

## 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].

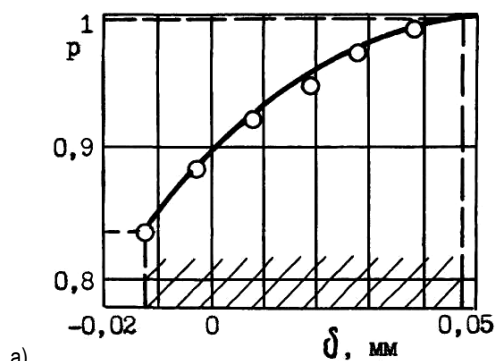
Для осмотра и измерения были представлены 1000 поршней, 700 поршневых пальцев, 1200 шатунных вкладышей коленчатого вала и 300 втулок распределительного вала, что в несколько раз превышало минимальное количество изделий в группе, необходимое для обеспечения точности результатов, соизмеримых с погрешностью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

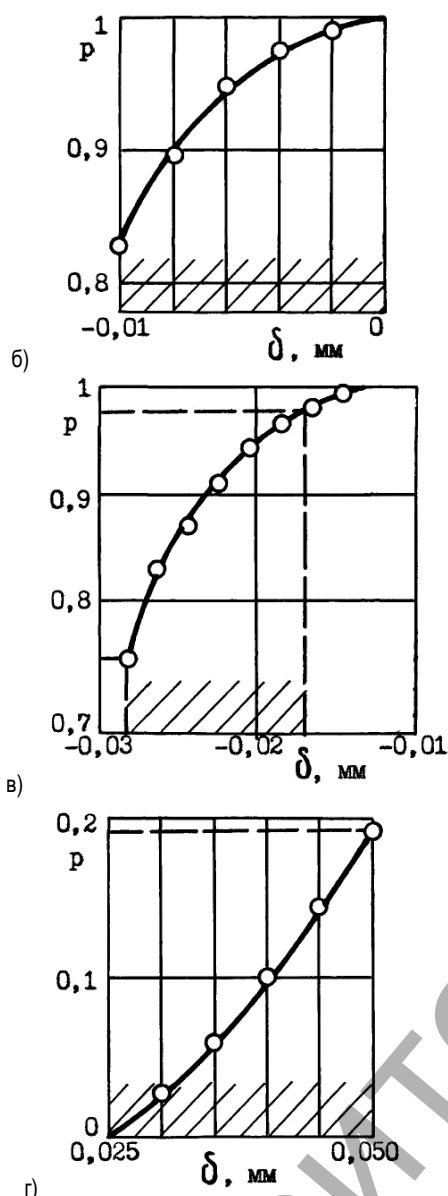
Нормативные значения измеряемых параметров и средства для их измерений приведены в таблице 1. Измерения производились с

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.





**Рис. 1.** Интегральные распределения  $p$  отклонений  $\delta$  от номинальных (ремонтных) размеров деталей ремонтного фонда: а – поршней (диаметра юбки); б – поршневых пальцев (диаметра рабочей поверхности); в – вкладышей (толщины); г – втулок распределительного вала (диаметра отверстий)

Наличие множества деталей с допустимыми износами объясняется меньшей наработкой отремонтированных агрегатов по сравнению с новыми, неодинаковой износостойкостью поверхностей деталей, разными условиями эксплуатации и присутствием деталей, установленных на агрегат перед сдачей его в капитальный ремонт.

Проводилась технико-экономическая оценка целесообразности указанных работ (табл. 2). С одной стороны, учитывались затраты  $Z'$  в базовых величинах на создание рабочих мест по сортировке деталей ранее рассмотренного их множества и организацию соответствующих работ. Доля годных деталей, выявленных в процессе определения повреждений, устанавливалась с учетом проведенных ранее исследований. С другой стороны, рассчитывались затраты  $Z''$  на приобретение запасных частей в количестве, равном числу годных деталей, обнаруженных в ремонтном фонде деталей.

**Таблица 2.** Значения затрат на внедрение процесса сортировки деталей, на приобретение запасных частей и значения полученного экономического эффекта

Объемы ремонта, N, тыс./год	Значения затрат и эффекта, тыс. БВ		
	затраты ( $Z'$ )	затраты ( $Z''$ )	эффект ( $Z$ )
0	5,5	0	-5,5
0,6	10,6	6,7	-3,9
1,0	12,7	10,7	-2,0
1,6	15,6	17,0	1,4
2,5	19,8	26,7	6,9
4,0	25,1	42,6	17,5
6,3	28,8	67,2	38,4

Начиная с некоторого объема ремонта N, затраты  $Z'$  на сортировку деталей ремонтного фонда и ее организацию становятся меньше затрат  $Z''$  на приобретение деталей взамен выбракованных. Названные работы экономически выгодны, начиная с небольших объемов ремонта 1,0–1,6 тыс. агрегатов в год. При объемах ремонта 6,3 тыс. двигателей ЗМЗ-53 в год экономический эффект от реализации мероприятия равен 38,4 тыс. базовых величин, что обеспечивает уменьшение себестоимости ремонта двигателей на 15–20 %.

Техническое состояние некоторых сборочных единиц определяют без их разборки по критерию расхода или давления масла.

Увеличенные зазоры между осью и втулками коромысел определяют на стенде. Сборочную единицу устанавливают крайними стойками на шпильки стенда. В свободные стойки устанавливают заглушки. Масло во внутреннюю полость оси подают насосом под давлением 0,06–0,08 МПа. При допустимых износах в соединениях (22,4 % случаев) масло вытекает из-под каждой втулки каплями или прерывистой стружкой. Большой расход масла указывает на предельные зазоры в соединениях.

Показателем послеремонтного ресурса масляного насоса является давление масла, развиваемое при работе насоса. Работоспособным после ремонта признается масляный насос, например двигателя ЗМЗ-53, который развивает давление 0,12 МПа смеси из 90 % керосина и 10 % масла М8В1 при частоте вращения вала  $4,17 \pm 0,417 \text{ с}^{-1}$  и давление 0,4–0,5 МПа при частоте  $12,08 \pm 0,417 \text{ с}^{-1}$ . Смесь вытекает из отверстия диаметром  $1,5^{+0,2}$  и длиной  $5^{+0,1}$  мм. Если при диагностировании насос развивает давление не менее верхнего предельного значения (13,3 % случаев), установленного Руководством по капитальному ремонту, то он обладает ресурсом до следующего ремонта. В таком насосе лишь проверяют и регулируют редукционный клапан.

Подопытная эксплуатация агрегатов с указанными сборочными единицами подтверждает, что последние обладают запасом долговечности до следующего ремонта.

Учет технического состояния исходных заготовок при восстановлении деталей. 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, что сопряжено с повышенным расходом труда и производственных ресурсов.

В трудах С.Ф. Щетинина, Ш.М. Билика, И.Б. Гурвича, К.Т. Кошкина, Э.С. Финкельштейна, Б.К. Буравцева, С.К. Буравцева и других ученых приведены характеристики повреждений на деталях различных классов, 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 корпусной детали двигателя ЗМЗ-53 – блока цилиндров. Предполагалось, что деталь в течение всего срока службы проходит три восстановления этого элемента. Рассматривались процессы восстановления в двух вариантах (табл. 3).

Таблица 3. Сопоставление операций и затрат при восстановлении коренных опор блока цилиндров двигателя 3М3-53 без учета (базовый вариант) и с учетом (новый вариант) технического состояния детали

Базовый вариант		Новый вариант	
Содержание процесса	Затраты, БВ	Содержание процесса	Затраты, БВ
<b>ПЕРВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ</b>			
Растачивание крышек со снятием припуска 0,05 мм	0,125	Шлифование стыка крышек со снятием припуска 0,10 мм	0,254
Наплавка поверхностей крышек латуню Л63	0,224	Хонингование коренных опор	0,231
Наплавка поверхностей коренных опор блока цилиндров проволокой АК-5	0,316		
Растачивание опор черновое	0,058		
Растачивание опор чистовое	0,108		
Всего затрат	0,831		0,485
<b>ВТОРОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ</b>			
Наплавка поверхностей крышек латуню Л63	0,224	Шлифование стыка крышек со снятием припуска 0,20 мм	0,254
Наплавка поверхностей коренных опор блока цилиндров проволокой АК-5	0,316	Растачивание коренных опор	0,108
Растачивание опор черновое	0,058		
Растачивание опор чистовое	0,108		
Всего затрат	0,706		0,362
<b>ТРЕТЬЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ</b>			
Наплавка поверхностей крышек латуню Л63	0,224	Точение крышек со снятием припуска 0,05 мм	0,125
Наплавка поверхностей коренных опор блока цилиндров проволокой АК-5	0,316	Наплавка поверхностей крышек латуню Л63	0,224
Растачивание опор черновое	0,058	Наплавка поверхностей коренных опор блока цилиндров проволокой АК-5	0,316
Растачивание опор чистовое	0,108	Растачивание опор черновое	0,058
		Растачивание опор чистовое	0,108
Всего затрат	0,706		0,831
Итого	2,243		1,678

Базовый вариант предусматривает трехкратное нанесение покрытия как на поверхности коренных опор в блоке цилиндров, так и на поверхности крышек. При этом перед первым нанесением покрытия на поверхности крышек, изготовленных из высокопрочного чугуна ВЧ50, предусмотрено их предварительное растачивание, чтобы при обработке покрытия исключить контакт расточного реза с твердым, отбеленным материалом основы.

Предлагаемый вариант восстановления коренных опор учитывает порядковый номер восстановления детали и полное использование в качестве припуска поверхностного слоя металла за счет механической обработки стыков крышек.

Первые два восстановления коренных опор целесообразно производить без нанесения покрытия. Стыки опор, выполненные на крышках, шлифуют с целью уменьшения до 0,3 мм диаметального размера отверстия в направлении, перпендикулярном стыкам. Припуск на поверхности отверстия снимают хонингованием. При растачивании ось коренных опор смещают в «тело» блока цилиндров на 0,2 мм, а восстановленные блоки цилиндров комплектуют перед сборкой укороченными шатунами. Исчерпание такой возможности требует нанесения покрытия только при третьем восстановлении. Сравнение производилось по критерию технологической себестоимости воздействий: при первом восстановлении коренных опор затраты отличаются в 1,71 раза в пользу предлагаемого варианта восстановления; при втором – в 1,05 раза; при третьем восстановлении – 1,18 раза 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.

**Заключение.** Очевидно, что процесс восстановления деталей, назначенный в зависимости от их технического состояния, экономически выгоден по сравнению с действующими процессами. Таким образом, при первых восстановлениях деталей необходимо наиболее полно использовать поверхностный слой изношенного металла с внедрением необходимых СТО, а только затем применять нанесение покрытий.

В ряде случаев целесообразно вводить ремонтные размеры с минимальным ремонтным интервалом на те элементы деталей, на которые они не предусмотрены. Полному использованию ремонтных размеров способствуют правка длинных деталей (коленчатых и распределительных валов, осей коромысел и др.), применение адаптивных схем базирования и повышение точности обработки.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Какуевичкий, В.А. Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей автомобилей / В.А. Какуевичкий. – М.: Транспорт, 1993. – 176 с.
2. Какуевичкий, В.А. Восстановление деталей автомобилей на специализированных предприятиях / В.А. Какуевичкий. – М.: Транспорт, 1988. – 149 с.
3. Иванов, В.П. Ресурсосбережение в ремонтном производстве / В.П. Иванов // Весці акад. аграрных навук Рэсп. Беларусь. – 2000. – № 1. – С. 77–81.
4. Иванов, В.П. Сбережение остаточного ресурса деталей и сопряжений / В.П. Иванов // Агропанорама. – 2000. – № 2. – С. 15–18.

Материал поступил в редакцию 27.11.13

IVANOV V.P., KASTRUK A.P., VIGERINAK T.V. Directions in resource-saving during unit repair

We have justified the possibility of reusable components range expanding due to the selection of those parts from repair fund, the values of which are within the specific tolerance.