

## РЕМОНТ МАШИН, В ТОМ ЧИСЛЕ ГОРНЫХ

УДК 621.436.004.67

### СБЕРЕЖЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

*д-р техн. наук, проф. В.П. ИВАНОВ*  
*(Полоцкий государственный университет)*  
*А.А. МЕРЗЛОВ*  
*(Полоцкий завод «Проммашремонт»)*

*Ресурсосберегающие мероприятия актуальны для всех промышленных предприятий. Анализ статей себестоимости ремонта позволяет наметить основные направления ресурсосбережения. Для ремонтного производства - это использование годных (исправных) деталей ремонтного фонда, которые выявляются при определении их технического состояния; восстановление сложных и точных деталей, которые по нормативным документам подлежат при ремонте замене на новые; учет технического состояния сложных деталей при их восстановлении и использование многовариантной технологии; внедрение необезличенного ремонта техники с применением новых принципов организации.*

**Обоснование направления ресурсосбережения.** Ресурсосбережение в технологии ремонта машин непрерывно находится в поле зрения специалистов и исследователей. Ремонтное производство по своей сути является ресурсосберегающим, однако его резервы далеко не исчерпаны. Анализ себестоимости ремонта техники позволяет наметить направления ресурсосбережения. Наибольшая часть себестоимости [1] приходится на запасные части (20...30 %), полуфабрикаты и материалы (15...20), в то время как доля затрат на тепловую и электрическую энергию составляет 10... 15 %, а на заработную плату - 5... 10 %. Таким образом, бережное отношение к ремонтному фонду деталей машин - основное направление ресурсосбережения ремонтного производства.

**Углубленный поиск годных деталей и сборочных единиц ремонтного фонда.** Годная деталь ремонтного фонда обходится производству в 3...5 % от цены новой детали завода-изготовителя, восстановленная - в 10...30 %, а приобретенная - в 110...200 %.

Исследовалась возможность расширения номенклатуры повторно применяемых деталей за счет этбора из ремонтного фонда тех деталей, значения параметров которых находятся в установленных пределах (рис. 1). Остаточный ресурс деталей - случайная величина. Средние значения доли некоторых годных деталей следующие [2, 3]: поршней 0,165; поршневых пальцев 0,171; шатунных вкладышей коленчатого вала 0,258 и втулок распределительного вала 0,190. Доля годных накладок ведомых дисков сцепления составляет 25...30%.

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 деталям, поступающим на сборку. Названные работы экономически выгодны, начиная с небольших объемов ремонта 1,0... 1,6 тыс. двигателей ЗМЗ-53 в год. При объемах ремонта 6,3 тыс. двигателей в год экономический эффект от реализации мероприятия обеспечивает уменьшение себестоимости ремонта двигателей на 15...20 %.

Техническое состояние некоторых сборочных единиц (например, оси коромысел и масляного насоса) определяют без их разборки по критерию расхода или давления масла.

Наличие множества деталей с допустимыми износами объясняется меньшей наработкой отремонтированных агрегатов по сравнению с новыми; разными условиями эксплуатации агрегатов; наличием деталей, установленных в агрегат перед сдачей его в капитальный ремонт.

**Расширение номенклатуры восстанавливаемых деталей.** Впервые в Беларуси разработано на Полоцком заводе «Проммашремонт» и внедрено восстановление сложных деталей: поршней и вкладышей коленчатого вала. Эти детали согласно Руководству по капитальному ремонту агрегатов подлежат замене на новые.

Процесс восстановления поршней включает; очистку, точение головки и канавок, создание технологических баз, изготовление, установку и закрепление дополнительных ремонтных деталей (ДРД), точение канавок, копирное шлифование юбки, разворачивание отверстия под поршневой палец. В процессе восстановления поршня устраняют износы юбки, отверстий под поршневой палец и канавок под порш-

невые кольца. Эти повреждения имеют 47...57 % поршней ремонтного фонда. При этом способ установки и закрепления ДРД сочетается со способом ремонтных размеров. Дополнительные ремонтные детали применяют для выполнения канавок номинального размера под поршневые кольца. На шлифованные поршни наносят слой олова толщиной 5 мкм. По приведенной технологии на заводе восстанавливали в год более 100 тыс. поршней.

Вкладыши коленчатых валов карбюраторных двигателей допускают одно растачивание под ремонтный или номинальный размер на станках повышенной точности Одесского станкозавода. При исчерпании такой возможности на рабочие поверхности вкладышей, выполненные из материала АО-20-1 или АО-6, наносят электрохимические покрытия. При этом трущиеся поверхности вкладышей изношенные не менее чем на 0,03 мм предварительно растачивают и на них наносят покрытие из сплава СОС-6-6 (олова 5,5...6,5 %, сурьмы 5,5...6,5 % и свинец остальное) толщиной 0,125 мм. Нарботка таких вкладышей не уступает наработке новых изделий.

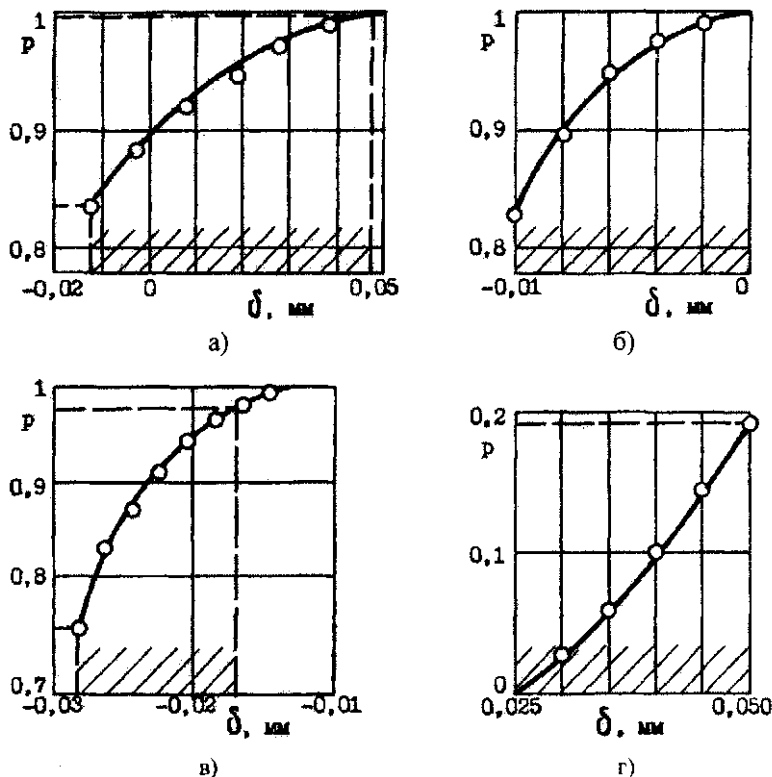


Рис. 1. Интегральные распределения  $p$  отклонений  $\delta$  от номинальных (ремонтных) размеров деталей ремонтного фонда:  
 а - поршня (диаметра юбки); б - поршневого пальца (диаметра рабочей поверхности);  
 в - вкладышей (толщины); г - втулок распределительного вала (диаметра отверстий)

Восстановление малоресурсных деталей двигателя с рабочим объемом 4,8 л увеличивает затраты живого труда на 12,8 чел.-ч, но тем не менее приносит экономический эффект. Затраты на восстановление поршней составляют 10...30 % от стоимости новых деталей; для вкладышей это соотношение - 10...50 %,

Учет состояния деталей ремонтного фонда. Действующая концепция восстановления деталей предполагает бинарный принцип определения каждого повреждения (оно есть или его нет) и однозначность технологии его устранения.

Дифференцированное назначение совокупности технологических воздействий по устранению повреждений с учетом характеристик этих повреждений даже при многовариантной восстановительной технологии обеспечивает уменьшение расхода производственных ресурсов.

Блок цилиндров двигателя ЗМЗ-53 в течение всего срока службы проходит обычно три восстановления коренных опор. Базовый вариант предусматривает трехкратное нанесение покрытия как на поверхности коренных опор в блоке цилиндров, так и на поверхности крышек. Предлагаемый вариант учитывает наработку детали и основан на максимальном использовании в качестве припуска поверхностного слоя металла за счет механической обработки стыков крышек.

Первые два восстановления коренных опор целесообразны без нанесения покрытия. Стыки опор, выполненные на блоках и крышках, шлифуют с целью уменьшения на 0,2...0,8 мм размера отверстия в

направлении, перпендикулярном стыкам. Припуск на поверхности отверстия 0,2...0,3 мм снимают хонингованием, а припуски больших значений снимают растачиванием. При растачивании ось коренных опор смещают в «тело» блока цилиндров на 0,3 мм, а восстановленные таким образом блоки при сборке комплектуют укороченными шатунами. Истощение такой возможности требует нанесения покрытия только при третьем восстановлении.

При первом восстановлении коренных опор затраты в 1,71 раза меньше, чем при базовом варианте 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. Аналогичные результаты имеют место при восстановлении других деталей.

В ряде случаев целесообразно введение ремонтных размеров с минимальным ремонтным интервалом 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.

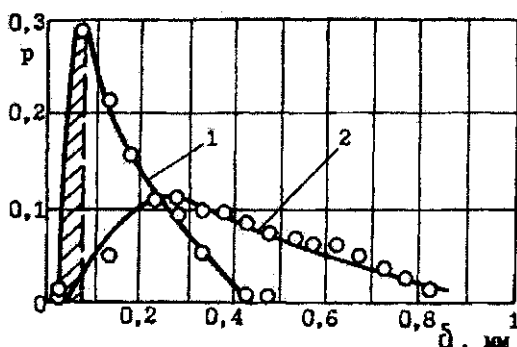


Рис. 2. Частота  $p$  распределения биений  $\delta$  рабочего торца маховика двигателя ЗМЗ-53 относительно коренных шеек коленчатого вала. Сборочная единица собрана из необезличенных (1) и обезличенных (2) деталей

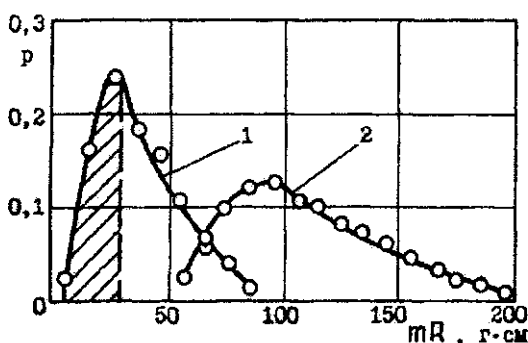


Рис. 3. Частота  $p$  распределения значений дисбаланса  $mR$  сборочных единиц коленчатый вал – маховик двигателя ЗМЗ-53 необезличенных (1) и обезличенных (2)

Необезличенный ремонт техники. Один из ключевых вопросов организации ремонта машин [4, 5] - сохранять или не сохранять принадлежность деталей к конкретной машине при ее ремонте. Его решение, несмотря на кажущуюся простоту, определяет организационную форму и эффективность ремонта.

Обезличенный ремонт приводит к недоиспользованию остаточного ресурса деталей, нарушению взаимного расположения их поверхностей, которое достигнуто в результате эксплуатации, изменению параметров зацепления шестерен, росту дисбаланса и др. Обезличенный ремонт не стимулирует заказчика беречь ремонтный фонд, а поощряет его сдачу в ремонт в подсобранном виде и в состоянии металлолома.

Какие противоречивые факторы способствуют и сдерживают внедрение ремонта с сохранением принадлежности деталей к машине?

Организацию необезличенного ремонта обуславливают:

- заинтересованность хозяйств сдать машину в удовлетворительном техническом состоянии, так как эту же машину придется получить по дифференцированной цене за фактический объем ремонта, учитывающей трудоемкость ремонта и стоимость запасных частей, установленных взамен выбракованных деталей;

- релаксация внутренних напряжений в материале деталей и сопутствующая ей стабилизация формы;

- сохранение взаимного расположения поверхностей деталей, достигнутого в результате их обработки и эксплуатации; меньшее приращение дисбаланса во время ремонта сборочной единицы,

- сохранение значений параметров зацепления шестерен; уменьшение объема механических и балансировочных работ.

Отрицают ремонт с сохранением принадлежности деталей к машине:

- усложненное делопроизводство и учет деталей; необходимость применения контейнеров, подвесок или стеллажей для перемещения и хранения комплектов деталей;
- увеличение производственной площади на создание участка ремонта;
- увеличение сроков ремонта;
- большая трудоемкость создания средств для безразборного определения неисправностей и остаточного ресурса.

В сохраняемый комплект должны входить:

- детали, которые обрабатывались совместно на заводе-изготовителе (блок цилиндров с крышками коренных опор и картером сцепления, шатуны с крышками и др.);
- детали, соприкасающиеся стыками, не проходящими механическую обработку при данном ремонте;
- дорогие детали, имеющие остаточные ресурсы, равные не менее двум межремонтным наработкам;
- сборочные единицы, прошедшие динамическую балансировку.

Можно обезличивать:

- детали, которые после ремонта агрегата не будут восстанавливаться при следующем ремонте - уплотнительные элементы (прокладки, сальники, набивки); детали, исчерпавшие ремонтные размеры, для которых на заводе не освоены способы восстановления под номинальные размеры; детали на грани исчерпания остаточного ресурса (коленчатые и распределительные валы, требующие второй наплавки, блоки цилиндров, претерпевшие восстановление коренных опор с нанесением покрытий, приварку ДРД и заварку трещин);

- детали, имеющие большой ресурс, но малую стоимость (крепежные и стопорящие детали, крышки и кронштейны).

Теряется смысл сохранения комплекта деталей агрегата, если утрачена вследствие утери или выбраковки его корпусная деталь.

Сохранение комплектов деталей обеспечивает уменьшение на 30..,40 % объема механических и балансировочных работ (см. рис. 2 и 3).

Заключение. Рассмотренные направления ресурсосбережения в ремонтном производстве актуальны в настоящее время при сокращении его объемов и высокой стоимости запасных частей и материалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В. М. Константинов; Под ред. В.П. Иванова. - М.: Машиностроение, 2003. - 672 с.
2. Иванов В.П. Ресурсосбережение в ремонтном производстве // Известия академии аграрных наук Республики Беларусь. - 2000. - № 1. - С. 77 - 81.
3. Иванов В.П. Сбережение остаточного ресурса деталей и сопряжений // Агропанорама. - 2000. - № 2. - С. 15-18.
4. Иванов В.П., Титов В.Ф. Сохранение принадлежности деталей к двигателю при ремонте // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1996. - № 11. - С. 24 - 25.
5. Иванов В.П. Организация необезличенного ремонта машин // Известия академии аграрных наук Республики Беларусь. - 1999. - № 1. - С. 89 - 91.