красителей в смеси с необходимыми добавками. Если состав пенетранта включает вещества, способные флюоресцировать при облучении ультрафиолетовым светом, то такие жидкости называют люминесцентными, а сам метод – люминесцентным методом дефектоскопии. Если в пенетранте содержатся красители, видимые при дневном свете, то такие жидкости называются цветными, а сам метод — цветным методом дефектоскопии.

Технология *люминесцентного* контроля состоит из операций очистки и обезжиривания детали, нанесения проникающей жидкости (керосин с добавлением минерального масла, дефектоля и др.), выдержки 5-15 мин, удаления жидкости (промывкой детали в воде),

просушки детали струей теплого воздуха, нанесения (напыления распылителем) проявляющегося порошка (окись магния, силикагеля, талька) и осмотра детали в темноте под ультрафиолетовыми лучами ртутно-кварцевой лампы. Порошок впитывает в себя оставшуюся в трещинах жидкость и при облучении усиливает свечение, способствуя более надежному выявлению дефекта. Места дефектов люминесцируют желто-зеленым излучением и выявляют визуально. Ускорение пропитки и повышение чувствительности контроля достигаются использованием вакуума, избыточного давления, ультразвука, вибрации и т.д.

При применении *метода красок* (цветная дефектоскопия) проникающая жидкость (керосин – 65%, минеральное масло – 30, скипидар – 5%) окрашивает поверхности в красный цвет (краситель «Судан-IV» – 10 г/л). Технология этого метода аналогична люминесцентному. В качестве проявителя используют белую краску (цинковые белила + растворитель + белая нитроэмаль).

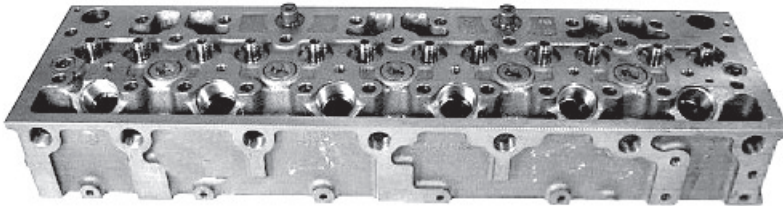
Ультразвуковой метод контроля основан на способности ультразвуковых колебаний распространяться в металле на большие расстояния в виде направленных лучей и отражаться от дефектного участка детали вследствие резкого изменения плотности среды.

В ремонтном производстве применяются два способа ультразвукового контроля: теневой и импульсный (эхо-метод).

Гидравлический и *пневматический* методы применяют для обнаружения нарушения герметичности полых деталей. При гидравлическом испытании внутрь загерметизированной детали (например, блока цилиндров или головки блока) нагнетают под давлением 0,3-0,5 МПа воду и выдерживают в течение 3-5 мин. Появление течи воды и падение давления указывают на наличие трещин или других повреждений. При пневматическом испытании внутри изделия (например, в топливном баке, радиаторе) создают избыточное давление воздуха около 0,1 МПа. Для обнаружения утечки воздуха через неплотности и повреждения изделия погружают в ванну с водой или смачивают проверяемые участки мыльным раствором.

4.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Трещины корпусных деталей устраняют наплавкой или специальными вставками. Вставками можно ремонтировать трещины в головках и блоках цилиндров двигателей, корпусах коробок передач, задних мостах и других деталях.



Суть ремонта заключается в стягивании трещин фигурной вставкой в результате запрессовки ее в паз (рис. 4.2.1).

Фигурные вставки изготовляют из малоуглеродистой стали в виде цилиндров, соединенных между собой перемычками. Форма паза соответствует форме вставки и представляет собой ряд цилиндрических отверстий, соединенных между собой пропилом, по ширине равным ширине перемычки вставки.

В ремонт принимают детали с трещинами шириной до 0,3 мм, расположенными на плоскостях размерами не менее 50x50 мм и на расстоянии не менее 25 мм от края.

Технологический процесс ремонта деталей включает в себя подготовку фигурного паза, за-

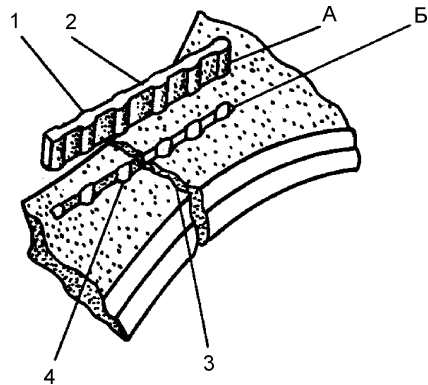


Рис. 4.2.1. Схема ремонта трещин фигурными вставками:
А – фигурная вставка; Б – паз в детали под фигурную вставку;
1 – цилиндр вставки; 2 – перемычка вставки; 3 – трещина;
4 – отверстие паза

прессовку в него фигурной вставки, зачистку отремонтированно-го участка, проверку качества ремонта и заделку эпоксидным составом. При подготовке фигурного паза сверлят по кондуктору перпендикулярно трещине шесть отверстий (по три с каждой стороны трещины) $\varnothing 3,5$, глубиной 10 мм, с шагом 4,2 мм. Затем удаляют перемычки между просверленными отверстиями специальным пробойником шириной 1,8 мм, в паз запрессовывают фигурную вставку и зачищают этот участок заподлицо. Технологической оснасткой предусмотрено, что шаг между цилиндрами вставки меньше шага между отверстиями паза на 0,2 мм, что обеспечивает надежное стягивание трещины. Фигурные вставки поставляются в комплекте ОР-11362-ГОСНИТИ. Он предназначен для ремонта деталей с трещинами и может быть использован при ремонте головок и блоков цилиндров двигателей, коробок передач, задних мостов, корпусных деталей тракторов, автомобилей и других машин, ширина трещин в которых не превышает 0,3 мм. Применяется в условиях любого вида ремонтного производства (рис. 4.2.2).

Технологическая оснастка и режущий инструмент размещены в футляре. В состав комплекта входят кондукторы, прижимы, фигурные вставки, режущий и крепежный инструменты. Фигурные вставки содержат четное количество цилиндрических элементов, соединенных между собой перемычками.

Использование комплекта ОР-11362М позволяет:

снизить себестоимость единицы ремонта за счет экономии затрат на материалы, электроэнергию, оборудование, а также фонд заработной платы в связи с возможностью привлечения обслуживающего персонала невысокой квалификации;

повысить качество ремонта благодаря отсутствию типичных для сварки нагрева и коробления деталей, простоте исполнения и специализации рабочего места;

улучшить условия труда рабочих за счет ликвидации сварочной и термической операций;

сохранить геометрические параметры детали;

обеспечить гарантированную прочность соединения.

Следует отметить сравнительную со сваркой эффективность комплекта при ремонте деталей из чугуна – при сварке затруднена

или невозможна последующая механическая обработка из-за отбела чугуна в околошовной зоне.

Рабочее место оснащают пневматическим или электрическим механизированным инструментом, сверлильной и шлифовальной машинами, клепальным молотком.



Рис. 4.2.2. Комплект ОР-11362-ГОСНИТИ

Техническая характеристика

Тип	переносной
Производительность за смену, вставки	25
Габаритные размеры, мм	330x465x80
Масса, кг	15

Корпуса коробок передач, блока цилиндров представляют собой систему, состоящую обычно из трех и более жестко увязанных между собой координирующими размерами соосных отверстий. Результаты исследований по износам корпусных деталей свидетельствуют, что уже за очень короткий период эксплуатации износы посадочных отверстий превышают максимально допустимые.

Перспективными являются технологии, основанные на способе восстановления посадочных поверхностей отверстий установкой свертных колец с последующим закрепляюще-упрочняющим раскатыванием.

Технологический процесс восстановления посадочных отверстий предусматривает следующие операции: предварительное растачивание, установка свертных колец и их раскатывание с целью закрепления и поверхностного упрочнения, чистовое растачивание свертных колец в размер.

Достоинством данного процесса является то, что при чистовом растачивании снимается тонкий обезуглероженный поверхностный слой металла с дефектами производства. В данном случае чистовое растачивание отверстий происходит по упрочненному предыдущим раскатыванием металлу кольца. Имеет место совмещенная механическая обработка – опережающее пластическое деформирование (ОПД) и последующая обработка резанием со всеми ее преимуществами.

Восстановление посадочных поверхностей отверстий установкой свертных колец с их последующим упрочняющим раскатыванием относится к методам поверхностного пластического деформирования (ППД). В процессе пластической деформации поверхностный слой металла значительно упрочняется, что увеличивает сопротивление поверхности пластической деформации.

Раскатывание повышает твердость стальных поверхностей на 15-30%, снижает на два-три класса шероховатость поверхности, что благоприятно влияет на работоспособность поверхностей отверстий. Все это создает предпосылки к созданию поверхностного слоя в посадочных отверстиях с улучшенными физико-механическими свойствами по сравнению с новыми деталями, а следовательно, и более высокой износостойкостью.

Данный способ по сравнению с другими имеет ряд преимуществ: применение дешевых и доступных материалов, при этом коэффициент использования материалов колец близок к единице; возможность многократного восстановления и легкое исправление брака, при этом отпадает необходимость в предварительном растачивании деталей, поступающих на повторное восстановление, восстановление заключается в замене свертных колец и раскатывании; невысокие требования по подготовке поверхности для установки кольца (отпадает необходимость в тщательной очистке и обезжиривании, без которых другие способы практически не реализуемы).

Технологический процесс изготовления, закрепления и упрочнения свертных колец должен состоять из следующих основных этапов: резка стального листа на полосы, резка полосы на пластины-заготовки в размер, зачистка заусенцев и снятие фасок на пластинках-заготовках, изгиб пластин-заготовок в свертные кольца, установка свертных колец в расточенные отверстия восстанавливаемого корпуса, закрепляюще-упрочняющее раскатывание свертных колец.

Свертные кольца целесообразно изготавливать из рулонной ленты или стального листа, разрезанного на полосы с последующим разрезанием в размер на приспособлении. Материал колец: сталь 3, 10, 30, 35, 40 толщиной 1,4 мм.

Лист нарезают на полосы с помощью кривошипных ножниц с наклонным ножом или ручных рычажных ножниц. Ширина полос выбирается с учетом ширины посадочного отверстия, уменьшенного на 0,5-0,75 мм, возможного выплава металла при раскатывании. Допуск на размер по ширине свободный, разность – не более 0,2 мм.

Полосы разрезаются на пластины-заготовки на установке для резки в размер. Гибка колец выполняется на специальном приспособлении.

Установка свертных колец в расточенные отверстия осуществляется с помощью приспособления (рис 4.2.3), которое обеспечивает центрирование кольца с отверстием, его быструю и надежную запрессовку.

Закрепляюще-упрочняющее раскатывание свертных колец проводится на радиально-сверлильном станке жесткими дифференциальными роликовыми

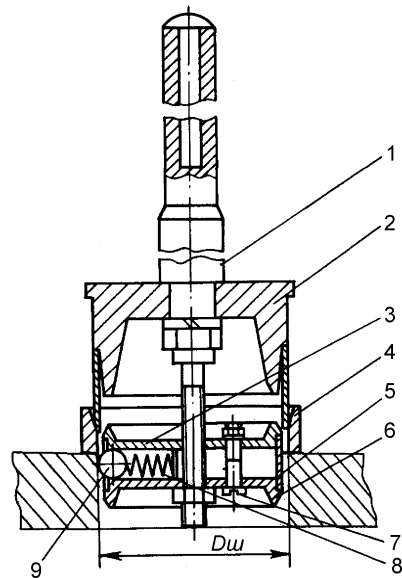


Рис. 4.2.3. Приспособление для запрессовки свертных колец:

- 1 – стержень; 2 – стакан;
- 3 – корпус; 4 – оправка;
- 5 – кольцо; 6 – крышка; 7 – гайка;
- 8 – пружина; 9 – шарик

регулируемыми раскатниками, которые настраиваются на заданный размер. Комплект раскатников должен обеспечить закрепляющее и упрочняющее раскатывание свертных колец в отверстиях $\varnothing 50^{+0,030}$, $62^{+0,040}$, $72^{+0,030}$, $80^{+0,020}$, $85^{+0,090}$, $90^{+0,023}$, $100^{+0,035}$, $110^{+0,035}$, $120^{+0,035}$, $130^{+0,040}$, $135^{+0,040}$, $138^{+0,040}$, $145^{+0,040}$, $150^{+0,010}_{-0,030}$, $155^{+0,040}$, $160^{+0,040}$, $165^{+0,040}$, $210^{+0,045}$ мм.

Для ремонта резьбовых отверстий разработан комплект инструмента и оснастки ОР-5526-ГОСНИТИ. Он размещен в двух металлических коробках: в одной находится комплект № 1 для ремонта резьбовых отверстий от М 8 до М 14, в другой – комплект № 2 для ремонта резьбовых отверстий от М 16 до М 20. Каждый комплект состоит из сверл для рассверливания изношенных резьбовых отверстий, метчиков для нарезания резьбы под спиральные вставки, ключей для ввертывания спиральных вставок, бородков для удаления технологического поводка в спиральных вставках, трехгранных ключей для вывертывания бракованных вставок, набора спиральных вставок.

Процесс ремонта неисправных резьбовых отверстий состоит из рассверливания изношенной резьбы в деталях, нарезания новой резьбы под спиральную вставку, установки спиральной вставки, удаления технологического поводка (рис.4.2.4).

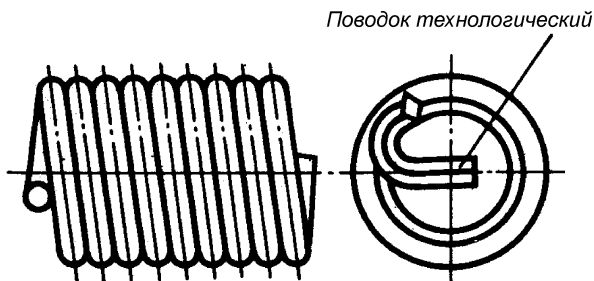


Рис. 4.2.4. Спиральная вставка

Резьбу в отверстиях нарезают на глубину, которая была до рассверливания.

Спиральную вставку надевают на голову ключа так, чтобы технологический поводок вставки вошел в паз головки ключа. Затем ключ устанавливают перпендикулярно поверхности подготовленного резьбового отверстия и, вращая за рукоятку, ввертывают вставку в резьбовое отверстие (рис. 4.2.5а) до тех пор, пока верхний виток ее не будет утопать на 1-1,5 нитки от поверхности детали. После этого ключ перемещением вверх за рукоятку снимают с технологического поводка спиральной вставки. Поводок удаляют с помощью борodka и молотка (рис. 4.2.5б).

Поврежденную вставку можно удалить трехгранным ключом, установив его перпендикулярно поверхности детали, резким ударом молотка вогнав во вставку до середины диаметра первого витка, а затем повернув против часовой стрелки (рис. 4.2.5в).

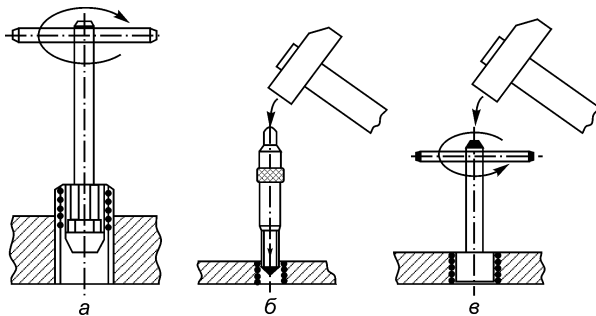


Рис. 4.2.5. Ремонт резьбы спиральной вставкой

Для восстановления до номинального размера изношенной резьбы отверстий деталей машин с помощью резьбовых спиральных вставок можно использовать комплект ОР-5526-ГОСНИТИ (рис.4.2.6). Он состоит из отдельных наборов для восстановления резьбовых отверстий размерами от М4 до М36.

Большую группу корпусных деталей составляют блоки цилиндров двигателей.

В ГОСНИТИ разработана технология ремонта блоков цилиндров двигателей КамАЗ-740 восстановлением размеров и геометрии коренных опор комбинированным методом, включающим электроискровую обработку и применение металлополимерных композиций.



Рис.4.2.6. Комплект ОР-5526-ГОСНИТИ

Обеспечивает: 100%-ный послеремонтный ресурс блока цилиндров; восстановление размеров и геометрических параметров изношенных поверхностей посадочных отверстий коренных опор нанесением высокопрочного электроискрового покрытия и слоя износостойкой металлополимерной композиции; снижение себестоимости ремонта благодаря применению энергосберегающего оборудования и минимальным ресурсозатратам.

220

Комплект поставки при внедрении:
установка «Элитрон-5 2БМ» – 1 шт.;

комплект технологической оснастки (калибрующие оправки под номинальный и ремонтный размеры) – 1 шт.;

методическая литература, конструкторская и технологическая документация.

Для реализации разработки необходимо иметь производственную площадь (минимально 50 м²), верстак с тисками для слесарных работ, горизонтальный агрегатно-расточной станок 14А339 или аналог, подъемное устройство (тельфер, кран-балку), контрольно-измерительный инструмент с точностью 0,01 мм.

Для расточки и хонингования постелей коленчатого вала двигателя КамАЗ-740 разработаны борштанги (рис. 4.2.7). Достоинства разработки:

исключает применение при восстановлении сложного оборудования (расточных и хонинговальных станков, наплавочных установок);

- сокращает потребление электроэнергии;
- повышает коэффициент использования производственных площадей;
- конструкция борштанги обеспечивает обработку всех возможных дефектов в одном блоке за одну установку;
- передача крутящего момента на борштангу осуществляется без динамических нагрузок и вибраций;
- бесступенчатая регулировка частоты вращения борштанги;
- настройка резцов и контроль их вылета обеспечивают точность не более 0,01 мм;
- базирование центрирующих опор и посадки подвижных и неподвижных сопряжений обеспечивают точность геометрии обрабатываемых отверстий не ниже 6-7 качества.

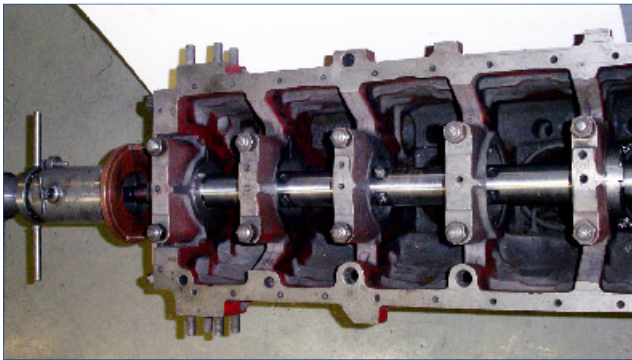


Рис. 4.2.7. Борштанги для расточки и хонингования постелей коленчатого вала двигателя КамАЗ-740

Особенности восстановления головок блоков цилиндров

Головки блоков цилиндров автомобильных двигателей в процессе эксплуатации испытывают значительные внешние и внутренние нагрузки, воздействия высокой температуры; возникают коррозия, коробление, выгорание металла, трещины на рубашке охлаждения, срыв или износ резьбы, ослабление посадки седел клапанов и другие дефекты.

Серьезные проблемы – коробление и коррозия привалочных плоскостей головок блоков цилиндров. На многих предприятиях такие дефекты устраняются фрезерованием. Однако, как показывает практика, головки имеют более серьезные дефекты, часть деталей подвергается многократному ремонту, существенно уменьшается объем камер сгорания, что приводит к повышению износа двигателя и потере его экономичности.

Ремонт привалочных плоскостей головок блоков цилиндров осуществляют фрезерованием и установкой прокладок, предварительно вырубленных из листового алюминия или его сплавов. В процессе работы двигателя в связи с его вибрацией происходит раскручивание крепежных гаек, что приводит к течи охлаждающей жидкости через прокладку. Срок службы таких двигателей невысок.

Несколько повышает стойкость головок приклеивание прокладок. Однако при этом наблюдается выгорание клея в местах камер сгорания в связи с высокой температурой, образующейся при сгорании топлива.

Для устранения некоторых повреждений в головках блоков цилиндров применяют энексипласт, приготовленный из эпоксидной смолы, пластификатора, наполнителей и отвердителя. Эпоксидная смола – связующее вещество, основа клеящего состава. Наибольшее распространение получили эпоксидные смолы отечественного производства – ЭД-5,6, 16-, 20 и др.

При восстановлении привалочной плоскости отдельные дефекты коррозионного характера устраняют способом аргонодуговой наплавки. Дефектные места предварительно очищают. Наплавка всей привалочной плоскости нежелательна в связи со значительной деформацией деталей.

Технология восстановления электродуговой металлизацией включает в себя следующие основные операции: очистка от загрязнений, мойка, удаление нагара и накипи, дефектация и предварительное устранение дефектов головок, подготовка поверхности к металлизации, металлизация, фрезерование головок.

Электродуговую металлизацию проводят на установке УВГ-3 (рис. 4.2.8). Основные узлы установки: камера металлизации, электрошкаф, пульт управления, источник питания ВДУ-506.

В камере металлизации установлены направляющие, бункер, платформа и привод. По направляющим перемещается каретка с качателем и приводом качателя, состоящим из двигателя и редуктора. На качателе установлены металлизатор и блок катушек с проволокой. Бункер локализует область металлизации и увеличивает эффективность вытяжной вентиляции.

Привалочные плоскости восстанавливают с помощью напыления слоя алюминия на плоскость разъема электродуговым металлизатором ЭМ 12-67. Установка обеспечивает равномерное нанесение слоя алюминия толщиной до 3 мм. Для ускорения процесса металлизации предусмотрено эффективное охлаждение поверхности проточной водой. Специальная звукоизоляция позволила снизить общий уровень шума при работе установки со 140 до 84 дБа. Процесс нанесения металлизационного слоя полностью автоматизирован. Толщина наносимого слоя задается с пульта.

Подготовку восстанавливаемой поверхности выполняют в три этапа. Сначала проводят фрезерование до устранения неплоскостности раковин глубиной более 2 мм. Далее на внешних краях плоскости разъема, камеры сгорания и всех углублений (кроме сквозных отверстий под шпильки) делают насечки с помощью специального ударного приспособления или на прессе. Третий этап заключается в обработке поверхности в специальной камере стальной колотой дробью.

Технологический процесс восстановления привалочных плоскостей головок блоков цилиндров выполняется в определенной последовательности.

Очищают детали в растворе Лабомид-203 (концентрация 25-35 г/л, температура раствора 80-100°C).

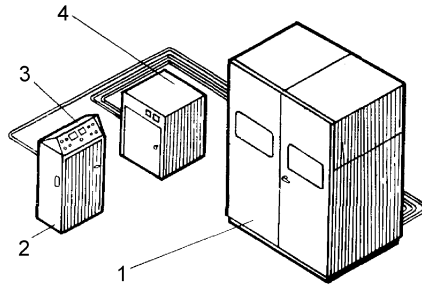


Рис. 4.2.8. Установка для восстановления головок блока цилиндров УВГ-3: 1 - камера; 2 - электрошкаф; 3 - пульт управления; 4 - источник питания

При дефектации выявляют головки с наличием коррозии и коробления привалочной плоскости, с заниженной высотой камеры сгорания, определяют размер головки. При этом используют штангенрейсмас ШР-0-250, щуп 0,3, поверочную линейку ШП 2-630.

Механическую подготовку поверхности выполняют на вертикально-фрезерном станке 6М12П резцом специальной формы, установленным в резцовую головку или фрезу. Режим: скорость подачи стола 200 мм/мин, частота вращения резца 100 мин^{-1} , число проходов 1, глубина обработки 0,7-1,7 мм, диаметр фрезы или резцовой головки 250 мм, длина хода стола 800 мм.

Подготовка поверхности заключается в удалении оксидов, загрязнений, масла, увеличении площади контакта, что способствует повышению кристаллизации частиц на единичном выступе, гашении остаточных напряжений. Это особенно важно при нанесении слоев толщиной 4-5 мм.

Отверстия камер сгорания и водяного охлаждения закрывают пробками, головку устанавливают в камеру установки.

Для металлизации привалочной плоскости применяют полуавтоматическую установку, включающую в себя закрывающуюся камеру с подведенной вентиляцией, приспособление для установки головки и изменения угла наклона плоскости к металловоздушному потоку; приспособление, позволяющее перемещать головку в плоскости, перпендикулярной оси металловоздушного потока; электрометаллизатор ЭМ-12. Используют источник питания ВДГ-301, заводскую сеть сжатого воздуха, обеспечивающую давление не менее 0,4 МПа.

Металлизируют привалочную плоскость проволокой СвАк-5 Ø 2 мм при следующем режиме: ток дуги 300 А, ее напряжение 28-32 В, давление сжатого воздуха 0,4-0,6 МПа, дистанция металлизации 80-100 мм. При этом прочность соединения покрытия с подложкой является достаточной для получения толщины наносимого слоя до 5 мм.

Приведенные затраты на восстановление одной головки (с учетом устранения всех дефектов) составляют 32% от стоимости новой детали.

Трещины на стенках рубашки охлаждения головки цилиндров заделывают эпоксидной пастой. В качестве наполнителя пасты

используют алюминиевый порошок. Предварительно концы трещин накернивают и сверлят отверстия, затем трещину разделяют по всей длине на глубину 3 мм. Поверхность, подлежащую заделке, тщательно обезжиривают ацетоном или другим растворителем и сушат в течение 3-5 мин. Эпоксидную пасту первоначально тщательно втирают в подготовленную трещину, используя шпатель, а при нанесении второго слоя перекрывают расфасованную трещину на ширину 10 мм. Высота валика пасты должна быть не менее 2-3 мм. Отремонтированную головку выдерживают в течение 48 ч при температуре 16-20°C до полного затвердевания мастики. Для ускоренного (в течение 1 ч) затвердевания используют сушильные шкафы с температурой нагрева до 100°C.

Трещины на поверхности сопряжения с блоком цилиндров устраняют электросваркой. Перед сваркой концы трещин накернивают и сверлят отверстия \varnothing 0,4 мм и глубиной 4 мм. Затем трещину разделяют по всей длине на глубину 3 мм. После этого головку цилиндров греют в электропечи до 180 – 200°C, поверхность, подлежащую сварке, зачищают металлической щеткой и заваривают ровным швом постоянным током обратной полярности, используя электроды 03А – 2, 04А – 5 мм. После этого шов зачищают заподлицо с основным металлом наждачным кругом.

Если трещины выходят на отверстия под направляющие втулки, то перед сваркой необходимо отверстия рассверлить и запрессовать в них втулки, после чего варить, как указано.

ГОСНИТИ проводит работы по ремонту головок блока цилиндров двигателей любой отечественной и зарубежной техники на высокоточном оборудовании SERDI (Франция). Применяемые технологические процессы позволяют обеспечить высокое качество ремонта и минимальные сроки выполнения заказов при сохранении низких цен на услуги (рис. 4.2.9).

При ремонте головки блока проводятся:

обработка (или замена) седел клапанов с обеспечением соосности седла клапана и втулки с точностью 0,01 мм;

восстановление рабочих фасок клапанов любых размеров и материала с максимальной соосностью относительно стержня;

4. ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

перепрессовка направляющих втулок с нагревом головки и охлаждением втулки в жидком азоте;

операционный контроль герметичности сопряжения «клапан-седло» вакуум-тестером.



Рис. 4.2.9. Ремонт головок блока цилиндров двигателей отечественной и зарубежной техники на высокоточном оборудовании SERDI (Франция)

Применяемые технологии и оборудование для ремонта клапанных седел определяют качество ремонта всей головки блока цилиндров. Шлифование применяется при обработке седел из материалов высокой твердости и позволяет получить для таких седел более высокое качество поверхности по сравнению с обработкой резанием. Фирма «ROSSI & KRAMER» (Италия) выпускает ряд шлифовальных машин PEG для обработки седел и коромысел клапанов (рис. 4.2.10). Специальная (эксцентриковая) конструкция машин, применение шлифовальных кругов высокого качества, пилотов, самоцентрирующихся во втулке клапана, позволяет с высоким качеством восстанавливать седла клапанов $\varnothing 16-180$ мм бензиновых и дизельных двигателей. Время восстановления даже самого твердого седла 3-5 мин. Ресурс одного шлифовального круга 550-600 седел.



Рис. 4.2.10. Шлифовальная машина PEG для обработки седел

Модельный ряд шлифовальных машин PEG:

PEG8 – для мотоциклов и легковых автомобилей;

PEG10 – для легковых и грузовых автомобилей;

PEG90 – для тракторов и грузовых автомобилей;

PEG125; PEG175 – для локомотивов и судов;

AVIO – для самолетов и танков.

Применяемое высокоточное станочное оборудование (рис. 4.2.11) позволяет значительно повысить производительность ремонта головок блока цилиндров при одновременном улучшении качества обработки седел. Универсальные высокоточные станки для комплексной обработки головок блока цилиндров AZ VV 80 и Serdi S2.0 являются представителями гаммы специализированного станочного оборудования, производимого за рубежом. Основные операции: обработка и замена седел, обработка направляющих втулок,

контроль герметичности клапанных сопряжений. На станках применены пневматические системы центрирования шпинделя с использованием воздушных подушек при базировании режущего инструмента с высокой точностью. Все машины имеют встроенный вакуум-тестер, что повышает качество и обеспечивает удобство работы. Обработка седел производится фасонными резцами, формирующими за один проход нужное количество фасок.



Рис. 4.2.11. Станки для обработки седел

Технология проверки герметичности головок блока цилиндров и блоков цилиндров способом опрессовки в ванне с горячей водой отличается высокой точностью выявления дефектов, большой производительностью и удобством. Стенд PMD PTR (Италия) для опрессовки рубашек охлаждения головок и блоков цилиндров, теплообменников отличает от подобных машин других производителей:

повышенная грузоподъемность рампы, на которую устанавливается испытываемая деталь;

расширенный (до 90°C) диапазон моделирования температурно-го нагружения деталей;

возможность испытания деталей длиной до 1300 мм.

Порядок работы. На головку (блок цилиндров) устанавливаются боковые заглушки, на одной из которых размещен штуцер для подвода сжатого воздуха. ГБЦ (БЦ) устанавливается на поворотный

стол (рампу). Отверстия рубашки охлаждения закрываются резиновыми прокладками и накрываются толстым листом оргстекла. После зажима детали на столе машины подается сжатый воздух. Деталь опускается в ванну и выдерживается в течение 15-20 мин до достижения деталью заданной температуры. Зона повреждения определяется по местам выхода воздуха визуально. Для удобства тестирования деталь может вращаться внутри ванны на 360°.



Рис. 4.2.12. Стенд для проверки герметичности головок блоков

4.3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Коленчатый вал – одна из основных деталей шатунно-поршневой группы, определяющая ресурс двигателя в целом. В процессе эксплуатации он подвергается кручению и изгибу, утрачивает первоначальную точность и частично запас прочности. При его восстановлении необходимо обеспечить требуемую форму, взаимное расположение поверхностей, точность размеров, шероховатость и твердость шеек, сохранение предела выносливости, а в некоторых случаях его увеличение.



Принятые на восстановление валы перед очисткой поступают на участок разборки и осмотра, оснащенный столами с приспособлениями и инструментом, где удаляют шпонки из шпоночных пазов, извлекают заглушки и пробки из масляных каналов, выпрес-

совывают подшипники из отверстия во фланце и снимают противовесы.

Для контроля и сортировки наружных диаметров цилиндрических поверхностей применяют калибры-скобы, внутренних – калибры-пробки. Для каждого типа вала используют комплект скоб по количеству ремонтных размеров, предусмотренных для данного вала. Износ шпоночных канавок контролируют с помощью шаблонов, резьбы – резьбовыми калибрами. Торцовое биение фланца проверяют индикатором, поворачивая вал в призмах.

Рекомендуется сортировать валы по ремонтным размерам, что уменьшает количество переналадок оборудования. Номер ремонтной группы коренных шеек проставляется клеймом на щеке первой коренной шейки.

Для обнаружения трещин на шейках и галтелях применяют метод магнитной дефектоскопии с использованием магнитного порошка (суспензии). Дефектоскопию проводят с помощью универсальных дефектоскопов МД-50П, ПМД70. Магнитная суспензия состоит из трансформаторного масла (40%), керосина (60%) и магнитного порошка (50 г на 1 л смеси). При дефектоскопии вал посыпают сухим ферромагнитным порошком или поливают суспензией. Порошок или суспензию чаще всего наносят после прекращения действия магнитного поля, что определяется контролем остаточной намагниченности.

Металлические частицы, скапливающиеся на дефектном участке, образуют осадок порошка в виде «жилки», которая указывает на наличие микротрещин.

Трещины на шейках и щеках коленчатых валов являются одной из основных причин их выбраковки. Проведенные исследования показывают, что ежегодно из-за трещин на шейках выбраковывается 9-16% валов, поступивших в капитальный ремонт.

Изношенные валы в большинстве случаев имеют прогиб, значение которого контролируют с помощью установки. Коленчатый вал укладывают крайними коренными шейками на призмы, смонтированные на той же плите, на которой устанавливают штатив с индикатором. Вал поворачивают в призмах вручную, наблюдая при этом за показанием индикатора. Разность между крайними показаниями

индикатора за один полный оборот коленчатого вала представляет собой значение прогиба. Прогиб, превышающий 0,2 мм (для тракторных валов), устраняют правкой. При меньшем прогибе валы не правят, а шлифуют на ремонтные размеры.

Наибольшее распространение получила правка методом статического изгиба на гидравлических прессах путем нагружения и разгружения вала. Число нагружений, их величина и направление зависят от значения прогиба и опыта правильщика. Процесс нагружения повторяют до тех пор, пока прогиб оси вала не станет меньше допустимого. Правку осуществляют на прессах различных модификаций при скорости рабочего хода штока, превышающей 1 мм/с в специальном приспособлении.

Коленчатые валы шлифуют под ремонтный или номинальный размер. Шлифование под ремонтный размер чаще всего выполняют в одну операцию. Ремонтные размеры определяются значением износа шеек. Выбор ремонтного размера шеек проводится в соответствии с техническими условиями на коленчатые валы.

Приступать к шлифованию необходимо только после устранения всех дефектов коленчатого вала. Наиболее часто в ремонтной практике для шлифования шеек применяют универсальные шлифовальные станки 3А423, 3В423, пригодные для шлифования коренных и шатунных шеек коленчатых валов тракторных двигателей. Сначала шлифуют коренные шейки и другие поверхности, находящиеся на одной с ними оси, а затем шатунные шейки.

При шлифовании коренных шеек базовыми являются поверхности центровых отверстий.

Шлифование шатунных шеек выполняют, закрепляя крайние коренные шейки коленчатого вала в патронах центросместителей шлифовального станка, предварительно устанавливаемых на требуемый радиус кривошипа, что обеспечивает погрешность базирования не более 0,03 мм.

Впоследствии при шлифовании шатунные шейки выставляют только в горизонтальной плоскости, для чего предусматривается специальное приспособление. Предварительно шлифуемую шейку выставляют призмой, окончательно – индикаторным устройством. Показания индикатора должны равняться половине припуска на

шлифование. При окончательно отшлифованной шейке индикатор устанавливается на «ноль».

Перед шлифованием шлифовальный круг правят алмазным карандашом, закрепленным в оправке, при обильном охлаждении эмульсией. Цилиндрическую часть круга правят, перемещая алмазный карандаш в горизонтальной плоскости, а галтели – качанием оправки с карандашом в этой же плоскости. Боковые плоскости круга обрабатывают до требуемой ширины при поперечной подаче шлифовального круга. Последовательность шлифования коренных шеек может быть различна. Шлифование шатунных шеек обычно проводят на другом станке, оборудованном центросместителями, обеспечивающими совпадение осей шатунных шеек с осью вращения станка.

Шатунные шейки также, как и коренные, шлифуют попарно с помощью продольной или поперечной подачи. Способ поперечной подачи более производителен, однако он требует, чтобы ширина круга точно соответствовала длине шлифуемой шейки. При этом способе погрешности формы имеют большие числовые значения, что требует более частой правки круга. Кроме того, применение поперечной подачи ограничивается недостаточной жесткостью шлифового вала.

Шейки вала шлифуют электрокорундовыми на керамической связке шлифовальными кругами зернистостью 16-60 мкм, твердостью СМ2, С1, С2, СТ1, СТ2.

Более 85% объема восстановления шеек коленчатого вала выполняют сварочно-наплавочными методами. Наиболее эффективные технологии, которые широко апробированы в условиях ремонтного производства, приведены далее.

Наиболее распространенной на протяжении ряда лет была технология наплавки. Наплавка осуществлялась пружинной проволокой второго класса под слоем легированного флюса, представляющего собой механическую смесь, состоящую из стандартного плавного флюса АН-348А (93,2%), феррохрома № 5 или № 6 (2,2%), графита (2,3%) и жидкого стекла (2,5%). Этот метод несложен для внедрения. Однако он резко снижает усталостную прочность наплавленных коленчатых валов из-за наличия огромного количества трещин.

Наиболее прогрессивной технологией наплавки изношенных коленчатых валов следует считать технологию, которая предусматривает наплавку шеек валов проволокой НП30хГСА под флюсом АН-348А с последующей механической обработкой и полным повторным циклом термической обработки (нормализация и закалка ТВЧ). Эта технология использовалась при восстановлении коленчатых валов двигателя ЯМЗ-238 с применением нейтрального флюса АН-15М и проволоки Нп-40х2Г2М.

На Ярославском моторном заводе разработана и внедрена технология восстановления изношенных коленчатых валов двигателей ЯМЗ-240, применяемых на тракторах К-701. Конструктивной особенностью этих валов является то, что их коренные опоры работают в паре с подшипниками качения и выполнены в виде беговых дорожек. Это и определило необходимость применения легированной высокоуглеродистой стали 60ХФА для обеспечения высокой твердости (не менее HRCэ 62), а также усталостной и контактной прочности. Сталь 60ХФА относится к труднонаплавляемым сталям по причине плохой защиты наплавляемых шеек от образования горячих (кристаллизационных) и холодных (хрупких) трещин. Кроме того, вал проходит термоулучшение, т.е. упрочнение в поковке. Указанные особенности коленчатых валов двигателей ЯМЗ-240 определили и особенности технологии наплавки шатунных шеек, заключающиеся в принятии мер для защиты наплавляемых шеек и вала в целом от разупрочнения в процессе наплавки. К числу таких мер относятся:

комбинированный подогрев вала перед наплавкой в электропечи до температуры на 10-20°C ниже температуры отпуска беговых дорожек (150°C) и местный подогрев наплавляемых шеек газовой горелкой до 350-450°C с одновременной защитой водяным душем рядом расположенных беговых дорожек;

защита кромок маслосканалов от возможности образования трещин при наплавке путем установки защитных пробок из малоуглеродистой стали;

снятие наплавочных внутренних напряжений путем высокого отпуска с поверхностным нагревом наплавленных шеек токами высокой частоты до 750-800°C;



Рис.4.3.1.
Восстановление
коленчатых валов
в НПФ «Плазмацентр»

правка валов перед наплавкой, после наплавки и перед окончательной шлифовкой методом чеканки по галтелям;

поверхностная закалка ТВЧ или высокотемпературная термомеханическая поверхностная обработка на глубину, не превышающую глубину наплавленного слоя.

Разработанная технология предусматривает возможность не только наплавки шеек коленчатых валов с предельным износом, но и шеек с трещинами, образующимися при задирах и поворотах вкладышей. В этом случае трещины разделяются на глубину залегания и завариваются электродами, равнопрочными с металлом вала. Для восстановления коленчатых валов применяют и другие способы, например, плазменную наплавку и напыление (рис. 4.3.1).

234

Восстановление шеек коленчатых валов методом пластинирования. Суть метода заключается в установке с последующим механическим креплением на шейках валов стальной холоднокатанной термообработанной полированной ленты, изготовленной из пружинистой стали типа 65Г (рис. 4.3.2).

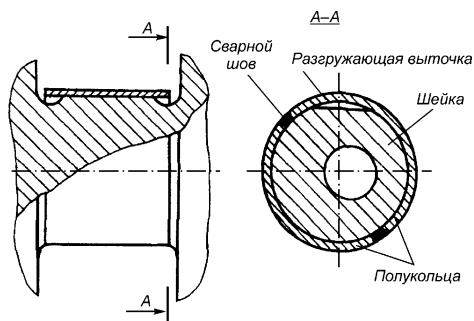


Рис. 4.3.2. Шатунная шейка коленчатого вала двигателя, восстановленная приваркой стальных закаленных полуколец после конструктивно-технологической подготовки поверхности

Шейки, подлежащие восстановлению, предварительно шлифуют до требуемого размера. После этого на них фрезеруют два зеркально расположенных сегментных паза, оставляя перемычки между ними.

Накладная лента толщиной 0,4 мм изготавливается штамповкой, при этом предусмотрены вырубка ее требуемой длины, выполнение отверстий для масляных каналов и высечка двух противоположно направленных, частично отогнутых внутрь выступов, которые препятствуют провороту ленты относительно шеек коленчатого вала (рис. 4.3.3).

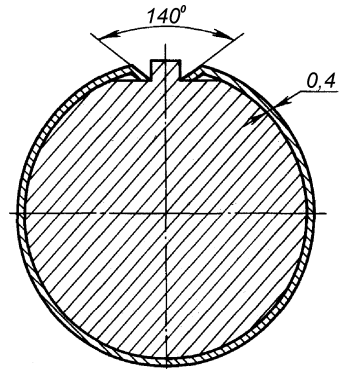


Схема закрепления ленты на шейке вала

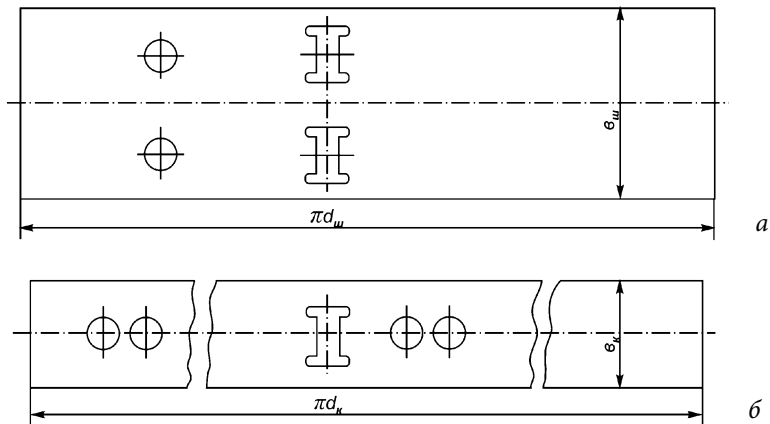


Рис. 4.3.3. Ленты для восстановления шеек коленчатого вала двигателя : а – для шатунной; б – для коренной

С использованием специальной оснастки лента сворачивается в кольцо диаметром, меньшим диаметра перешлифованной шейки вала, после чего свернутая накладная лента надевается на подготовленную поверхность шейки вала и фиксируется торцами выступов относительно боковых поверхностей перемычки на валу.

При очередном ремонте вала накладная лента подлежит замене, при этом шейки вала не перешлифовываются. Лента изготавливается на специализированных заводах, что гарантирует высокое качество восстановленной поверхности. Кроме того, при использовании данного метода на изношенную поверхность шейки наносится (механически закрепляется) минимальное количество материала, необходимое для восстановления изношенной поверхности шейки, в то время как во всех остальных способах на изношенную поверхность шейки наносится (закрепляется) в 2-5 раз больше металла, чем необходимо для восстановления. Остальной металл при этом «переводится» в стружку. Использование данного метода позволяет существенно упростить технологический процесс и оснастку для восстановления валов, полностью исключить сварочно-термические воздействия на вал, отказаться от шлифовки и полировки восстановленных валов. Метод успешно апробирован при восстановлении чугунных валов двигателей ЗМЗ-53 и ЗМЗ-24. Средний ресурс двигателей ЗМЗ-53 с валами, восстановленными свертной лентой, составляет 60-70 тыс. км, что в 3 раза выше, чем у наплавленных.

Кроме технико-экономических преимуществ, метод обладает экологической чистотой, малой энерго- и металлоемкостью, не требует больших затрат при восстановлении, позволяет проводить отдельную подготовку вала и изготовление свертных колец. Это позволяет вести процессы как на одном предприятии, так и на разных, прост в освоении, не требует высокой квалификации персонала, может использоваться на крупных авторемонтных предприятиях и в сервисных центрах.

Для балансировки коленчатых валов и маховиков в сборе с коленчатыми валами других вращающихся элементов конструкции ГОСНИТИ предлагает специальный балансировочный станок КИ-4274-ГОСНИТИ (рис. 4.3.4).



Рис. 4.3.4. Станок для балансировки коленчатых валов
КИ-4274-ГОСНИТИ

4.4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШАТУНОВ

237

Одним из наиболее нагруженных и изнашиваемых соединений в двигателе является «нижняя головка шатуна – вкладыш коленчатого вала». В отношении этого соединения необходимо отметить два фактора, влияющих на износ образующих его поверхностей:

высокие динамические нагрузки при повышенной температуре; изгиб и скручивание тела шатуна, вызывающие изменение его длины, что приводит к изменению межцентрового расстояния отверстий в головках шатуна, недопустимым перекоосу и непараллельности осей отверстий, а изменение этих параметров ведет к увеличению нагрузок в соединениях деталей как кривошипно-шатунного механизма, так и цилиндропоршневой группы и, как следствие, к повышенному их износу.



Восстановление нижней головки шатуна. Ранее в ремонтной практике для ее восстановления наибольшее распространение получило железнение, которое осуществлялось в следующей последовательности: предварительные механическая и электрохимическая обработки, нанесение покрытия необходимой толщины, механическая обработка после железнения до номинального размера. В настоящее время железнение применяется редко.

Известна технология восстановления отверстий нижних головок шатунов *контактной приваркой* или *пайкой стальной ленты*, но она не получила широкого распространения из-за отсутствия серийно выпускаемого оборудования и ожидаемой высокой стоимости. Кроме того, вышеперечисленные способы восстановления не устраняют фреттинг-изнашивания соединения «шатун – вкладыш».

Эта проблема эффективно решается при использовании для восстановления отверстий деталей полимерных композиций. Однако полимерные материалы (композиции) для восстановления отверстий нижних головок шатунов до последнего времени не применялись, что связано, по-видимому, с определенной сложностью нанесения и формирования композиции в этих отверстиях, а также с низкой прочностью и сцепляемостью существовавших ранее композиций.

Достоинства этих методов: отсутствие тепловых вложений и незначительная склонность к фреттинг-коррозии нанесенного покрытия, вследствие этого – малый износ соединения «шатун – вкладыш», низкие трудоемкость и себестоимость.

Недостатки: непродолжительность нахождения в жидкотекучем состоянии применяемых полимерных композиций, повышенная токсичность ряда компонентов, используемых в композициях.

Известны технологии с применением полимерных композиций на основе эпоксидных смол, эластомера ГЭН-150, герметика 6Ф. По этим технологиям устраняются износы до 0,2 мм, для чего требуется нанесение нескольких слоев композиций с интервалом 10-15 мин с последующей термообработкой для отверждения нанесенного покрытия.

Для восстановления отверстий нижних головок шатунов предложена полимерная композиция на основе анаэробного герметика

«Анатерм-6В», состоящая из 0,01-0,015 весовых частей бронзовой пудры, 0,15-0,2 весовых частей талька и одной весовой части герметика «Анатерм-6В».

Основные характеристики композиции: время отверждения 1,5-2 ч при 15-20°C и 0,5 ч при 60-80°C; предел прочности на сдвиг при трении 11 МПа; коэффициент трения после приработки 0,14; твердость после полимеризации 140-160 НВ.

Суть технологического процесса состоит в формировании слоя композиции в отверстиях нижних головок шатунов с помощью специальной формирующей оправки с одновременным обеспечением требуемого расстояния между осями отверстий верхней и нижней головок и других параметров при базировании оправки по отверстию в верхней головке и в специальном приспособлении без механической обработки сформированного слоя композиции.

Технологический процесс включает в себя следующие основные операции по восстановлению отверстий в нижних головках шатунов:

отворачивание гаек крепления крышек шатунов и снятие крышек;

обезжиривание поверхностей под вкладыши в шатуне и крышке шатуна;

нанизывание шатунов отверстиями верхних головок на формирующую оправку и установка оправки в опоры специального приспособления;

нанесение композиции на поверхности под вкладыши в нижних головках и в крышках шатунов;

надевание крышек на соответствующие шатуны и заворачивание гаек крепления крышек;

выдерживание шатунов (в сборе) в приспособлении в течение 3 ч до полной полимеризации композиции в отверстиях нижних головок; отворачивание гаек крепления крышек шатунов, снятие крышек с шатунов и выемка шатунов из приспособления;

снятие наплывов композиции с фасок отверстий и торцов нижних головок и крышек шатунов.

В технологических процессах восстановления шатунов предусмотрено использование специальных приспособлений, с помощью

которых обеспечивается формирование слоя композиции в отвер-
стии нижней головки шатуна.

При установке шатунов в приспособление их базирование вы-
полняется по отверстию верхней и торцам нижней головок.

Восстановление верхней головки шатуна. Верхнюю головку ша-
туна рекомендуется растачивать до ремонтного размера с последу-
ющей запрессовкой втулки, увеличенной по наружному диаметру.
Растачивание проводят на токарно-винторезном станке ТВ-320П в
приспособлении специальной оправкой с двумя резцами из твер-
дого сплава ВКЗМ для предварительной и окончательной обрабо-
ток. Настраивают резец индикаторным приспособлением. При этом
припуск на чистовой резец в оправке должен составлять 0,07-0,1 мм.
Режим резания: частота вращения шпинделя станка 600 мин⁻¹, пода-
ча 0,1 мм/об, глубина резания 0,25 мм, число проходов 1. Верхнюю
головку шатуна растачивают до диаметров, указанных далее.

Овальность и конусность отверстия верхней головки шатуна
для двигателей Д-50, Д-240, СМД-14, СМД-60, Д-37М, Д-65 после
растачивания должны достигать не более 0,015 мм, для двигателя
А-41 – 0,02 мм, овальность отверстия верхней головки шатуна дви-
гателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б – не более 0,015 мм, конусность –
не более 0,01 мм на всей длине, шероховатость поверхности отвер-
стия верхней головки шатуна Ra 1,25-0,63 мкм.

На гидравлическом прессе П-6326 с помощью приспособления в
расточенное отверстие верхней головки (предварительно ее подог-
ревают до 200°С) запрессовывают втулку.

После запрессовки втулку растачивают, используя оборудование
и оснастку, применяемые при растачивании верхней головки ша-
туна, растачивание проводится с припуском под раскатывание при
следующем режиме: частота вращения шпинделя станка 1000 мин⁻¹,
подача 0,07 мм/об, глубина резания 0,35 мм, число проходов 1. При
настройке резцов в оправке припуск на чистовой резец должен со-
ставлять 0,05-0,07 мм, шероховатость поверхности втулки после
расточки не более Ra = 1,25-0,63 мкм. Допускается одна спиральная
или продольная риска при условии, что ее глубина не превышает
0,1 мм. Продольная риска в нижней трети поверхности втулки не
допускается.

После растачивания во втулке зенкуют фаски $0,5 \times 45^\circ$ на вертикально-сверлильном станке 2А135 зенковкой в приспособлении.

Затем проводят раскатывание втулки на вертикально-сверлильном станке 2А135 раскаткой в приспособлении при следующем режиме: частота вращения шпинделя станка 1000 мин^{-1} , подача – ручная, число проходов 1, деформация 0,01 мм.

Контроль восстановленных шатунов. Контролируют диаметры отверстий, овальность и конусность нижней и верхней головок шатуна нутромером.

Непараллельность и неплоскостность осей отверстий нижней и верхней головок шатуна, а также межосевое расстояние контролируют на специальном приспособлении. После контроля шатуны разбирают, зачищают пазы под усики вкладыша в крышке и шатуне на заточном универсальном станке ЗБ642 в приспособлении. При разборке разукомплектовка шатуна с крышкой не допускается. Затем шатуны собирают и комплектуют по размерным группам.

Разница в массе шатунов в комплекте на один двигатель для двигателей СМД-14 допускается не более 12, Д-65 – 15, Д-240 – 20, А-41 – 17 г.



Рис.4.4.1. Приборы для проверки эллипсности, конусности и бочкообразности отверстий в нижней головке шатуна, измерения межцентрового расстояния двигателей

Для проверки эллипсности, конусности и бочкообразности отверстий в нижней головке шатуна, измерения межцентрового расстояния двигателей Д-240, Д-245, ЯМЗ-236, -238, 240, КамАЗ-740, СМД-60, -62, -14, А-0.1, -41, Д-50,-60,-37, ЗИЛ-133 ГОСНИТИ разработаны специальные приборы (рис.4.4.1).

Достоинства конструкции:

точность измерения до 0,01 мм;

большой диапазон измерения – от 210 до 280 мм;

контроль производится бесступенчато во всем диапазоне измерений;

простота изготовления и обслуживания прибора.

4.5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ

В процессе эксплуатации распределительный вал с конструктивно заложенной малой жесткостью подвергается действию переменных, разнесенных по длине нагрузок, причем каждая нагрузка прилагается с угловым смещением по отношению к другой. Вследствие этого вал работает не только на изгиб, но и на кручение. Значительные контактные давления, возникающие в соединении «кулачок – толкатель», являются причиной износа кулачков распределительных валов.

242



Поверхности опорных шеек следует восстанавливать при износе более 0,1-0,4 мм (после последнего ремонтного размера – при их наличии). Износ кулачков сосредотачивается в области, примы-

кающей к вершине кулачка, и не превышает 0,05 мм за пределами 20-25° относительно вершины кулачка. Допустимый износ зависит от типа двигателя и составляет 0,2-1,4 мм. Резьбовую поверхность восстанавливают при износе, выкрашивании, срыве более двух ниток резьбы. Правку валов проводят при изгибах, превышающих 0,1-0,15 мм. Шпоночные пазы восстанавливают при износах по ширине более 0,07-0,09 мм.

Для восстановления опорных шеек рекомендуется электроконтактная наварка ленты. По сравнению с традиционными способами восстановления шеек (вибродуговая наплавка, наплавка в среде углекислого газа) этот способ позволяет повысить производительность труда в 2-3 раза, уменьшить расход наращиваемого металла в 3-4 раза, устранить выгорание легирующих примесей и улучшить условия труда. Кроме того, контактная наварка ленты дает возможность (путем подбора соответствующих металлических лент) получить требуемую твердость без последующей термической обработки; свести до минимума деформацию вала, регулировать толщину слоя в пределах 0,2-1,5 мм, что позволяет сократить припуски и трудоемкость последующей механической обработки.

Контактной наваркой металлической ленты устраняют износы опорных шеек, шейки под распределительную шестерню, эксцентрика (для двигателя ЗИЛ-130).

Технология восстановления деталей этим способом включает в себя правку центровых отверстий; шлифование шеек (для выведения следов износа и придания правильной геометрической формы) до диаметра, меньше номинального на 0,3-0,5 мм, с шероховатостью поверхности не ниже седьмого класса; наварку ленты; шлифование поверхности под номинальный размер.

Заготовки для восстановления вырезают из стальной ленты толщиной 0,3-0,4 мм. Материал ленты должен соответствовать твердости восстанавливаемых поверхностей: Ст. 65Г – для опорных шеек и эксцентрика, Ст. 45 – для шейки под распределительную шестерню. Ширина заготовки должна быть равна ширине шейки и эксцентрика, длина – периметру. Не допускаются зазор в месте стыка концов ленты более 0,5 мм и нахлест концов.

Ленту приваривают за два приема: сначала ее прихватывают сва-

рочными точками, затем приваривают. Вал закрепляют в патроне установки, устанавливают режимы, подводят электроды к средней части восстанавливаемой поверхности. Включив вращение детали, подают ленту из механизма подачи под нижний электрод. В момент касания электрода и ленты включают кнопку «Сварка» и прихватывают ленту коротким швом к поверхности детали без подачи сварочных клещей. На 10 мм сварного шва должно быть шесть-семь сварочных точек. Окончательную приварку ленты проводят с включенной подачей сварочных клещей. Усилие сжатия электродов 1,5 кН, расход охлаждающей жидкости 1,6 л/мин.

Правка распределительных валов. Изгиб распределительных валов связан с действием эксплуатационных нагрузок и тепловых напряжений, возникающих при газопорошковой наплавке кулачков. Устранение деформации валов возможно двумя способами и сопряжено с определенными трудностями.

Горячий способ правки валов, заключающийся в предварительном нагреве вала с последующей правкой и жесткой фиксацией до полного его охлаждения, трудоемок и длителен.

Холодный способ значительно сокращает трудозатраты и цикл правки вала. Однако холодная правка не исключает релаксации напряжений в отрихтованном вале.

Опыт зарубежных фирм показывает, что возможности холодного способа правки далеко не исчерпаны. Так, фирма «Галдони» (Италия) разработала полуавтоматическую установку для правки валов в холодном состоянии, которая позволяет выправить распределительный вал без возможной релаксации. Суть метода заключается в дифференцированном приложении усилия правки с постепенным его увеличением. Установка имеет сложное устройство, требует высококвалифицированного обслуживания, дорогостоящая, занимает большую площадь.

Сохраняя принцип дифференцированной правки, ГОСНИТИ разработана полуавтоматическая установка для правки распределительных валов упрощенной конструкции и меньших размеров. Основные узлы установки: сварная станина, привод вращения распределительного вала, опорные раздвигающиеся призмы, датчик измерения прогиба, пневматический механизм дифференциальной

правки. Благодаря раздвижным опорным призмам полуавтомат позволяет править распределительные валы автотракторных двигателей всех типоразмеров по всем шейкам.

Работа полуавтомата заключается в следующем. Оператор устанавливает на опорные призмы вал, соединяет его конец с приводом вращения и нажимает кнопку пуска. По завершении цикла правки оператор выгружает вал. Все остальные операции полуавтомат выполняет в заранее заданном автоматическом режиме. При вращении распределительного вала на опорных призмах датчик измерения прогиба, установленный под центральной шейкой, определяет максимальный прогиб и системой команд на привод вращения и тормоз фиксирует вал таким образом, чтобы вершина максимального прогиба находилась в противоположном положении относительно щупа датчика. Над центральной шейкой распределительного вала находится механизм дифференцированной правки, который состоит из силового пневмоцилиндра и штока, последний передает дифференцированное усилие от пневмоцилиндра на центральную шейку распределительного вала. Дифференциация и частота приложения усилия осуществляются по заранее заданной программе. Правку вала проводят до тех пор, пока не поступит команда с датчика измерения прогиба, величина которого также задается заранее. По окончании первого цикла правки поступает команда на расфиксацию и вращение вала, при этом датчик измерения прогиба снова отслеживает максимальный прогиб. Если вал отрихтован за один цикл, то автомат отключается. Если правка вала за один цикл не достигла допустимого значения прогиба, то цикл автоматически повторяется до тех пор, пока вал не будет отрихтован.

Максимально допустимая стрела прогиба для правки на полуавтомате – 1,5 мм, после рихтовки вал имеет биение по центральной шейке 0,01-0,03 мм.

Разработан ряд способов *восстановления кулачков распределительных* валов: перешлифовка до выведения следов износа (в эквидистантный профиль); электродуговое напыление; газовая наплавка сормайтотом; дуговая, вибродуговая, плазменная и лазерная наплавки; индукционная наварка; газопламенное напыление; хромирование; электроконтактное напекание порошков. Сравнительный ана-

лиз результатов исследования этих способов с учетом требований обеспечения высокой износостойкости и долговечности восстановленных поверхностей при незначительных производственных затратах на организацию технологического процесса и использовании малodeфицитных материалов показал, что наиболее рациональным способом восстановления стальных кулачков является газопорошковая наплавка.

В условиях специализированного производства при больших объемах восстановления может быть рекомендована плазменная наплавка, а для восстановления кулачков чугуновых распределительных валов, особенно чувствительных к операции последующей правки, предпочтительной является лазерная наплавка.

Восстановление кулачков газопорошковой наплавкой. Суть процесса газопорошковой наплавки заключается в нанесении на разогретую газокислородным пламенем восстанавливаемую поверхность порошкового материала, нагретого этим же пламенем до квазижидкого (жидкотекучего) состояния. В результате оплавления прочность сцепления покрытия с основным металлом достигает 400-600 МПа. При газопорошковой наплавке отсутствует перемешивание основного металла с присадочным, зона нанесения покрытий защищена восстановительным факелом пламени от окисляющей атмосферы.

В качестве горючего газа наиболее широкое применение до настоящего времени имел ацетилен, обеспечивающий самую высокую температуру пламени. Недостатком его применения является дефицитность, а при работе на генераторном ацетилене – непостоянство давления, приводящее к нестабильности температурного режима наплавки и образованию дефектов наплавленного слоя (поры, отслоения, несплошности). Для перехода на более дешевый и менее дефицитный заменитель ацетилена – пропан – необходима модернизация горелок. Для работы горелки ГН-2 на пропане комплектуются сменными мундштуками и переходниками под резиновые рукава.

Процесс газопорошковой наплавки включает в себя следующие операции: подготовка порошка и поверхности, подготовка наплавочной горелки и настройка режима наплавки, наплавка порошка.

Для наплавки применяют самофлюсующиеся порошковые твердые сплавы на никелевой основе. Порошковые материалы гидроскопичны, хранить их следует в герметичной таре, а перед наплавкой просушить при 150-200°С в течение 30 мин в противнях из нержавеющей стали. При сушке необходимо периодически помешивать их, толщина слоя должна быть не более 50 мм.

При наплавке большое значение имеет гранулометрический состав порошков, от которого зависят, в частности, производительность и коэффициент использования. Поэтому в случае необходимости порошок для получения фракции 40-100 мкм следует просеять на механическом вибросите с набором сеток 0,04, 0,10, 0,125 мм или на установке для просеивания порошков.

Восстанавливаемые поверхности кулачков следует очистить от оксидных пленок, нагара, следов коррозии. Для этого используются металлические щетки, обдирочные круги, струйная обработка корундом. Для всех вариантов очистки непременным условием является получение чистой, доведенной до металлического блеска, поверхности.

Участки, прилегающие к наплавляемым кулачкам, предохраняют от воздействия наплавляемых частиц защитными экранами, кожухами из жести или нанесением специальных паст. Рекомендуемый состав пасты (массовый состав): графит – 10%, мел – 20, мыло – 70%. По окончании наплавки паста легко удаляется металлической щеткой.

Во избежание попадания порошка в отверстия масляных каналов их закрывают асбоцементными или графитовыми пробками.

Наплавка порошка. Поверхность кулачка предварительно следует подогреть «нормальным» пламенем до 300-400°С с целью уменьшения деформации и возможности появления трещин от локального нагрева. Затем мощность пламени необходимо снизить путем уменьшения подачи кислорода (ядро пламени вытягивается и приобретает желтоватую окраску). Нажатием на рычаг надо открыть клапан подачи порошка и с расстояния 20-40 мм небольшими дозами нанести тонкий (0,2-0,3 мм) слой порошка, защищающий поверхность от окисления. Разогреть слой нанесенного порошка до состояния «запотевания», без расплавления основного металла.

«Запотевание» определяет момент подачи очередной порции порошка, так как недостаточная температура подогрева может привести к образованию трещин, а чрезмерный перегрев напыленного слоя – к его отеканию, снижению твердости, появлению пор и усадочных раковин.

Пламя газовой горелки при оплавлении располагают под углом 30-60°С к плоскости нагреваемой поверхности и направляют в сторону холодного участка, дистанция оплавления 10-15 мм.

Состояние «запотевания» характеризуется образованием гладкой и блестящей поверхности.

Последовательно чередуя процессы наполнения и оплавления, обеспечивается требуемая толщина слоя. Наплавку проводят «науглероживающим» пламенем для снижения возможного окисления и уменьшения глубины проплавления основного слоя. Ее необходимо вести таким образом, чтобы «тепловая ось» проходила через центр масс детали. У кулачков рекомендуется попеременно наплавлять диаметрально расположенные поверхности от вершины к затылочной части, начиная с крайних кулачков до середины. Число проходов определяется износом кулачка и припуском на механическую обработку.

Расход кислорода в режиме газопорошковой наплавки 0,4-0,45, пропана 0,2-0,23 м³/ч, давление 0,5-0,65 и 0,02-0,04 МПа соответственно.

Применяемые для наплавки самофлюсующиеся порошковые материалы имеют сравнительно низкую пластичность и отличный от Ст. 45 коэффициент температурного расширения. Поэтому после оплавления в процессе охлаждения на воздухе в наплавленных слоях могут появиться трещины. Для предупреждения этого охлаждение рекомендуется проводить в емкостях с теплоизоляционными материалами – сухим песком, измельченным асбестом и т.д.

Контроль качества наплавленных покрытий на отсутствие вспучиваний, трещин, сколов и отслоений – визуальный. Для выборочной проверки применяют лупу 70-кратного увеличения ЛП-4.

Техническая характеристика горелки ГН-2П

Давление, МПа (кг/см ²):	
кислорода	0,5 (5)
пропана	0,01 (0,1)
Расход:	
порошка, кг/ч	2
кислорода, л/ч	600
пропана при мундштуке № 4, л/ч	200
Толщина наплавленного слоя, мм	0,3-2
Грануляция применяемого порошкового материала, мм	40-100

Механическая обработка поверхностей. Обработка поверхности кулачков, восстановленных газопорошковой наплавкой износостойкими сплавами на никелевой основе (ПН70Х17С4Р4, ПГ-10Н-01, ПГ-12Н-03), сопряжена с трудностями. Это связано с особенностями структуры наплавленного слоя. Наличие твердых включений карбидов и боридов в относительно пластичной и мягкой матрице из высоколегированного раствора и эвтектики, обладающих высокой абразивной способностью, приводит к быстрому износу и засаливанию абразивных кругов.

Обычно применяемые для шлифования закаленных сталей круги из электрокорундов марок 24А, 34А и 91А имеют период стойкости, не превышающий 3-5 мин. При шлифовании кругами карбида кремния зеленого 64С40ПС16Б период стойкости увеличивается до 30-35 мин.

Наиболее высокая стойкость (около 90 мин) может быть получена при шлифовании кругами из эльбора (кубический нитрид бора). Круги работают стабильно в течение всего периода шлифования кулачков; шероховатость обработанной поверхности соответствует требованию ремонтных чертежей и составляет $Ra = 0,5-0,63$ мкм.

Алмазные круги по стойкости и шероховатости обработанных поверхностей, наплавленных порошками из самофлюсующихся сплавов, уступают кругам из альбора, что объясняется высоким содержанием в сплавах никеля. При взаимодействии алмаза с никелем возможно эвтектическое плавление алмаза при температуре поряд-

ка 0,4-0,5 температуры плавления никеля, т.е. при температуре 570-720°C, которая развивается в зоне шлифования. Эвтектическое плавление ускоряет износ и затупление зерен, что снижает стойкость алмазного инструмента. Период стойкости кругов АСР 250/200 А2Б1 100% составляет 8-10 мин.

Рекомендуемый режим шлифования наплавленных поверхностей кулачков: круг ЛО Л20 СМ2 К2 100%, шлифование – в два прохода (стойкость круга приведена для шлифования с охлаждением масляной СОЖ УКРИНОЛ-14).

Период стойкости инструмента на операции чернового шлифования определяется появлением следов вибрации на обработанной поверхности. Шероховатость в конце периода стойкости на операции чистового шлифования $Ra = 1,25$ мкм. Обязательным условием чистового шлифования кулачков является получение шероховатости поверхности $Ra = 0,50-0,63$ мкм. При необходимости шероховатость поверхности снижается выглаживанием и полированием.

Обработку наплавленных поверхностей допускается проводить (в случае необходимости) кругами из зеленого карбида кремния.

Одно из развиваемых в настоящее время прогрессивных направлений повышения эффективности использования абразивных и алмазных инструментов – совмещение абразивных процессов с физико-химическими методами (электрохимическое шлифование).

Суть обработки заключается в совместном воздействии на обрабатываемую поверхность электроискрового, химического и механического процессов. Первые два из них протекают под воздействием постоянного электрического тока, проходящего через зону обработки, и электролита, подаваемого в зону обработки. Обработывающим инструментом является абразивный или алмазный шлифовальный круг. Использование последних предпочтительнее из-за большей производительности металлосъема.

Электрохимическое шлифование в отличие от абразивного и алмазного вызывает незначительные изменения микротвердости поверхностного слоя, связанные с образованием анодной пленки продуктов растворения. Структурных изменений в наплавленных слоях после электрохимического шлифования на оптимальных режимах не наблюдается.

Электрохимическое шлифование выполняется на специальных станках, выпускаемых промышленностью (ЗЭ110, ЗЭ371, ЛЭ201 и др.), или на обычных шлифовальных станках после их модернизации, если длина распределительных валов превышает наибольшую допустимую длину устанавливаемого в эти станки изделия. Модернизация шлифовальных станков особых трудностей не представляет. Основные элементы модернизации станков:

электрическая изоляция шпинделя круга или изделия от станины;

обеспечение скорости круга и подачи, соответствующих режимам электрохимического шлифования;

обеспечение подвода постоянного тока к шпинделю и детали;

установка системы подачи электролита, включающей в себя насосы, бак (емкость его устанавливается исходя из соотношения $20-30 \text{ дм}^3$ на 1 кВт общей мощности станка при шлифовании), а также устройства для очистки электролита;

установка ограждения и защитных кожухов, предохраняющих станок и оператора от брызг электролита;

установка системы отсоса паров электролита и специального моющего агрегата.

В качестве электролита рекомендуется применять электролит марки ЭНИМС-1 следующего состава (кг/дм^3): нитрат натрия $(50-60) \cdot 10^{-3}$, нитрит натрия $(4-5) \cdot 10^3$, карбонат натрия $(4-5) \cdot 10^3$, глицерин $(4-5) \cdot 10^3$.

Оптимальное количество подаваемого электролита в зону обработки $0,16-0,2 \text{ дм}^3/\text{с}$ ($10-12 \text{ л/мин}$).

Для исправления геометрической формы профиля круга и устранения больших биений целесообразно использовать в качестве правящего инструмента алмазно-металлический карандаш типа Н5А100П18, а для устранения засаливания круга — комбинированный электроинструмент на следующих режимах: скорость резания 32 м/с , продольная подача $0,013 \text{ м/с}$ ($0,8 \text{ м/мин}$), напряжение 16 В .

Электрохимическую правку кругов можно также выполнять, меняя полярность подключения электродов на обратную и шлифуя на «мягких» механических режимах наплавленную поверхность, которая в этом случае выполняет роль катода инструмента.

Восстановление кулачков плазменной наплавкой. Наплавку кулачков низкотемпературной плазмой проводят на специальном станке с копиром, причем движение по копиру, обеспечивающее выбранное расстояние до обрабатываемой поверхности на любом участке профиля кулачка, осуществляет плазмотрон, а деталь вращается синхронно с копиром. Существует схема наплавки без копира: деталь вращается, а манипуляцию плазмотроном выполняют вручную. Подготовка поверхности под плазменную наплавку аналогична применяемой для газопорошковой наплавки. В качестве наплавочных материалов применяются порошки типов ПГХН80СР3 и ПГХН80СР4, размер фракций порошков 100-400 мкм.

Восстановление кулачков лазерной наплавкой. Технология восстановления кулачков включает в себя следующие этапы: очистка детали, подготовка поверхности кулачков под наплавку, наплавка, механическая обработка. Очистка вала проводится в любом моющем растворе для удаления с рабочей поверхности кулачков масляных пленок. Подготовка детали заключается в нанесении на поверхность кулачков наплавляемого материала и включает в себя операции нанесения клеящего состава и насыпки гранулированного порошка. В качестве порошков применяют порошки самофлюсующихся сплавов типа ПГ-СР. Грануляция частиц порошка 200-300 мкм. Клеящей основой является водный раствор оксиэтилцеллюлозы, который наносят на кулачок кистью, валиком или окунанием в специальном приспособлении при частоте вращения вала 5-10 мин⁻¹. Раствор оксиэтилцеллюлозы не только формирует слой порошка, но и усиливает поглощение лазерного излучения, которое повышает КПД наплавки.

Оптимальный слой порошка 0,8-1 мм, после оплавления получают покрытие толщиной 0,6-0,8 мм.

Наплавка порошков на вершину кулачков ведется в специальном приспособлении, представляющем собой оправку для распределительного вала с кулисным механизмом вращения. Наплавка кулачков выполняется в последовательности, обеспечивающей минимальную доводку. Наплавляемый кулачок устанавливается вершиной навстречу лазерному лучу, движущемуся вдоль оси вала со скоростью 2-4 мм/мин. Приспособление для наплавки размещается на

стойке установки, которая используется вместе с лазером ЛГН-702.

Мощность излучения 800 Вт, диаметр луча в зоне воздействия 2,5-3 мм. При износе кулачка в пределах 1 мм наплавка осуществляется за один проход луча в течение 5-7 мин. При больших износах (до 6 мм) ее повторяют несколько раз с нанесением дополнительных слоев порошка. Прочность сцепления получаемых покрытий в зависимости от состава порошка равна 250-350 МПа.

Покрытия получаются без пор, толщина дефектного слоя не превышает 0,12-0,15 мм. Зона взаимодиффузии составляет 50-100 мкм, глубина зоны термического влияния 0,2-0,4 мм. По результатам эксплуатационных испытаний, износостойкость распределительных валов, восстановленных лазерной наплавкой вышеуказанными порошками, не ниже серийных.

При наплавке одного-трех кулачков биение находится в допустимых пределах, а при наплавке большего количества кулачков может достигать 0,3 мм и более.

4.6. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КЛАПАНОВ

253

Ресурс клапанов автотракторных двигателей лимитируется, главным образом, износом его фаски, в результате чего в соединении седло-фаска клапана увеличивается глубина погружения его тарелки относительно поверхности головки блока цилиндров, что ведет к ухудшению экономических показателей двигателя: снижению мощности, повышению расхода топлива, масла и др. Фаску, как правило, восстанавливают шлифованием. При износе до размера менее номинального клапан приходится заменять новым или восстанавливать.

В повышении прочности фасок вновь изготавливаемых клапанов хорошо зарекомендовал себя способ наплавки сжатой дугой прямого действия на установке У-151, разработанной ИЭС им. Е.О. Патона. На заготовку клапана укладывают литое кольцо, которое затем сплавляют сжатой дугой. Попытка перенести опыт этого способа для наплавки изношенных клапанов не дала положительных результатов. Это объясняется тем, что высота цилиндрического пояса тарелки клапана в результате износа уменьшается до 0,4-0,1 мм, и наплавка тонкой кромки фаски вследствие неравномер-

ного прогрева головки клапана и наложенного присадочного кольца, затруднена: происходит подгорание.

Эффективным способом восстановления клапанов является способ плазменной наплавки с подачей жаропрочных порошковых твердых сплавов на изношенную фаску. Клапан устанавливают на медную водоохлаждаемую форму, соответствующую размеру его тарелки, которая через подпятник и пару конических шестерен приводится во вращение от шпинделя токарного станка.

Для наплавки клапанов карбюраторных двигателей рекомендуются использовать порошки ПГ-СР2, ПГ-СР3 с добавлением 4% А1, который повышает жаростойкость сплавов и предупреждает возникновение отдельных пор.

Для наплавки фасок клапанов дизельных двигателей, имеющих большую массу, кроме рекомендованных, можно применять также порошковые твердые сплавы на железной основе ПГ-С1, ПГ-УС25 с добавлением к последним 6% А1.

При выборе материала для наплавки клапанов следует руководствоваться тем, что хромоникелевые сплавы имеют более высокую жаро- и износостойкость, но они в 8-10 раз дороже твердых сплавов на железной основе и хуже обрабатываются.

Технологический процесс восстановления тарелки клапана включает в себя следующие основные операции: очистка, дефектация, очистка торца и фаски от нагара, плазменная наплавка, механическая обработка, контроль. Механическую обработку клапанов выполняют в следующей последовательности: зачищают торец тарелки клапана, обтачивают тарелку клапана по наружному диаметру под номинальный размер, предварительно обрабатывают тарелку фаски, обрабатывают фаску шлифованием под номинальный размер. Первые три операции выполняют на токарном станке резцами с твердосплавными пластинами. Применение плазменного способа наплавки позволило повысить износостойкость рабочей поверхности тарелки автомобильных клапанов в 1,7-2 раза по сравнению с износостойкостью новых.

В ГОСНИТИ проблему восстановления фасок клапанов рекомендуют решать с использованием индукционной наплавки порошковыми материалами. В качестве наплавочных материалов были

выбраны порошковые материалы ПГ 12Н-01 и ПГ-ЮН-01, по своим физико-механическим свойствам близкие к свойствам сплавов ЭП-616 и ВЗК, которые используются на заводе-изготовителе при изготовлении клапанов.

При наплавке фаски клапана порошковыми материалами с нагревом токами высокой частоты был использован двухвитковый индуктор, у которого центр сечения верхнего витка совмещен с центром радиуса галтели клапана, а центр сечения нижнего витка расположен ниже торца тарелки в точке пересечения плоскости параллельного торцу клапана на расстоянии 1,5-2 радиуса сечения токопровода с плоскостью, проходящей через центр сечения верхнего витка параллельно образующей наплавляемой поверхности фаски и продольной плоскости сечения клапана. С учетом этого для каждого типа клапанов были определены размеры индукторов для качественной наплавки фасок клапанов.

Предусмотрены кассетная загрузка и автоматическая выгрузка клапана, минимальные затраты времени на вспомогательные работы – менее 10% от общего времени цикла. Разработаны технологии и оборудование для обработки деталей газораспределительного механизма ДВС.

Высококачественная обработка фасок клапанов автотракторных двигателей проводится на современном станочном оборудовании фирм «ROSSI & KRAMER» (Италия), «KWIK-WAY» (США), «SERDI» (Франция, Италия) и др.



Точное базирование клапанов на станке KWIK-WAY SVS SERIES II DELUXE обеспечивается «шаровой» муфтой запатентованной конструкции.

Конструктивными особенностями этого станка являются:

- «шестишаровая» прецизионная муфта с пневмоприводом для точного автоматического базирования клапана;
- применение шпиндельного узла для абразивных кругов;
- плавное изменение режимов обработки;
- учет количества обработанных клапанов.

Станок в стандартной комплектации обеспечивает высокоточную шлифовку фаски клапана, обработку торца клапана, шлифовку бойков коромысел и рокеров.

Техническая характеристика KWIK-WAY SVS SERIES II DELUXE

Диаметр стебля клапана, мм:	
минимальный	4
максимальный	14,3
Диапазон диаметров тарелок клапанов, мм	19-101,6
Изменение угла шлифовки, град	15-50
Диаметр шлифовального круга, мм	178
Частота вращения, мин ⁻¹ :	
шлифовального круга	3450
привода клапана	100-300
Потребляемая мощность, кВт	0,6
Давление сжатого воздуха в магистрали, кг/см ²	6
Габаритные размеры, см	80x78x67
Масса, кг	70

Для восстановления отверстия направляющей втулки клапана разработан комплект универсального инструмента. Он позволяет быстро и качественно восстановить форму и ее геометрические размеры (рис. 4.6.1).

Инструмент позволяет восстанавливать отверстия втулок Ø 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 мм. Комплект состоит из проходных стержней, специальных кондукторов, твердосплавных ножей-роликов. Максимальный износ восстанавливаемой втулки без ее выпрессовки до 0,5 мм.

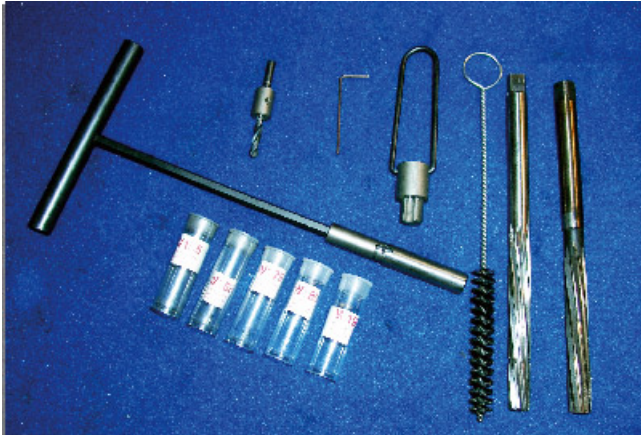


Рис. 4.6.1. Комплект универсального инструмента для восстановления отверстия направляющей втулки клапана

4.7. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

257

Детали ходовой части тракторов работают в особо тяжелых условиях при больших динамических нагрузках, в абразивной среде и без смазки. Наибольшему износу подвергаются опорные и поддерживающие ролики, ведущие и направляющие колеса, пальцы и звенья гусениц.

Восстановление ведущих звездочек

Ремонт ведущих колес (звездочек) тракторов основан на принципе обратимости, т.е. при одностороннем износе зубья ведущего колеса переставляют с одной стороны трактора на другую. Для двойных звездочек внутренний венец нужно переставить наружу и наоборот. При полном износе зубьев (с двух сторон) их ремонтируют электродуговой наплавкой с применением стальных качественных электродов ОЗН-300, 350, УОНИ 13/55 и др. Ручную электродуговую наплавку звездочек ведут по шаблону до полного восстановления первоначальной формы зубьев. При массовом ремонте ве-

дущих колес трелевочных тракторов типовой технологией ремонта лесозаготовительных машин и механизмов предусмотрена наплавка с двух сторон слоем 5-6 мм электродом Т-590 Ø 6 мм по шаблону. После наплавки необходимы отжиг с нагревом в печи до 860-900°C и медленное охлаждение деталей, находящихся в печи. При возникновении наплывов торцы подрезают на токарном станке. Профилировку зубьев венца делают на фрезерном станке набором из двух фрез. Для получения износостойкости зубьев проводят термическую обработку – закалку последовательным нагревом рабочей поверхности каждого зуба горелкой ГС-53 со специальным наконечником до 840-870°C с последующим охлаждением водой. Для снятия внутренних напряжений деталь необходимо выдержать в масляной ванне с нагревом до 200-220°C и охладить на воздухе. Более производительный процесс закалки зубьев рекомендуется производить нагревом ТВЧ на глубину 3-5 мм.

Восстановление опорных и поддерживающих катков

Типовой технологией предусмотрено восстановление беговой дорожки катков по диаметру автоматической наплавкой под флюсом с последующей механической обработкой и закалкой. На ремонтных заводах применяют и другие способы, в частности вибродуговую наплавку, наплавку в среде защитных газов (СО₂, водяной пар), наплавку порошковой лентой, напрессовку бандажей с последующей приваркой. Все перечисленные способы восстановления катков имеют недостатки: либо мала производительность и высока себестоимость восстановления, либо неудовлетворительно качество ремонта. Наиболее перспективным способом ремонта катков следует признать электрошлаковую и плазменную наплавки.

Восстановление гусениц

Звенья гусениц являются самой массовой деталью современных тракторов. Износу в основном подвергаются три элемента звена – проушина, беговая дорожка и цевка (износ от ведущей звездочки). Предельный износ отверстий проушин наступает в большинстве случаев раньше, чем полный износ других элементов звена. Как показывают статистические данные, для повторного использования

годны 27% звеньев, требуют ремонта 67% звеньев, в том числе отверстия проушин 56%, цевки и отверстия проушин 11%; бракованных звеньев 6%.

Звенья гусениц большинства трелевочных тракторов для придания прочности и износостойкости отливают из аустенитной стали Г13 Л (Ст. Гатфильда), которая содержит примерно 1,3% углерода и 13% марганца. В настоящее время известно несколько способов ремонта изношенных звеньев гусениц.

При замене изношенной части звена изношенные проушины в горячем состоянии обрубают, а взамен их из рессорной стали изготавливают и приклепывают к звену четырьмя заклепками новые проушины. После приклепывания всех проушин их отверстия развертывают под палец. Этот способ отличается сложностью, низкой производительностью и высокой стоимостью. Кроме того, звенья, изготовленные из Ст. Г13Л, плохо поддаются механической обработке. На некоторых ремонтных заводах применяют осадку проушин в горячем состоянии на оправке (температура нагрева 850-900°C). После осадки с наружной стороны к проушинам пригоняют и приваривают накладки из листового железа. Недостатки этого способа: проушины с тонкой стенкой быстро протираются, а накладки отрываются по швам или быстро изнашиваются. Стоимость ремонта более чем в 2 раза превышала стоимость нового звена.

Способ ремонта звеньев по типовой технологии заключается в том, что изношенные проушины в горячем состоянии разрубают, края их обжимают по пальцу, после чего заваривают электродом (Ø 5 мм) до толщины стенки проушины 9 мм. Недостатки этого способа – высокие трудоемкость и стоимость ремонта. Требуется применение специальных электродов, пригодных для сварки Ст. Г13Л.

В ГОСНИТИ проведены исследовательские и экспериментальные работы по осадке проушин звеньев. Звенья нагревались в печи до 960-1000°C, температура при окончании осадки составляла 800-850°C. Нагрев звеньев выше 1020°C вызывал при осадке значительные трещины в проушинах.

Результаты исследования показали, что звенья после осадки без закалки в воде по твердости и микроструктуре удовлетворяют техническим условиям. Для централизованного ремонта звеньев гусе-

ниц выпущена оснастка для одновременной обсадки всех пяти проушин звена на 100-тонном горизонтальном прессе. Расчетная норма штучного времени на осадку всех пяти проушин одного звена составляет 5 мин. Кроме этих способов, рекомендовалось, в частности, ремонтировать проушины с помощью токов высокой частоты – расплавлением проушины и присадочного материала. Наплавка отверстий проушин обычными способами электродуговой наплавкой вручную, автоматической наплавкой под флюсом либо в среде защитных газов не удастся из-за небольшого их диаметра и сравнительно большой длины. В Институте электросварки им. Е. О. Патона разработан способ наплавки лежачим электродом и создана установка для наплавки У-203.

Суть способа заключается в том, что в отверстия на изношенную часть проушины горизонтально расположенного звена укладывается специальный электрод в обмазке. При зажигании дуги на одном конце электрода она по мере расплавления электрода движется вдоль него. После наплавки одной проушины электрод автоматически быстро перемещается к другой и цикл повторяется. В установке У-203 охлаждение осуществляется водой, поступающей на наружные стенки проушины из отверстия специального коллектора. Структура наплавленного металла состоит из троостита-мартенсита твердостью 42-47 НРСэ.

В ГОСНИТИ разработан способ ремонта проушин звеньев гусениц заливкой жидким металлом.

В стенке проушины звена со стороны наибольшего износа воздушно-дуговым способом прожигают технологические отверстия, через которые заливают жидкий металл в полость проушины. В дальнейшем застывший в них металл образует своеобразные заклепки, которые надежно удерживают залитые вкладыши в проушинах. Для формирования отверстий проушины перед заливкой в них вставляют стальной палец (стержень), а с торцов закрывают специальными стальными скобами. Жидкий металл, забегая во все изношенные места проушины звена, копирует их и, застывая, образует прочно удерживаемый слой. Сплавление залитого и основного металла проушины не происходит. Заливка происходит в холодное звено, что способствует образованию закалочных структур в зали-

том слое, следовательно, повышаются твердость и износостойкость поверхностей трения.

Для организации работ по централизованному ремонту проушины звеньев гусениц разработана поточно-механизованная линия для ремонта звеньев и сборки гусениц.

Поточно-механизованная линия состоит из ванны для замачивания поступивших в ремонт гусениц, загрузочного устройства мочной машины, стенда для разборки и дефектовочного поворотного стола, установки для прожигания технологических отверстий, установки ТВЧ для расплавления и заливки жидким металлом проушин гусениц, стенда для сборки гусениц. После ремонта звенья работают такой же срок, что и новые, а стоимость их ремонта обходится в половину стоимости нового звена.

Раздел 5. ОБОРУДОВАНИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ

5.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

■ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ, УПРОЧНЕНИЯ И НАПЫЛЕНИЯ НА БАЗЕ ВРАЩАТЕЛЯ 35500-ГНУ ГОСНИТИ

Универсальная, предназначена для восстановления деталей типа «вал» наплавкой, газодинамическим напылением, электродуговой металлизацией и упрочнения дисков борон.

Обслуживает один человек.

262



Техническая характеристика

Габаритные размеры восстанавливаемой детали, мм:
диаметр
длина

20-420
50-1100

Масса восстанавливаемой детали, кг	60
Частота вращения детали, мин ⁻¹	0,2-50
Скорость горизонтального перемещения, мм/мин	50-200
Напряжение питания (переменное), В	220
Потребляемая мощность, кВт	0,3
Габаритные размеры вращателя установки, мм	1950x1100x1460
Масса вращателя установки, кг	120

Режимы работы ручной и автоматический. Программировать их можно с пульта вращателя или от ПЭВМ.

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВРАЩАТЕЛЬ 1.06-175А

Предназначен для закрепления и вращения деталей типов «вал» и «диск» при наплавке и напылении, а также закрепления плоских деталей при наплавке.

Поставляется вместе с источником питания и комплектом узлов, позволяющих выполнять сварочно-наплавочные операции. Вращатель снабжен бесступенчатым электрическим приводом с четырьмя диапазонами регулирования.

Техническая характеристика

Напряжение питающей сети, В	220
Установленная мощность, кВт	0,3
Наибольший крутящий момент, Н·м (кгм): относительно опорной поверхности шпинделя	не более 300 (30)
на оси шпинделя	не менее 65 (6,5)
Диаметр устанавливаемых деталей, мм: длинной более 1000	90
длинной до 500	300
типа «диск»	800
Высота от уровня пола до оси вращения шпинделя, мм	1000

Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0,025-1,660 (0,15-100)
Диапазон изменения шаговой подачи горелки, мм /об	0-8
Изменение угла наклона шпинделя к горизонту, °	от -15 до +105
Габаритные размеры, мм	1100x760x14000
Масса (вращателя с комплектом), кг	450

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА (КАНТОВАТЕЛЬ) ДЛЯ НАПЛАВКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ 01.07-021-РЕМДЕТАЛЬ

Предназначена для наплавки плоских поверхностей деталей различной конфигурации массой до 350 кг.

Состоит из кантователя, предназначенного для крепления и ориентации наплавляемых деталей относительно наплавочной головки, и механизма наплавки, наплавочная головка которого может совершать перемещения в трех взаимно перпендикулярных плоскостях как в автоматическом, так и полуавтоматическом режиме.

Для работы в автоматическом режиме механизм наплавки оснащен электромагнитным столом с гибким шаблоном, предназначенным для копирования и фиксации контура наплавляемой поверхности.

Управление установкой осуществляется с помощью навесного пульта. Одновременно подаются три проволоки.

Техническая характеристика

Производительность по наплавляемому металлу, кг/ч	30
Ход наплавочной головки, мм:	
продольный	900
поперечный	700
вертикальный	250
Скорость подачи электродной проволоки, м/с	0,022-0,25

Диаметр электродной проволоки, мм	1,6-3
Потребляемая мощность, кВт	145
Габаритные размеры, мм	2500x3500x2000
Масса, кг	1200

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

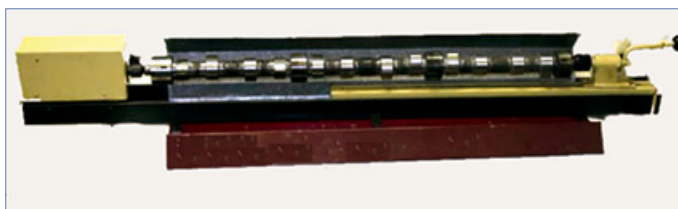
■ МИНИ-ВРАЩАТЕЛЬ ДЛЯ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ

Переносной, предназначен для механизации нанесения покрытий на цилиндрические детали газотермическим методом: напылением и наплавкой порошковых материалов.

Состоит из основания, на котором крепятся неподвижный мотор-редуктор и подвижный вращающийся центр. Включение и выключение вращения осуществляются ножной педалью.

Разработан для восстановления изношенных распределительных валов. Посадочные места под подшипники напыляют горелкой ГН-4 – подслоем, затем – основным слоем. Кулачки наплавляются горелкой ГН-2.

265



Техническая характеристика

Частота вращения, мин ⁻¹	7
Мощность, Вт	15
Напряжение питающей сети, В	220
Масса, кг	17

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ ВРАЩАТЕЛЬ 01.06-152 ДЛЯ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ШЛИЦЕВЫХ И ГЛАДКИХ ВАЛОВ

Предназначен для дуговой наплавки наружных шлицевых, резьбовых и гладких цилиндрических поверхностей электродной проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа или под слоем флюса.

Обеспечивает кольцевую наплавку цилиндрических поверхностей, кольцевую широкослойную наплавку с колебаниями электрода на ширину наплавляемой цилиндрической поверхности (не более 60 мм), винтовую наплавку цилиндрических гладких и резьбовых поверхностей, линейно-челночную наплавку шлицевых поверхностей на заданной длине участка с автоматическим дискретным вращением детали на полный оборот вокруг оси, сварку простых кольцевых швов, ручную дуговую сварку.

Техническая характеристика

Длина наплавляемых деталей, мм:	
Ø 16-65	3000
65-220	1600
220-250	1000
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0,01-0,43
Скорость продольного движения каретки, м/ч (мм/с)	0,21-130 (0,06-36)
Потребляемая мощность, кВт	20
Габаритные размеры, мм:	
установки	2700x960x1700
выпрямителя	650x605x1100
Масса, кг	700

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УНИВЕРСАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СВАРКИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ВАЛ» МЕТОДАМИ НАПЛАВКИ И ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Стационарная, предназначена для установки и вращения с заданной скоростью свариваемой или наплавляемой детали, установки

и горизонтального перемещения с заданной скоростью сварочной или головки для напыления.

Режимы работы ручной и автоматический. Программирование их – с пульта вращателя или ПЭВМ. Обслуживает один человек.



Техническая характеристика

Масса детали максимальная, кг	60
Размеры детали, мм:	
диаметр	20-420
длина	50-450
Частота вращения детали, мин ⁻¹	0,2-8
Скорость горизонтального перемещения горелки, мм/мин	50-150
Номинальная мощность, кВт	0,3
Напряжение питания, В	220±10

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ ВРАЩАТЕЛЬ 05.12.227 ДЛЯ НАПЛАВКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ

Предназначен для газопорошковой наплавки цилиндрических деталей, в том числе распределительных валов. Целесообразно

использовать в комплекте с постом газопорошковой наплавки 01-05.148 «Ремдеталь».

Состоит из плиты, на которой закреплены электродвигатель и редуктор с механизмом вращения и качения вала. На хвостовике редуктора предусмотрена ступица с центром, охлаждаемая водой. На ступицу устанавливают втулку с фрикционной накладкой, она служит водилом наплавляемой детали. Для переключения вращателя на режим качания предусмотрена полумуфта. Угол качания регулируют путем смещения водила по фланцу.

Значительно облегчает труд при наплавке, отличается простотой эксплуатации и небольшой металлоемкостью.

Техническая характеристика

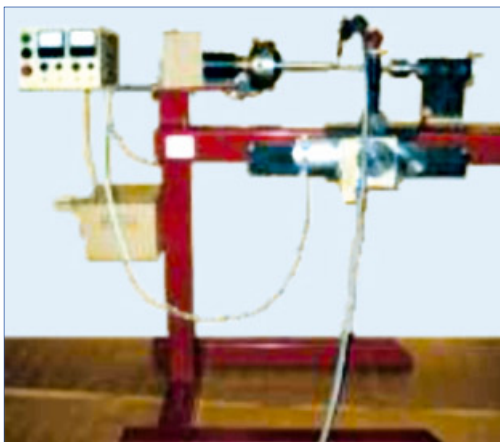
Установленная мощность, кВт	0,18
Напряжение питания, В	380
Габаритные размеры, мм	1400x430x385
Масса, кг	70

Разработчик – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УНИВЕРСАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМИ МЕТОДАМИ

Предназначена для электродуговой наплавки, напыления и сварки цилиндрических поверхностей.

Состоит из вращателя, полуавтомата и источника сварочного тока. В зависимости от метода восстановления (наплавка, напыление или сварка) комплектуется соответственно полуавтоматами и источниками сварочного тока, выпускаемыми промышленностью.



Может работать как в ручном, так и в полуавтоматическом режиме. По требованию заказчика поставляется и внедряется технология наплавки и сварки с обучением операторов.

Техническая характеристика

Размеры восстанавливаемой детали, мм:	
диаметр	20-350
длина	50-400
Масса восстанавливаемой детали, кг	60
Частота вращения детали, мин ⁻¹	0,5-312
Скорость горизонтального перемещения горелки, мм/мин:	
первая ступень	1,5-38
вторая ступень	26-600
Ход горизонтального перемещения горелки, мм	
	400
Напряжение питания (переменное), В	
	220
Потребляемая мощность (без источника сварочного тока), кВт	
	0,6
Габаритные размеры вращателя, мм	
	1250x800x1460
Масса вращателя, кг	
	100

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ ОСНАТКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ С БОЛЬШИМ ИЗНОСОМ С ДГП

Предназначена для электродуговой наплавки деталей с большим износом (более 5 мм на сторону) с использованием дополнительной горячей присадки (ДГП). Может быть установлена на базе сварочной головки установки для наплавки цилиндрических поверхностей. Оснастка комплектуется специализированным источником сварочного тока.

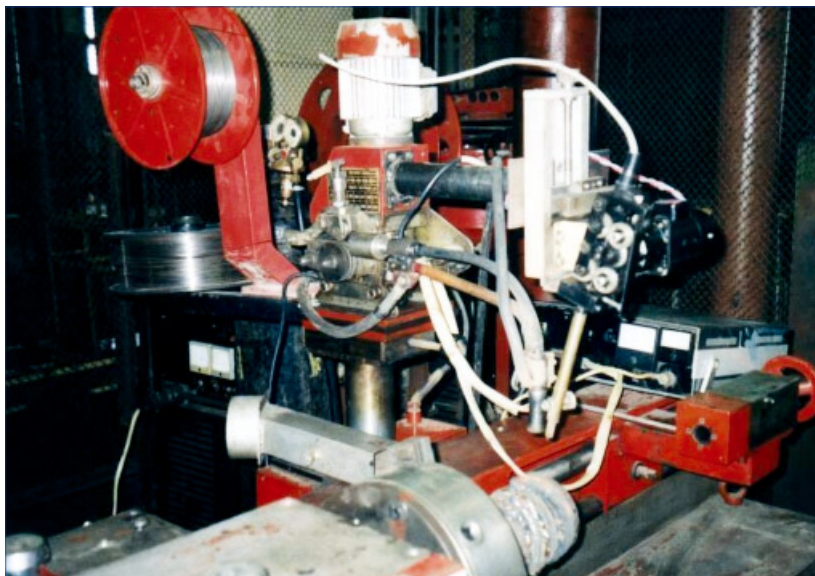
Техническая характеристика

Размеры восстанавливаемой детали, мм:	
диаметр	20-350
длина	100-800

5. ОБОРУДОВАНИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ
ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ

Масса восстанавливаемой детали, кг	160
Частота вращения детали, мин ⁻¹	0,1-6
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	100 - 350
Диаметр присадочной проволоки, мм	0,8-2
Характеристики источника подогрева присадочной проволоки:	
напряжение, В	15
ток, А	100-300
Скорость подачи присадочной проволоки, м/ч	100-400
Потребляемая мощность, кВт	0,1
Габаритные размеры, мм	250x387x x510
Масса оснастки (без присадочной проволоки), кг	18

270



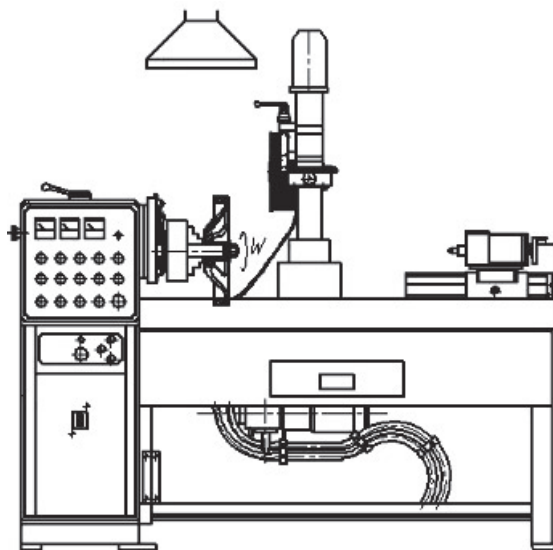
Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА УД-209 ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Предназначена для электродуговой наплавки наружных цилиндрических поверхностей проволокой с колебаниями электрода, проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа и под слоем флюса по спирали.

Источник сварочного тока выпускается промышленностью.

По требованию заказчика поставляется и внедряется технология наплавки и сварки с обучением операторов заказчика.



271

Техническая характеристика

Размеры наплавляемой детали, мм:	
диаметр	25-360
длина	100-800
Диаметр электродной проволоки, мм:	
сплошного сечения	1-2
порошковой	2-3,2
Номинальный сварочный ток, А	до 500
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	100-350

Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0,06-6,58
Шаг наплавки, мм	1,8-6,4
Потребляемая мощность, кВт·А	40
Габаритные размеры, мм	1680x1350x1750
Масса, кг	650

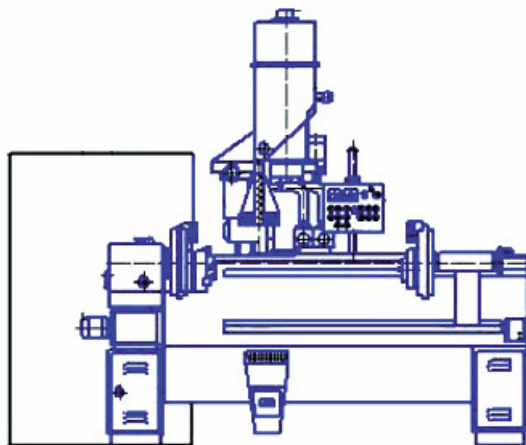
Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ НАПЛАВОЧНЫЙ СТАНОК У-653А

Предназначен для дуговой наплавки под флюсом и в среде защитных газов проволокой сплошного сечения, самозащитной и порошковой проволокой внешних и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также зубьев изделий типа шлицевых валов и шестерен и изделий с плоскими поверхностями.

Состоит из вращателя и автоматической сварочной головки типа А1416 для дуговой наплавки, сварочного выпрямителя ВДУ 1001 и сварочных проводов, которые связывают станок и сварочный выпрямитель.

Для наплавки конических и плоских круглых поверхностей вращатель можно устанавливать под необходимым углом. Дополнительно на направляющие станка может устанавливаться люнет. Режим наплавки и сварки устанавливается при настройке.



Техническая характеристика

Размер наплавляемых (свариваемых) изделий, мм:	
круглых*	(50-800)х1300
плоских**	1200х400
Диаметр электродной проволоки, мм:	
сплошной	2-5
порошковой	2-3,6
Скорость подачи электродной проволоки (настройка плавная), м/ч	50-500
Скорость линейного перемещения сварочной головки	0,5-150
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0,03-10,4
Вместимость флюсобункера, м ³	0,04
Номинальный сварочный ток, А	1000

*Диаметр х длина.

**Длина х ширина.

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

273

■ ПОЛИЧАСТОТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПТД-301 «РЕМДЕТАЛЬ»

Предназначен для восстановления деталей ручной дуговой сваркой и наплавкой.

Содержит устройство, обеспечивающее эффект поличастотного резонанса в сварочной дуге: вести качественную сварку может рабочий любого уровня профессиональной подготовки.

Техническая характеристика

Производительность источника, м (пог.)/ч	22
Пределы регулирования сварочного тока, А	60-300
Напряжение, В:	
холостого хода	70
номинальное рабочее	30

Коэффициент полезного действия, %	85
Габаритные размеры, мм	650x800x900
Масса, кг	170

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА ДЛЯ НАПЛАВКИ ОПОРНЫХ КАТКОВ

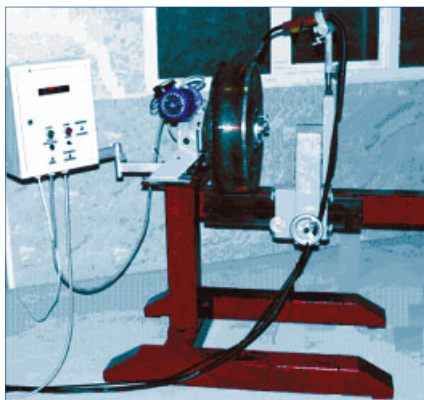
Предназначена для электродуговой наплавки наружных цилиндрических и торцевых поверхностей проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой в среде защитных газов.

Ось шпинделя может плавно поворачиваться от горизонтального до вертикального положения.

Источник сварочного тока выпускается промышленностью.

По требованию заказчика поставляется и внедряется технология наплавки и сварки с обучением операторов заказчика.

274



*Наплавка
цилиндрических поверхностей
реборд опорных катков*



*Наплавка
торцевых поверхностей реборд
опорных катков*

Техническая характеристика

Размер наплавляемой детали, мм:	
диаметр	25-520
длина	100-300

Угол поворота оси шпинделя, °	90
Диаметр электродной проволоки, мм:	
сплошного сечения	0,8-2
порошковой	2-3,2
Номинальный сварочный ток, А	до 500
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	100-350
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0,06-6,58
Потребляемая мощность, кВт·А	40
Габаритные размеры, мм	1680x1350xx1750
Масса, кг	250

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ КОМПЛЕКТ ОСНАСТКИ К СВАРОЧНОМУ ПОЛУАВТОМАТУ ДЛЯ СВАРКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ

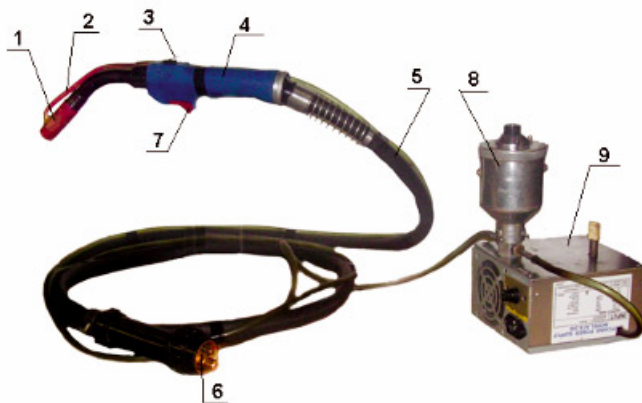
Используется с общепромышленным полуавтоматом. Позволяет реализовать сварку и наплавку не только стальных, но и чугунных деталей.

Оснастка включает в себя модернизированную общепромышленную горелку для сварки в среде защитного газа, блок питания газового клапана и инжекционный порошковый питатель с фторопластовой трубкой.

Отличие модернизированной горелки от обычной состоит в том, что она снабжена дополнительным микровыключателем (3), управляющим потоком газа, транспортирующим порошковый материал от питателя (8) до торца сопла горелки. Транспортировка порошка осуществляется любым защитным газом, в том числе углекислым.

При сварке высокоуглеродистых и легированных сталей бункер питателя заполняют порошковым материалом, который нажатием (включением) дополнительного (верхнего) переключателя транспортируется в сварочную ванну. При сварке чугуна по центральному каналу горелки подается кислород.

Потребляемая мощность зависит от типа полуавтомата.



Комплект оснастки: 1 – сопло; 2 – ниппель газовый;
3 – выключатель клапана транспортирующего газа;
4 – горелка стандартная; 5 – шланг горелки; 6 – разъем присоединения
горелки к полуавтомату (евроразъем); 7 – основной выключатель
горелки; 8 – порошковый бункер-питатель; 9 – блок питания клапана
дополнительного газа (углекислого газа)

276

Техническая характеристика

Диаметр электродной проволоки, мм	0,8
Расход порошкового материала, г/мин	10-20
Расход транспортирующего газа, л/мин	0,5-2
Величина сварочного тока, А	110
Напряжение на дуге, В	25-27
Габаритные размеры, мм:	
горелки	зависят от типа полуавтомата
блока питания с бункером	220x200x400

Разработчик-изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УНИВЕРСАЛЬНАЯ ДВУХПОТОЧНАЯ ГАЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ГОРЕЛКА

Используется с полуавтоматом для сварки в среде углекислого газа, а также для сварки и наплавки стальных изделий, при неболь-

шой переналадке – для восстановления чугунных деталей с дефектами в виде сколов, пробоин и трещин.

Себестоимость сварки в 3-3,5 раза ниже, чем при ручной дуговой сварке и полуавтоматической наплавке проволокой ПАНЧ-11, с равноценным или более высоким качеством сварных швов.



Техническая характеристика

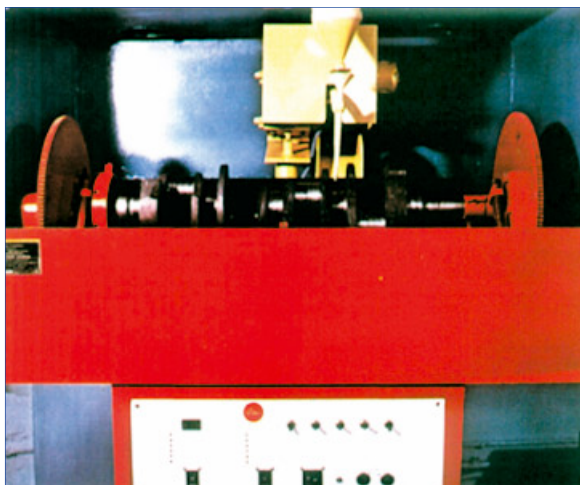
Сварочный ток, А	90-100
Напряжение на дуге, В	25-27
Скорость движения проволоки, м/мин	3-3,5
Расход порошка, г/мин	20-100
Расход углекислого газа, л/мин	5-6
Расход кислорода, л/мин	0,5-2,4
Масса, кг	1,2

Разработчик – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА СН-17

Предназначена для электродуговой наплавки коленчатых валов с подачей в сварочную ванну ферромагнитной шихты.

Наплавляемую деталь устанавливают во вращатель установки, в процессе наплавки подают на вылет электрода в сварочную ванну ферромагнитную шихту. В качестве электродной можно использовать проволоку сплошного сечения и порошковую. Подача шихты позволяет модифицировать состав наплавленного слоя и тем самым регулировать его свойства.



Техническая характеристика

Производительность, шт/ч	2-3
Скорость нанесения покрытия, м/ч	183-306
Частота вращения детали, мин ⁻¹	0,2-0,6
Диаметр проволоки, мм	1,6-2,2
Расход ферромагнитной шихты, г/мин	40-80
Напряжение, В	380
Ток, А	300
Потребляемая мощность, кВт	1,2
Габаритные размеры, мм	800x600x1660
Масса, кг	250

Разработчик – ГНУ ГОСНИТИ.

■ СВАРОЧНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТСМ-127; ТСМ-167; ТСМ-207

Предназначены для полупрофессиональной и бытовой сварки штучными электродами при производстве ремонтных работ.

Охлаждение принудительное.

Техническая характеристика

	ТСМ-127	ТСМ-167	ТСМ-207
Питающее напряжение, В	220	220	220
Потребляемая мощность, кВт	2,4	3,3	4,0
Сварочный ток, А/ПВ/%	125/20	165/20	200/15
Число ступеней регулирования	5	7	5
Используемые электроды, мм	1,6-3,15	1,6-4	3-5
Габаритные размеры, мм	300x220x x280	390x220x x300	370x220x x300
Масса, кг	17	24	21
Цена, руб.	3270	4500	3510

Изготовитель – ЗАО «Спецэлектромаш».

■ ТРАНСФОРМАТОРЫ СВАРОЧНЫЕ ТС

Предназначены для ручной дуговой сварки, резки и наплавки низкоуглеродистых сталей однофазным переменным током покрытыми электродами.

Содержат магнитопровод с разнесенными обмотками и тиристорные регуляторы для плавного регулирования сварочного тока.

Отличаются высокой стабильностью горения, плавным регулированием тока, отсутствием подвижных частей (шунтов, подвижных катушек), что обуславливает более высокую надежность, высоким качеством сварки.

Новизна трансформаторов в том, что они выполнены с неподвижными магнитными шунтами и с тиристорными регуляторами для плавного регулирования сварочного тока.

Техническая характеристика

	ТС-200	ТС-400
Номинальный сварочный ток при ПН 20% и длительности цикла 5 мин, А	160	315
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60-200	80-400
Напряжение, В:		
номинальное рабочее	26	33
холостого хода	60	60

	ТС-200	ТС-400
Мощность потребляемая, кВ·А	10,5	21
Номинальное напряжение питающей сети частотой 50 Гц, В	380	380
Габаритные размеры, мм	645x322x425	645x322x475
Масса, кг	70	100

Разработчик и изготовитель – ОАО «Электромеханика».

■ ВЫПРЯМИТЕЛЬ ВДМ-5307

Предназначен для двух (трех)-постовой ручной дуговой сварки и резки малоуглеродистых и легированных сталей покрытыми штучными металлическими электродами постоянного и переменного тока \varnothing 2-8 мм в производственных условиях. Создан для работы профессиональных сварщиков на ответственных производственных и ремонтных объектах.

Представляет собой современную оригинальную реализацию известного схемотехнического принципа построения мощного трехфазного выпрямителя. Многопостовой, служит для совместной эксплуатации с двумя (тремя) балластными реостатами. Силовая часть электрической схемы обеспечивает жесткую внешнюю характеристику с напряжением холостого хода, необходимым для уверенного поджига дуги. Встроенный вентилятор осуществляет принудительное охлаждение нагревающегося во время работы силового трансформатора. Прочный металлический корпус ВДМ-5307 для удобства перемещения оснащен четырьмя обрешиненными колесами. Регулирование сварочного тока производится независимо, для конкретного сварочного поста с помощью балластного реостата. По сравнению с регулируемыми выпрямителями для ручной сварки с падающими характеристиками ВДМ-5307 имеет некоторые преимущества: более низкую суммарную стоимость, высокую надежность и долговечность, более прочную конструкцию, простоту обслуживания и ремонта. По сравнению с аналогичными многопостовыми выпрямителями ВДМ-5307 отличается лучшими технико-экономическими показателями, современным промышленным дизайном, повышенным сроком службы.

Техническая характеристика

Номинальное напряжение питающей сети, В	380 (трехфазный)
Номинальная частота сети, Гц	50
Напряжение холостого хода, В	75
Число сварочных постов	два поста x 250 А; три поста x 180 А
Номинальный сварочный ток, А	560
Применяемые электроды, мм	2-8
Номинальная продолжительность работы, %	60
Охлаждение	принудительное
Потребляемый от сети ток, А	50
Габаритные размеры, мм	720x550x900
Масса, кг	135
Цена, руб.	19110

Изготовитель – ЗАО «Спецэлектромаш».

■ ИНВЕРТОР СВАРОЧНЫЙ ВДУЧ-1371

281

Представляет собой компактный инверторный источник питания, предназначенный для электродуговой сварки (резки) сталей и сплавов различных марок от 0,5 до 8 мм штучными электродами \varnothing 1,6-4 мм любых типов (как для постоянного, так и для переменного тока), также возможна сварка неплавящимися электродами, т.е. способом ТИГ. Плавная регулировка сварочного тока от 5 до 130 А позволяет упростить выполнение особо сложных вертикальных и потолочных швов.

Исходными критериями для разработки этой модели были удобство в применении, высокие производительность и маневренность. Многосторонние свойства и простота управления были достигнуты благодаря современной электронике. Применение схемы высокочастотного ключевого преобразователя, схемотехническое решение которого защищено патентом Российской Федерации № 2043695, обеспечивает сохранение основных параметров аппарата даже при значительном изменении напряжения питающей сети, а электрон-

ная быстродействующая стабилизация тока позволяет повысить эластичность дуги и значительно уменьшить разбрызгивание металла в зоне сварки. Инвертор сварочный имеет небольшую массу (8 кг), поэтому его легко перенести к свариваемому объекту, может выполнить свою работу более эффективно даже в сложных условиях.

Техническая характеристика

Питающее напряжение, В	220
Входной ток, А	20
Пределы регулируемого сварочного тока, А	5-130
Род сварочного тока	постоянный и стабилизированный по величине
ПВ, %	100
Используемые электроды, диаметр мм	1,6-4
Габаритные размеры, мм	365x139x196
Масса, кг	8
Цена, руб.	11850

Изготовитель – ЗАО «Спецэлектромаш».

■ ПОЛУАВТОМАТЫ СВАРОЧНЫЕ ПДГ

Предназначены для полуавтоматической сварки электродной проволокой 0,8-1,2 мм в среде защитных газов.

ПДГ-167, ПДГ-207, ПДГ-217 – сварочные полуавтоматы, созданные для профессиональной и бытовой сварки на производственных и ремонтных объектах, они просты по своим функциям и надежны в работе.

ПДГ-157 – простой и удобный в эксплуатации, несложный в обслуживании малогабаритный полуавтомат для сварки всех материалов. Предназначен для сервисной, ремонтной и мелкопроизводственной работы в гараже, на даче и др.

Полуавтоматы ПДГ-157, ПДГ-167, ПДГ-207, ПДГ-217 имеют прочный металлический корпус, выдерживающий различные нагрузки.

Охлаждение принудительное.

Техническая характеристика

	ПДГ-157	ПДГ-167	ПДГ-207	ПДГ-217
Питающее напряжение, В	220	220	380	380 x 3
Диапазон сварочного тока, А	40-140	40-165	40-215	40-215
Число ступеней регулирования	5	4	6	6
Используемая проволока, мм	0,8-1,0	0,8-1,0	0,8-1,2	0,8-1,2
Используемые электроды, мм	-	3,0-4,0	3,0-5,0	2,0-4,0
Термозащита	+	+	+	+
Габаритные размеры, мм	500x260x x400	700x450x x820	700x450x x820	700x450x x820
Масса, кг	28	42	52	62

Изготовитель – ЗАО «Спецэлектромаш».

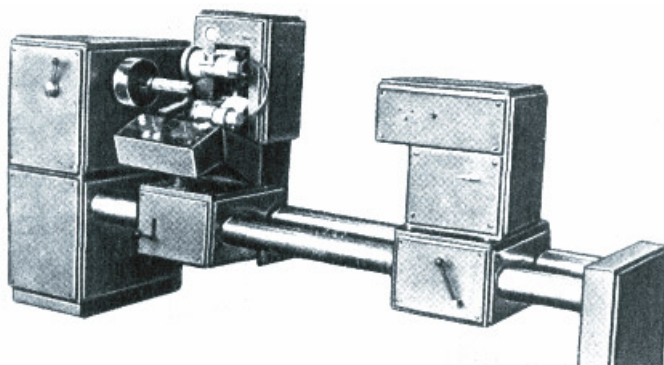
**■ УСТАНОВКА 011-1-02Н «РЕМДЕТАЛЬ»
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ**

283

Предназначена для восстановления шеек валов контактной приваркой стальной ленты перекрывающимися точками посредством регулируемых импульсов тока. Можно также вести приварку металлокерамических твердых сплавов под слоем металлической ленты, материал которой служит при этом связкой.

Состоит из вращателя, привода подач, тележки с наплавочной головкой, пульта управления, стойки, пневмопиноли, систем охлаждения и пневмоэлектрообеспечения.

Толщина наплавляемого слоя соответствует величине износа деталей, что позволяет в 2-3 раза сократить расход присадочных материалов и уменьшить припуск на механическую обработку.



Техническая характеристика

Производительность, см ² /мин	более 60
Толщина привариваемой ленты, мм	0,15-1,5
Восстанавливаемая деталь, мм:	
диаметр	20-200
расстояние между центрами	до 1250
Потребляемая мощность, кВт·А	50
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0,3-15
Скорость перемещения сварочной головки, мм/мин	9-450
Габаритные размеры, мм	2730x860x1280
Масса, кг	900

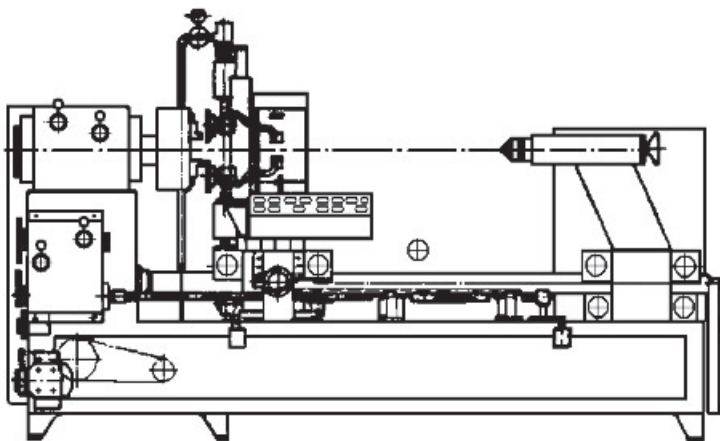
Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА 01-11.022М ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Предназначена для электроконтактной приварки стальной или спеченной ленты и проволоки к изношенным наружным и внутренним поверхностям цилиндрических деталей массой до 200 кг.

Возможность восстановления крупногабаритных деталей позволяет использовать установку на предприятиях и в мастерских, занимающихся ремонтом тракторов К-700 и Т-150, автомобилей КамАЗ и КраЗ.

Главный привод включает в себя асинхронный механизм, что значительно упрощает обслуживание установки.



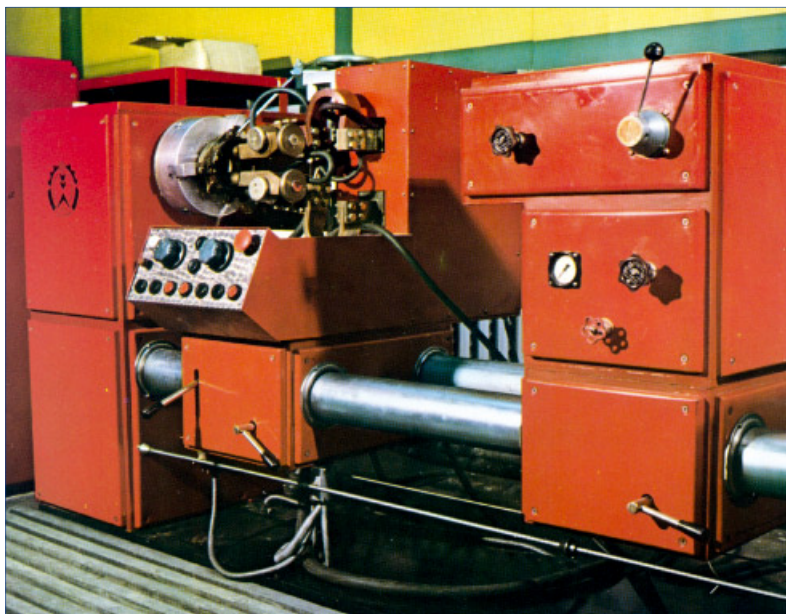
Техническая характеристика

Диаметр восстанавливаемых деталей, мм:	
внутренний	65-200
наружный	30-200
Производительность, см ² /мин	до 60
Длина восстанавливаемых деталей, мм:	
диаметром до 80	2000
более 80	1500
Толщина привариваемого слоя, мм	0,10-1,5
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0,4-12
Усилие прижатия сварочных электродов, Н	2000-3000
Напряжение питания, В:	
трансформатора	380
приводов	220
Сварочный ток, кА	5-12
Потребляемая мощность, кВт	50
Габаритные размеры, мм	1960x1200x1500
Масса, кг	1200

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ 011-1-10 «РЕМДЕТАЛЬ»

Предназначена для восстановления наружных и внутренних поверхностей контактной приваркой стальной ленты перекрывающимися точками посредством регулируемых импульсов тока. Можно также вести приварку металлокерамических твердых сплавов под слоем металлической ленты, материал которой служит при этом связкой.



286

Состоит из вращателя, привода подачи, тележки с наплавочной головкой, пульта управления, стойки, пневмопиноли, систем охлаждения и пневмоэлектрообеспечения.

Толщина наплавляемого слоя соответствует величине износа деталей, что позволяет в 2-3 раза сократить расход присадочных материалов и уменьшить припуск на механическую обработку.

Техническая характеристика

Производительность, см ² /мин	60
Толщина привариваемой ленты, мм	0,15-1,5
Размеры восстанавливаемой детали, мм:	
диаметр наружной поверхности	20-200
внутренней поверхности	60-250
расстояние между центрами	до 1250
Потребляемая мощность, кВт	50
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0,3-15
Скорость перемещения сварочной головки, мм/мин	9-450
Габаритные размеры, мм	2730x860x1280
Масса, кг	900

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА 01.01.187 ДЛЯ КОНТАКТНОЙ НАПЛАВКИ

Предназначена для автоматизированной контактной наплавки наружных цилиндрических деталей различными присадочными материалами (стальной лентой, проволокой, порошковыми материалами).

Деталь зажимается в пневмопатроне и поддерживается пневмопинолью. Процесс осуществляется с низким уровнем шума, экологически чист и обеспечивает минимальные припуски на механическую обработку наплавленного слоя.

287

Техническая характеристика

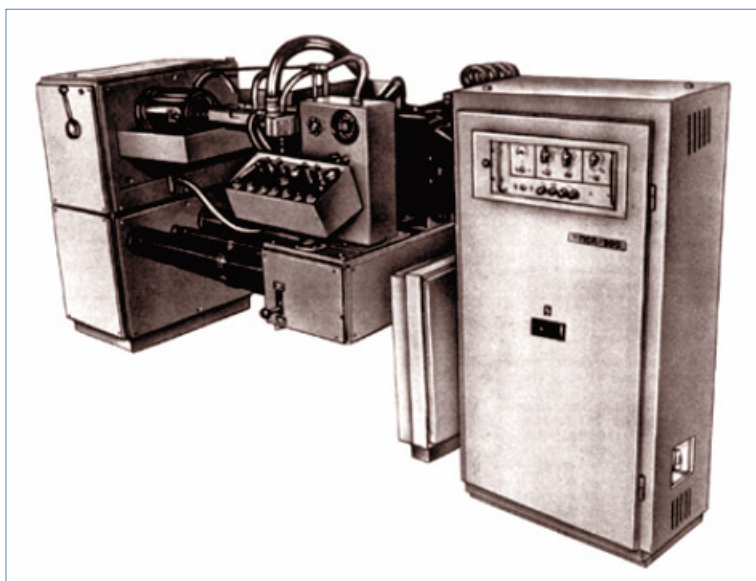
Производительность по площади наплавляемой поверхности, см ² /мин	до 60
Толщина наплавляемого слоя, мм:	
лентой или порошком	0,15-1
проволокой	0,8-2
Диаметр наплавляемых деталей, мм	20-120
Наибольшая длина восстанавливаемой детали, мм	1000
Наибольшая потребляемая мощность, кВт	76

Скорость перемещения сварочной головки, м/с	(0,3-3)x10(-4)
Габаритные размеры, мм	3030x1160x1730
Масса, кг	1300

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА 01-01-06.01-«РЕМДЕТАЛЬ»

Предназначена для автоматизированной контактной наплавки внутренних цилиндрических поверхностей деталей различными материалами (стальной лентой, проволокой, порошковыми материалами).



Деталь зажимается в специальном приспособлении на шпинделе установки. Продольная подача сварочных клещей производится приводом продольного перемещения. Процесс осуществляется с низким уровнем шума, экологически чист и обеспечивает минимальные припуски на механическую обработку наплавленного слоя.

Техническая характеристика

Производительность по площади наплавляемой поверхности, см ² /мин	100
Толщина наплавляемого слоя, мм	0,15-1
Диаметр наплавляемых деталей, мм	100-300
Наибольшая длина восстанавливаемой детали, мм	300
Наибольшая потребляемая мощность, кВт	35
Напряжение, В:	
трансформатора	380
мотора	220
Габаритные размеры, мм	2040x900x1220
Масса, кг	900

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЗЬБ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ ПРОВОЛОКИ 011-1-05 «РЕМДЕТАЛЬ»

289

Предназначена для восстановления контактной наплавкой резьбовых цилиндрических поверхностей деталей (стальной проволокой). Деталь зажимается в патроне на шпинделе установки. Продольная подача сварочных клещей производится приводом продольного перемещения. Процесс осуществляется с низким уровнем шума, экологически чист и обеспечивает минимальные припуски на механическую обработку наплавленного слоя.



Техническая характеристика

Производительность по площади наплавляемой поверхности, см ² /мин	60
Диаметр наплавляемой проволоки, мм	2
Диаметр наплавляемых поверхностей деталей, мм	10-30
Наибольшая длина восстанавливаемой детали, мм	800
Наибольшая потребляемая мощность, кВт	30,3
Напряжение, В:	
трансформатора	380
мотора	220
Габаритные размеры, мм	2280x1020x1430
Масса, кг	600

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СВЕРХЗВУКОВОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАТОР ЭДМ-9ЩД

290

Ручной, стационарный, предназначен для восстановления дуговой металлизацией коленчатых валов автотракторных двигателей, тормозных дисков, дисков сцепления, головок блока цилиндров, валов генераторов и других деталей. Может использоваться для нанесения антикоррозионных и защитно-декоративных покрытий.

Состоит из источника тока, подающего механизма с электродвигателем, сопла для подачи сжатого воздуха.

Техническая характеристика

Производительность, кг/ч	до 18
Толщина покрытия, мм	0,1-10
Расход воздуха, м ³ /мин	2,3
Номинальная мощность электродвигателя, Вт	40
Масса комплекта, кг	2,6

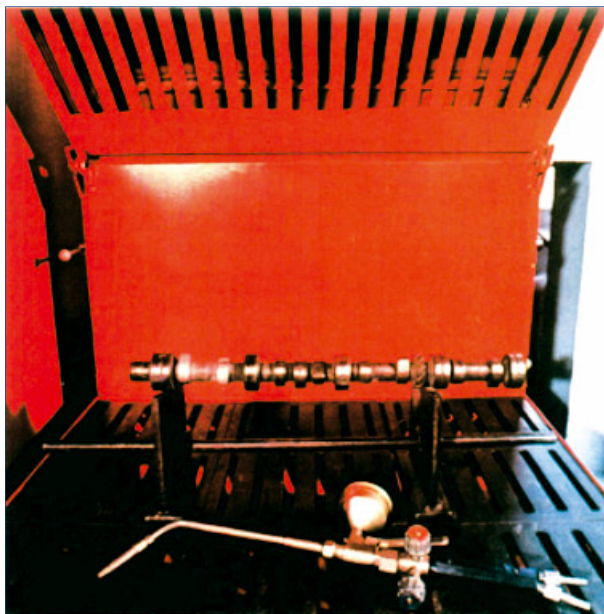
Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ ПОСТ ГАЗОПОРШКОВОЙ НАПЛАВКИ 01.05.-148 «РЕМДЕТАЛЬ»

Предназначен для газопорошковой наплавки изношенных поверхностей деталей.

Обрабатываемую деталь устанавливают на столе и наплавляют горелкой ГН-2. При использовании пропана у горелки ГН-2 меняют наконечник или подсоединяют горелку 01.05-148.400.

В комплекте поставки стол сварщика, горелки двух типов, два редуктора, рукава, баллон для пропана, приспособление для наплавки деталей типа «вал», приспособление для наплавки кольцевых поверхностей, стул, набор слесарного инструмента, защитные очки.



291

Техническая характеристика

Давление газов, мПа:

пропан	0,02
ацетилен	0,07
кислород	0,6

Размер гранул порошка, мм	0,1
Производительность по порошку, кг/ч	2
Занимаемая площадь, м ²	15
Масса, кг	850

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ АВТОМАТ 01.01-153М ДЛЯ РАЗДАЧИ ПОРШНЕВЫХ ПАЛЬЦЕВ

Предназначен для восстановления рабочей поверхности поршневых пальцев дизельных двигателей методом термопластической раздачи.

Состоит из несущей силовой рамы, на которой размещены заклочный трансформатор, индуктор, пневмоцилиндры со специальными наконечниками и призмой, подающий транспортер, пневмопанель, пульт управления и сливная контрольная воронка.

Характеризуется высокой производительностью и минимальным нагревом детали, обеспечивает увеличение наружного диаметра поршневого пальца с одновременной закалкой поверхностного цементированного слоя.



Техническая характеристика

Производительность, шт/ч	35
Размеры восстанавливаемых пальцев, мм:	
диаметр	35-50
длина	85-110
Расход воды	
для охлаждения, м ³ /ч	2
Давление воздуха, мПа	0,4
Габаритные размеры, мм	1780x1765x1190
Масса, кг	850

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ АВТОМАТ 01.03-172 «РЕМДЕТАЛЬ» ДЛЯ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКИ ФАСОК КЛАПАНОВ

Предназначен для восстановления (упрочнения) фасок клапанов автотракторных двигателей всех типоразмеров порошковыми самофлюсующимися материалами с применением токов высокой частоты.

Расплавленный металл массой до 30 г удерживается на фаске клапана за счет магнитного поля индуктора оригинальной конструкции.



Техническая характеристика

Производительность в год, тыс. шт.	100
Диаметр наплавляемой тарелки клапана, мм	70
Толщина наплавляемого слоя, мм	3
Потребляемая мощность при наплавке, кВт	40
Габаритные размеры, мм	1000x500x1500
Масса, кг	180

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ РОБОТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРУЖИН ОРГ-26095

Предназначена для восстановления геометрических параметров и упругости пружин двигателей автомобилей, тракторов и др.



Характеризуется высокой производительностью и минимальным нагревом пружины, обеспечивает восстановление ее геометрических и упругих свойств с одновременной закалкой.

Техническая характеристика

Производительность, шт/ч	225
Геометрические размеры пружины, мм	
длина	50-120
диаметр	20-50
диаметр проволоки	1,6-6
Пределы изменения силы тока, А	90-650
Напряжение, В	30
Потребляемая мощность, кВт	32
Габаритные размеры, мм	1680x950x1069
Масса, кг	470

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ХОНИНГОВАЛЬНЫЙ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫЙ СТАНОК ОР-14586

295

Предназначен для хонингования коренных опор в блоках цилиндров двигателей СМД-14, СМД-60, СМД-62, СМД-64, Д-65, А-41, ЯМЗ-238.

Сменные модули для каждой марки блока цилиндров монтируются на основание станка. В комплект модуля входят два хона для черновой и чистовой обработки. Хон – жесткий, с принудительным режимом и регулированием каждой хонинговальной головки. Предусмотрено устройство, регулирующее одновременно радиальную подачу всех хонингованных головок и автоматическое отключение обработки при достижении заданного диаметра.

Техническая характеристика

Производительность в час, блоки	7-8
Диаметр хонингования, мм	95; 95,5; 98; 98,5; 116; 116,5

Наибольшая длина обрабатываемого отверстия, мм	не менее 860
Наибольший ход шпинделя, мм	65
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	100
Допуск формы хонинговальной поверхности, мкм	10
Допуск соосности обработанных поверхностей, мкм	20
Шероховатость обработанной поверхности Ra на длине 0,8 мм, мкм	0,4 ^{+40%}
Габаритные размеры, мм	3135x805x1450
Масса, кг:	
станка без модуля	1200
хонинговального модуля с комплектом инструмента и приспособлений	350

Разработчик – ГНУ ГОСНИТИ.

Изготовитель – Курский станкостроительный завод.

■ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ХОНИГОВАЛЬНЫЙ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫЙ СТАНОК ОР-14586

Предназначен для окончательной по размерам, форме и шероховатости обработки коренных опор блоков цилиндров двигателей А-01, Д-108, -130, -160, ЯМЗ-240.

Имеет отдельные сменные модули для установки блоков цилиндров и хонинговальных головок.

Техническая характеристика

Производительность по блокам, шт/ч	5-7
Шероховатость обработанной поверхности Ra, мкм	0,4
Допуск формы обработанной поверхности отверстия, мм	0,010; 0,015
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	36-92
Скорость возвратно-поступательного движения шпинделя, м/мин	4-8

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	103-260,5
Длина хода шпиндельной головки, мм	30-70
Максимальное удельное давление на бруски, МПа	0,8
Ширина алмазного бруска, мм	12-16
Число брусков в хонинговальной головке в расчете на одну коренную опору	6-8
Расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	250-300
Установленная мощность электродвигателей, кВт	6-7
Габаритные размеры, мм	4500x350x x1500
Масса (с комплектом приспособлений), кг	1600

Разработчик – ГНУ ГОСНИТИ.

Изготовитель – Курский станкостроительный завод.

■ ГОРИЗОНТАЛЬНО-РАСТОЧНЫЙ СТАНОК ОР-14594

Предназначен для растачивания коренных опор коленчатого вала, втулок и опор распределительных валов блоков цилиндров двигателей А-01 при капитальном ремонте.

297

Оборудован гидropодъемником блока цилиндров.

Техническая характеристика

Производительность по блокам при расточке опор коренных подшипников и распределительного вала, шт/ч	3-4
Шероховатость обработанной поверхности Ra, мкм	1,6
Допуск, мм:	
формы обработанных опор коренных подшипников и опор распределительного вала	0,015
биения промежуточных опор коренных подшипников относительно крайних	0,3
параллельности общей оси опор коренных подшипников относительно общей оси опор распределительного вала	0,05
биения отверстий средних опор распределительного вала относительно крайних опор	0,05

Диаметр обработанных отверстий опор, мм:	
коренных подшипников	116
распределительного вала	54; 65
Скорость резания при расточке, м/мин:	
чугуна	120-150
бронзы	200-300
Число ступеней частоты вращения борштанг	4
Подача борштанг	бесступенчатая, регулируемая
Наибольший ход шпинделя, мм	160
Установленная мощность электродвигателей, кВт	4-5
Габаритные размеры, мм	2900x850x1600
Масса (с комплектом приспособлений), кг	1900

Разработчик – ГНУ ГОСНИТИ.

Изготовитель – Курский станкостроительный завод.

■ УСТАНОВКИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ВОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ

Предназначены для получения нанокристаллического бемита, тепловой энергии, водорода и для уничтожения высокотоксичных веществ, в том числе пестицидов.

Позволяют получить нанокристаллический порошок с кристаллами размером не более 50 нм. Бемит используется в различных областях, в том числе для защиты деталей машин от коррозии и повышения их износостойкости, изготовления керамических, композиционных и абразивных изделий и др. Полученный водород может использоваться в энергетических установках и для технологических нужд, например при газовой сварке. Экологическая чистота получения водорода сжиганием алюминия в водных средах обеспечивается пожаро- и взрывобезопасностью исходного сырья (вода и порошок алюминия в водорастворимом полимере).

Обеспечивают полное и безопасное уничтожение пестицидов и других высокотоксичных веществ.

Техническая характеристика

Производительность в сутки:	
производство бемита, кг	140
уничтожение пестицидов, т	4,3
Мощность, МВт:	
потребляемая	1,2
генерируемая	2,3

Разработчик и изготовитель – ГНУ ГОСНИТИ.

■ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГАЗОВОЙ РЕЗКИ И СВАРКИ «ЛИГА»

Использование аппарата «Лига» делает простыми сварку, пайку и резку стали и цветных металлов при наличии только домашней электрической сети и дистиллированной воды. Не требуется никаких тяжелых баллонов с огнеопасным газом.

Работает с чистым пламенем, полученным при сгорании водорода и кислорода, выработанных путем электролиза воды. Сварочный аппарат легко приспособливается для выполнения самых разных задач.

299

Техническая характеристика

	«Лига-12»	«Лига-31»	«Лига-41»	«Лига-41-А»
Напряжение, В	220	220	220	220
Мощность, кВт	1,8	2,2	4,2	4,2
Толщина свариваемой стали, мм	2	3	5	5
Давление газа, атм	До 0,4	До 0,6	До 0,6	До 0,6
Расход воды, см ³ /ч	150	250	450	450
Время непрерывной работы, ч	1,5	2	2	2
Рабочая температура воздуха, °С	+5... +40	+5... +40	+5... +40	-15... +40
Устройство холодного старта	-	-	-	Имеется
Габаритные размеры, мм	340x190x x270	520x220x x260	530x220x x395	600x220x x395
Масса, кг	12	21	35	41

Изготовитель – ЗАО «ЛИГА» .

5.2. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И УПРОЧНЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ

■ ТЕХНОЛОГИЯ И УЧАСТОК ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ГУСЕНИЧНОЙ ТЕХНИКИ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ

Цель проекта – создание ресурсосберегающей технологии и оборудования для восстановления и упрочнения деталей ходовой части тракторов.

Задачи проекта:

исследование влияния технологических параметров процесса на свойства износостойких покрытий;

разработка научно обоснованного метода выбора системы легирования наплавленных покрытий, обеспечивающих высокую износостойкость и 100%-ный ресурс восстановленного изделия;

создание ресурсосберегающей технологии и оборудования.

300

Износы и дефекты ходовой части тракторов (опорных катков, направляющих колес)



Изношенный опорный каток трактора



Изношенный каток транспортера

Дефекты поверхностей катания опорного катка	Повторяемость, %	Способ устранения
Износ поверхности катания	100	Электродуговая наплавка
Износ реборды	100	То же

Этапы технологического процесса восстановления и упрочнения изношенных поверхностей опорных катков



Дефектация катка



*Электродуговая наплавка
цилиндрических поверхностей
опорных катков*



*Электродуговая наплавка
торцевых поверхностей опорных
катков*

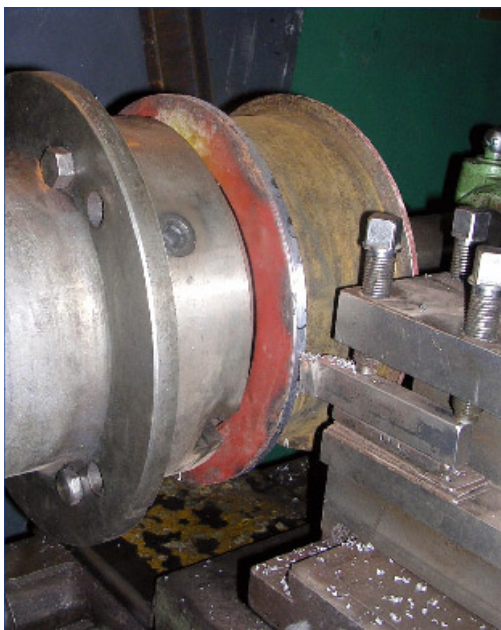
302



*Наплавленный опорный
каток*



*Восстановленный опорный каток
после механической обработки*



*Механическая обработка
наплавленного катка*

Этапы работ.

1. Пусконаладочные работы оборудования для электродуговой наплавки изношенных деталей.
2. Обеспечение участка технологической оснасткой и наплавочными материалами.
3. Обеспечение необходимой нормативной и технологической литературой.
4. Обучение представителей заказчика.
5. Наплавка опытной партии деталей на территории заказчика.

Эффективность реализации проекта:

- обеспечение 100%-ного послеремонтного ресурса покрытия за счет улучшения физико-механических свойств;
- восстановление размеров изношенных деталей;
- восстановление изношенных цилиндрических и торцевых поверхностей на одной установке (одном рабочем месте);

снижение себестоимости путем применения энергосберегающих технологий и оборудования.

Социальный эффект: создание рабочих мест в небольших городах и сельской местности в местах эксплуатации сельхозтехники.

Срок окупаемости – два года.

Стоимость проекта – 2000 тыс. руб.

Для реализации технологии необходимо иметь: установку для наплавки, сварочный выпрямитель, наплавочные материалы, верстак слесарный с тисками, токарный станок, индикаторную скобу с точностью индикаторной головки 2 мкм, приточно-вытяжную вентиляцию.

Создание участка восстановления опорных катков тракторов с упрочнением наплавляемых поверхностей

Цели и задачи проекта – разработка технологии и технических средств для восстановления опорных катков и других аналогичных деталей ходовой части гусеничного трактора с использованием методов электродуговой наплавки.

304

Стадии проекта:

1. Разработка технологии восстановления изношенных деталей электродуговой наплавкой, изготовление необходимого оборудования и технологической оснастки для программы восстановления на одном участке четырех катков в смену.

2. Разработка и изготовление специализированной установки для электродуговой наплавки деталей ходовой части гусеничного трактора.

3. Подготовка производства и организация мелкосерийного выпуска оборудования в объеме пять установок в год.

Описание результата: проведение опытно-технологических и опытно-конструкторских работ, организация мелкосерийного производства технических средств для восстановления деталей ходовой части трактора с использованием электродуговой наплавки. Технический уровень и ресурс восстановленных изделий соответствует техническим условиям на аналогичные новые детали.

Прогнозируемые конечные результаты: внедрение технологий восстановления деталей ходовой части гусеничного трактора, обеспечивающих восстановление 100%-ного ресурса.

Экономический эффект: зависит от технического уровня ремонтного предприятия и квалификации специалистов. Срок окупаемости – до двух лет. По данным исследований, себестоимость восстановления не превышает 35-40% от стоимости нового изделия. По предварительной оценке, применение предлагаемой технологии восстановления позволит восстановить не менее 1200 катков в год, подлежащих списанию, с ресурсом на уровне нового, что позволит сэкономить не менее 2400 тыс. руб. в год.

Социальные эффекты. Большинство ремонтных предприятий являются градообразующими предприятиями с избытком рабочей силы. Внедрение на 150 ремонтных предприятиях по одному участку по восстановлению катков обеспечит работой не менее 1200 человек.

■ УЧАСТОК ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ

305

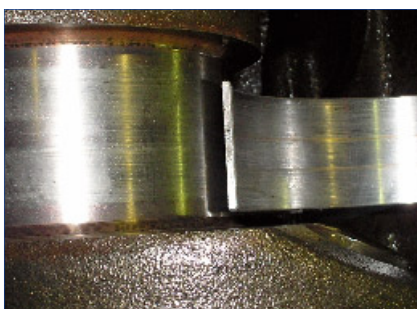
Цель проекта – создание эффективной технологии восстановления коленчатых валов ЯМЗ-238, -240 электродуговой металлизацией, обеспечивающей 100%-ный ресурс по отношению к новому валу.



Задачи проекта – разработать и изготовить сверхзвуковой электродуговой металллизатор, имеющий узкий факел распыла, обеспечивающий снижение окислительного потенциала на 12-20% и повышающий адгезионно-когезионную прочность покрытия на 10-15%.

Продолжительность проекта – два года.

Износы и дефекты коленчатых валов ЯМЗ-238 и ЯМЗ-240



Дефекты шатунных шеек



Дефекты коренных шеек

306

Дефекты коленчатых валов	Повторяемость		Способ устранения
	ЯМЗ-238	ЯМЗ-240	
Износ и отклонения геометрических форм шатунных шеек	90	90	Металлизация, шлифование
Износ и отклонения геометрических форм коренных шеек	20	-	Металлизация, шлифование
Микротрещины на шатунных шейках	20	20	Шлифование, металлизация
Микротрещины на коренных шейках	20	-	Шлифование, металлизация
Трещины на шейках или галтелях	5	-	Выбраковка
Задиры на одной-двух шатунных шейках	10	10	Шлифование, металлизация

Сущность работы, инновация:

создание нового электродугового металлизатора, технологии суперфинишной обработки коленчатого вала, технологии восстановления тяжело нагруженных валов ЯМЗ-238, ЯМЗ-240 электродуговой металлизацией, обеспечивающей 100%-ный ресурс по отношению к новому валу.

Этапы технологического процесса восстановления коленчатых валов:

1. Дефектация.
2. Предварительная шлифовка.



Коленчатый вал, установленный на вращатель

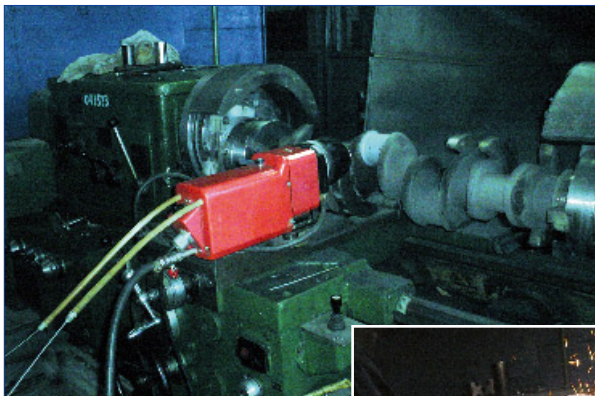


Наладка металлизатора перед напылением

3. Зенкерование масляных каналов.
4. Струйно-корундовая обработка.
5. Настройка металлизатора.
6. Металлизация коленчатого вала.
7. Суперфинишная обработка.

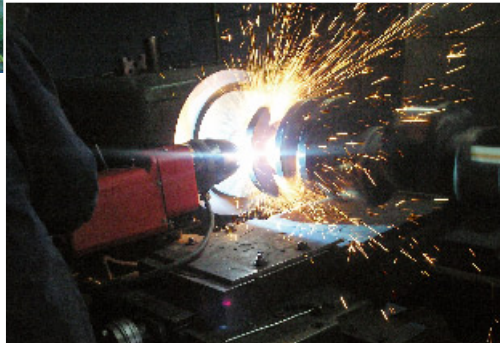
Этапы работы:

пусконаладочные работы оборудования для восстановления коленчатых валов ЯМЗ-238, -240 электродуговой металлизацией;



*Перенастройка
на металлизацию
шатунной шейки*

308



*Металлизация
коренной шейки*

обеспечение изготовления технологической оснастки и нестандартного оборудования для проведения восстановления коленчатых валов электродуговой металлизацией;

обеспечение методической литературой, конструкторской и технологической документацией;

обучение ИТР и рабочего персонала технологическим операциям и приемам металлизации;

восстановление опытной партии коленчатых валов электродуговой металлизацией на заводе заказчика.

Эффективность (реализация проекта позволит обеспечить):

послеремонтный ресурс восстановленных коленчатых валов на уровне новых;

восстановление коленчатых валов с любым износом, в том числе неподдающихся перешлифовке в ремонтный размер;

исключение из технологического процесса наплавки и других операций, снижающих усталостную прочность металла вследствие высокого нагрева коленчатого вала и возникновения термических напряжений;

исключение поводки коленчатых валов и операции правки коленчатых валов;

снижение себестоимости восстановления коленчатых валов за счет использования более дешевого и высокопроизводительного процесса их восстановления.

Себестоимость восстановления одного коленчатого вала ЯМЗ-238 составляет 5,4 тыс. руб.

Стоимость нового 49,7 тыс. руб.

Себестоимость восстановления одного коленчатого вала ЯМЗ-240 составляет 3,5 тыс. руб., стоимость нового – 83,4 тыс. руб.

Экономическая эффективность участка при восстановлении 700 коленчатых валов в год – 400 ЯМЗ-238 и 300 ЯМЗ-240 составляет 41 млн 690 тыс. руб.

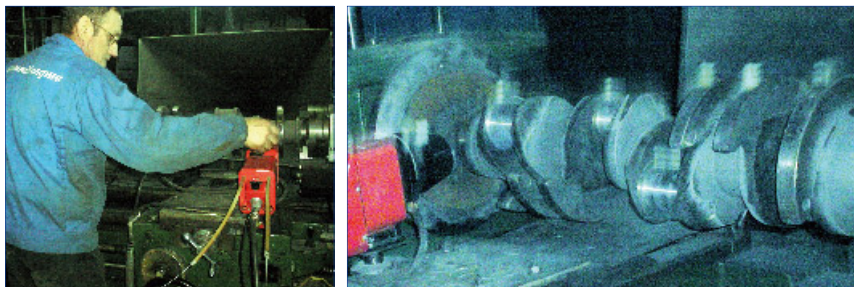
Социальный эффект – снижение вреда для окружающей среды на 20% за счет увеличения скорости гетерофазного потока и сужения факела распыла при металлизации в 2 раза.

Срок окупаемости затрат на создание и оборудование участка восстановления коленчатых валов электродуговой металлизацией – 2-6 месяцев.



*Визуальный осмотр
напыленного слоя*

Стоимость проекта – 1581 тыс. руб.



Коленчатый вал, восстановленный электродуговой металллизацией

Для реализации технологии необходимо иметь:

минимальную производственную площадь – 50 м², моечную ванну, шлифовальный станок, станок токарный для процесса металллизации коленчатого вала, центросместитель для металллизации шатунных шеек, электро- или пневмодрель с набором твердосплавных конусов (для снятия фасок), камеру струйно-корундовой обработки, электрокорунд, эффективную вентиляцию, порошковую проволоку, сжатый воздух давлением 6,0-7,0 атм., подведенную электроэнергию мощностью 20 кВт.

■ УЧАСТОК УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Цель и задачи проекта – разработка оборудования и технологий упрочнения рабочих органов сельскохозяйственной техники боронитроцементацией и металлокерамическими покрытиями, обеспечивающими самозатачивание и увеличение ресурса деталей в 3-4 раза по сравнению с новыми.

Стадии проекта:

1. Разработка технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающей техники методом нанесения металлокерамических покрытий.

2. Разработка и изготовление оснастки для упрочнения дисков борон на вращателе – 40 шт. в смену на одном рабочем посту.

3. Разработка и изготовление высокоэффективного осциллятора электрической дуги с дистанцией стабилизации дуги до 10 мм.

4. Разработка и изготовление аппарата для наплавки металлокерамических порошковых материалов.

5. Подготовка производства и организация серийного выпуска оборудования для широкого внедрения технологии электродугового метода упрочнения металлокерамикой различной номенклатуры деталей, работающих в условиях абразивного износа и больших нагрузок.

Описание результата.

Проведение опытно-технологических и опытно-конструкторских работ, организация серийного выпуска нового оборудования и оснастки для упрочнения деталей наплавкой металлокерамическими материалами с получением высокотвердых покрытий, а также эффект, сопутствующий цементации за счет использования в электродуговом процессе графитовых электродов. Электродуговой аппарат с высокоскоростной осцилляцией обладает универсальными возможностями выполнения электротермомодифиционного упрочнения боронитроцементацией и нанесением вы-



Диск бороны



Сегмент лапы культиватора



*Нож оборудования
для мясопереработки*



*Тормозные барабаны
строительного крана*

сокоустойких металлокерамических покрытий с использованием паст и комплексных порошковых смесей. Комплектуется двумя пистолетами для упрочнения прямой и косвенной дугами.

Пистолет для упрочнения косвенной дугой имеет порошковый питатель, доставляющий порошок в электрическую дугу для наплавки упрочняющего слоя.

Инновационное содержание метода и технологии металлокерамического упрочнения заключается в том, что, кроме повышения износостойкости (в 4-5 раз выше новых деталей), обеспечивается и противоударная прочность за счет стальной матрицы, в которой базируруются армирующие высокотвердые керамические компоненты.

Прогнозируемые конечные результаты: повышение ресурса деталей при электротермомодиффузионном процессе упрочнения в 2-4 и в 4-5 раз при наплавке металлокерамикой по сравнению с ресурсом деталей, упрочненных закалкой.

312

Экономическая эффективность.

Особенно низкий ресурс у рабочих деталей плугов, культиваторов и другой почвообрабатывающей техники. Например, при работе без заточки лемехов на 8-10 га лапы культиваторов требуется затачивать через каждую рабочую смену.



*Лемеха плуга также подлежат
упрочнению наплавкой
металлокерамикой*

В связи с объемной закалкой деталей на заводах-изготовителях самозатачивание не обеспечивается. Частые заточки быстро приводят к полному их износу и замене новыми деталями.

При упрочнении наплавкой плазменным или ТВЧ-методом удорожание деталей составляет 35-40%. Например, стоимость упроч-



*Специальный электродуговой трансформатор на 300А
с осциллятором для упрочнения деталей*

ненного диска борон БДТ-3,0, БДТ-7 (Ромашка) плазменной наплавкой твердыми сплавами ПТС-4С-25, ФБХ-6-2 – 1270 руб., стоимость нового диска без наплавки – 907 руб., ресурс упрочненных дисков в 2,3-3 раза выше; стоимость диска, упрочненного методом ЭДУ, – 1083 руб., ресурс при этом методе выше в 3,5-4,0 раза, чем нового без упрочнения (такой ресурс обеспечивается высокой твердостью рабочей поверхности диска 70-80 HRC).

Перед ГОСНИТИ поставлена задача создания метода, технологии и оборудования упрочнения и восстановления, обеспечивающего ресурс рабочих органов почвообрабатывающей техники, соизмеримый с ресурсом этой техники в целом, конкурентоспособность, импортозаменяемость. При использовании одного комплекта оборудования для электродугового упрочнения лап культиваторов и дисков борон годовой экономический эффект с учетом увеличения в среднем в 3 раза ресурса по сравнению с заводской технологией закалки составляет: при годовой программе упрочнения лап культиваторов 4224 шт. – 557 тыс. руб.; при программе упрочнения 2712 дисков – 4176 тыс. руб.

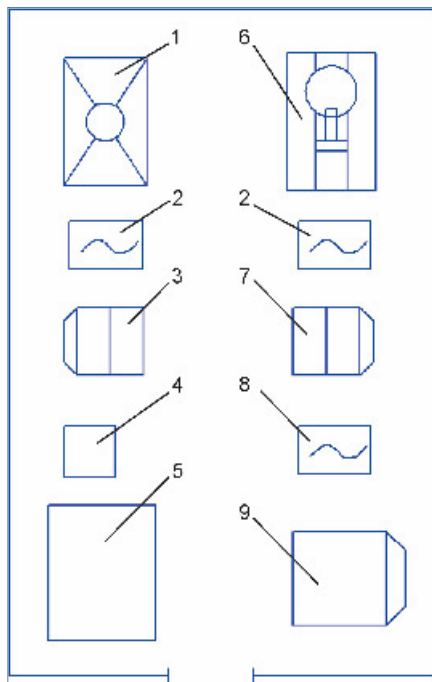


*Установка
для механизированного
упрочнения дисков борон*

При расчете экономической эффективности не учтены потери от регулярного затачивания только закаленных деталей как минимум один раз в две смены работы агрегата. Детали, упрочненные электродуговым методом, обладают свойством самозатачивания. Срок окупаемости затрат на организацию участка упрочнения деталей – два месяца.

Производственно-социальная эффективность.

Упрочненные электродуговым методом лапы культиватора



*Планировка участка упрочнения
деталей:*

1 – камера струйно-абразивной обработки деталей перед упрочнением; 2 – аппарат для электродугового упрочнения; 3 – пост электродуговой цементации деталей; 4 – ванна для закалки деталей после цементации; 5 – стол монтажный и заточки; 6 – автоматическая установка для упрочнения дисков борон наплавкой металлокерамикой; 7 – пост для электротермодиффузионного упрочнения боронитроцементацией; 8 – аппарат для электродугового упрочнения; 9 – верстак для очистки деталей после упрочнения

ров, диски и лемеха становятся самозатачивающимися, поэтому их не надо часто снимать для заточки, а делать это только после сезона. Это качество упрочненных деталей упрощает и облегчает эксплуатацию техники, а также значительно сокращает потери рабочего времени и экономит средства.

Технические результаты.

В основу новых технологий и технических средств электродугового упрочнения, позволяющего значительно повысить ресурс выпускаемой в России почвообрабатывающей и другой сельскохозяйственной техники, положены решения, на которые поданы в 2008-2009 гг. две заявки на получение патентов: № 037718, 2009110351/20(014058).

Стоимость проекта – 1460 тыс. руб.

■ УЧАСТОК РЕМОНТА ТУРБОКОМПРЕССОРОВ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ

Цель проекта – повышение эффективности работы предприятий технического сервиса АПК за счет внедрения новой технологии ремонта турбокомпрессоров восстановлением изношенных деталей методом электроискровой обработки.

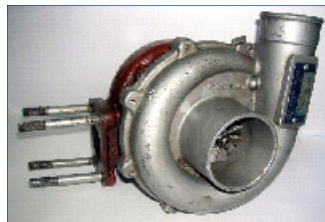
Стадии разработки проекта:

разработка новой технологии ремонта турбокомпрессоров восстановлением изношенных деталей методом электроискровой обработки;

разработка и изготовление оборудования для электроискровой обработки деталей типа «вал» в механизированном режиме; разработка и изготовление устройства для электроискровой



*Турбокомпрессор
TKP 11H-1*



*Турбокомпрессор
TKP 8,5C-1*



*Турбокомпрессор
ТКР ЯМЗ-238*

обработки поверхностей в ручном режиме;

разработка проекта участка ремонта турбокомпрессоров под годовую программу ремонта заказчика;

организация участка опытного производства ремонта турбокомпрессоров в соответствии с разработанной технологией;

разработка коммерческого предложения внедрения новой технологии ремонта

турбокомпрессоров на предприятиях технического сервиса АПК;

производство оборудования для внедрения на предприятиях технического сервиса в объеме 10 комплектов в год.

Продолжительность разработки проекта – один год.

Средний ресурс нового и отремонтированного двигателей в среднем на 20% выше, чем средний ресурс турбокомпрессоров, что ведет к большим скрытым затратам от недобора мощности, перерасхода топлива и простоев техники при замене изношенных агрегатов.

Прямые ежегодные убытки владельцев техники от низкого ресурса отремонтированных турбин составляют около 300 млн руб.

Средние ресурсы двигателей и турбокомпрессоров

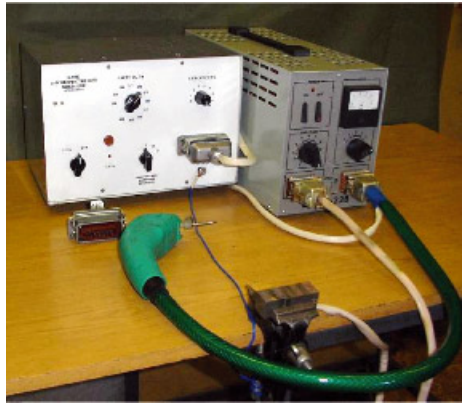
Марка двигателя	Новые, мото-ч		Отремонтированные, мото-ч	
	двигатель	турбокомпрессор	двигатель	турбокомпрессор
СМД-60	3800	3140	2200	1950
ЯМЗ-238НБ	4200	3580	3400	2700

Чтобы восстановить послеремонтный ресурс турбокомпрессора до уровня нового, необходимо поднять износостойкость пары трения вал ротора-подшипник в 3,5 раза, а пары трения средний корпус-подшипник в 1,5 раза.

Эта задача решена следующими методами:

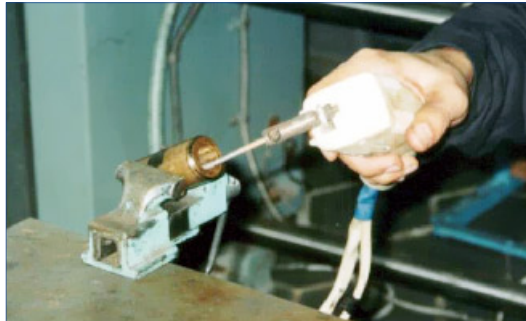
изменением конструктивно-технологических зазоров на оптимальные;

изменением физико-механических свойств восстановленных поверхностей методом электроискровой обработки.



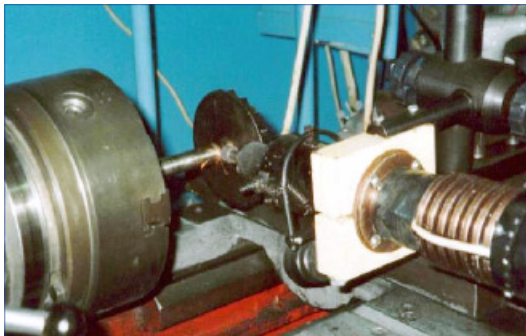
Этапы технологического процесса восстановления изношенных деталей турбокомпрессора.

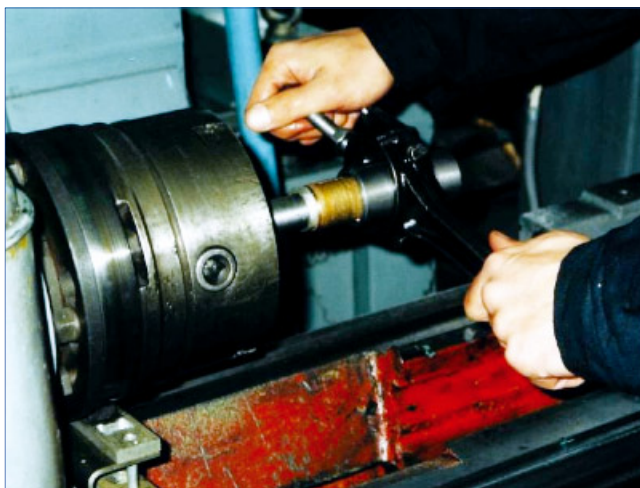
Наплавка отверстия подшипника под вал ротора



317

Наплавка опорных поверхностей вала ротора под подшипник

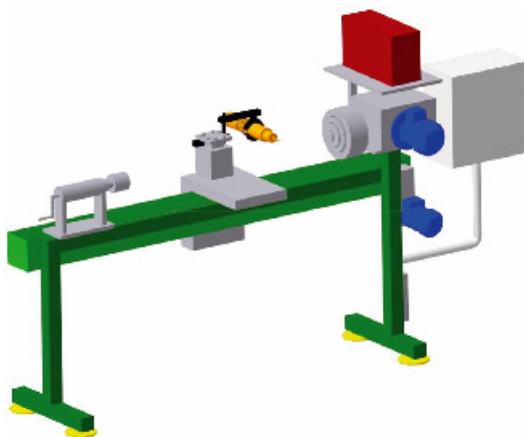




Притирка наружной поверхности подшипника

Технологический процесс включает в себя также восстановление:
отверстия среднего корпуса под подшипник;
отверстия втулки среднего корпуса и диска уплотнения компрессора под уплотнительные кольца;
поверхности фиксатора под подшипник;
отверстия подшипника под фиксатор и торцевых поверхностей подшипника.

318



*Вращатель
для восстановления
деталей типа «вал»
электроискровым
методом, позволяющий
эффективно управлять
кинематическими
режимами обработки
в механизированном
режиме, взамен
используемого
в производстве
универсального токарно-
винторезного станка*

Устройство для электроискровой обработки поверхностей в ручном режиме за счет изменения электрической схемы обеспечивает дозированную подачу импульсов тока и позволяет с большей точностью управлять технологическими режимами обработки, что положительно влияет на качественные и количественные характеристики получаемых металлопокрытий

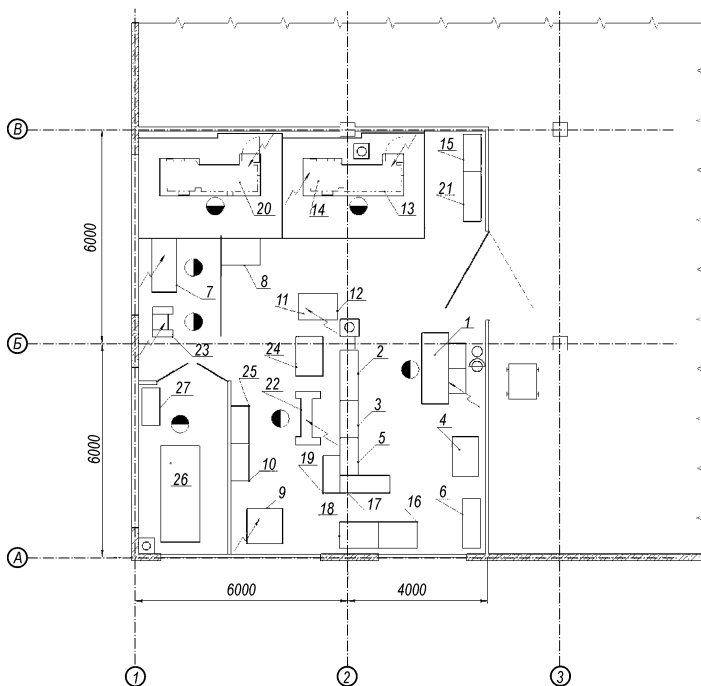


Экономическая эффективность.

1. Себестоимость ремонта одного турбокомпрессора составляет не более 50% от стоимости нового.
2. При сопоставимом ресурсе годовая экономия на программу ремонта 500 турбокомпрессоров в год – 1,5 млн руб.
3. Капитальные вложения с учетом строительно-монтажных и пусконаладочных работ – не более 800 тыс. руб.
4. Срок окупаемости в среднем – 0,4 года.

Социальные эффекты:

1. Создание на ремонтных предприятиях новых высокооплачиваемых рабочих мест.
2. Экологическая безопасность и экономия природных ресурсов за счет вовлечения в народнохозяйственный оборот вторичных ресурсов.



Планировка участка ремонта турбокомпрессоров:

- 1–моечная машина ОМ-5299; 2 – стеллаж ОРГ-1468-05-320;
3– шкаф ПМЗ-19-00А; 4– верстак ОРГ 1468-01-060А;
5–шкаф ПМЗ-19-00А; 6–стеллаж ОРГ-1468-05-320;
7–пресс гидравлический П-6324; 8– верстак ОРГ 1468-01-060А; 9– печь электрическая; 10– шкаф ПМЗ-19-00А; 11– установка «Элитрон-22Б»;
12– верстак ОРГ 1468-01-060А; 13–токарно-винторезный станок 1К62;
14–шкаф ПМЗ-19-00А; 15– установка «Элитрон-22БМ»;
16– контрольный стол ОРГ 1468-01-060А; 17–шкаф ПМЗ-19-00А;
18–стеллаж ОРГ-1468-05-320; 19–контрольный стол ОРГ 1468-01-060А;
20– токарно-винторезный станок 1К62; 21–стеллаж ОРГ-1468-05-320;
22–станок балансировочный ДБ-50А; 23–машина шлифовальная;
24– шкаф ПМЗ-19-00А; 25–стол ОКС-7523; 26–стенд для обкатки и испытания турбокомпрессоров; 27–шкаф ПМЗ-19-00А; колонны; перегородки; сплошные бетонные перекрытия; координационные оси; линия обрыва; рабочее место; подвод электроэнергии; подвод воды; отвод в канализацию; местная вытяжная вентиляция

■ УЧАСТОК РЕМОНТА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ И УПРОЧНЕНИЕМ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ

Цель проекта – повышение эффективности работы предприятий технического сервиса АПК путем внедрения новой технологии ремонта гидрораспределителей восстановлением и упрочнением изношенных деталей методом электроискровой обработки.

Стадии разработки проекта:

разработка новой технологии ремонта гидрораспределителей восстановлением изношенных деталей методом электроискровой обработки;

разработка и изготовление оборудования для электроискровой обработки деталей типа «вал» в механизированном режиме;

разработка и изготовление устройства для электроискровой обработки поверхностей в ручном режиме;

разработка проекта участка ремонта турбокомпрессоров под годовую программу ремонта заказчика;

организация участка опытного производства ремонта турбокомпрессоров в соответствии с разработанной технологией;

разработка коммерческого предложения внедрения новой технологии ремонта турбокомпрессоров на предприятиях технического сервиса АПК;

производство оборудования для внедрения на предприятиях технического сервиса в объеме 10 комплектов в год.

Продолжительность разработки проекта – один год

По данным Мелитопольского завода тракторных гидроагрегатов (МЗТГ), гарантированная наработка распределителей составляет 5000 мото-ч, в то время как в условиях рядовой эксплуатации она не превышает 2,5-3 тыс. мото-ч. Основные причины – снижение ресурса, сверхдопустимое загрязнение масла и, как следствие, повышенный износ деталей.



*Перепускной клапан
гидрораспределителя
P80*



*Золотники
распределителей*



Корпус распределителя P100 (в разрезе)

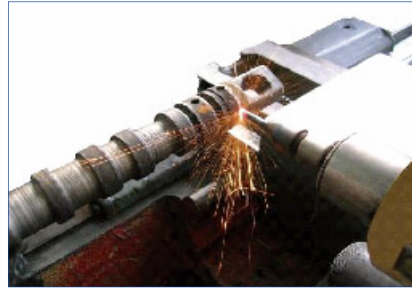
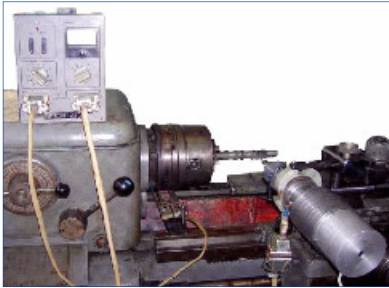
**Таблицы износов и дефектов корпусов и золотников
гидрораспределителей**

322

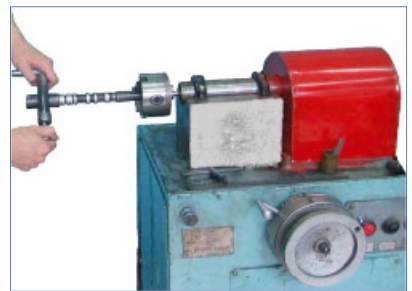
Дефекты поясков корпусов	Повторяемость, %	Способ устранения
Износ и отклонение от геометрической формы	100	Метод ЭИО
Царапины и риски вдоль поясков	32	Метод ЭИО
Скол кромок	16	Метод ЭИО
Износ и отклонение от геометрической формы	100	Метод ЭИО
Царапины и риски вдоль поясков	26	Метод ЭИО
Скол кромок	12	Метод ЭИО

Технология ремонта гидравлических распределителей

Эффективность: обеспечивает 100%-ный послеремонтный ресурс гидрораспределителя за счет нанесения на рабочие поверхности наноструктурных покрытий, снижающих интенсивность изнашивания;
обеспечивает ресурсосбережение за счет вовлечения в народнохозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов;
обеспечивает энергосбережение благодаря применению специальных источников концентрированной энергии;
обеспечивает экологическую безопасность.



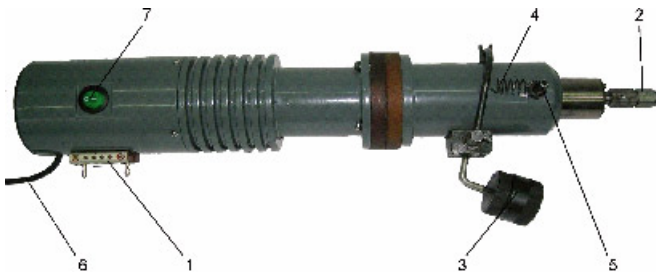
Нанесение на золотник наноструктурных покрытий



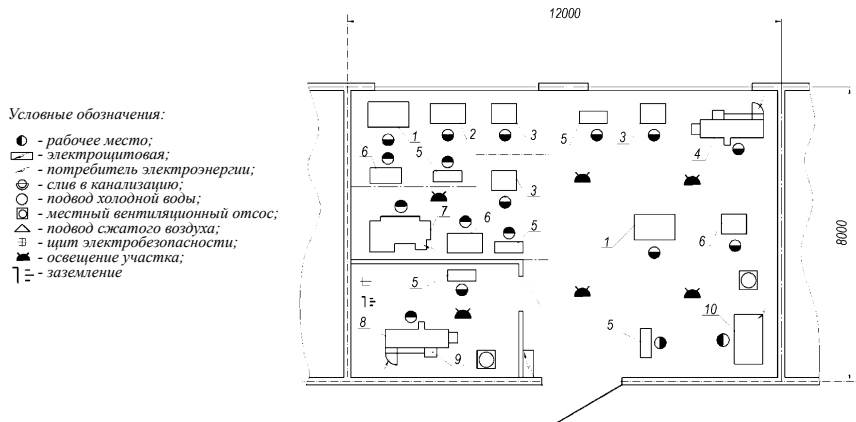
*Механическая обработка
золотникового отверстия
в корпусе*

*Доводка восстановленного
золотника в отверстии
корпуса*

323



*Конструкция наплавочной головки высокой надежности,
обеспечивающая необходимую толщину и качество электроискровых
покрытий: 1 – розетка для подключения генератора к обрабатывающей
головке; 2 – кабель соединения обрабатывающей головки к электрической
сети; 3 – кнопка включения/выключения обрабатывающей головки;
4 – пружина; 5 – цанговый режим; 6 – штанцер; 7 – противовес*



Планировка участка ремонта гидрораспределителей:

- 1 – верстаки слесарные металлические на одно рабочее место В-1;
- 2 – стол для дефектации Р-942; 3 – моечные ванны М-31;
- 4 – вращатель для доводки золотников; 5 – пять тумб инструментальных ТУ-1; 6 – три стеллажа ОРГ-1468-05-320;
- 7 – станок токарно-винторезный 1К62; 8 – вращатель для электроискровой обработки деталей типа «вал»;
- 9 – комплекс для электроискровой обработки;
- 10 – контрольно-испытательный стенд КИ-4815М

Экономическая эффективность:

1. Себестоимость ремонта одного гидрораспределителя составляет не более 30% от стоимости нового.
2. При сопоставимом ресурсе годовая экономия на программу ремонта 500 гидрораспределителей в год составляет 1,4 млн руб.
3. Капитальные вложения с учетом строительно-монтажных и пусконаладочных работ – не более 400 тыс. руб.
4. Срок окупаемости в среднем – 0,4 года.

Социальные эффекты:

1. Создание на ремонтных предприятиях новых высокооплачиваемых рабочих мест.
2. Экологическая безопасность и экономия природных ресурсов за счет вовлечения в народнохозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов.

■ УЧАСТОК РЕМОНТА ШЕСТЕРЕННЫХ ГИДРОНАСОСОВ ТИПА НШ-К ВОССТАНОВЛЕНИЕМ И УПРОЧНЕНИЕМ ДЕТАЛЕЙ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ

Цель проекта – повышение эффективности работы предприятий технического сервиса АПК за счет внедрения новой технологии ремонта гидронасосов типа НШ-К восстановлением и упрочнением изношенных деталей комбинированным методом.

Стадии разработки проекта:

разработка новой технологии ремонта гидронасоса типа НШ-К восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей методом электроискровой обработки и холодного газодинамического напыления;

разработка и изготовление оборудования для электроискровой обработки в ручном режиме и технологической оснастки для механообработки восстановленных поверхностей;

подготовка проекта участка ремонта гидронасосов типа НШ-К под годовую программу ремонта заказчика;

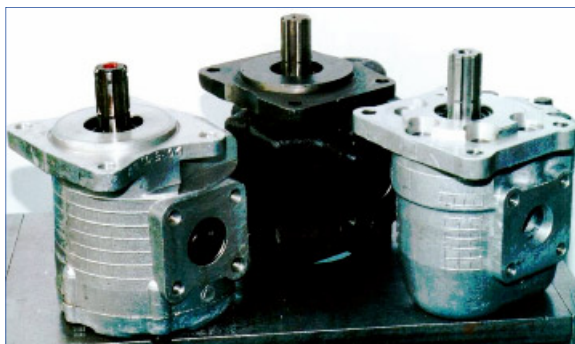
организация участка опытного производства ремонта гидронасосов типа НШ-К в соответствии с разработанной технологией;

разработка коммерческого предложения внедрения новой технологии ремонта гидронасосов типа НШ-К на предприятиях технического сервиса АПК;

производство оборудования для внедрения на предприятиях технического сервиса в объеме 10 комплектов в год.

Продолжительность разработки проекта – один год.

По данным ГОСНИТИ, доля отказов гидронасосов составляет 20-25% от общего количества отказов гидросистемы в целом. Технический уровень отремонтированного гидронасоса не более 62% от уровня нового. Все это приводит к «скрытым» издержкам при эксплуатации гидропривода, так как возрастают расход топлива, износы двигателя при работе на повышенных частотах и нагрузках.



*Гидравлические насосы типа НШ, применяемые
в отечественных гидроприводах сельхозтехники*

Дефекты деталей гидронасосов	Повторяемость, %	Способ устранения
Износ платиков	100	Перешлифовка и ЭИУ
Износ торцов ведущей и ведомой шестерен	94	Перешлифовка
Износ поверхностей обоймы под цапфы	73	ЭИО+ХГДН
Износ колодцев поджимной обоймы	48	ЭИО+ХГДН
Износ поверхностей обоймы под пластики	45	ЭИО+ХГДН

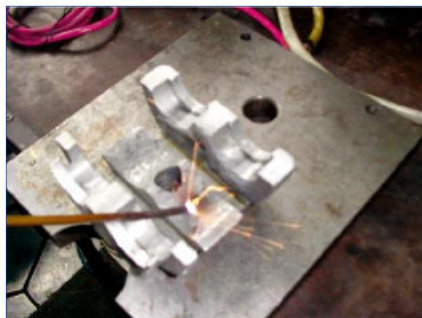
326

Технология ремонта гидравлических насосов типа НШ-К

Эффективность: обеспечивает 100%-ный послеремонтный ресурс гидрораспределителя за счет нанесения на рабочие поверхности наноструктурных покрытий, снижающих интенсивность изнашивания, а также ресурсосбережение за счет вовлечения в народнохозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов; обеспечивает энергосбережение за счет применения специальных источников концентрированной энергии.



Шлифование пластинок

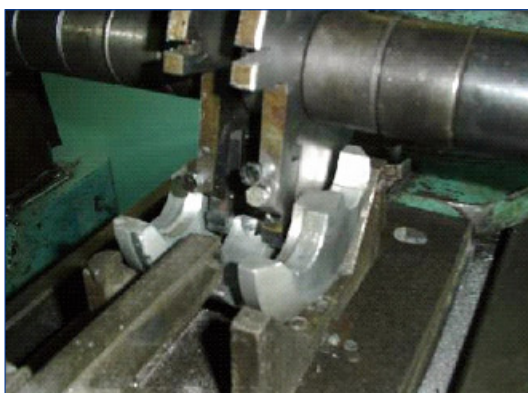


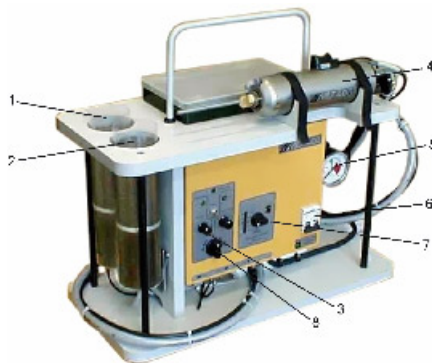
ЭИО поверхностей обоймы



*Холодное газодинамическое
напыление пазов обоймы*

*Механическая
обработка поджимной
обоймы*



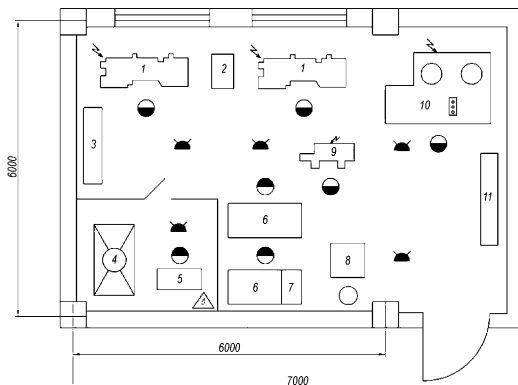


Оборудование для реализации метода холодного газодинамического напыления Димет 403 (мощность – 3,3 кВт, производительность по покрытию – 1-6 г/мин, масса – 16 кг, стабилизация напряжения, пять тепловых режимов, дистанционное управление): 1 – питатель порошка для пескоструйной обработки; 2 – питатель порошка для нанесения покрытий; 3 – регулятор производительности по покрытию; 4 – сопловой блок; 5 – манометр; 6 – тумблер включения установки; 7 – регулятор тепловых режимов; 8 – переключатель питателей

328

Условные обозначения:

-  – подвод электроэнергии;
-  – рабочее место;
-  – подвод сжатого воздуха;
-  – местная вентиляция;
-  – освещение участка;
-  – подвод холодной воды



Планировка участка ремонта гидронасосов типа НШ-К:

1 – два станка токарно-винторезных 1А62; 2 – шкаф для инструмента ТУ-1; 3 – стеллаж для деталей; 4 – вытяжная камера; 5 – установка для ХГДН Димет-403; 6 – верстак металлический на одно место В-1; 7 – установка для ЭИО Элитрон-22БМ; 8 – моечная машина ОМ-9313; 9 – станок универсально-заточный ЗВ642; 10 – стенд контрольно-испытательный КИ-4815М; 11 – стеллаж для готовой продукции

Экономическая эффективность:

1. Себестоимость ремонта одного гидронасоса типа НШ-К составляет 700 руб., стоимость нового агрегата 2800 руб.
2. При сопоставимом ресурсе годовая экономия на программу ремонта 500 гидрораспределителей в год составляет 1,05 млн руб.
3. Капитальные вложения с учетом строительно-монтажных и пуско-наладочных работ не более 700 тыс. руб.
4. Срок окупаемости в среднем 0,7 года.

Социальные эффекты:

1. Создание на ремонтных предприятиях новых высокооплачиваемых рабочих мест.
2. Экологическая безопасность и экономия природных ресурсов за счет вовлечения в народнохозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов.

■ ПРОЕКТ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО МНОГОМАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРОГРАММОЙ 600 И 1200 ед.

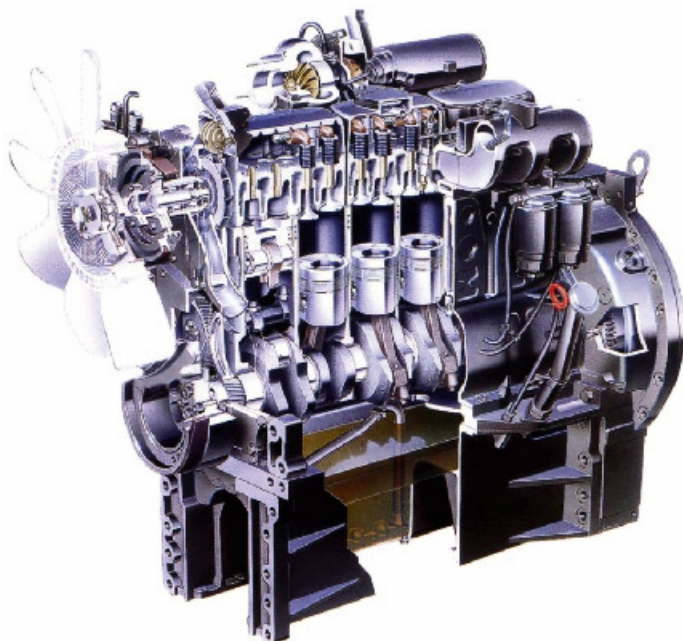
329

Цель проекта – повышение уровня качества ремонта двигателей сельскохозяйственной техники в регионах за счет организации специализированных типовых ремонтных производств, обеспечения потребностей сельхозтоваропроизводителей в ремонте двигателей зарубежной техники.

Задачи проекта:

1. Создание новых или проведение реконструкции, технического перевооружения существующих предприятий по ремонту двигателей тракторов, сельскохозяйственных машин и автомобилей.
2. Обеспечение ремонтных предприятий современными ресурсосберегающими технологиями ремонта и восстановления, высокоточным и универсальным технологическим оборудованием.
3. Повышение надежности тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин за счет улучшения качества операций ремонта

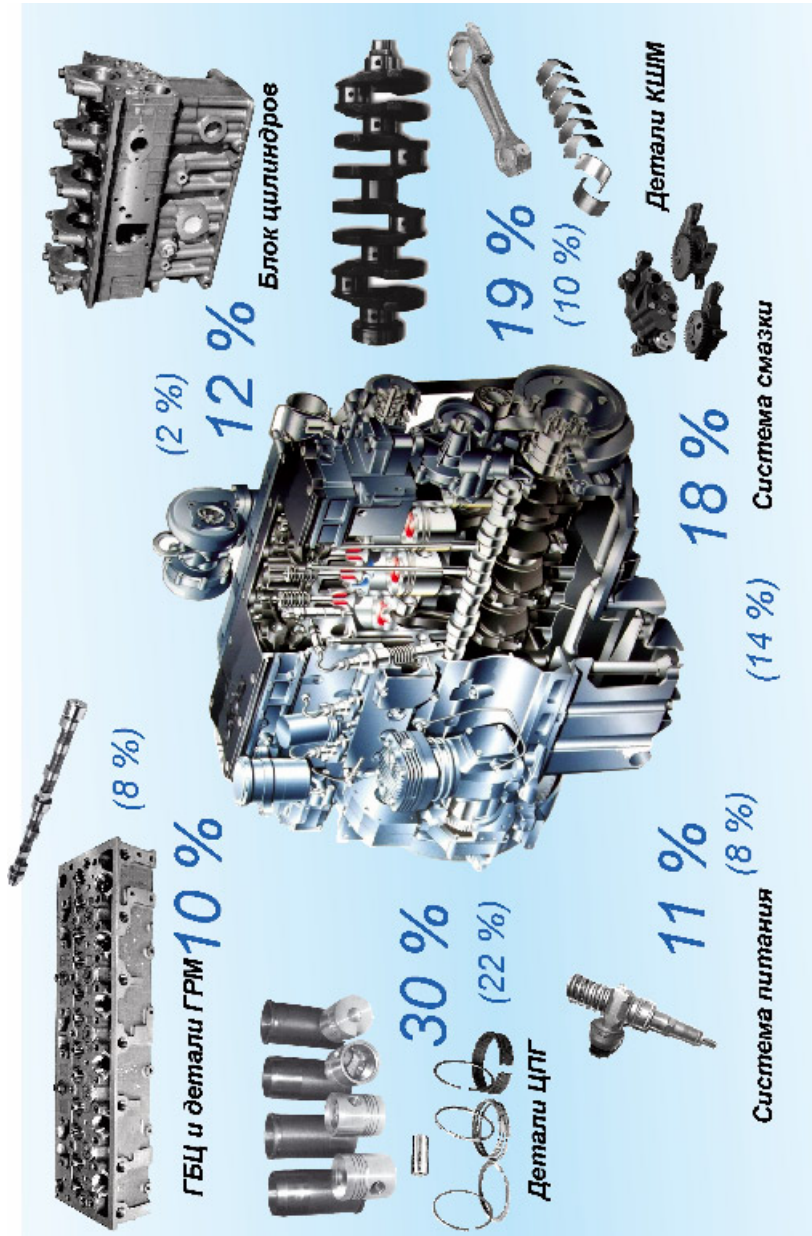
отечественных и зарубежных двигателей: мойки, механической обработки, сборки и др.



Продолжительность проекта – девять месяцев.

Анализ работы предприятий показывает, что существующая ремонтная база АПК не выполняет свои изначальные функции: оборудование и технологии не обновляются уже более 20 лет, объем специализированного ремонта снизился до 5-7%, низкая конкурентоспособность как следствие плохого качества работы, коллектив ремонтных бригад состоит преимущественно из людей пожилого возраста, нет притока молодых специалистов на предприятия.

Одной из главных причин неудовлетворительного состояния ремонтных предприятий является низкий уровень качества ремонта двигателей. Этот показатель напрямую влияет на прибыль заводов.



Состояние ДВС, поступающих в ремонт (проценты отказов, в скобках – зарубежные ДВС)

Возможности ремонта. Эволюция точности

Требования к производству:

1. Повышение точности обработки, качества изготовления.
2. Соблюдение норм EURO-5, TIER-III.

Требования к ремонту:

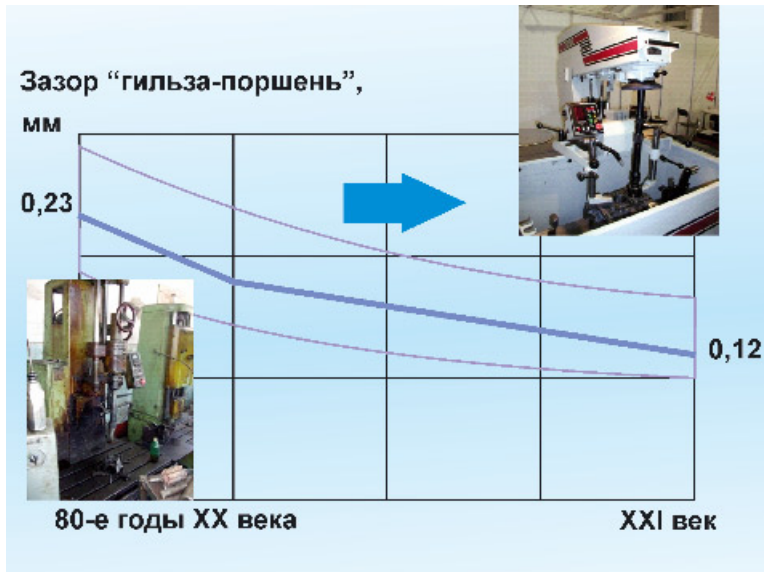
Комплексный подход

Уменьшение зазора гильза-поршень – до 0,12 мм путем:

точного взаимного положения гильзы в блоке; плосковершинного профиля рабочей поверхности гильзы; антифрикционной обработки гильзы и поршня; уменьшения искажения формы гильзы в напряженном состоянии; использования современного станочного оборудования.

Результат:

увеличение срока службы деталей в 1,5-2 раза; уменьшение расхода топлива на 3-5%; уменьшение расхода моторного масла на 20-30%; снижение токсичности выхлопных газов на 20-30% (с Euro I до Euro III).



Решение проблемы – создание высокорентабельных ремонтных производств нового типа, обеспечивающих высокий уровень качества и ресурса отремонтированных двигателей, оснащение их зарубежным высокоточным станочным оборудованием с применением отечественных инновационных технологий ремонта и восстановления, профессиональная подготовка кадров.



Особенности проекта:

1. Ориентир на «реальное положение» в области эксплуатации и ремонта МТП АПК – крупные ремонтные заводы не востребованы.

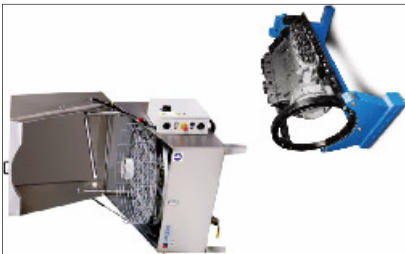
2. Предприятие отличается высокой гибкостью в условиях жесткой конкуренции за счет применения универсального быстропереналаживаемого оборудования.

3. Реализация отечественных инновационных технологий ремонта и восстановления на зарубежном станочном оборудовании – гарантия качества и высокой экономической эффективности.

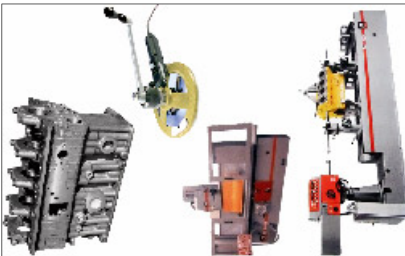
Инновационный компьютерный комплекс расчета оптимального парка средств технологического оснащения.



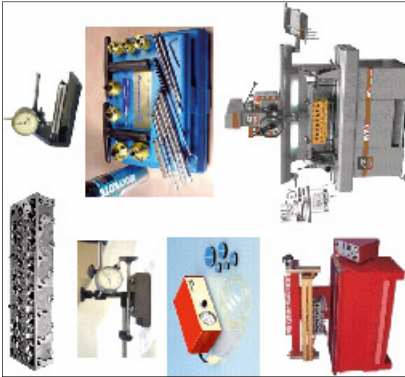
Мойка двигателей
в сборе, подразборка,
мойка деталей



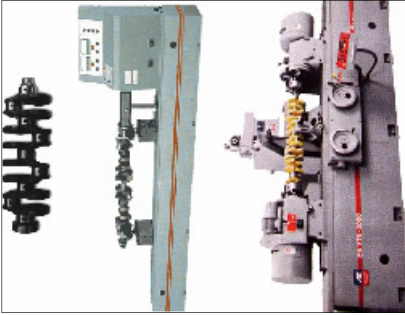
Ремонт



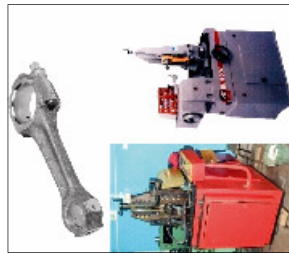
Ремонт головок
блока



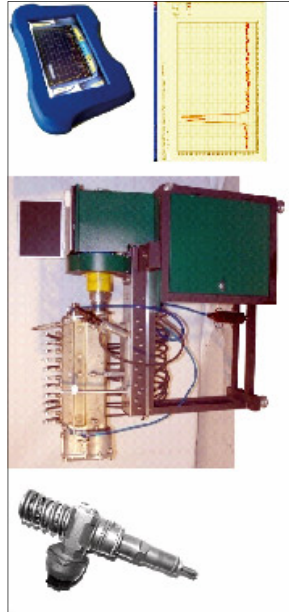
Ремонт коленчатых
и распределительных
валов



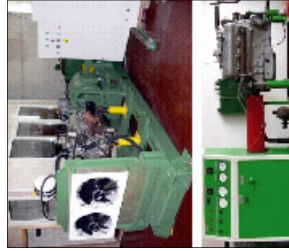
Ремонт шатунов



Ремонт топливной аппаратуры



Обкатка



Участки завода



Микропроцессорный диагностический комплекс КИ-28229 ГОСНИТИ

Высокоточное диагностирование, регулировка и оценка качества сборки ЦПГ, ТПН, ТНВД отечественных и зарубежных двигателей



Центр обработки головок блоков AZ VV80

Универсальный высокоточный станок для комплексной обработки головок блоков цилиндров: обработка и замена седел, обработка направляющих втулок, контроль герметичности клапанных сопряжений

336



Центр обработки блока цилиндров AZ VB182M

Универсальный быстропереналаживаемый станок для высокоточной комплексной обработки блоков цилиндров: расточка цилиндров и фрезеровка поверхностей



Стенд для обкатки и испытания ДВС КИ-35503 ГОСНИТИ

Обеспечивает холодную и горячую обкатку без нагрузки, горячую обкатку с нагрузкой, испытания ДВС мощностью до 300 л. с.

Условия для реализации проекта завода:

1. Изолированный ангар площадью от 720 м².
2. Осветительная аппаратура в исполнении IP54.
3. Приточно-вытяжная вентиляция с кратностью воздухообмена Кв=9.
4. Энергоснабжение – 380 В, 100 А.
5. Температурный режим – +15-20°С.
6. Относительная влажность 30-60%.
7. Технический водопровод с рабочим давлением 0,1-0,3 МПа.
8. Пневмосеть 6-8 атм.
9. Производственная канализация.

Эффективность использования в сельскохозяйственном производстве предлагаемого завода определяется следующими показателями:

1. Повышение производительности труда, культуры производства до современного международного уровня.
2. Недопущение к эксплуатации контрафактных, некондиционных запасных частей и агрегатов.
3. Повышение эксплуатационной надежности двигателей на 30-50%.
4. Сокращение простоев сельхозтехники по причине технических неисправностей двигателей в 2,5-3,5 раза.
5. Рентабельность проекта – не менее 30%.
6. Срок окупаемости – 3-4 года.

Этапы работ:

1. Анализ рынка, разработка ТЭО, бизнес-плана.
2. Планирование предприятия.
3. Обучение персонала технологическим операциям.
4. Поставка оборудования для участка.
5. Пуско-наладочные работы на предприятии заказчика.

Стоимость проекта: 25-43 млн руб.

■ ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СОВРЕМЕННЫМИ ИННОВАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

Технология ремонта гидравлических распределителей с плоскими золотниками восстановлением и упрочнением изношенных деталей методом электроискровой обработки

Предназначена для ремонта гидравлических распределителей типов Р12П, РГ12, РС12П, Р20П, ЭГР16ПР и других отечественного и импортного производства.

Обеспечивает увеличение ресурса соединений «плоский золотник – сливные секции» в 1,4-1,6 раза за счет изменения физико-механических свойств рабочих поверхностей, восстановление размеров изношенных деталей нанесением слоя металлопокрытия требуемых толщины и качества, исключение заклинивания за счет создания «обратной» пары трения в соединениях, снижение себестоимости ремонта благодаря применению энергосберегающего оборудования и минимальным ресурсозатратам.

Комплект поставки: две установки «Элитрон-22БМ», два высокочастотных блока вибрации АГ-2, комплект технологической оснастки для последующей механической обработки восстановленных и упрочненных поверхностей, методическая литература, конструкторская и технологическая документация.

Для реализации разработки необходимо иметь производственную площадь (минимально 20 м²), моечную ванну, верстак с тисками для слесарных работ, контрольно-испытательный стенд КИ-4815М или его аналог, плоскошлифовальный станок, контрольно-измерительный инструмент с точностью 0,001 мм.

Технология ремонта блоков цилиндров двигателей КамАЗ-740 восстановлением размеров и геометрии коренных опор комбинированным методом

Предназначена для ремонта блоков цилиндров двигателей КамАЗ-740 восстановлением размеров и геометрии коренных опор комбинированным методом: электроискровой обработкой с применением металлополимерных композиций.

Обеспечивает 100%-ный послеремонтный ресурс блока цилиндров, восстановление размеров и геометрических параметров изношенных поверхностей посадочных отверстий коренных опор нанесением высокопрочного электроискрового покрытия и слоя износостойкой металлополимерной композиции, снижение себестоимости ремонта за счет применения энергосберегающего оборудования и минимальных ресурсозатрат.

Комплект поставки: установка «Элитрон-52БМ», комплект технологической оснастки (калибрующие оправки под номинальный и ремонтный размеры), методическая литература, конструкторская и технологическая документация.

Для реализации разработки необходимо иметь производственную площадь (минимально 50м²), верстак с тисками для слесарных работ, горизонтальный агрегатно-расточный станок 14А339 или аналог, подъемное устройство (тельфер, кран балку), контрольно-измерительный инструмент с точностью 0,01 мм.

Технология ремонта гидростатических трансмиссий отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники восстановлением и упрочнением изношенных деталей методом электроискровой обработки

Предназначена для ремонта гидростатических трансмиссий ГСТ-33, ГСТ-52, ГСТ90, ГСТ-112 отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники восстановлением и упрочнением изношенных деталей методом электроискровой обработки.

Обеспечивает увеличение ресурса соединений «плунжер-втулка блока цилиндров», «распределитель – приставное дно блока цилиндров» в 1,5 раза за счет изменения физико-механических свойств рабочих поверхностей деталей пары трения, восстановление размеров изношенных деталей нанесением слоя металлопокрытия требуемых толщины и качества, исключение из технологической цепочки обработки на дорогостоящем оборудовании (хонингование отверстий и бесцентровое шлифование плунжеров), снижение себестоимости ремонта за счет применения энергосберегающего оборудования и минимальных ресурсозатрат.

Комплект поставки: две установка «Элитрон-22БМ», высокочастотный блок вибрации АГ-2, комплект приспособлений для электроискровой обработки наружных поверхностей тел вращений КПМ-20, комплект технологической оснастки для последующей механообработки восстановленных поверхностей, методическая литература, конструкторская и технологическая документация.

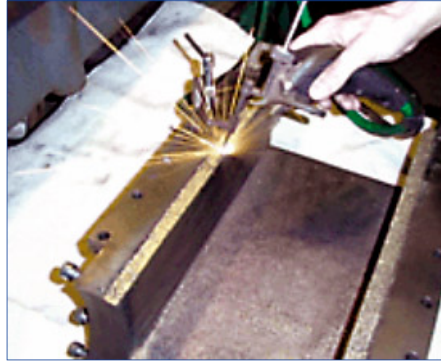
Для реализации разработки необходимо иметь производственную площадь, (минимально 20 м²), моечную ванну, верстак с тисками для слесарных работ, токарный станок, контрольно-испытательный стенд КИ - 4815М или его аналог, плоскошлифовальный станок.

Технология ремонта тестоделителей

Технология ремонта делительных устройств тестоделителей вакуумного типа мод. А2-ХПО/5, «Восход» ТД-2, «Parta» U2 (-U3), «Gostol», «Benier», SP/2, «Voluman» отечественного и зарубежного производства с восстановлением и упрочнением изношенных деталей методами электроискровой и комбинированной обработки.

Эффективность применения:

- восстановление изношенных деталей и рабочих зазоров в парах трения до номинальных значений путем нанесения слоя металло- или комбинированного покрытия;



- выравнивание ресурса элементов делительного устройства путем управления эксплуатационными свойствами восстанавливающих покрытий;
- снижение себестоимости ремонта за счет применения энергосберегающего оборудования, экономии материалов и рациональных приемов механической обработки;
- возможность реализации нескольких вариантов технологического процесса;
- затраты на ремонт делительных устройств не превышают 50% для отечественного и 30% для зарубежного производителя.

Услуги по ремонту:

- разборка делительного устройства;
- восстановление формы и размеров нагревательной и мерной камер, главного и мерных поршней, перегородок мерной камеры, делительного ножа, задней заслонки, деталей механизма упоров мерной камеры;
- сборка делительного устройства;
- приработка трущихся деталей нагревательной и мерных камер, задней заслонки;
- обучение ИТР и рабочих приемам оценки технического состояния делительных устройств;
- восстановление и упрочнение прочих деталей оборудования предприятий хлебопекарной промышленности.

Ремонт блоков гомогенизаторов с восстановлением в номинальный размер изношенных деталей методом электроискровой обработки

Объектами ремонта являются блоки гомогенизаторов ТА-20, ТА-25, ТА-30 и все аналогичные.

Эффективность применения:

- восстановление размеров изношенных поверхностей деталей блока, шатуна, поршня и других деталей нанесением слоя металлопокрытия требуемой толщины и с заданными механическими свойствами;
- возможность внедрения технологии на предприятиях, эксплуатирующих или ремонтирующих гомогенизаторы;
- повышение ресурса восстановленных деталей блока до уровня новых;
- технология восстановления деталей блока гомогенизатора не предусматривает значительных затрат на приобретение технологического оборудования.

342

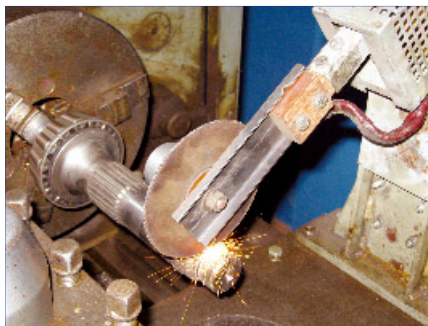
Внедрение технологии под «ключ» предусматривает заключение договора», пусконаладочные работы по оборудованию, обучение рабочего персонала, обеспечение электродными материалами на необходимый период и методической литературой.

Технология восстановления наружных и внутренних посадочных поверхностей деталей электроискровой обработкой

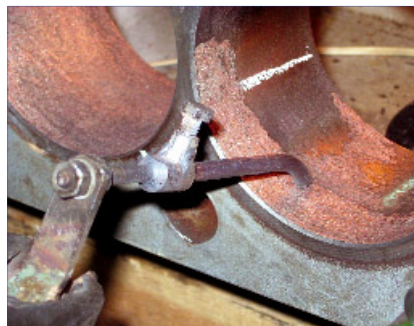
Предусматривает нанесение электроискрового покрытия на изношенные наружные и внутренние поверхности посадочных мест под подшипники валов и корпусных деталей.

Эффективность применения:

- восстановление размеров изношенных деталей нанесением слоя металлопокрытия требуемых толщины и качества без перегрева детали;



*Восстановление
наружной поверхности
хвостовика первичного вала
в механизированном режиме*



*Восстановление внутренней
поверхности корпуса
гомогенизатора в ручном режиме*

- исключение при незначительном износе поверхности (до 0,1 мм) последующей механической обработки;
- исключение из технологической цепочки специального высоко-точного технологического оборудования;
- применение малогабаритного, энергосберегающего, экологически безопасного оборудования.

Внедрение технологии «под ключ» предусматривает оценку технологии представителем инженерной службы предприятия-заказчика, заключение договора, пусконаладочные работы оборудования для реализации метода ЭИО, обучение ИТР и рабочего персонала, обеспечение электродными материалами на период работы до трех месяцев (корректируется), восстановление опытной партии посадочных мест у заказчика силами обученного персонала, обеспечение методической литературой.

Обязательная комплектность поставки: установка для электроискрового упрочнения типов «Элитрон», «БИГ», «Alier», электродные материалы (0,2-0,5 кг), два экземпляра рекомендаций по восстановлению посадочных мест под подшипники методом электроискровой обработки.

Технология упрочнения режущего инструмента и штамповой оснастки

Технология предусматривает упрочнение рабочих поверхностей режущих инструментов и штамповой оснастки из инструментальных сталей методом электроискрового нанесения покрытий.



Металлорежущие инструменты



Разделительный штамп

Эффективность: повышение стойкости упрочненного инструмента от 2 до 6 раз.

Внедрение технологии «под ключ» предусматривает оценку технологии представителем инженерной службы предприятия на производственном участке лаборатории № 11 ГНУ ГОСНИТИ, заключение договора, обучение ИТР и рабочего персонала, обеспечение электродными материалами на период работы до трех месяцев (корректируется) и методической литературой.

Для реализации технологии необходимо иметь отапливаемую производственную площадь (минимально 10 м²), стол для оператора электроискровой обработки.

Обязательная комплектность поставки: установка для электроискрового упрочнения типов «Элитрон», «БИГ», «Alier», электродный материал до 0,5 кг, два экземпляра рекомендаций по упрочнению режущего инструмента и штамповой оснастки методом электроискрового упрочнения.

Технология восстановления гильз цилиндров электродуговой металлизацией

Предназначена для восстановления внутренней и наружной поверхностей автотракторных, судовых, тепловозных двигателей до номинального размера.

Преимущества: возможность восстановления гильз с воздушным охлаждением и крупногабаритных гильз, что невозможно сделать известными методами термопластического деформирования, низкое энергопотребление, стабильность и простота, деталь не нагревается выше 110°C , не снижается усталостная прочность, не требуется высокая квалификация исполнителей. Ресурс восстановленных деталей не ниже новых.



345

Внедрение технологии – путем создания на ремонтных предприятиях производственных участков по восстановлению деталей. Для этого институт предоставляет заказчику комплект специального оборудования и оснастки, производит пусконаладку и обучение технического персонала.

Себестоимость восстановления зависит от типоразмера гильз и составляет 40-60% от стоимости новых.

Окупаемость затрат на организацию производственного участка – восемь-десять месяцев.

Гарантии: производственные испытания и использование технологии на ремонтных предприятиях.

Стоимость работ договорная, включает в себя стоимость сверхзвукового металлизатора с пультом управления ЭДМ-10 ШД. Прилагается конструкторская документация на изготовление технологической оснастки, выполнение технологии, на технологическую планировку производственного участка, пусконаладочные работы и обучение персонала.

Технология восстановления плоскости разъемов алюминиевых головок блоков цилиндров электродуговой металлизацией

Предназначена для восстановления до номинального размера плоскости разъема с целью обеспечения требуемой глубины камеры сгорания и степени сжатия воздуха в цилиндрах.



346

В сравнении с алюминиевыми прокладками металлизация обеспечивает гарантированную герметичность от прорыва газов и охлаждающей жидкости, восстановление строго до номинального размера, не требуется высокая квалификация исполнителей. Ресурс восстановленных деталей не ниже новых.

Внедрение технологии – путем создания на ремонтных предприятиях производственных участков по восстановлению деталей. Для этого институт поставляет заказчику комплект специального оборуду-

дования и оснастки, производит пусконаладку и обучение технического персонала.

Себестоимость восстановления 20% от стоимости новой детали.

Окупаемость затрат на организацию производственного участка шесть-семь месяцев.

Гарантии: многолетнее использование технологии на ремонтных предприятиях.

Стоимость работ договорная, включает в себя стоимость сверхзвукового металлатора с пультом управления ЭДМ-10 ШД. Прилагается конструкторская документация на изготовление технологической оснастки, выполнение технологии, на технологическую планировку производственного участка, пусконаладочные работы и обучение персонала.

Технология восстановления шкворней, штоков гидроцилиндров, валов роторов, стартеров, генераторов и электродвигателей, втулок, соединительных муфт нефтегазовых труб, корпусных деталей электродуговой металлацией

347

Предназначена для восстановления поверхностей валов, работающих в условиях трения, скольжения и смазки, а также посадочных мест под подшипники до номинального размера.



Преимущества: восстановление валов любых габаритов и массы; детали при нанесении металлопокрытий не нагреваются выше 80-110°C, что не вызывает их деформацию; усталостная прочность не снижается; простота, технологичность и высокая производительность; коленчатые валы не деформируются. Ресурс восстановленных деталей не ниже новых.

Внедрение технологии – путем создания на ремонтных предприятиях производственных участков по восстановлению деталей. Для этого институт поставляет заказчику комплект специального оборудования и оснастки, производит пусконаладку и обучение технического персонала.

Себестоимость восстановления – в зависимости от типоразмера 10-50% от стоимости новых.

Окупаемость затрат на организацию производственного участка 2-12 месяцев.

Гарантии: многолетнее использование технологии на ремонтных заводах.

Стоимость работ договорная, включает в себя стоимость сверхзвукового металлизатора с пультом управления ЭДМ-10 ШД. Прилагается конструкторская документация на изготовление технологической оснастки, выполнение технологии, на технологическую планировку производственного участка, пусконаладочные работы и обучение персонала.

Технология восстановления тормозных барабанов и тормозных шкивов электродуговой металлизацией

Предназначена для восстановления тормозных барабанов тракторов, автомобилей, автобусов и тормозных шкивов метрополитена до номинального размера.

Преимущества: простота и высокая производительность; нагрев деталей в процессе нанесения покрытия до температуры не выше 70-90°C не вызывает их деформацию; усталостная прочность не снижается, не требуется высокая квалификация исполнителей. Ресурс

восстановленных деталей не ниже новых.

Внедрение технологии – путем создания на ремонтных предприятиях производственных участков по восстановлению деталей. Для этого институт предоставляет заказчику комплект специального оборудования и оснастки, производит пусконаладку и обучение технического персонала.



Себестоимость восстановления тормозных барабанов легковых автомобилей до 60%, грузовых – 40-50, автобусов – 35-40% от стоимости новых.

Окупаемость затрат на организацию производственного участка пять-семь месяцев.

Гарантии: коэффициент запаса прочности покрытия для легковых автомобилей >200%, для грузовых, автобусов >100%, для тормозных шкивов > 60%, многолетнее использование технологии на ремонтных предприятиях.

Стоимость работ договорная, включает в себя стоимость сверхзвукового металлизатора с пультом управления ЭДМ-10 ШД. Прилагается конструкторская документация на изготовление технологической оснастки, выполнение технологии, на технологическую планировку производственного участка, пусконаладочные работы и обучение персонала.

Технология долговременной антикоррозионной защиты алюминия и защитно-декоративных покрытий методом электродуговой металлизации

Предназначена для долговременной (сроком не менее 20 лет) антикоррозионной защиты алюминия труб, резервуаров, диффузионных агрегатов сахарных заводов, пролетов мостов, других металлоконструкций, днищ и внутренней поверхности крыльев автомоби-



лей, листового металла, защитно-декоративных покрытий алюминием, бронзой, латунью, медью под цвет серебра и золота.

Внедрение технологии – путем создания на ремонтных предприятиях производственных участков по восстановлению деталей. Для этого институт предоставляет заказчику

комплект специального оборудования и оснастки, производит пусконаладку и обучение технического персонала.

Гарантии: многолетнее использование технологии в России и за рубежом.

350

Стоимость работ договорная, включает в себя стоимость сверхзвукового металлизатора с пультом управления ЭДМ-9 ШД. Прилагается конструкторская документация на изготовление технологической оснастки, выполнение технологии, на технологическую планировку производственного участка, пусконаладочные работы и обучение персонала.

Технология восстановления колес наплавкой в среде защитного газа с дополнительной горячей присадкой (ДГП)

Разработана технология восстановления колес с использованием ДГП. Определены соотношение основной и дополнительной проволок, влияние количества дополнительной проволоки на стабильность и производительность процесса наплавки.

При использовании дополнительной проволоки скорость охлаж-



Наплавленное колесо после мехобработки

дения наплавочной ванны ниже 1000°C уменьшается в среднем на 30%, что приводит к увеличению стойкости и уменьшению образования трещин. Кроме того, это позволяет уменьшить в среднем в 1,5 раза глубину проплавления и ширину зоны термического влияния, увеличить производительность процесса наплавки в 1,8-2,5 раза.

Энергозатраты при наплавке с дополнительной проволокой уменьшаются на 40% по сравнению с обычной наплавкой.

Данная технология обеспечивает повышение качества наплавленных деталей за счет уменьшения сварочных деформаций и трещин.

Технология восстановления деталей наплавкой под слоем флюса с использованием неподвижного плавящегося электрода (НПЭ)

Основные преимущества способа наплавки НПЭ с ДПМ: наплавка с помощью промышленных источников питания сварочной дуги и несложных приспособлений; наплавка плоских поверхностей, в том числе сложной конфигурации, без использования специализированных сварочных автоматов; стабильность качества наплавленного металла не зависит от квалификации сварщика.

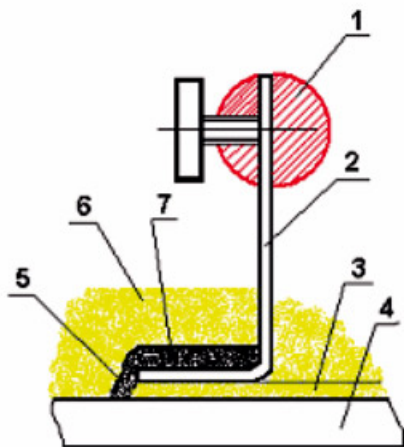


Схема наплавки с использованием НПЭ:

- 1 – токоподвод;
- 2 – неподвижный плавящийся электрод (НПЭ);
- 3 – изолирующая подсыпка флюсом;
- 4 – наплавляемая поверхность;
- 5 – поджигающая перемычка;
- 6 – защитный слой флюса;
- 7 – дополнительный присадочный материал (ДПМ)

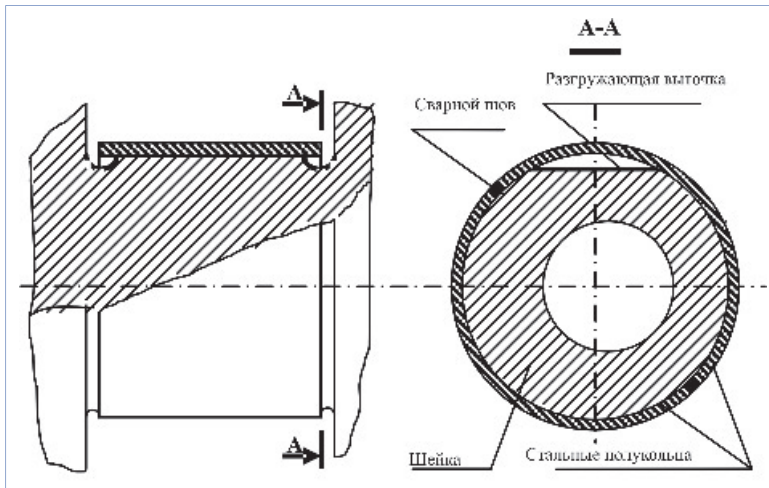


Наплавленные беговые дорожки звеньев

Восстановление коленчатых валов автотракторных двигателей стальными полукольцами

Технология предусматривает восстановление коренных и шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЗМЗ-24, ЗМЗ-53, ЗИЛ-130, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, РАБА-МАН и других приваркой стальных полуколец.

Шейки коленчатого вала при данном способе восстановления шлифуют на ширину меньше первоначальной, создавая постель с новыми галтелями для укладки полуколец. В зоне перекрытия шеек наносят нагружающие выточки.



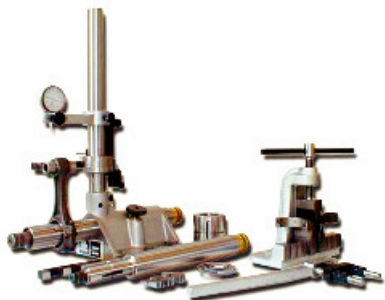
Полукольца изготавливают штамповкой из листовой стали 50 (ГОСТ 1050-74). Пластины заготовки имеют размеры, соответствующие размерам коренных и шатунных шеек с учетом припуска на механическую обработку. Ширина заготовки соответствует ширине подготовленной на шейке постели. Длина полуколец на 3 мм меньше требуемой для создания гарантированного зазора в стыке при сварке. Полукольца приваривают одновременно по стыку и к шейке вала. Для предотвращения образования зазора между шейками и полукольцами в процессе работы полукольца устанавливают на шейки на анаэробную полимерную композицию.

Обеспечивает триботехническую работоспособность восстановленного соединения «шейка коленчатого вала – вкладыш» на уровне нового соединения, ресурс восстановленного коленчатого вала не ниже 85% от уровня нового.

Внедрение технологии «под ключ» предусматривает заключение договора, пусконаладочные работы, обучение рабочего персонала, обеспечение методической литературой.

Восстановление шатунов двигателей ЯМЗ-236/238/240/8423, СМД-60/62/64/66/72/73, А- 41, КАММИНС, ДЕЙТЦ, МАН, МИЦУБИСИ и др.

Технология предусматривает дефектовку, правку, нанесение электроискрового покрытия на изношенные поверхности отверстий нижней и верхней головок шатунов, расточку и хонингование отверстия нижней головки, расточку отверстия втулки верхней головки шатуна.



354



Эффективность применения:

- восстановление размеров изношенных поверхностей отверстий нижней и верхней головок шату-

на нанесением слоя металлопокрытия требуемых толщины и качества;

- не предполагаются значительные первоначальные затраты на внедрение;
- возможность использования (внедрения) на небольших предприятиях и в ремонтных мастерских (не требуется сложное, дорогостоящее оборудование);
- ресурс восстановленных шатунов повышается до уровня новых.

Внедрение технологии «под ключ» предусматривает оценку технологии представителем инженерной службы предприятия-заказчика, заключение договора, пусконаладочные работы по оборудованию, обучение ИТР и рабочего персонала, восстановление опытной партии шатунов на территории заказчика силами обученного персонала, обеспечение электродными материалами на период работы до трех месяцев (корректируется), обеспечение методической литературой.

Технология восстановления посадочных поверхностей корпусных деталей анаэробными герметиками

355

Предусматривает формование на изношенных поверхностях слоя полимерной анаэробной композиции с одновременной ее термообработкой в специальной оснастке при $T = 90-120^{\circ}\text{C}$, что позволяет достичь технологической прочности формируемых покрытий в течение 0,75-0,83 ч.

Новизна технологии подтверждена патентами Российской Федерации № 2186669, 2166379, 2176181.

Эффективность применения:

- восстановление размеров изношенных посадочных поверхностей корпусных деталей без последующей механической обработки;
- исключение из технологической цепочки специального высокоточного технологического оборудования;
- уменьшение себестоимости восстановления в сравнении со способами нанесения металлопокрытия в 2-2,5 раза.

Внедрение технологии «под ключ» предусматривает: заключение договора, разработку рабочих чертежей на приспособление для формования слоя композиции на посадочных поверхностях восстанавливаемой детали, изготовление по рабочим чертежам приспособления для формования слоя композиции на посадочных поверхностях восстанавливаемой детали, обучение ИТР и рабочего персонала, восстановление опытной партии посадочных мест на территории заказчика силами обученного персонала, обеспечение методической литературой (рекомендации по восстановлению).

Технология газопорошковой наплавки на пропане деталей с локальными износами

Эффективна при восстановлении деталей, имеющих локальные износы: кулачки распределительных валов, фанки газораспределительных клапанов, толкатели, вилки переключения передач, рычаги переключения и т.д. Может применяться для упрочнения рабочих органов машин (лапы культиваторов, лемехи, штамповый инструмент и т.д.).



356

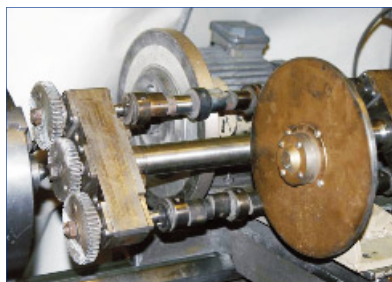
Для наплавки используется горелка ГН-2, модернизированная для использования с рабочими газами кислород-пропан, и самофлюсующиеся порошковые материалы типов ПГ-СР2, ПГ-СР3, ПГ-СР4.

Техническая характеристика

Давление, МПа (кг/см ²):	
кислорода	0,5 (5)
пропана	0,01 (0,1)
Расход:	
порошка, кг/ч	2
кислорода, л/ч	600
пропана при мундштуке №4, л/ч	200
Толщина наплавленного слоя, мм	0,3-2
Грануляция применяемого порошкового материала, мм	40-100

Технология и приспособление для шлифования кулачков распределительных валов на токарно-винторезных станках типа 1К62

Технология шлифования может быть использована для распределительных валов различных двигателей. Документация имеется в ГОСНИТИ. Для реализации технологии разработано специальное приспособление. Предназначено для шлифования кулачков распределительных валов различных типоразмеров после их наплавки или при перешлифовке на ремонтный размер.



Монтируется на серийных токарных станках типов 1616, 1К62, но может быть смонтировано и на других видах металлообрабатывающих станков, имеющих подвижный стол (суппорт) и привод вращательного движения.

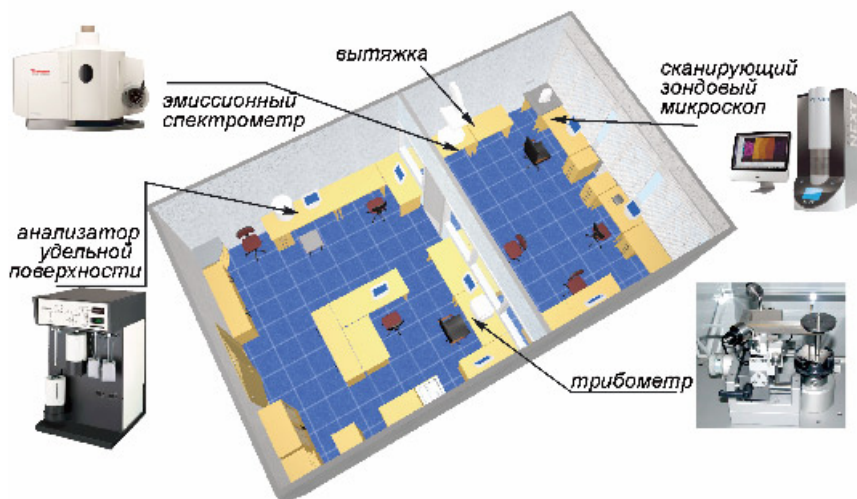
Состоит из привода и коромысла. Привод крепится на суппорте токарного станка и представляет собой плиту, на которой смонтирован электродвигатель, соединенный ременной передачей со шпинделем. На шпинделе крепится шлифовальный круг. На плите также смонтирован кронштейн со свободно вращающимся опорным диском. Коромысло крепится в центрах станка между передней и задней бабками и служит для закрепления обрабатываемого и эталонного распределительных валов, обеспечивая при работе их синхронное вращение и поджатие к опорному диску и шлифовальному кругу одновременно за счет пружины.

357

Техническая характеристика

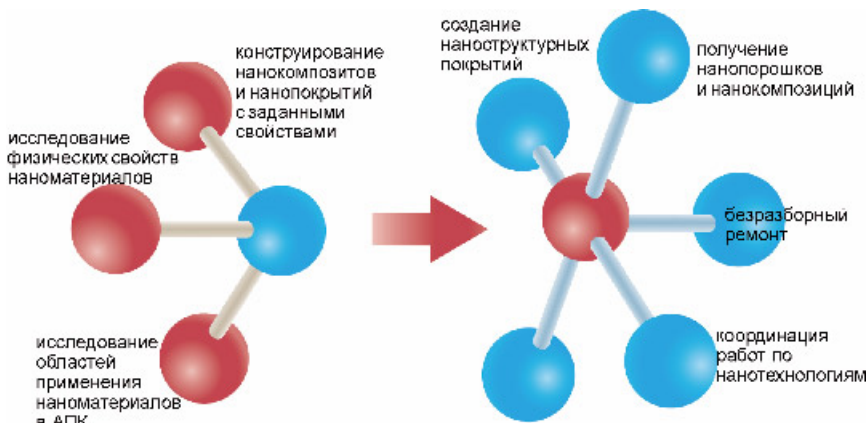
Тип	сменная оснастка
Время монтажа, мин	20
Время переналадки на другой типоразмер, мин	10
Длина обрабатываемых валов, мм	390-610
Расстояние между центрами, мм	850
Время обработки одного кулачка, мин	4-6
Точность воспроизведения профиля, мм	$\pm 0,1$
Мощность привода, кВт	1,5
Частота вращения шлифовального круга, мин ⁻¹	2800
Масса, кг	18-25

■ НАНОЦЕНТР «НАНОТЕХНОЛОГИИ В РЕМОНТЕ И ОБСЛУЖИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН»



358

*Наноцентр ГОСНИТИ – центр коллективного пользования
Россельхозакадемии*



Основные задачи наноцентра

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ НАНОЦЕНТРА



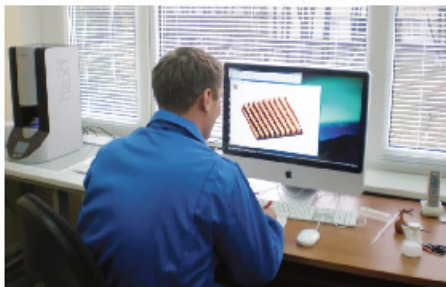
Основные направления работ наноцентра

НАЗНАЧЕНИЕ:

исследование наноструктур поверхностей и частиц

РЕЖИМЫ:

- атомной силовой микроскопии
- сканирующей туннельной микроскопии



Предел измерений – до 2 А

Область сканирования:
100x100x10 мкм

Максимальные размеры
образца: 20x20x7 мм

МЕТОДЫ:

- контактный
- полуконтактный
- латеральных сил
- магнитно-силовой
- электросиловой
- метод постоянного тока

Сканирующий зондовый микроскоп «SOLVER NEXT»

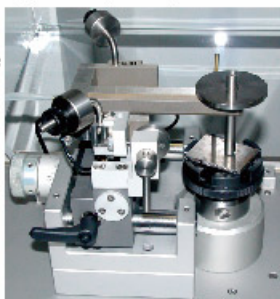
НАЗНАЧЕНИЕ:

изучение трения, износа поверхностей, смазок

компьютерное
управление



программное
обеспечение
tribox



Частота вращения -1-50 мин⁻¹

Сила трения - до 10Н

Максимальные размеры диска - 60 мм

Шкала Вернье:

-1 оборот 3 мм смещение

-1 градус 0,05 мм

Трибометр «TRB-S-DE-0000»

НАЗНАЧЕНИЕ:

анализ удельной поверхности материалов и
распределения нанопор по размерам

Примеры
нанопервохностей
с характерным
размером пор 1 нм:



**Основные технические
характеристики:**

три вида датчиков
давления: 0-1, 0-10,
0-1000 мм рт. ст.,

- встроенные станции
дегазации,
- станции измерения
давления насыщения,
- станции генерации паров
воды и летучих спиртов,
- исследования
хемосорбции.

Анализатор поверхности «AUTUSORB-1»

НАЗНАЧЕНИЕ:
элементный анализ веществ



Высокотемпературный источник возбуждения – индуктивно-связанная плазма мощностью 750-1350 Вт

Одновременное измерение аналитических линий в диапазоне 166-867 нм с оптическим разрешением менее 0,007 нм на длине волны 200 нм

Эмиссионный спектрометр «iCAR 6300 Duo»

Наноцентр ГОСНИТИ предлагает:



**Стоимость однократных анализов на приборах наноцентра
ГОСНИТИ, выполняемых для сторонних организаций**

№ п/п	Приборы и виды анализов	Стоимость анализа, включая НДС, тыс. руб.
1	Сканирующий зондовый микроскоп «Solver Next»	
	Топография поверхности	1,6
	Вольт-амперная характеристика в точке	2,0
	Распределение магнитных свойств	2,4
	Распределение электрических свойств	2,4
	Распределение проводимости	2,4
	Распределение латеральных сил	2,0
	Литография поверхности	3,2
2	Спектрометр «iCap 6300 DUO»	
	Определение содержания до 10 элементов, без пробоподготовки материала	2,0
	Определение содержания до 30 элементов, без пробоподготовки материала	3,0
3	Анализатор удельной поверхности «Autosorb-1»	
	Определение удельной поверхности	2,1
	Определение распределения пористости	6,2
4	Трибометр «TBR-S-DE»	
	Испытание без подачи смазки, руб/ч	0,6
	Испытание с подачей смазки, руб/ч	0,9
5	Зондовый сканирующий микроскоп «УМКА-02-Е»	
	Топография поверхности	0,9

■ РАЗРАБОТКА НАНОДИСПЕРСНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА АГРЕГАТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И УМЕНЬШЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

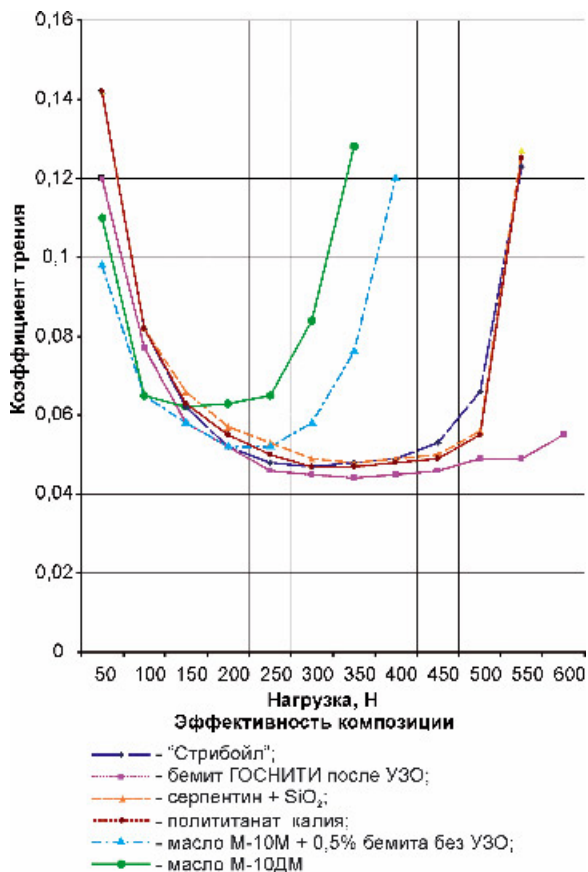
Цели и задачи проекта – разработка нанодисперсных антифрикционных ремонтно-восстановительных композиций и технологических рекомендаций по их применению для безразборных ремонтно-восстановительных работ при техническом обслуживании и текущем ремонте машин в условиях эксплуатации.

Стадии проекта:

1. Разработка нанодисперсных антифрикционных ремонтно-восстановительных композиций на основе геомодификаторов трения с добавлением активизаторов, органических и металлических компонентов и поверхностно-активных веществ.
2. Подготовка производства антифрикционных ремонтно-восстановительных композиций (АРВК) в объеме до 10 кг в год.
3. Опытно-промышленная проверка эффективности АРВК при техническом обслуживании тракторов в хозяйствах Центрально-Черноземной зоны.
4. Разработка технологических рекомендаций по применению АРВК для продления ресурса дизелей, коробок передач, задних мостов, гидроагрегатов и топливных насосов высокого давления (ТНВД) основных марок сельскохозяйственных тракторов ВТЗ, МТЗ и «Кировец».
5. Опытно-промышленная проверка и доработка технологических рекомендаций.
6. Издание технологических рекомендаций по применению нанодисперсных антифрикционных ремонтно-восстановительных композиций при техническом обслуживании и текущем ремонте МТП.



Нанодисперсные антифрикционные композиции



Описание результата: организация участка по производству нанодисперсной антифрикционной ремонтно-восстановительной композиции в объеме до 10 кг в год. Издание технологических рекомендаций по применению АРВК для дизелей, агрегатов силовых передач, гидроагрегатов и ТНВД.

Экономические эффекты.

Применение АРВК в штатном режиме эксплуатации МТП по разработанным технологическим рекомендациям позволит:

- продлить ресурс тракторных и комбайновых дизелей, агрегатов силовых передач и гидросистем на один-два сезона, а ТНВД и форсунок – на сезон работы самоходных машин;
- уменьшить расход дизельного топлива не менее чем на 5-7 %, а смазочных масел – в 1,5 раза;
- обеспечить возможность применения более дешевых и менее качественных марок ТСМ, а при непредвиденной потере масел возможность в щадящем режиме проработать машине полную смену до заправки маслом;
- уменьшить на 15-40% выброс вредных веществ с отработавшими газами дизелей.

При внедрении АРВК и технологических рекомендаций по их применению для всего МТП АПК годовой экономический эффект от снижения затрат на ремонт машин и устранение их отказов составит не менее 2 млрд руб.

Другие эффекты.

Продление ресурса самоходных сельскохозяйственных машин, снижение расхода средств на ремонт и топливосмазочные материалы заметно повысят производительность МТП, увеличат производство сельхозпродукции и в конечном итоге – повысят благосостояние работников АПК.

Технические предпосылки.

В основу работы положены результаты предварительных лабораторных испытаний 19 антифрикционных препаратов различного состава.

■ ОРГАНИЗАЦИЯ ВТОРИЧНОГО РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Цель проекта: сохранение машинно-тракторного парка эксплуатируемой сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии.

Задачи проекта: разработка механизма вторичного рынка сельскохозяйственной техники и превращение его в эффективный инструмент воспроизводства машинно-тракторного парка АПК, который позволит:

- увеличить парк работоспособной техники на 20-25%;
- сократить объемы списания машин на 10-15%;
- увеличить эффективность работы сельскохозяйственных предприятий всех категорий, в том числе находящихся в сложном финансовом положении;
- активизировать рынок сельскохозяйственной техники за счет ценообразования и возможности длительной эксплуатации подержанной техники.

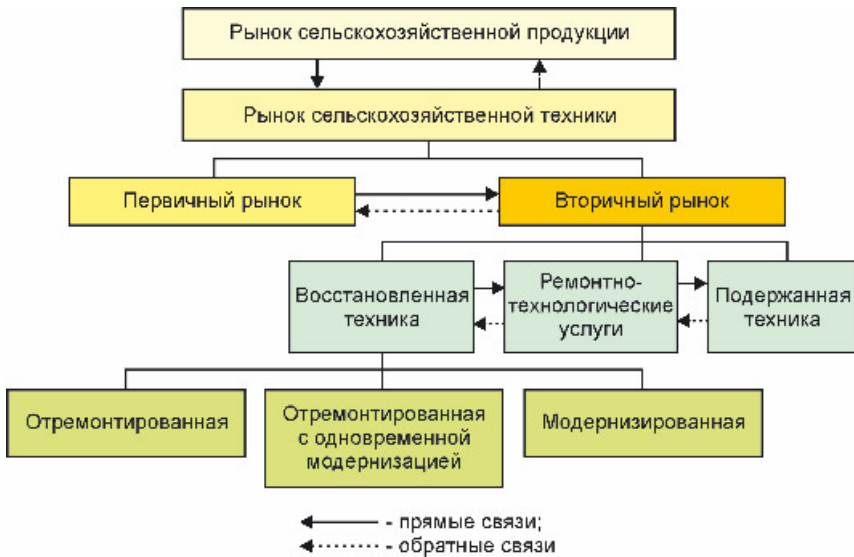
366

Основные разделы проекта:

- методика и прогноз формирования емкости вторичного рынка сельскохозяйственной техники в регионе;
 - разработка системы связей вторичного рынка с основными субъектами, формирующими рыночные отношения в АПК;
 - разработка принципов организации экономических отношений участников рынка;
-

- разработка механизмов реализации подержанной техники, включая лизинговые схемы;
- подготовка схем финансовой поддержки участников регионального вторичного рынка;
- организация сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники вторичного рынка.

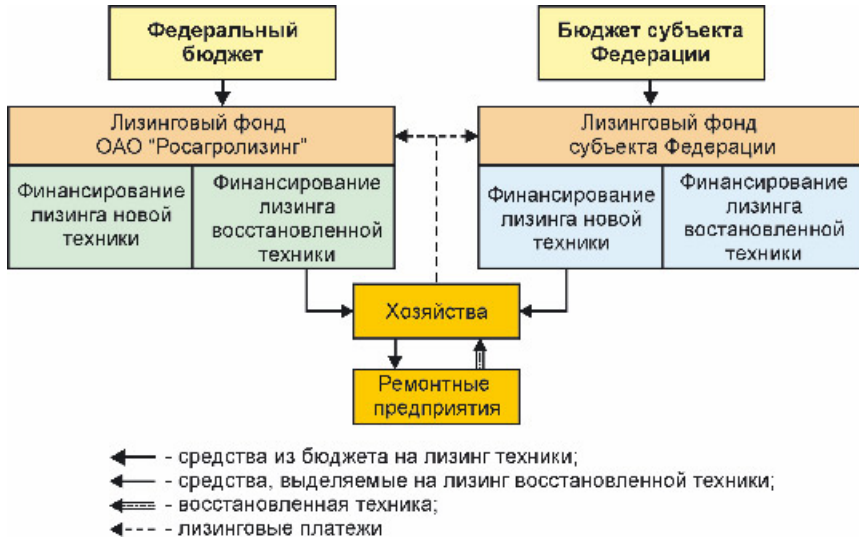
Взаимодействие контрагентов на региональном вторичном рынке сельскохозяйственной техники



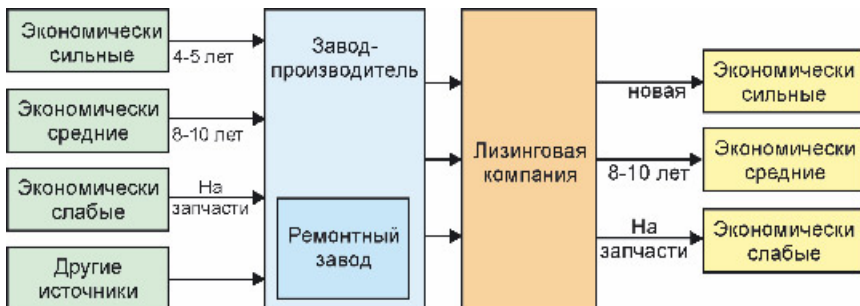
Нормативы стоимости поддержанной техники

Виды сельскохозяйственных машин	Минимальный срок службы, годы	Период эксплуатации, годы													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Тракторы:															
универсально-пропашные	10	0,80	0,60	0,46	0,40	0,32	0,27	0,25	0,23	0,22	0,21				
общего назначения	10	0,78	0,58	0,44	0,38	0,30	0,25	0,23	0,12	0,19	0,18				
Комбайны зерноуборочные:															
самоходные	10	0,85	0,70	0,55	0,45	0,35	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23				
прицепные	7	0,65	0,45	0,30	0,28	0,25	0,23	0,20	–	–	–				
Комбайны кормоуборочные:															
самоходные	10	0,85	0,70	0,55	0,45	0,35	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23				
прицепные	7	0,65	0,45	0,30	0,28	0,25	0,23	0,20	–	–	–				

Двухканальная модель движения финансовых ресурсов по лизинговым поставкам новой техники и техники вторичного рынка



Перспективное направление развития вторичного рынка сельскохозяйственной техники в интеграции ремонтных предприятий и заводов-производителей новой техники



Информационное обеспечение движения сельскохозяйственной техники вторичного рынка



370

Экономическая эффективность реализации проекта организации вторичного рынка сельскохозяйственной техники на региональном уровне:

- модернизация ремонтных предприятий, обеспечивающих поступление восстановленной техники на вторичный рынок;
- поддержание экономически слабых хозяйств в АПК региона;
- доведение коэффициента технической готовности МТП региона до 95-98%;
- сокращение объемов списания машин:
 - по тракторам – на 20 %,
 - по зерноуборочным комбайнам – на 10 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Батищев А.Н., Голубев И.Г., Лялякин В.П.** Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. – М.: Информагротех, 1995. – 295с.
2. Восстановление деталей машин: Справочник /**Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов.** Под ред. **В.П. Иванова.** – М.:Машиностроение,2003. – 672с.
3. **Голубев И.Г., Лялякин В.П., Лосев В.Н., Зазуля А.Н.** Приборы, технологии и оборудование для технического сервиса в АПК. – М.:ФГНУ «Росинформагротех»,2009.-160с.
4. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 – 2012 годы. Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2007 г. № 446.
5. **Ежевский А.А., Черноиванов В.И., Федоренко В.Ф.** Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 288с.
6. **Ерохин М.Н., Балабанов В.И., Стрельцов В.В., Ципцин В.И., Сафонов В.В., Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Голубев И.Г.** Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии. – М.:ФГНУ «Росинформагротех»,2008. – 300с.
7. **Зайнуллин Р.Х.** Роль и задачи МТС в современных условиях. Материалы мероприятий в рамках деловой программы 11-й Российской агропромышленной выставки 9-12 октября 2009 г. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2010.- С.82-85.
8. **Иванов В.И., Бурумкулов Ф.Х., Гришко А.А.** Современные генераторы импульсного тока для ЗИЛ класса «Биг-2». /Труды ГОСНИТИ,2010, т.105.- С.214-218.
9. **Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф., Ибрагимов И.М.** Основы нанотехнологии в технике. – М.: Издательский центр «Академия»,2009. – 240с.
10. **Кузьмин В.Н., Гольяпин В.Я.** Анализ рынка и эффективности российской и зарубежной сельскохозяйственной техники. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 202с.
11. **Мазалов Ю.А., Ольховацкий А.К., Соловьев Р.Ю.** О продлении ресурса дизелей тракторов и экономии топлива применением наноматериалов. /Труды ГОСНИТИ, 2010, т.105. – С.111-116.

12. **Молодык Н.В., Зенкин А.С.** Восстановление деталей машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 478с.

13. **Нунгезер В.В.** О состоянии и задачах инженерно-технических служб АПК по выполнению Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы в условиях формирования инновационной системы развития сельскохозяйственного производства и ресурсосбережения. Материалы мероприятий в рамках деловой программы 11-й Российской агропромышленной выставки 9-12 октября 2009 г., Москва. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – С.61-72.

14. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 78с.

15. **Черноиванов В.И., Краснощеков Н.В., Ежевский А.А., Есаков Д.И., Горячев С.А.** О модернизации инженерно-технической системы агропромышленного комплекса – М.: ГОСНИТИ, 2008. – 95с.

16. **Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Краснощеков Н.В., Федоренко В.Ф., Жалнин Э.В., Буклагин Д.С.** Мониторинг технического уровня и надежности основных видов сельскохозяйственной техники. – М.:ФГНУ «Росинформагротех»,2009. – 108с.

17. **Черноиванов В.И., Лялякин В.П.** Организация и технология восстановления деталей машин. – М.:ГОСНИТИ,2003. – 488с.

18. **Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г.** Инновационные проекты и разработки в области технического сервиса. – М.:ФГНУ «Росинформагротех»,2010. – 95с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Терминология по восстановлению деталей	5
Раздел 1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	15
1.1. Техническая оснащенность сельского хозяйства в России и за рубежом	15
1.2. Безотказность техники, поступающей в АПК	30
1.3. Формирование и развитие вторичного рынка сельскохозяйственной техники	37
1.4. Модернизация сельскохозяйственной техники при ремонте	48
1.5. Система и инфраструктура обеспечения работоспособности машин	54
1.6. Экономическая и экологическая эффективность восстановления деталей	72
Раздел 2. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В АПК	82
2.1. Объемы производства и восстановления деталей в АПК	82
2.2. Опыт восстановления деталей	88
2.3. Перспектива восстановления деталей к импортной технике	97
2.4. Использование зарубежного опыта	99
2.4.1. Мировые тенденции в машинно-технологическом обеспечении сельского хозяйства	99
2.4.2. Опыт восстановления деталей за рубежом	107
Раздел 3. ЭВОЛЮЦИЯ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ: ОТ НАПЛАВКИ ДО НАНОТЕХНОЛОГИЙ	119
3.1. Наплавочные способы	119
3.1.1. Дуговая наплавка	119
3.1.2. Газовая сварка и наплавка	123
3.1.3. Электрошлаковая наплавка	125
3.1.4. Плазменная наплавка	125
3.1.5. Другие способы наплавки	128

3.2. Восстановление деталей наваркой металлического слоя.....	130
3.2.1. Наварка металлической ленты	132
3.2.2. Наварка проволоки.....	134
3.2.3. Наварка порошка	136
3.2.4. Другие способы наварки	137
3.3. Восстановление деталей газотермическим напылением.....	141
3.3.1. Газопламенное напыление	142
3.3.2. Электродуговое напыление(металлизация).....	144
3.3.3. Плазменное напыление	147
3.3.4. Детонационное напыление	149
3.4. Восстановление деталей гальванопокрытиями	150
3.5. Электроискровое наращивание	163
3.6. Восстановление деталей пластическим деформированием	174
3.7. Нанотехнологии восстановления и упрочнения.....	178
3.7.1. Наноматериалы для восстановления и упрочнения деталей ...	178
3.7.2. Упрочняющие покрытия	186

Раздел 4. ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	203
4.1. Характерные неисправности деталей и их обнаружение.....	203
4.2. Восстановление корпусных деталей	213
4.3. Восстановление коленчатых валов.....	229
4.4. Восстановление шатунов	237
4.5. Восстановление распределительных валов.....	242
4.6. Восстановление клапанов.....	253
4.7. Восстановление деталей ходовой части гусеничных машин.....	257

Раздел 5. ОБОРУДОВАНИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ	262
5.1. Оборудование для восстановления деталей.....	262
5.2. Инновационные проекты по восстановлению и упрочнению деталей.....	300

Литература.....	371
-----------------	-----

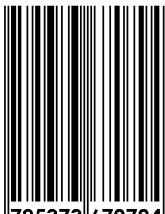
Редакторы: *В.В. Ананьева, В.И. Сидорова*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *Л.И. Болдиной, Т.П. Речкиной*
Корректоры: *Н.А. Буцко, З.Ф. Федорова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 20.09.10 Формат 60x84/16
Бумага писчая Гарнитура шрифта «Minion Pro» Печать офсетная
Печ. л. 23,5 Тираж 500 экз. Изд. заказ 124 Тип. заказ 353

Отпечатано в типографии ФГНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-53-7367-0794-2



9 785373 670794