

Иванов, В.П. Повышение эффективности ремонтного производства / В.П. Иванов, Т.В. Вигерина // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса в АПК: доклады Международной научно-практической конференции / В 2-х частях. – Часть 1 (Минск, БГАТУ, 15–18 апреля 2009). – С. 162–168.

УДК 621.81.004.67(035)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Иванов В.П., д.т.н., профессор; **Вигерина Т.В.**, аспирант

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Республика Беларусь

Состояние ремонтного производства. Нынешнее состояние ремонтного производства Беларуси характеризуется недопустимым сокращением объемов производства и ухудшением качества отремонтированных агрегатов и машин. Нормативной послеремонтной наработки достигают только 40-60 % машин и 10-40 % их агрегатов (рисунок).

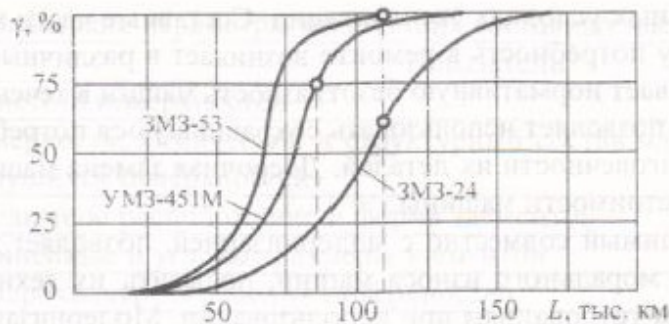


Рисунок — Доля отремонтированных двигателей γ , снятых с эксплуатации при достижении наработки L

С целью захвата рынка продукции использованы все средства, основные из которых — дискредитация научного обоснования ремонта и устранение его государственной монополии. Ремонтные заводы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Беларуси переподчинены Министерству промышленности. Из названия заводов исключено слово «ремонт», а по сути они перепрофилированы на выпуск другой продукции. Капитальный ремонт на специализированных предприятиях (с объемами производства до 4 тыс. машин и до 40 тыс. двигателей в год) вначале превращался в средний ремонт, а затем в виде текущего ремонта переместился в мастерские, а из последних — в гаражи. Объемы ремонта на специализированных предприятиях в лучшем случае сократились на порядок.

Необходимость ремонта. Существует мнение, будто ремонт машин — отжившее мероприятие, за рубежом его нет, а машину, достигшую предельного состояния, лучше сдать в переплавку.

Однако ремонт машин объективно необходим. Ремонтируют не только транспортные средства, технологическое оборудование и сельскохозяйственную технику. Ремонтируют тепловозы, самолеты, танки, ракеты, подводные лодки, торпеды и другую технику. Ремонтные предприятия существовали и существуют не только в Беларуси и странах ближнего зарубежья. Изучение зарубежного ремонта машин свидетельствуют о том, что он выполняется на большом числе предприятий в больших объемах и является эффективным. Только в США насчитывают более 120 тыс. ремонтных предприятий различной мощности, из которых 50 тыс. ремонтируют автомобили. Из числа приведенных 25 тыс. предприятий ремонтируют кузова, 3 тыс. — электрооборудование, 7,5 тыс. — заняты восстановлением отдельных деталей. На крупных предприятиях выполняют около 29 % объемов капитального ремонта агрегатов, а в мелких — около 33 %. Завод в Шуази-Ле-Руа (Франция) выполняет в год до 80 тыс. капитальных ремонтов двигателей автомобилей Renault. В Маннгейме (Германия) ежегодно ремонтируют 15 тыс. дизельных двигателей после их пробега 300-500 тыс. км. Доля восстанавливаемых деталей в общем объеме потребления запасных частей достигает в Японии 40 %, США, Великобритании и Германии — 30-35 %. В СССР эта доля в 1985 году была 17,8 %, в России в 2000 году она составляла 8,0 %.

Необходимость ремонта машин обусловлена рядом причин.

Ограниченные государственные запасы топлива и материалов в Беларуси не могут обеспечить достаточное воспроизводство парка машин силами машиностроения и, наряду с его сохранением, требуют развития ремонтного производства, которое сберегает много живого и овеществленного труда. Капитального ремонта требуют, например, 7 тыс. комбайнов, 20 тыс. тракторных двигателей, 50 тыс. автомобилей, 150 тыс. единиц технологического оборудования.

Различные детали и узлы машин имеют неодинаковую долговечность. Если машина спроектирована как устройство с равностойкими элементами, то она не может реализовать

это свойство в различных условиях эксплуатации. Составные части машины отказывают в разное время, поэтому потребность в ремонте возникает в различные моменты эксплуатации. Ремонт обеспечивает нормативную безотказность машин в течение срока их службы.

Ремонт машин позволяет использовать сохранившуюся потребительскую стоимость в виде остаточной долговечности их деталей. Досрочная замена машины приводит к потере неиспользованной стоимости машины.

Ремонт, проводимый совместно с модернизацией, позволяет значительно сблизить сроки физического и морального износа машин, повысить их технический уровень или приспособить к новым требованиям при использовании. Модернизация заключается в использовании более совершенных агрегатов или их частей, выпускаемых машиностроительными заводами, и проведении ряда мероприятий ремонтным предприятием.

Ремонт экономически целесообразен. Около четверти деталей ремонтного фонда изношены или изношены в допустимых пределах и могут быть использованы повторно при их стоимости 2-3 %, а около половины деталей могут быть использованы после восстановления при себестоимости 15-30 % от цены новых деталей, соответственно. Восстановление деталей сохраняет большое количество материалов, энергии и труда.

Многие крупнейшие производители техники (фирмы John-Deer, Caterpillar, Kaise, Massey Ferguson, Claas, Fiat, Volvo BM, Misubisy, Kamatsu и др.) первоочередное внимание уделяют проблеме упрочнения деталей на стадии изготовления машин, что проявляется в показателях их надежности, на порядок превышающих (особенно по наработке на отказ) значения этих показателей у отечественных машин.

Показатели эффективности ремонта. Основные показатели, которые определяют конкурентоспособность и жизнестойкость ремонтного производства, – это **качество и цена** ремонта. Другими словами, задача состоит в том, чтобы при обеспечении нормативного уровня качества не превзойти граничного значения цены ремонта.

Качество ремонта машин может быть объективно оценено долей тех параметров (таблица), которые выдерживаются в нормативных пределах. Если эта доля составляет 60 %, то можно надеяться на достижение 80 %-го послеремонтного ресурса по отношению к ресурсу новых изделий. К концу 90-х годов прошлого столетия эта доля составляла около половины. В республике научились управлять линейными размерами и шероховатостью при обработке шеек валов и отверстий, замыкающими линейными размерами при сборке, однако параметры формы и расположения поверхностей, а также структура материалов покрытий управляются слабо. В настоящее время, по нашей оценке, доля параметров, значения которых находятся в нормативных пределах, составляет 20–25 %. Качество ремонта машин достигло критического уровня.

Обеспечение качества. Несмотря на неисчерпаемость проблемы обеспечения качества ремонта, направления ее решения такие [1]. В качестве *первого* шага следует учесть и анализировать все параметры с их нормативными значениями для деталей, сборочных единиц и агрегатов. Эти параметры определяют безусловный уровень качества и включают геометрические, структурные и физико-механические величины. *Второй* шаг заключается в назначении и использовании тех средств и процессов, которые способны обеспечить эти параметры. Естественно, окажется, что существующие на предприятии средства технологического оснащения смогут обеспечить ряд параметров. Придется или приобретать недостающие, как правило, дорогие средства, или размещать соответствующие работы на других предприятиях на условиях кооперации. Внедрение системы качества на предприятии способствует непрерывному его улучшению.

Таблица – Технологические параметры машин и их составных частей

Изделия	Показатели
Детали	Чистота поверхностей
	Твердость, химический и структурный состав материала (сердцевины и трущихся поверхностей)
	Взаимное расположение и форма элементов
	Линейные и угловые размеры элементов
	Шероховатость рабочих поверхностей
	Герметичность стенок
Сборочные единицы	Масса и ее распределение относительно осей вращения и инерции
	Замыкающие размеры
	Масса и ее распределение относительно осей вращения и инерции
	Сборочные усилия и моменты
Агрегаты	Герметичность стыков
	Замыкающие размеры
	Сборочные усилия и моменты
	Герметичность стыков
	Уравновешенность
	Приработанность поверхностей трущихся соединений
	Шум при работе
	Температура стенок корпусной детали
	Расход и давление сред
	Параметры процессов (перемещения, скорости, ускорения, время и др.)
	Моменты на валах
Выделение вредных веществ	
Машины	Относительное расположение частей
	Сборочные усилия и моменты
	Толщина, состав, прочность и гладкость лакокрасочных покрытий
	Тяговые и динамические показатели
	Расход топлива на единицу пути
	Тормозные показатели
	Плавность хода
	Управляемость
	Условия работы оператора (водителя)
	Условия выполнения основной функции

Пути снижения цены ремонта. Цена ремонта конкурирует с ценой изготовления машины. Основа ремонта машин – восстановление деталей. Именно здесь в первую очередь следует искать пути снижения цены ремонта. Наибольшая часть себестоимости ремонта машин приходится на материальную составляющую: полуфабрикаты и материалы (15-20 %) и запасные части (20-30 %).

Цена ремонта будет существенно снижена без ущерба для качества за счет таких мероприятий:

- полного использования годных деталей ремонтного фонда;
- оптимизации объемов нанесения восстановительных покрытий;
- назначения вида восстановительных работ в зависимости от размеров поврежденных деталей;
- назначения объемов ремонта агрегатов по результатам их диагностирования;

– восстановления малоресурсных деталей, которые согласно руководству по капитальному ремонту подлежат замене на новые;

– внедрения элементов необезличенного ремонта.

Средние значения доли некоторых *годных деталей* следующие [2]: поршней – 16%, поршневых пальцев – 17%, шатунных вкладышей коленчатого вала – 25% и втулок распределительного вала 19%. Доля годных накладок ведомых дисков сцепления составляет 25-30%.

Наличие множества деталей с допустимыми износами объяснимо. Это и меньшая наработка отремонтированных агрегатов по сравнению с новыми, неодинаковая износостойкость поверхностей деталей, разные условия эксплуатации и присутствие деталей, установленных на агрегат перед сдачей его в капитальный ремонт.

Оснащение постов определения технического состояния деталей необходимыми средствами и организация дополнительных слесарных работ обеспечивают выявление множества деталей с размерами, формой поверхностей и их взаимным расположением, удовлетворяющими требованиям к товарной продукции, что в конечном итоге уменьшает себестоимость ремонта двигателей на 15-20%.

Одна из основных тенденций восстановления деталей состоит в *нанесении покрытий* на большое количество поверхностей, получении ремонтных заготовок (подобной отливке или поковке) и обработке. Мы увлекались и увлекаемся восстановлением деталей с трудоемким и энергоемким нанесением покрытий. Наплавка проволокой приводит к тому, что 80 % наплавленного материала перегоняется в стружку, а из-за интенсивного вложения тепла заготовки деформируются, а детали теряют часть усталостной прочности. Чаще это диктуется организационными причинами. Почему коленчатые валы наплавляли по четыре и более раз? Потому что нужно было их править, шлифовать под следующий ремонтный размер или искать вкладыши необходимого ремонтного размера. Зачем фрезеровать у всех блоков цилиндров поверхность под головку цилиндров, а у всех головок цилиндров напылять поверхность под блок цилиндров? Нужно было повысить зарплату. Объемы восстановления деталей с нанесением покрытий должны быть оптимизированы.

Действующая концепция восстановления деталей предполагает, как правило, бинарный принцип определения каждого повреждения (оно есть или его нет) и однозначность технологии его устранения. При этом глубоко не учитывается состояние восстанавливаемых элементов, а технология построена на устранении повреждения с наибольшим значением его характеристики. Труды классиков ремонта Щетинина С.Ф., Билика Ш.М., Гурвича И.Б., Кошкина К.Т. и других исследователей содержат характеристики износов в деталях различных классов и видов, но принятая концепция восстановления деталей не способствует использованию этих сведений.

Дифференцированное назначение совокупности технологических операций по устранению повреждений с учетом характеристик этих повреждений даже при многовариантном восстановительном процессе обеспечивает уменьшение потребления производственных ресурсов.

Исследования проводились на примере восстановления коренных опор базовой детали двигателя ЗМЗ-53 – блока цилиндров. Предполагалось, что изделие в течение всего срока службы претерпит три восстановления коренных опор. Рассматривались процессы восстановления в двух вариантах.

Базовый вариант предусматривал трехкратное нанесение покрытия, как на поверхности коренных опор в блоке цилиндров, так и на поверхности крышек. При этом, перед первым нанесением покрытия на поверхность крышки, выполненной из высокопрочного чугуна ВЧ 50, предусмотрено ее растачивание, исключающее контакт расточного резца с твердым материалом, получившим отбел при наплавке.

Предлагаемый вариант восстановления коренных опор учитывал порядковый номер восстановления и основан на использовании в качестве припуска приповерхностного слоя металла за счет механической обработки стыков крышек. Исчерпание такой возможности при третьем восстановлении требовало нанесения покрытия.

Восстановление деталей, учитывающее их техническое состояние, с назначением необходимой совокупности технологических воздействий экономически выгодно по сравнению с действующими процессами. При первом восстановлении коренных опор блока цилиндров затраты отличаются в 1,71 раза в пользу предлагаемого варианта восстановления, при втором – в 1,05 раза. При третьем восстановлении это соотношение – 1,18 в пользу базового варианта, однако суммарные затраты по предлагаемому варианту в 1,37 раза меньше, чем по базовому. Опыт показывает, что аналогичные результаты имеют место и при восстановлении других деталей.

Таким образом, при первом восстановлении детали необходимо наиболее полно использовать поверхностный слой изношенного металла с внедрением необходимых средств, а только затем применять способы нанесения покрытий. В ряде случаев целесообразно введение ремонтных размеров на те элементы деталей, на которые они не предусмотрены. Полному использованию ремонтных размеров способствует правка длинных деталей (коленчатых и распределительных валов, осей коромысел и др.), применение адаптивных схем базирования и повышение точности обработки.

Можно выделить ряд агрегатов и сборочных единиц, обладающих изначально *большим ресурсом*, необходимость ремонта которых можно определить путем диагностирования. Это относится, например, к масляным насосам, гидроцилиндрам, осям коромысел двигателей и др. Техническое состояние их определяют на стендах до разборки по критерию расхода или давления масла. 25% осей коромысел и 20% насосов обладают долговечностью, достаточной для очередного межремонтного пробега.

Впервые в Беларуси на Полоцком заводе «Проммашремонт» были разработаны и внедрены процессы и средства для восстановления сложных в технологическом отношении, дефицитных и дорогих деталей двигателей: поршней и вкладышей коленчатого вала. В год восстанавливали до 100 тыс. поршней. *Восстановление малоресурсных деталей* увеличивает затраты живого труда, но тем не менее приносит экономический эффект. Затраты на восстановление поршней составляют 10–30 % от стоимости новых деталей, для вкладышей это соотношение равно 10–50 %.

Исторически сложилось так, что первым видом ремонта был ремонт *необезличенный*, который в связи с индустриализацией производства и ростом объемов ремонта превратился в ремонт обезличенный. Однако при малых объемах необезличенный ремонт более жизнестойкий, лучше привлекает заказчиков, хорошо согласуется с одним из принципов системы качества – идентификацией и прослеживаемостью продукции и существенно снижает цену ремонта за счет выполнения самого необходимого объема работ. Необезличенный ремонт уменьшает до 40% объем обработки резанием и балансировочных работ [3].

Оснащение ремонта. Технологическая подготовка ремонтного производства сопряжена с огромными затратами и трудоемкостью. Поэтому ремонтное производство должно быть обеспечено переналаживаемыми средствами технологического оснащения модульного строения.

Технологический модуль процесса восстановления детали – множество операций или переходов, необходимых для восстановления одного свойства элемента детали. Технологические модули оптимизированы, а их множество ограничено количеством восстанавливаемых эксплуатационных свойств деталей. Системный эффект от применения предлагаемой организации выражается в уменьшении трудоемкости технологической подготовки ремонтного производства. Основной методологический принцип организации заключается в применении ограниченного количества типовых и модульных технологиче-

ских операций к восстановлению неограниченного количества деталей. Модульные процессы сводят к минимуму разнообразие технологических процессов и средств, исключают дублирование работ при технологической подготовке восстановительного производства, позволяют внедрить принципы серийного производства в единичном производстве, а точного – в серийном.

Организация ремонта. Принятие решения об объемах и видах ремонта сопровождается солидным объемом маркетинговых исследований емкости и времени существования рынка. Свое место на рынке добывают в условиях жесточайшей конкуренции. Рынок требует не ремонта полнокомплектных машин, а ремонта агрегатов многочисленной номенклатуры (в том числе импортной техники) с последующим сервисом и комплектов восстановленных и изготовленных деталей для текущего и среднего ремонта агрегатов.

Следует сократить объем всех видов электродуговой наплавки в восстановительных работах, а увеличить объем плазменной наплавки, различных видов напыления, электрофизических способов и использования полимеров.

Выводы. Необходимость и эффективность ремонта техники обусловлены рядом объективных причин. Нормативное качество ремонта машин будет достигнуто при такой организации работ, которая обеспечит нахождение всех параметров качества деталей, сборочных единиц, агрегатов и машин в установленных пределах. При этом минимальная цена ремонта будет иметь место в случае полного использования годных деталей ремонтного фонда, оптимизации объемов нанесения восстановительных покрытий, назначения объемов ремонта агрегатов по результатам их диагностирования и внедрения элементов необезличенного ремонта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, В.П. Обеспечение нормативного качества ремонта техники / Сучасне машинобудовання, 1999. – № 2. – С.90-92
2. Иванов В.П., Мерзлов А.А. Сбережение остаточной долговечности деталей при ремонте машин / Вестник ПГУ: Прикладные науки – 2005. – №. 6 – С. 173-176
3. Иванов, В.П. Организация необезличенного ремонта машин / Вести академии аграрних наук, 1999. – № 1. – С. 89-91

Аннотация

Повышение эффективности ремонтного производства

Установлено сокращение объемов товарной продукции ремонтного производства и критическое снижение ее качества. Приведены меры организационного и технологического характера, позволяющие восстановить технический уровень производства, обеспечить качество ремонта техники и ресурсосбережение.

Abstract

Improving the efficiency of maintenance of production

The reduction in commodity output volume of maintenance production and in critical degradation is established. Organization and technological measures allowing to rebuild the technical level of production and assure the quality of equipment maintenance and resource saving are given.