

трещины заваривают на 10–15 мм дальше видимой зоны ее распространения. Если трещина расположена в средней части детали, то ее заваривают, начиная с середины, и далее продолжают заварку попеременно в одну и другую сторону. Если трещина расположена у торца детали, то ее заварку начинают с того конца, который наиболее удален от торца, затем продолжают попеременно в одну и другую стороны от середины и от концов. После наложения швов на середине и концах трещины последующие швы равномерно распределяют по всей длине трещины. Укорачивающиеся швы при охлаждении плотно смыкают поверхности трещины.

Трещины в стенках устраняют также установкой фигурных вставок из малоуглеродистой стали. Форма каждой вставки набрана из цилиндров с параллельными осями, расположенными в одной плоскости. Диаметр окружности в основании цилиндров равен 3,5, 4,8 или 6,8 мм. Вставки бывают уплотняющими (устанавливают вдоль трещины) и стягивающими (устанавливают поперек трещины). Расстояния между осями отверстий в восстанавливаемой детали и осями цилиндрических элементов уплотняющей вставки равны между собой. Шаг между осями цилиндров стягивающих вставок на 0,2 мм меньше, чем шаг отверстий в восстанавливаемой детали для вставок. Вставки, смазанные эпоксидным компаундом, запрессовывают молотком в предварительно подготовленные ряды отверстий в детали.

Трещины длиной до 50 мм устраняют только стягивающими фигурными вставками, а более 50 мм – уплотняющими и стягивающими вставками. Высота уплотняющих вставок – 10–15 мм, а стягивающих – 3 мм. Высота уплотняющих вставок превышает толщину стенки восстанавливаемой детали, а высота стягивающих вставок составляет часть этой толщины. Выпускают комплект ОР-11362, в состав которого входят фигурные вставки и необходимый инструмент. Способ отличается простотой и небольшой трудоемкостью, он доступен любому ремонтному предприятию и мастерской.

**Устранение обломов.** Сломанные выступающие части станины (кронштейны, ушки, приливы) восстанавливают приваркой отломанной части или установкой дополнительной ремонтной детали [3], в качестве которой служит заготовка, по форме и размерам соответствующая разрушенному элементу детали, а после установки служит в качестве ее части. В последнем случае оставшуюся на станине часть сломанного элемента удаляют (фрезерованием или опиливанием); затем изготавливают дополнительную ремонтную деталь, которую приваривают к станине и окончательно обрабатывают.

Восстановление резьбовых отверстий эффективно путем установки спиральных резьбовых вставок из проволоки ромбического сечения. Материал спиральной вставки – коррозионностойкая аустенитная хромоникелевая сталь 12Х18Н9Т или 12Х18Н10Т. Проволоку получают путем волочения проволоки круглого сечения на станке ВФР-4.

Способ позволяет повысить прочность резьбовых отверстий, восстанавливать резьбы в тонкостенных деталях под номинальный размер и снизить износ резьбовой поверхности при разборке и сборке агрегата. Соединения со спиральными вставками хорошо работают при динамических нагрузках. Прочность таких соединений на 35–40 % выше, а частота их отказов в 5–7 раз ниже, чем соединений без вставок. Объясняется это тем, что в спиральной вставке нагрузка на витки распределяется более равномерно по причине их большей податливости. Сравнение способов восстановления резьбовых отверстий приведены в таблице 2.

**Таблица 2.** Показатели способов восстановления резьбовых отверстий

Способ восстановления	Относительная стоимость	Коэффициент долговечности
Обработка под ремонтный размер	1	0,95
Заварка	1,13	0,85
Установка резьбового трубчатого свертыша	1,46	1,00
Установка резьбовой спиральной вставки	0,47	1,50

**Контроль восстановления.** Процесс восстановления станины завершает операция контроля, оснащенная средствами для измерения геометрических параметров, физико-механических свойств и других характеристик [4], которая устанавливает соответствие параметров восстановленной детали требованиям технической документации (чертежа или карты технического контроля).

**Заключение.** Предложенные в работе способы восстановления направляющих станин технологического оборудования, отверстий под подшипники и резьбовых отверстий с устранением трещин и обломов позволяют продлить срок службы этого оборудования с нормативным качеством последующей обработки заготовок.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Палей, М.М. Технологическое обеспечение качества в машиностроении / М.М. Палей, В.М. Орбинский, А.Г. Схиртладзе. – Волгоград: Политехник, 1998. – 150 с.
2. Пекелис, Г.Д. Технология ремонта металлорежущих станков / Г.Д. Пекелис, Б.Т. Гельберг. – 3-е изд., перераб и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 240 с.
3. Восстановление деталей машин: справочник / Ф.И. Пантелеенко [и др.]; под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
4. Диагностика, испытание и ремонт станочного оборудования / В.О. Трилисский [и др.]. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2001. – 360 с.

*Материал поступил в редакции 28.11.13*

#### IVANOV V.P., VIGERINA T.V., SEMENOV V.I. Restoration the frames of technological equipment

Damage the frames of technological equipment, allowed values, and how to define them are considered. Substantiated various ways to restore the frame rails for different values of wear. Describes how to restore the holes for the bearings, fix cracks and breaks.

УДК 629.113.004.67

**Иванов В.П., Кастрюк А.П.**

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА РЕМОНТА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ НЕОБЕЗЛИЧЕННОГО РЕМОНТА

Один из ключевых вопросов организации ремонта машин: сохранять или не сохранять принадлежность деталей к конкретной машине при ее ремонте. Несмотря на кажущуюся простоту проблемы, ее решение определяет организационную форму, эффективность ремонта и сбережение доремонтного ресурса машин. Использование идей необезличенного ремонта в современных условиях целесообразно в их сочетании с принципами индустриального ремонта. Исторически первой организацией ремонта был необезличенный ремонт. Трудками Ефремова В.В. и других исследователей было установлено, что индустриализация ремонта приводит к обезличиванию предмета труда.

Труды, посвященные необезличенному ремонту, например [1, 2, 3, 4], появились сравнительно недавно. Исследования [5] подтверждают, что необезличенный ремонт целесообразен для двигателей, поступивших на ремонтное предприятие первый раз, в то время как 40 % двигателей требуют не капитального, а текущего ремонта.

С большим доремонтным пробегом (в ряде случаев превышающим нормативный) поступают агрегаты только в первый капитальный ремонт, который далеко не всегда выполняют в условиях спе-

специализированного ремонтного предприятия. В последующие ремонты агрегаты поступают после значительно меньшего пробега. Например, только 4 % двигателей ремонтного фонда приходят первый раз в заводской капитальный ремонт, а свыше 80 % двигателей поступают не менее чем в третий ремонт. Такое положение обуславливает распространенная организация обезличенного ремонта агрегатов на большинстве ремонтных предприятий.

Различие остаточного ресурса деталей и узлов делает нецелесообразным применение полностью необезличенного ремонта. Таким образом, с учетом сокращения объемов ремонтного производства до сих пор нет однозначности в представлениях об области применения необезличенного ремонта. С одной стороны, заказчик не сдает малоизношенный агрегат в обезличенный ремонт, а экономит на средствах, ремонтирует его сам, не имея на это надлежащих условий и базы. С другой стороны, обезличенный ремонт не стимулирует заказчика беречь ремонтный фонд, а поощряет сдачу его в ремонт в подобранным виде и в состоянии металлолома. Если заказчик сдаст в обезличенный ремонт агрегат с полностью израсходованным ресурсом и заплатит за какой-то усредненный, хотя и дорогой ремонт, то получит удовлетворительного состояния агрегат, собранный из запасных частей и выборки годных и восстановленных деталей из всего ремонтного фонда. Противоречие может быть решено путем организации на предприятиях необезличенного ремонта агрегатов с назначением цены не за абстрактный ремонт, а за фактический его объем, установленный путем диагностирования.

Обезличенный ремонт приводит к неполному использованию остаточного ресурса деталей, нарушению взаимного расположения их трущихся и стыковых поверхностей, которое достигнуто в результате длительного трения и стабилизации внутренних напряжений в их материале, изменению параметров зацепления зубчатых колес, росту дисбаланса вращающихся изделий и др.

Различие в ресурсах деталей и узлов делают нерациональным применение полностью необезличенного ремонта. С учетом сокращения объемов ремонтного производства до сих пор нет однозначности в представлениях об области его применения. Технологическая подготовка многономенклатурного ремонтного производства в условиях рынка заставляет пересмотреть области применения организации обезличенного и необезличенного ремонта.

Какие противоречивые факторы способствуют и сдерживают внедрение ремонта с сохранением принадлежности деталей к машине [1]?

Утверждают необезличенный ремонт агрегатов следующие факторы:

- заинтересованность эксплуатационного хозяйства в большинстве случаев получить обратно сданный в ремонт агрегат (ресурсосбережение в эксплуатации);
- назначение цены за фактический ремонт, учитывающей реальные затраты труда и стоимость замененных и восстановленных деталей;
- использование стабилизации внутренних остаточных напряжений в материале деталей и их деформаций;
- сохранение взаимного расположения поверхностей деталей, достигнутого в результате предыдущей эксплуатации;
- отсутствие приращения дисбаланса вращающихся сборочных единиц во время их ремонта;
- сохранение значений параметров зацепления зубчатых колес.

Отрицают целесообразность необезличенного ремонта агрегатов следующие факторы:

- усложнение учета деталей и делопроизводства;
- необходимость применения контейнеров, подвесок или стеллажей, используемых при перемещении и хранении комплектов деталей;
- увеличение производственной площади на создание производственных участков;
- увеличение сроков ремонта;
- большая трудоемкость создания СТО для определения технического состояния деталей (повреждений и остаточного ресурса) методами диагностирования агрегатов.

При необезличенном ремонте агрегатов легче обеспечить качество их ремонта.

Ключевой вопрос в деле внедрения необезличенного ремонта машин состоит в определении множества деталей, входящих в сохра-

няемый комплект. Сохранение принадлежности деталей к отдельному экземпляру машины во время ее ремонта создает немалую трудоемкость и требует вложения затрат. Вероятно, сохранение принадлежности к машине всех без исключения деталей не имеет смысла. Наш взгляд на решение поставленной задачи учитывает соотношение остаточного ресурса деталей, их предельного состояния и стоимости.

Достижение предельного состояния детали и полное исчерпание ее ресурса – не одно и то же событие. В течение жизненного цикла детали ее предельное состояние может наступать один или несколько раз. В первом случае при наступлении предельного состояния детали ее остаточный ресурс близок к нулю. Во втором случае – деталь имеет ресурс не менее чем на один межремонтный цикл.

Можно обезличивать, во-первых, детали, которые после ремонта агрегата не будут восстанавливаться при следующем ремонте. К ним относятся: 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). Во-вторых, – детали, имеющие большой ресурс, но малую стоимость (крепежные и стопорящие детали, крышки и кронштейны). И, в-третьих, – теряется смысл сохранения комплекта деталей агрегата, если утрачена вследствие утери или выбраковки его корпусная деталь.

Какие детали должны входить в сохраняемый комплект? Это, во-первых, детали, которые обрабатывались совместно на заводе-изготовителе (например, блок цилиндров с крышками коренных опор и картером сцепления, шатуны с крышками, картер редуктора заднего моста с крышками). Во-вторых, детали, соприкасающиеся стыками, не проходящими механическую обработку при данном ремонте. Такие сочетания деталей могут составлять «блок цилиндров – головки цилиндров – гильзы цилиндров – крышки коренных подшипников – картер сцепления – упорные шайбы коленчатого вала – крышка распределительных шестерен», «головка цилиндра – впускная труба – выхлопной коллектор – стойки коромысел – втулки клапанов», «коленчатый вал – маховик». В-третьих, дорогие детали, имеющие остаточные ресурсы, равные не менее двум межремонтным наработкам. И, в-четвертых, сборочные единицы, прошедшие динамическую балансировку.

В пользу второго и четвертого условий вхождения деталей в сохраняемый комплект говорят такие исследования. Рассматривались две группы сборочных единиц «коленчатый вал – маховик» двигателя ЗМЗ-53. Первая группа была собрана из деталей сохраняемого комплекта, а вторая – из обезличенных деталей. У всех сборочных единиц измерялись начальный дисбаланс на заднем конце (пятой коренной шейке) коленчатого вала и торцовое биение на радиусе 154 мм рабочей поверхности маховика относительно оси его вращения. Исследования проводились на балансировочном станке МС 9716 и на стенде для сборки коленчатого вала с маховиком и сцеплением.

Средние и модальные значения статического дисбаланса  $mR$  для первой группы комплектов равны, соответственно, 46,6 и 30,0 г·см, для второй – 104,1 и 95 г·см (рис. 1).

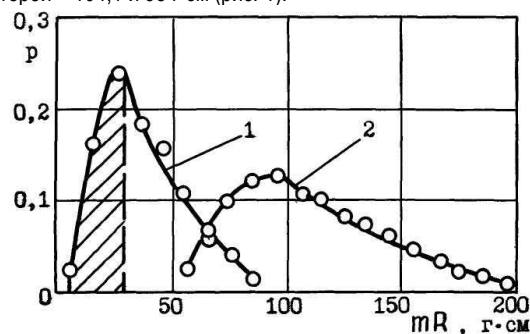


Рис. 1. Частота  $p$  распределения значений дисбаланса  $mR$  сборочных единиц «коленчатый вал – маховик» двигателя ЗМЗ-53 необезличенных (1) и обезличенных (2)

Средние и модальные значения торцового биения для первой группы комплектов равны, соответственно, 0,14 и 0,08 мм, для второй – 0,47 и 0,25 мм (рис. 2).

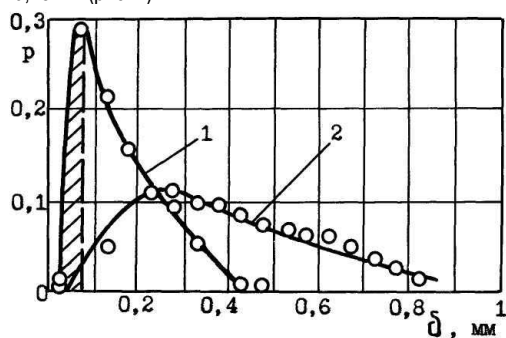


Рис. 2. Частота  $p$  распределения биений  $\delta$  рабочего торца маховика двигателя ЗМЗ-53 относительно оси коренных шеек коленчатого вала. Сборочная единица собрана из необезличенных (1) и обезличенных (2) деталей

Статистическую различимость центров распределений определяли путем расчета дисперсии разности двух выборочных средних  $\sigma(M_1 - M_2)$  по формуле

$$\sigma(M_1 - M_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

где  $\sigma_1^2$  и  $\sigma_2^2$  – выборочные дисперсии;  $n_1$  и  $n_2$  – объемы выборок.

Установлено, что при уровне значимости  $q = 0,05$  и, соответственно,  $z_5 = 1,96$  расхождение между одноименными средними попадает в критическую область и является существенным.

Значения дисбаланса и торцового биения находились в допустимых пределах (заштрихованные поля графиков), соответственно, у 42,2 % и 38,8 % сборочных единиц из необезличенных деталей. Во второй группе изделий только одна сборочная единица имела допустимое биение и ни одна не имела допустимый дисбаланс.

Таким образом, сохранение комплектов деталей в ремонте обеспечивает уменьшение объема механических и балансировочных работ.

Производственный и научный интерес представляет определение объемов ремонта, при которых необезличенный ремонт эффективен. Производилось сопоставление затрат на технологическую подготовку и организацию обезличенного и необезличенного ремонта различных объемов бензиновых двигателей с рабочим объемом 4,25 л. Сокращение объема исследований без потери их объективности было обеспечено рассмотрением только множества изменяющихся статей расходов (таблица 1). Анализ мероприятий показывает, что операции разборки, очистки и определения повреждений требуют дополнительных вложений, результаты которых начинают проявляться с операций нанесения восстановительно-упрочняющих покрытий. Область эффективного применения организации необезличенного ремонта ограничена справа объемами 4,0–6,3 тыс. агрегатов в год (рис. 3).

Организация необезличенного ремонта двигателей внедрена в производство со следующими характерными особенностями.

Общая разборка двигателей – постовая. Сборочные единицы одного двигателя с базовыми и основными деталями занимают свои определенные места в ячейках специального контейнера. В других ячейках контейнера располагают остальные детали, входящие в сохраняемый комплект. Таким образом, обеспечивается начальное сохранение комплекта.

Контейнер с деталями устанавливают на транспортирующий конвейер. Конструкция контейнера обеспечивает взаимодействие струй или вихрей очистного раствора с очищаемыми поверхностями без «затенения» деталями друг друга и не позволяет изделиям покидать свои ячейки под действием движущегося раствора. На подвески этого контейнера укладывают и остальные детали, не входящие в сохраняемый комплект, например, клапаны, толкатели, мас-

ляный картер, крышка коромысел. Детали на конвейере проходят общую погружную или струйную очистку.

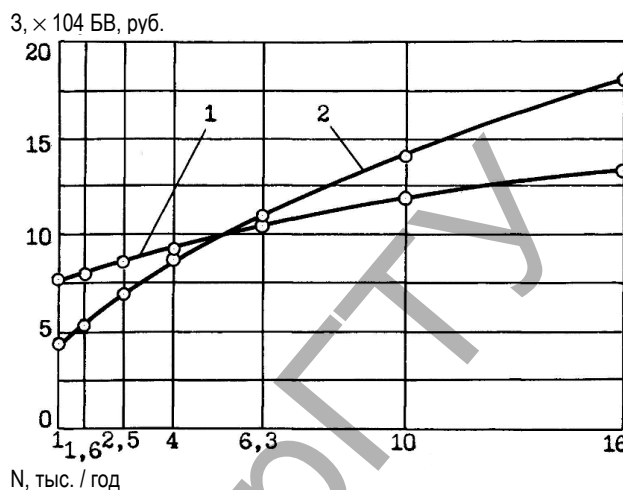


Рис. 3. Зависимость затрат  $Z$  по изменяющимся статьям на организацию производства с объемами выпуска  $N$  с обезличенным (1) и необезличенным (2) методами ремонта

Сборочные единицы поступают на стенды для узловой разборки. Здесь разбирают коленчатый вал с маховиком, сцеплением и шестерней, распределительный вал с шестерней, эксцентрик и балансиром, цилиндропоршневые группы, головки цилиндров с клапанным механизмом. Детали после разборки возвращают в контейнер. Комплект деталей в контейнере проходит погружную очистку в роторной машине и поступает на участок определения повреждений.

Сортировщики на рабочих местах определения повреждений деталей имеют квалификацию на 1–2 разряда выше, чем рабочие на рабочих местах при традиционной организации труда. На этих рабочих местах принимают решение о целесообразности дальнейшего сохранения комплекта деталей, исходя из их технического состояния, в первую очередь блока цилиндров. При положительном решении о необходимости сохранения комплекта деталей оформляют ведомости повреждений и маркируют детали. В ведомостях указывают номер двигателя, повреждения на каждой детали и перечень выбракованных деталей. В дальнейшем детали будут извлекать из контейнера и направлять на участки (рабочие места) для восстановления, поэтому маркировочные знаки наносят на все детали комплекта. С целью уменьшения объема маркировочного знака принята сквозная (из трех цифр) помесечная нумерация комплектов.

Номер бирки контейнера соответствует номеру комплекта. Контейнеры перевозят погрузчиком на специализированные по предметному признаку участки восстановления деталей. Затем детали из контейнера распределяются по своим участкам (рабочим местам). Путь движения контейнера проходит через участок восстановления детали наибольшей массы. В конце этого участка контейнер ожидает свои детали.

На участках восстановления деталей установлено оборудование в технологической последовательности устранения часто встречающихся повреждений. Рядом установлено оборудование для устранения редких повреждений. Это обеспечивает наряду с сохранностью комплектов деталей и поточность производства.

Комплект восстановленных деталей в контейнере очищают от технологических загрязнений. Затем детали проходят контроль полноты и качества устранения повреждений и направляются на комплектовочный участок.

Комплектовщики добавляют в контейнер детали, не входящие в сохраняемый комплект, и запасные части взамен выбракованных деталей. Из накопителя комплектовочного участка контейнеры выдают сборщикам. Узловую и общую сборку ведут на неподвижных стендах. К бригаде сборщиков прикреплен обкатчик.

Таблица 1. Содержание отличающихся процессов, СТО и организаций при обезличенном и необезличенном методах ремонта двигателей

Содержание отличительных мероприятий при внедрении методов ремонта		Источник экономического эффекта (+) или убытка (-) от внедрения необезличенного ремонта
обезличенного	необезличенного	
1	2	3
<b>Разборка двигателей</b>		
Укладка деталей на подвески или в тару с учетом только их наименования	Укладка деталей на подвески или в контейнеры комплектами с учетом их принадлежности к конкретному двигателю	(-) Увеличение объема транспортной тары (-) Увеличение производственной площади для накопления комплектов деталей
	Нанесение клейм и меток на соединяемые детали	(-) Увеличение трудоемкости воздействий на подготовку комплектов деталей (-) Затраты труда на воздействие
<b>Очистка деталей</b>		
Внедрение процессов очистки деталей с учетом только их наименования	Внедрение процессов очистки комплектов деталей	(-) Увеличение количества очистного оборудования (-) Увеличение трудоемкости очистки
	Маркирование деталей	(-) Затраты труда на воздействие
<b>Определение технического состояния деталей</b>		
Организация работ на специализированных постах	Организация работ на универсальных постах Назначение совокупности технологических воздействий, связанных со значениями износов деталей	(-) Высокая квалификация сортировщиков, увеличение трудоемкости работ, ведение сортировочных ведомостей на базовые детали
<b>Нанесение восстановительно-упрочняющих покрытий</b>		
Средства и процессы по нанесению покрытий одной толщины, рассчитанной для компенсации наибольшего износа	Средства и процессы по нанесению покрытий толщиной, зависящей от значения износа	(+) Сокращение расхода энергии и материалов, уменьшение трудоемкости воздействий (-) Перемещение деталей комплектами
<b>Обработка деталей</b>		
Традиционные схемы базирования	Адаптивные схемы базирования Базирование по необрабатываемым поверхностям	(+) Повышение точности обработки, сокращение расхода энергии, уменьшение машинного времени
<b>Комплектование деталей</b>		
Образование сборочного комплекта без принадлежности деталей к определенному агрегату	Образование сборочного комплекта с принадлежностью деталей к определенному агрегату	(-) Увеличение площади участка (-) Увеличение количества оргоснастки (+) Упрощение подбора по массе
<b>Балансировка сборочных единиц</b>		
Балансировка сборочных единиц, собранных из обезличенных деталей	Балансировка сборочных единиц из деталей, ранее входивших в комплекты	(+) Меньшая масса удаляемого металла, меньшая трудоемкость балансировки
<b>Сборка двигателей</b>		
Использование деталей всего ремонтного фонда	Использование деталей данного двигателя	(+) Повышение точности сборки (замыкающих размеров и расположения) (+) Уменьшение внутренних напряжений в деталях

Внедрение необезличенного метода ремонта агрегатов в настоящих условиях – резерв повышения эффективности и качества ремонтируемой продукции.

**Заключение.** Внедрение метода необезличенного ремонта агрегатов в настоящих условиях – резерв повышения эффективности и качества ремонтируемой продукции. Определены противоречивые факторы, способствующие и сдерживающие внедрение ремонта с сохранением принадлежности деталей к определенному агрегату. Обосновано содержание сохраняемого при ремонте комплекта деталей. Значения нормативного дисбаланса и торцового биения маховика сохраняется, например, у 42,2 % и 38,8 %, соответственно, у сборочных единиц из необезличенных деталей.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, В.П. Организация необезличенного ремонта машин / В.П. Иванов. // Весці акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь, 1999. – № 1. – С. 89–91.
2. Игнатьев, Г.С. Использование остаточного ресурса деталей при ремонте / Г.С. Игнатьев // Техника в сельском хозяйстве. – 1982. – № 10. – С. 41–42.
3. Игнатьев, Г.С. Приремонтное диагностирование и необезличивание составных частей агрегатов сельскохозяйственной техники: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.22.10 / Г.С. Игнатьев; ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1989. – 38 с.
4. Нигородов, В.В. Опыт необезличенного ремонта машинно-тракторного парка и его агрегатов: обзорная информация / В.В. Нигородов, Р.Н. Фридрих. – М.: ЦНИИТЭИ, 1985. – 32 с.
5. Дюмин, И.Е. Необезличенный ремонт двигателей / И.Е. Дюмин, С.И. Слюсаренко // Автомобильный транспорт, 1988. – № 7. – С. 40–42.

Материал поступил в редакцию 18.10.13

## IVANOV V.P., KASTRYUK A.P. Improvement of the quality system of repair of autotractor engines by introduction of not depersonalized repair

Actions of improvement of the quality system of repair of the autotractor engines which introduction in production allows to raise a technological level of assembly of autotractor engines and quality of their repair are offered.

УДК 631.3.02.004.67

Иванов В.П., Кастрюк А.П., Вигерина Т.В.

## НАПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ АГРЕГАТОВ

Таблица 1. Наименование деталей, нормативные значения измеряемых параметров и средства измерений

Детали	Контролируемые параметры		Средства измерений
	Наименования	Значения	
Поршень 53-1004015	Диаметр юбки Конусообразность юбки	$D^{+0,048}_{-0,012}$ *1) 0,04	Приспособление индикаторное 1ПП4-012А, Индикатор ИЧ 10 кл. 1 ГОСТ 577-68
	Ширина канавки под верхнее компрессионное кольцо	$2,5^{+0,07}_{-0,02}$	Калибр 1К4-118
	Диаметр отверстия под поршневой палец	$25^{+0,01}$	Нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75
Палец поршневой 21-1004020	Диаметр рабочей поверхности	$25_{-0,01}$	Микрометр МР25 ГОСТ 4381-87
Вкладыши коленчатого вала	Толщина	$t^{-0,013}_{-0,028}$ *2)	Индикаторное приспособление 1ПП4-234 Индикаторное приспособление 1ПП4-114
	Величина выступания стыка из эталонной постели		
Втулка распределительного вала	Диаметр отверстия	$d^{+0,050}_{+0,025}$ *3)	Нутромер

\*1)  $D = 92,0; 92,5; 93; 93,5$  мм;  
\*2)  $t = 1,750; 1,775; 1,870; 2,000; 2,125; 2,250; 2,375; 2,500; 2,625; 2,750; 2,875; 3,000$  мм;  
\*3)  $d = 50,00; 50,25; 50,50; 50,75; 51,00$  мм.

**Введение.** Экономия живого и овеществленного труда в процессе ремонта агрегатов достигается сбережением материалов и энергии. Основной путь такой экономии в ремонтном производстве – полное использование остаточного ресурса деталей за счет дифференцированного применения восстановительных операций и оборудования к конкретным деталям и устраняемым повреждениям [1, 2].

Высокая стоимость капитального ремонта агрегатов частично объясняется применением дорогих запасных частей, затраты на приобретение которых достигают 50 % себестоимости продукции. Исследование возможности расширения номенклатуры повторно применяемых деталей за счет отбора из ремонтного фонда приобретает в настоящее время все большую актуальность.

**Углубленное определение состояния деталей и сборочных единиц ремонтного фонда.** Исследовалась возможность расширения номенклатуры повторно применяемых деталей за счет отбора из ремонтного фонда тех деталей, значения параметров которых находятся в пределах установленных допусков.

Годная деталь ремонтного фонда обходится производству в 3–5 % от цены новой детали завода-изготовителя, восстановленная – в 10–30 %, а приобретенная – в 110–200 %.

Были обследованы детали и сборочные единицы ремонтного фонда автомобильных двигателей ЗМЗ-53: поршни, поршневые пальцы, вкладыши коренных и шатунных шеек коленчатого вала и втулки распределительного вала [3, 4].

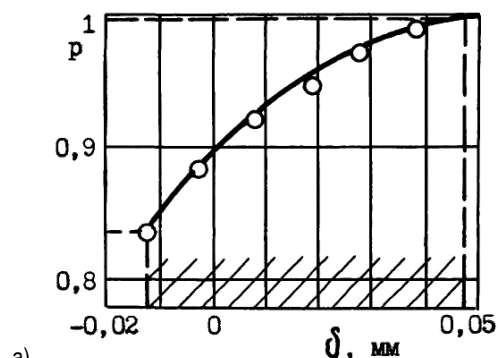
Для осмотра и измерения были представлены 1000 поршней, 700 поршневых пальцев, 1200 шатунных вкладышей коленчатого вала и 300 втулок распределительного вала, что в несколько раз превышало минимальное количество изделий в группе, необходимое для обеспечения точности результатов, соизмеримых с погрешностью применяемых средств измерений.

Нормативные значения измеряемых параметров и средства для их измерений приведены в таблице 1. Измерения производились с

помощью приспособлений и мерительного инструмента на постах определения технического состояния соответствующих деталей. Диаметры отверстий во втулках распределительного вала измерялись в запрессованном положении в блоке цилиндров.

Средние значения доли годных деталей и стандартные ошибки определения этих значений следующие (рис. 1): поршней –  $0,165 \pm 0,021$ ; поршневых пальцев –  $0,171 \pm 0,032$ ; шатунных вкладышей коленчатого вала –  $0,258 \pm 0,053$ ; втулок распределительного вала  $0,190 \pm 0,041$ . Следует добавить, что 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 товарной продукции, что в конечном итоге приводит к сокращению затрат на ремонт техники.



а)