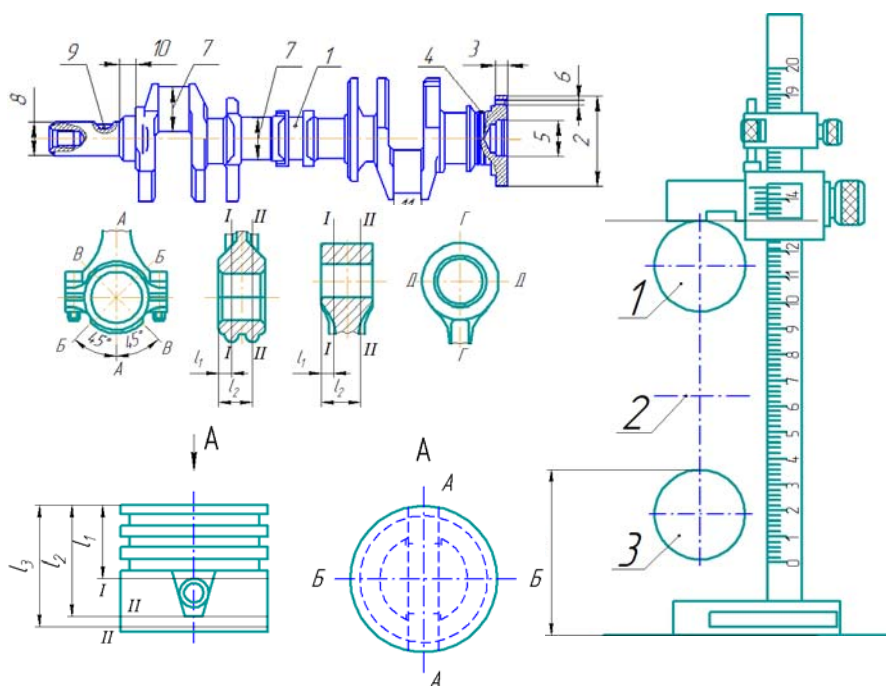


В. А. МИГАЧЕВ

Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей

Сборник лабораторных работ
ч. 2



Ульяновск
2009

УДК 629.3.083 (076)
ББК 39.33-08я7
М57

Рецензент зав. кафедрой «Автомобили»
канд. техн. наук, доцент М. Ю. Обшивалкин

Одобрено секцией методических пособий научно-методического совета Ульяновского государственного технического университета

Мигачев, В. А.

М57 Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей : сборник лабораторных работ. Ч. 2. / В. А. Мигачев. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 48 с.

Составлен в соответствии с типовой программой дисциплины «Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей».

Сборник предназначен для подготовки и выполнения лабораторных работ студентами всех форм обучения направления 653300 «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» специальности 19060165 «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Приведены положения по организации и проведению лабораторных работ, теоретические основы дефектации и сортировки деталей при ремонте, методика выполнения дефектовочных, комплектовочных и ремонтных работ.

Работа выполнена на кафедре «Автомобили».

УДК 629.3.083 (076)
ББК 39.33-08я7

© Оформление. УлГТУ, 2009.
© В. А. Мигачев, 2009.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Основные положения по организации и проведению лабораторных работ	4
1.1. Организационно-методические указания	4
1.2. Порядок выполнения работ и выполнение отчета	4
1.3. Оборудование рабочих мест	5
1.4. Техника безопасности	5
2. Дефектация и сортировка деталей при ремонте автомобилей	6
2.1 Сущность процесса дефектации и сортировки деталей	6
2.2 Характерные дефекты деталей	6
2.3 Технические условия на дефектацию деталей	8
2.4 Методы контроля применяемые для дефектации деталей	10
3. Лабораторный практикум	
Лабораторная работа № 1	
<i>Дефектация блока цилиндров двигателя и гильз</i>	19
Лабораторная работа № 2	
<i>Дефектация коленчатого вала двигателя</i>	27
Лабораторная работа № 3	
<i>Дефектация поршней, поршневых пальцев и шатунов</i>	35
Лабораторная работа № 4	
<i>Дефектация распределительных валов двигателей</i>	43
Список рекомендованной литературы	47

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1. Организационно–методические указания

В ходе выполнения лабораторных работ учащиеся закрепляют и углубляют теоретические знания и получают практические навыки по дефектации деталей агрегатов и узлов автомобилей, разработке технологических операций, пользованию руководством по текущему ремонту автомобилей и оформлению технологических документов. Приобретают новые сведения, необходимые для выполнения курсовой работы по предмету «Технологические процессы ТО, ремонта и диагностики автомобилей» и в последующей практической деятельности студентов.

Для выполнения лабораторных работ учебную группу разбивают на звенья по два учащихся. Занятия проходят по расписанию в лаборатории.

На первом инструктивно-методическом занятии продолжительностью два академических часа студенты знакомятся с содержанием лабораторных работ по предмету, проводят инструктаж по технике безопасности в лаборатории, знакомятся с документацией и организацией рабочих мест, графиком выполнения работ

1.2. Порядок выполнения работ и отчета

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, студент обязан изучить содержание предстоящей.

Перед проведением занятий преподаватель проверяет готовность студентов к выполнению работы. В случае отсутствия у студента необходимых знаний, он не допускается к работе.

Лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем преподавателя и учебного мастера. Во время работы записывают только полученные результаты, а к расчетам и составлению отчета приступают после завершения экспериментальной части.

После каждой выполненной лабораторной работы преподаватель опрашивает студентов и проверяет полученные результаты.

Содержание отчета должно отвечать конкретным требованиям, которые приведены в каждой лабораторной работе.

Цель проверки отчета – оценка правильности полученных результатов и выводов, сделанных студентом по этим результатам. Цель опроса – проверка степени усвоения студентом сущности выполненной работы, значения правильного проведения ремонтных операций для дальнейшей работы детали, узла, агрегата, знания устройства применяемого оборудования, приборов и приспособлений, правил обращения с ними и других возможных способов выполнения аналогичных ремонтных операций.

1.3. Оборудование рабочих мест

Для каждого звена студентов предусмотрены два рабочих места: учебное – для оформления документов, выполнения расчетов, работы с литературой; специализированное – для выполнения технологических операций.

Работы по дефектации выполняются на лабораторном столе, который оснащен комплектом приборов, инструмента и ремонтного фонда. На лабораторных столах цифрами обозначены номера проводимых на них лабораторных работ.

Комплект документов и наглядных пособий для проведения лабораторной работы включает в себя следующее:

- методические указания для проведения лабораторной работы;
- чертежи дефектуемых деталей;
- описи комплектности рабочего места;
- правила техники безопасности.

1.4. Техника безопасности

На рабочих местах запрещено: работать учащимся, не прошедшим инструктаж; пользоваться открытым огнем; включать приборы и установки без разрешения преподавателя; пользоваться неисправным инструментом, заводными рукоятками, применять этилированный бензин.

Электропроводы должны иметь надежную изоляцию. На клеммах и розетках необходимо указать напряжение.

Отделение лаборатории должно иметь надежную вентиляцию с кратностью обмена воздуха не менее 1:1; достаточную освещенность рабочих мест – 500 лк, уровень громкости шума не более 75 дБ. Установки и приборы с электропитанием от сети должны иметь общее заземление.

2. ДЕФЕКТАЦИЯ И СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЕЙ

2.1. Сущность процесса дефектации и сортировки деталей

Детали автомобиля после мойки и очистки от загрязнений в соответствии с технологическим процессом подвергаются дефектации, т. е. контролю с целью обнаружения дефектов. Под *дефектами* детали понимают всякие отклонения ее параметров от величин, установленных техническими условиями или рабочим чертежом.

Основными задачами дефектации и сортировки деталей являются: контроль деталей для определения их технического состояния; сортировка деталей на три группы: годные для дальнейшего использования, подлежащие восстановлению и негодные; накопление информации о результатах дефектации и сортировки с целью использования ее при совершенствовании технологических процессов и для определения коэффициентов годности, сменности и восстановления деталей; сортировка деталей по маршрутам восстановления.

Работы по дефектации и сортировке деталей оказывают большое влияние на эффективность авторемонтного производства, а также на качество и надежность отремонтированных автомобилей. Поэтому дефектацию и сортировку деталей следует производить в строгом соответствии с техническими условиями.

Отступление от технических условий может привести к снижению качества и повышению стоимости ремонта автомобилей. Увеличение количества повторно используемых деталей позволяет снизить себестоимость ремонта, однако, применение на сборке деталей с отклонениями от технических условий ухудшает показатели качества отремонтированных автомобилей.

Дефектацию деталей производят путем их внешнего осмотра, а также с помощью специального инструмента, приспособлений, приборов и оборудования.

2.2. Характерные дефекты деталей

В процессе эксплуатации автомобилей в их деталях возникают дефекты. К числу наиболее распространенных дефектов деталей относятся следующие:

- изменение размеров и геометрической формы рабочих поверхностей;
- нарушение точности взаимного расположения рабочих поверхностей на детали;
- механические повреждения;
- коррозионные повреждения;
- изменение физико-механических свойств материала деталей.

Изменение размеров рабочих поверхностей деталей происходит в результате их изнашивания. При неравномерном изнашивании возникают различные погрешности в геометрической форме рабочих поверхностей детали в виде овальности, конусности и т. п.

Нарушение точности взаимного расположения рабочих поверхностей является одним из весьма распространенных дефектов автомобильных деталей. Этот дефект обычно проявляется в виде нарушения расстояния между осями цилиндрических поверхностей, непараллельности или неперпендикулярности осей и плоскостей, несоосности цилиндрических поверхностей и т. п.

Причинами появления этих дефектов являются: неравномерный износ рабочих поверхностей; внутренние напряжения, возникающие в деталях при их изготовлении; остаточные деформации от чрезмерных эксплуатационных нагрузок на детали и др.

Так, например, в коленчатом валу двигателя в результате деформаций от действующих нагрузок и неравномерного износа шеек могут иметь место такие дефекты, как несоосность (взаимное биение) коренных шеек, непараллельность коренных и шатунных шеек, неперпендикулярность фланца крепления маховика к оси коленчатого вала, изменение радиуса кривошипа.

Наиболее часто дефекты, связанные с нарушением взаимного положения рабочих поверхностей, имеют место в корпусных деталях. Так, в блоках цилиндров вследствие их деформации в процессе эксплуатации появляются такие дефекты, как несоосность отверстий в опорах под коленчатый вал, неперпендикулярность оси этих отверстий и оси отверстий под втулки распределительного вала, нарушение расстояния между этими осями и др.

Все эти дефекты нарушают нормальную работу агрегатов, так как вызывают перекосы деталей и, следовательно, дополнительные динамические нагрузки, ускоряющие их износ. Поэтому при дефектации и сортировке деталей их необходимо выявлять, а в процессе ремонта устранять.

Механические повреждения в деталях возникают при воздействии на них в процессе эксплуатации нагрузок, превышающих допустимые, а также вследствие усталости материала. К числу механических повреждений относятся: трещины, пробоины, изломы и деформации (изгиб, скручивание, коробление).

Трещины в большинстве случаев возникают вследствие усталости материала деталей, работающих в условиях циклических знакопеременных нагрузок. Наиболее часто они появляются в деталях рамы, кузовах, коленчатых валах, поворотных цапфах, рессорах и многих других деталях. Чаще всего трещины усталости развиваются в области концентрации напряжений (у отверстий, в галтелях и т. п.). Размеры трещин по ширине колеблются в больших пределах: от видимых невооруженным глазом до микроскопических, которые обнаруживают с помощью специальных приборов.

Поломки деталей могут возникать вследствие усталости металла, но причиной их могут быть также большие ударные нагрузки.

Деформации возникают в деталях в результате динамических нагрузок и наблюдаются в таких деталях, как коленчатые валы, шатуны, карданные валы, балки передних мостов, детали рам и кузовов и др.

Коррозионные повреждения образуются на деталях в результате химического или электрохимического взаимодействия металла с коррозионной средой и появляются в виде сплошных окисных пленок или в виде местных повреждений (пятен, раковин и точек). Воздействию коррозии подвергаются многие детали автомобилей.

Изменение физико-механических свойств материала деталей в процессе эксплуатации автомобилей выражается наиболее часто в снижении твердости и упругих свойств.

Изменение свойств деталей может произойти в результате их нагрева в процессе работы до температуры, влияющей на термообработку, а также вследствие износа поверхностного слоя, упрочненного методами химико-термической обработки.

Упругие свойства деталей снижаются вследствие усталости материала, из которого они изготовлены. Этот дефект часто возникает в таких деталях, как пружины клапанов и рессоры.

2.3. Технические условия на дефектацию деталей

При дефектации и сортировке деталей руководствуются техническими условиями, которые содержатся в руководствах по капитальному ремонту автомобилей.

Технические условия на дефектацию деталей составляются в виде *карт дефектации* (см. табл. 1).

Таблица 1

		Деталь				
		Шлицевой конец вала				
		Номер детали				
		4543162336				
		Материал		Твёрдость		
		Сталь 30 X.		207...241 НВ.		
№ п/п	Возможные дефекты	Способ установления дефекта и измерительный инструмент	Размер, мм.			Заключение
			По рабочему чертежу	Допустимый без ремонта	Допустимый для ремонта	
1	Трещины, сколы, обломы	Осмотр	—	—	—	Браковать
2	Износ поверхности вала под уплотнение	Микрометр МК 175-2 ГОСТ 6507-90 25...50 мм	37 ^{-0,089}	36,85	36,2	Ремонт – наплавка

Карты дефектации содержат следующие сведения: общие сведения о детали, перечень возможных ее дефектов, способы выявления дефектов, допустимые без ремонта размеры детали и рекомендуемые способы устранения дефектов. Общие сведения о детали включают ее эскиз с указанием мест расположения дефектов, основные размеры детали, материал и твердость основных поверхностей. Все сведения о детали могут быть получены из рабочего чертежа.

Возможные дефекты детали обычно устанавливают на основе опыта эксплуатации и ремонта автомобилей аналогичных моделей.

Способы выявления дефектов назначают с учетом опыта работы автомобилестроительных и авторемонтных предприятий.

Наибольшую сложность при разработке технических условий на дефектацию деталей представляет определение величины допустимого размера детали.

Допустимый размер детали можно легко определить, если известна величина допустимого ее износа. Так, например, допустимый диаметр вала при ремонте автомобиля:

$$D_{\text{доп}} = D_{\text{н}} - I_{\text{доп}},$$

где $D_{\text{н}}$ – диаметр нового вала, мм;

$I_{\text{доп}}$ – величина допустимого износа вала, мм.

Допустимым износом детали называется такой ее износ, при котором деталь, будучи установленной при ремонте на автомобиль проработает до следующего ремонта, и ее износ не превысит предельного. При этом следует иметь в виду, что детали с допустимыми износами можно использовать при ремонте только в том случае, если требуемая точность при сборке сопряжений обеспечивается применением методов регулирования или групповой взаимозаменяемости. Для определения величины допустимого износа детали необходимо знать ее предельный износ.

Предельным износом называется такой износ детали, при котором ее дальнейшее использование невозможно. Деталь, достигшую предельного износа, восстанавливают или заменяют новой.

Величина предельного износа детали может быть определена при изучении процесса протекания ее износа в зависимости от наработки по моменту наступления форсированного износа. Значение этой величины определяют также по таким показателям, как снижение прочности детали, нарушение установленной посадки в сопряжении, недопустимое падение мощности, производительности и т. п.

Вопрос об определении допустимого износа деталей при ремонте сводится к отысканию такой его величины, которая обеспечивает безотказную работу автомобиля в течение очередного межремонтного пробега.

Не допуская большой погрешности, можно принять, что зависимость износа деталей от наработки имеет линейный характер (рис. 1). Пусть величина предельного износа известна и равна $BC = I_{\text{пр}}$. Отложив от точки С,

определяющей наработку детали до предельного износа, отрезок CD , равный межремонтному пробегу автомобиля, и восстановив перпендикуляр из точки D до пересечения с прямой OB , получим отрезок DE , величина которого и определит допустимый износ детали $I_{\text{доп}}$.

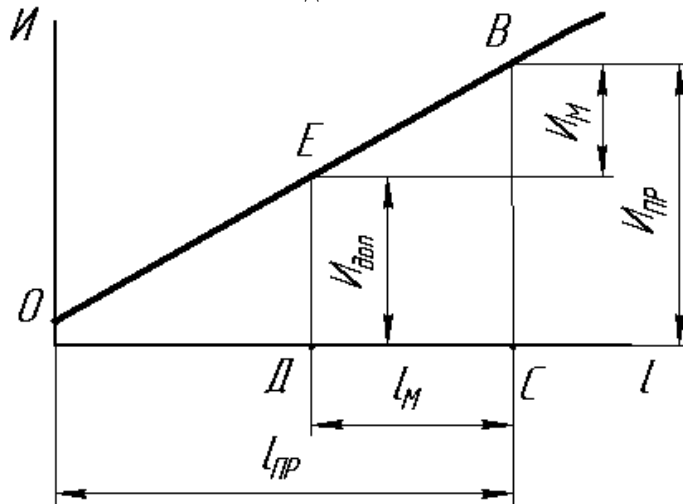


Рис. 1. Определение допустимого износа

Из рис. 1 видно, что величина допустимого износа

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{пр}} - I_{\text{м}},$$

где $I_{\text{м}}$ – величина износа детали за межремонтный пробег автомобиля.

Величину износа детали за межремонтный пробег определяют как среднюю арифметическую величину путем замера партии деталей, снятых с автомобилей, поступивших в ремонт.

2.4. Методы контроля, применяемые при дефектации деталей

В целях экономии времени при дефектации деталей придерживаются следующего порядка. Сначала производят внешний осмотр деталей с целью обнаружения повреждений, видимых невооруженным глазом: крупных трещин, пробоин, изломов, задиров, рисок, коррозии и т. п. Затем детали проверяют на специальных приспособлениях для обнаружения дефектов, связанных с нарушением взаимного расположения рабочих поверхностей и физико-механических свойств материала деталей. После этого детали контролируют на отсутствие скрытых дефектов (невидимых трещин и внутренних пороков). В заключение производят контроль размеров и геометрической формы рабочих поверхностей деталей.

Контроль взаимного расположения рабочих поверхностей. Методы контроля погрешностей взаимного расположения рабочих поверхностей рассмотрим на примере деталей класса валов и корпусных деталей. В деталях класса валов наиболее часто контролируют несоосность шеек и неперпендикулярность фланцев к оси валов.

Контроль несоосности шеек валов производят путем замера их радиального биения с помощью индикатора (рис. 2). Контролируемый вал при этом устанавливают в центрах. Величина радиального биения шеек определяется как разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора за один оборот вала.

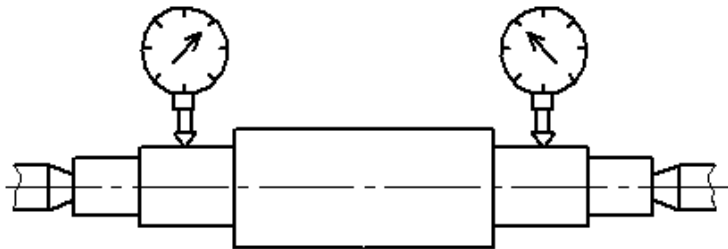


Рис. 2. Контроль взаимного биения шеек вала

Контроль неперпендикулярности фланца к оси вала производят также при установке вала в центрах (рис. 3). При помощи индикатора замеряют торцевое биение фланца на определенном радиусе R .

В корпусных деталях контролируют следующие погрешности взаимного расположения поверхностей: несоосность отверстий, непараллельность оси отверстий относительно плоскости, непараллельность осей отверстий и нарушение межцентрового расстояния, неперпендикулярность осей отверстий, неперпендикулярность оси отверстия к плоскости.

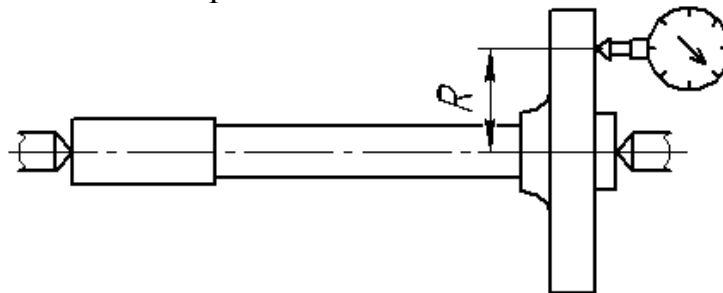


Рис. 3. Контроль биения фланца на валу

Контроль несоосности отверстий в корпусных деталях производят с помощью оптических, пневматических и индикаторных приспособлений. Наибольшее применение нашли индикаторные приспособления. Схема замера несоосности отверстий под коренные подшипники коленчатого вала в блоке цилиндров при помощи индикаторного приспособления показана на рис. 4.

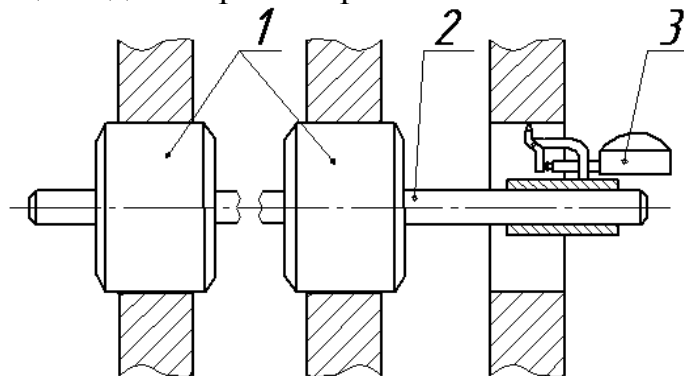


Рис. 4. Контроль несоосности отверстий:
1 – втулки; 2 – оправка; 3 – индикатор

Приспособление состоит из контрольной оправки, втулок и индикатора часового типа. При проверке несоосности вращают втулку с индикатором и замеряют величину радиального биения. Радиальное биение покажет удвоенную величину несоосности (смещения осей). Несоосность отверстий контролируют в блоках цилиндров двигателей, картерах коробок передач, картерах редукторов и других деталях.

Контроль межцентрового расстояния и непараллельности осей отверстий производят путем измерения расстояний a_1 и a_2 (рис. 5) между внутренними образующими контрольных оправок при помощи штихмаса или индикаторного нутромера.

Межцентровое расстояние определяют расчетом по формуле

$$A = \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{d_1 + d_2}{2},$$

где d_1 и d_2 – диаметры контрольных оправок.

Непараллельность осей отверстий определяют как разность замеров $a_1 - a_2$ на длине L .

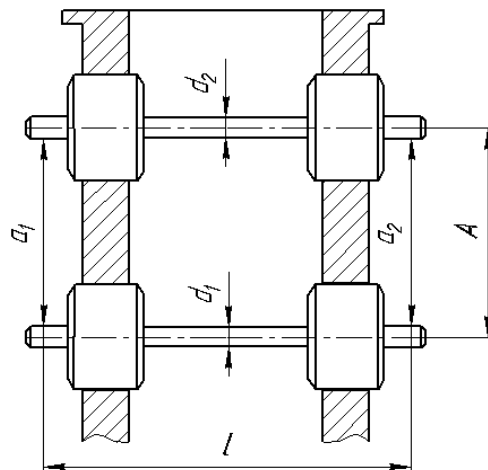


Рис. 5. Контроль непараллельности осей отверстий и межцентрового расстояния

Контроль неперпендикулярности осей отверстий производят при помощи оправки с индикатором (рис. 6, а) или калибром (рис. 6, б) путем измерения зазоров Δ_1 и Δ_2 на длине L .

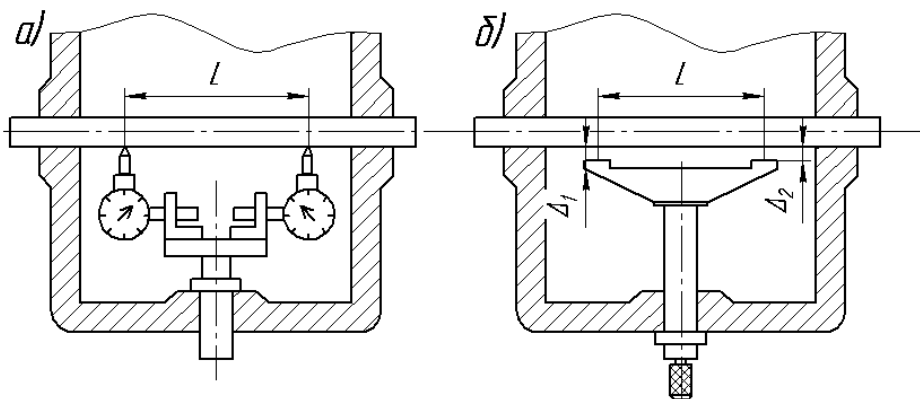


Рис. 6. Схема замера неперпендикулярности осей отверстий

Величина неперпендикулярности осей в первом случае определяется как разность показаний индикатора в двух противоположных положениях, а во втором – как разность зазоров.

Контроль неперпендикулярности оси отверстия к плоскости можно выполнить при помощи индикаторного приспособления (рис. 7, а) или специального калибра (рис. 7, б).

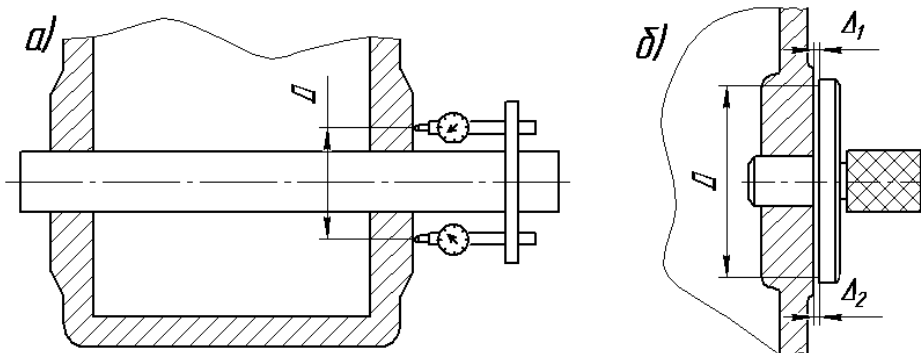


Рис. 7. Контроль неперпендикулярности оси отверстий к плоскости

В первом случае неперпендикулярность оси отверстия к торцевой плоскости на диаметре D определяют как разность показаний индикатора при вращении его относительно оси отверстия, во втором случае – измерением зазоров в двух диаметрально противоположных точках по периферии контрольного диска. Величина неперпендикулярности в этом случае будет равна разности зазоров Δ_1 и Δ_2 на диаметре D .

Контроль нарушения физико-механических свойств материала деталей. Нарушение физико-механических свойств материала деталей, как отмечалось выше, может проявляться в виде изменения твердости и жесткости детали. Изменение жесткости может иметь место в рессорах и пружинах.

Нарушение твердости контролируют с помощью универсальных приборов для измерения твердости.

Контроль скрытых дефектов. При контроле деталей очень важно проверять их на наличие скрытых дефектов (поверхностных и внутренних трещин). Этот контроль особенно необходим для деталей, от которых зависит безопасность движения автомобиля.

Существует большое количество различных методов обнаружения скрытых дефектов на деталях. Широкое применение нашли следующие методы: опрессовки, красок, люминесцентный, намагничивания, ультразвуковой.

Метод опрессовки применяют для обнаружения скрытых дефектов в полых деталях. Опрессовку деталей производят водой (гидравлический метод) и сжатым воздухом (пневматический метод).

Метод гидравлического испытания применяют для выявления трещин в корпусных деталях (блок и головка цилиндров). Испытание производится на специальных стендах, которые обеспечивают герметизацию всех отверстий в контролируемых деталях. При испытании полость детали заполняют горячей водой под давлением 0,3–0,4 МПа.

О наличии трещин судят по подтеканию воды.

Метод пневматического испытания применяют при контроле на герметичность таких деталей, как радиаторы, баки, трубопроводы и др. Полость детали в этом случае заполняют сжатым воздухом под давлением, соответствующим техническим условиям на испытание, и затем погружают в ванну с водой. Выходящие из трещины пузырьки воздуха укажут место нахождения дефектов.

Метод красок основан на свойстве жидких красок к взаимной диффузии. При этом методе на контролируемую поверхность детали, предварительно обезжиренную в растворителе, наносят красную краску, разведенную керосином. Краска проникает в трещины. Затем красную краску смывают растворителем, и поверхность детали покрывают белой краской. Через несколько секунд на белом фоне проявляющей краски появляется рисунок трещины, увеличенной по ширине в несколько раз. Этот метод позволяет обнаруживать трещины, ширина которых не менее 20 мкм.

Люминесцентный метод основан на свойстве некоторых веществ светиться при облучении их ультрафиолетовыми лучами. При контроле деталей этим методом ее сначала погружают в ванну с флюоресцирующей жидкостью, в качестве которой применяют смесь из 50 % керосина, 25 % бензина и 25 % трансформаторного масла с добавкой флюоресцирующего красителя (дефектоля) или эмульгатора ОП-7 в количестве 3 кг на 1 м³ смеси. Затем деталь промывают водой, просушивают струей теплого воздуха и припудривают порошком силикагеля. Силикагель вытягивает флюоресцирующую жидкость из трещины на поверхность детали. При облучении детали ультрафиолетовыми лучами порошок силикагеля, пропитанный флюоресцирующей жидкостью, будет ярко светиться, обнаруживая границы трещины. Люминесцентные дефектоскопы применяют при обнаружении трещин шириной более 10 мкм в деталях, изготовленных из немагнитных материалов.

Метод магнитной дефектоскопии нашел наиболее широкое применение при контроле скрытых дефектов в автомобильных деталях, изготовленных из ферромагнитных материалов (сталь, чугун). Для обнаружения дефектов этим методом деталь сначала намагничивают. Магнитные силовые линии, проходя через деталь и встречая на своем пути дефект (например, трещину), огибают его как препятствие с малой магнитной проницаемостью. При этом над дефектом образуется поле рассеивания магнитных силовых линий, а на краях трещины – магнитные полюсы.

Для того чтобы обнаружить неоднородность магнитного поля, деталь поливают суспензией, состоящей из 50%-го раствора керосина и трансформаторного масла, в котором во взвешенном состоянии находится мельчайший магнитный порошок (окись железа – магнетит). При этом магнитный порошок будет притягиваться краями трещины и четко обрисует ее границы.

Намагничивание деталей производят на магнитных дефектоскопах, которые различают по способу намагничивания. Для выявления в деталях

продольных трещин применяют дефектоскопы циркулярного намагничивания, а для поперечных – дефектоскопы продольного намагничивания внешним полем. Для обнаружения трещин любого направления используют дефектоскопы комбинированного намагничивания. В дефектоскопах циркулярного намагничивания магнитное поле создается за счет прохождения через деталь переменного тока большой силы (до 1000 – 4000 А). На рис. 8 показана схема дефектоскопа циркулярного намагничивания, предназначенного для контроля деталей небольших размеров.

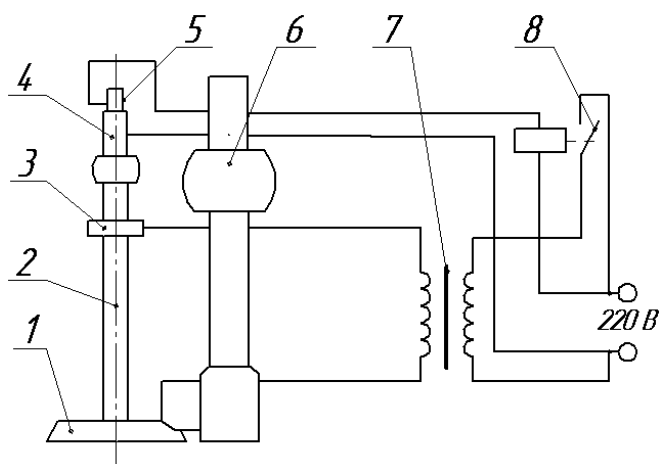


Рис. 8. Дефектоскоп циркулярного намагничивания:

1 – медная пластина; 2 – деталь; 3 – контактный диск; 4 – контактная головка; 5 – пусковая кнопка; 6 – кронштейн; 7 – понижающий трансформатор; 8 – магнитный пускатель

В дефектоскопах продольного намагничивания магнитное поле создается за счет помещения детали в соленоид, питаемый постоянным или переменным током (рис. 9).

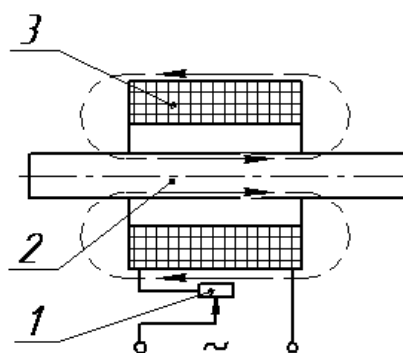


Рис. 9. Схема намагничивания детали соленоидом:

1 – реостат; 2 – деталь; 3 – соленоид

Дефектоскопы комбинированного намагничивания являются универсальными, так как они совмещают в себе принципы циркулярного и продольного намагничиваний и, следовательно, позволяют обнаружить трещины любых направлений.

После контроля на магнитных дефектоскопах детали необходимо размагнитить. Это достигается при переменном токе путем медленного вывода детали из соленоида, а при постоянном – за счет изменения полярности при постепенном уменьшении силы тока.

Метод магнитной дефектоскопии обладает высокой производительностью и позволяет обнаруживать трещины шириной до 1 мкм.

Ультразвуковой метод обнаружения скрытых дефектов основан на свойстве ультразвука проходить через металлические изделия и отражаться от границы двух сред, в том числе и от дефекта.

В зависимости от способа приема сигнала от дефекта различают два метода ультразвуковой дефектоскопии: просвечивания и импульсный.

Метод просвечивания основан на появлении звуковой тени за дефектом. В этом случае излучатель ультразвуковых колебаний находится по одну сторону от дефекта, а приемник – по другую.

На рис. 10 приведена схема импульсного ультразвукового дефектоскопа.

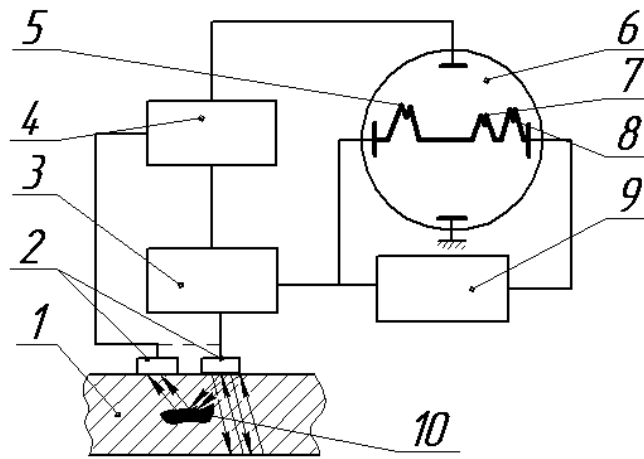


Рис. 10. Блок-схема импульсного ультразвукового дефектоскопа:

1 – деталь; 2 – излучатель (приемник) ультразвуковых колебаний; 3 – генератор импульсов; 4 – усилитель; 5 – излученный импульс; 6 – электроннолучевая трубка; 7 – импульс, отраженный от дефекта; 8 – донный импульс; 9 – блок развертки; 10 – дефект

При контроле детали к ее поверхности подводят излучатель ультразвуковых колебаний, который питается от генератора. Если дефекта в детали нет, то ультразвуковые колебания, отразившись от противоположной стороны детали, возвратятся обратно и возбудят электрический сигнал в приемнике. При этом на экране электронно-лучевой трубки будут видны два всплеска: слева – излучаемый импульс и справа – отраженный от противоположной стенки детали (донный).

Если в детали имеется дефект, то ультразвуковые колебания отразятся от дефекта, и на экране трубки появится промежуточный всплеск.

Путем сопоставления расстояний между импульсами на экране электронно-лучевой трубки и размеров детали можно определить не только местонахождение дефекта, но и глубину его залегания.

Метод ультразвуковой дефектоскопии обладает очень высокой чувствительностью и применяется при обнаружении внутренних дефектов в деталях (трещин, раковин, шлаковых включений и т. п.).

Контроль размеров и формы рабочих поверхностей деталей.

Наибольшее внимание при контроле и сортировке деталей уделяется определению геометрических размеров и формы их рабочих поверхностей. Контроль деталей по этим параметрам позволяет оценить величину их износа и решить вопрос о возможности их дальнейшего использования. При контроле размеров деталей используют как универсальный измерительный инструмент, так и пневматические методы контроля.

К универсальному измерительному инструменту относятся: микрометры, штангенциркули, индикаторные нутромеры и др.

Широкое применение в последнее время получил также пневматический метод контроля размеров деталей. Этот метод измерения бесконтактный, поэтому точность измерения не зависит от износа инструмента. Пневматический метод используется при измерении наружных и внутренних размеров.

Принцип работы пневматического прибора для измерения диаметра отверстий показан на рис. 11.

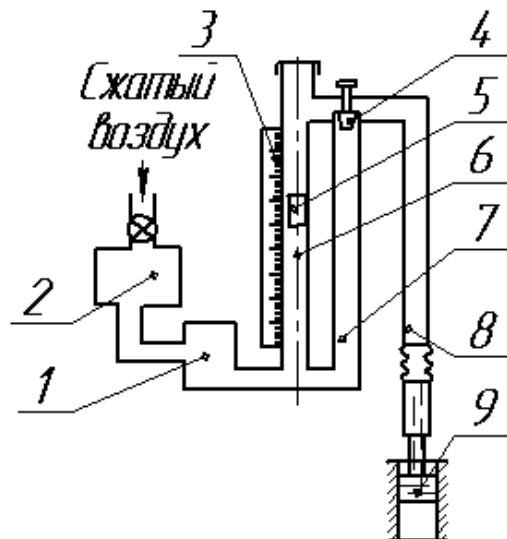


Рис. 11. Схема пневматического измерительного прибора

Сжатый воздух под давлением 0,3 – 0,5 МПа поступает через влагоотделитель 2 и двухступенчатый стабилизатор 1 давления в стеклянную конусную трубку 6 и далее через шланг 8 к пневматическому калибру 9 с отверстиями для выхода воздуха. Внутри конусной трубки 6 помещается металлический поплавок 5, который силой воздушного потока устанавливается на определенном уровне.

Положение поплавка внутри конусной трубки 6 зависит от расхода сжатого воздуха, а величина расхода воздуха определяется зазором между измеряемой деталью и калибром 9. Если зазор между калибром и деталью большой, то расход воздуха будет увеличиваться, и поплавок поднимается на более высокий уровень. Следовательно, по положению поплавка и шкале 3 можно определить размер детали. Точность показаний прибора регулируют при помощи крана 4, который изменяет расход воздуха через трубку 7, а также путем подбора поплавка по массе.

Пневматические измерительные приборы можно использовать для измерения деталей диаметром от 5 – 6 мм и более с точностью до 0,001 мм. Этим методом можно измерять также погрешности формы деталей по многим параметрам одновременно. Пневматический метод контроля позволяет легко автоматизировать процесс измерения деталей.

Погрешности в геометрической форме деталей определяют путем их измерения в нескольких направлениях в поперечном сечении и нескольких поясах по длине. Сопоставляя эти замеры, находят овальность, конусность, бочкообразность и другие отклонения от правильной геометрической формы.

3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторная работа № 1

Дефектация блока цилиндров двигателя и гильз

Цель работы:

1. Изучить технические условия на дефектацию бликов и гильз цилиндров.
2. Ознакомиться с устройством измерительных приборов, оснастки и методами измерений.
3. Приобрести навыки по дефектовке блоков цилиндров и гильз.

Задание:

1. Подготовить исходные данные для дефектовки деталей.
2. Определить техническое состояние деталей.
3. Произвести сортировку деталей по результатам контроля.
4. Назначить способ ремонта детали.
5. Оформить отчет о результатах работы.

Оснащение рабочего места: лупа четырехкратного увеличения; резьбовая калибр-пробка М II–6Н; калибр-пробка HE 25,04 мм; индикаторный нутромер НИ 18–50 (ГОСТ 868–82); штангенциркуль ШЦ–п–250–0,05 (ГОСТ 166–89); микрометр МК 100 (ГОСТ 4381–87); индикаторный нутромер НИ 100–160 (ГОСТ 862–87); линейка 200 мм; блок цилиндров и гильзы.

Общие сведения

В двигателях ВАЗ цилиндрами служат отверстия в блоке. В двигателях УМЗ–421 и его модификациях, ЗМЗ–406, ЗМЗ–409 установлены чугунные влитые в материал блока цилиндров гильзы сухого типа, т. е. несъемные. У двигателей ЗИЛ, КамАЗ, ЯМЗ и др. цилиндрами являются сменные гильзы. Для повышения износостойкости цилиндров в верхней части в них запрессованы короткие гильзы – вставки из легированного чугуна (нирезиста). Блоки цилиндров изготавливаются из чугуна СЧ 18, СЧ 15, СЧ 24, алюминиевых сплавов АЛ–4 и АЛ–9.

Блоки цилиндров могут иметь (см. рис. 12) механические повреждения (трещины, обломы, пробоины, обломы болтов и шпилек, срыв резьбы и др.), коробление, износ посадочных отверстий под подшипники и втулки, износ рабочих поверхностей с подвижными посадками, повреждение резьбы. Блок цилиндров в значительной степени определяет надежность работы двигателя, так как поверхности блока связаны между собой высокими требованиями по точности взаимного расположения.

Точность обработки блоков характеризуют следующие данные:

- точность отверстий под вкладыши коренных подшипников коленчатого вала и под шейки распределительного вала по 7-му качеству;
- конусность и овальность этих отверстий по всей длине блока допускается в пределах 50–70 % поля допуска на отверстие;

– отклонение от перпендикулярности осей цилиндров к оси коленчатого вала не более 0,03 – 0,07 мм на всю длину блока;

– отклонение от параллельности осей отверстий под коленчатый и распределительный валы не более 0,08–0,15 мм на всю длину блока;

– неплоскостность верхней и нижней плоскостей не более 0,02 – 0,08 мм на длине 100 мм, переднего и заднего торцов не более 0,08 – 0,12 мм на всю длину блока.

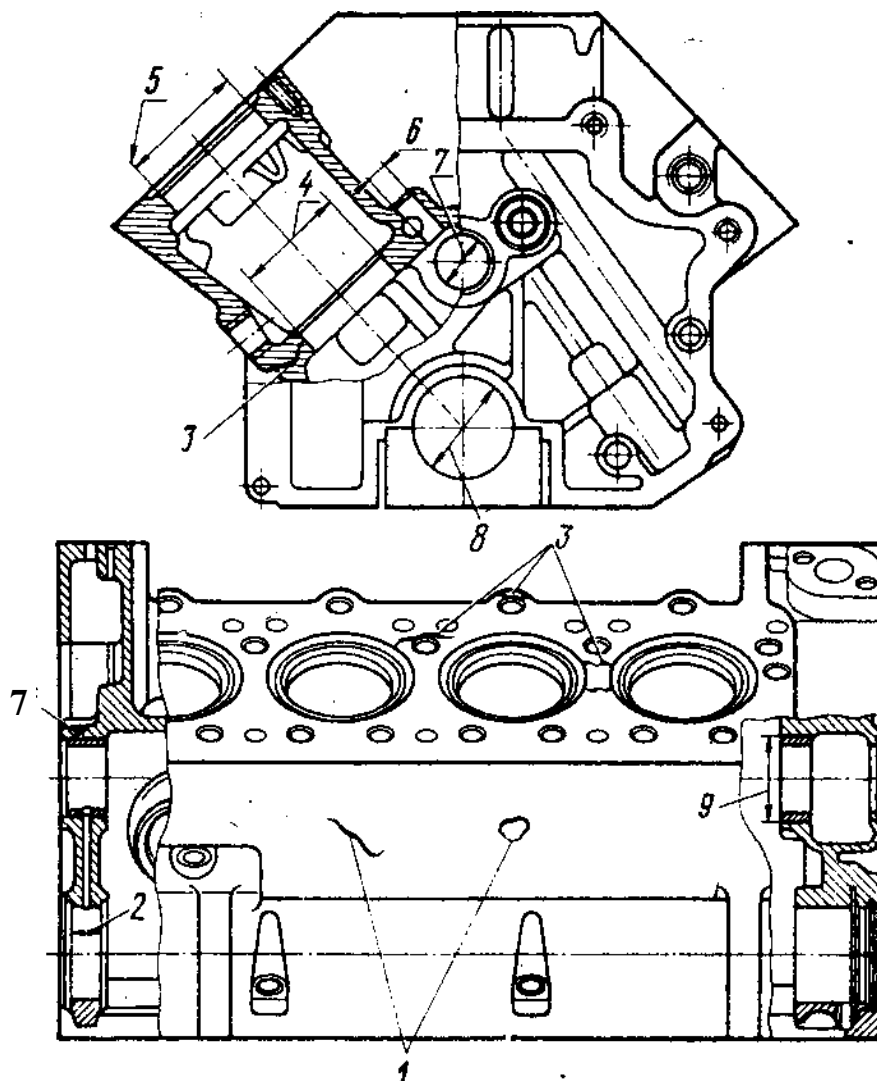


Рис. 12. Основные дефекты блока цилиндров на примере двигателя ЗИЛ-130

1 – пробоины на стенках рубашки охлаждения или картера; 2 – износ торцов первого коренного подшипника; 3 – трещины и отколы; 4 – износ нижнего посадочного отверстия под гильзу; 5 – износ верхнего посадочного отверстия под гильзу; 6 – износ отверстий под толкатели; 7 – износ отверстий во втулках под опорные шейки распределительного вала; 8 – износ гнезд вкладышей коренных подшипников и их несоосность; 9 – износ отверстий под втулки распределительного вала

Появление указанных ранее дефектов, а также деформация и износ рабочих поверхностей вызывают следующие отказы, повреждения и нарушения:

- течь воды через наружные стенки блока и попадание воды в поддон картера;

- течь масла через крайние коренные подшипники и через соединение поддон и картера блока;

- схватывание рабочих поверхностей поршня и гильзы;

- повышенный износ деталей цилиндропоршневой группы;

- кавитационное разрушение гильз;

- залегание колец;

- падение мощности двигателя и неравномерность его работы, повышенный износ и схватывание рабочих поверхностей коренных подшипников, выкрашивание антифрикционного слоя вкладышей, поломка коленчатого вала;

- повышенный шум и вибрации двигателя;

- увеличение расхода топлива и масла;

- падение давления масла в двигателе и др.

Гильзы цилиндров двигателей ЯМЗ и КамАЗ-740 изготавливают из специального чугуна (HRC 42–50 и HRC 45–50 соответственно).

Основные дефекты гильз:

- износ зеркала цилиндра, который выражается в увеличении диаметра ($\Delta_{\text{изн.}}$ до 0,15 мм) и сопровождается искажением геометрической формы, в результате износ цилиндра по длине приобретает форму неправильного конуса ($\Delta_{\text{кон.}}$ до 0,2 мм), а по диаметру – овала ($\Delta_{\text{нецил.}}$ до 0,12 мм);

- износ, изменение формы и взаимного расположения верхнего и нижнего установочных поясков относительно оси цилиндра;

- сколы и трещины любого размера и расположения;

- отложения накипи на поверхности, омываемой охлаждающей жидкостью, и на поверхности посадочных поясков;

- коробление, отколы, глубокие задиры или потеря натяга нирезистовой вставки гильзы.

Износы, механические и коррозионные повреждения устраняют обработкой детали под ремонтный размер (РР) или постановкой дополнительных ремонтных деталей (ДРД), заваркой, а также синтетическими материалами. Деформации различного характера устраняют слесарно-механической обработкой. Ремонтные размеры цилиндров устанавливаются заводом–изготовителем и под них выпускаются поршни и кольца ремонтных размеров, которые приведены в табл. 2. Гильзы цилиндров двигателей КамАЗ-740 восстанавливают только под номинальный размер, так как поршни ремонтного размера не выпускаются. Восстанавливать гильзы можно пластированием, т. е. установкой вставок, изготовленных из стальной ленты У8А, У10А или 65Г; наплавкой внутренней поверхности порошковой проволокой ПП–АН–124–0; индукционной центробежной наплавкой порошковой шихтой; термопластическим обжатием с использованием нагрева ТВЧ и др.

Таблица 2

Марка двигателя	Номинальный диаметр, мм	Ремонтные размеры, мм		
		I	II	III
ВАЗ–2108	76,0 ^{+0,01}	76,2 ^{+0,01}	76,4 ^{+0,01}	76,6 ^{+0,01}
ЗМЗ–24, ЗМЗ–53	92,0 ^{+0,06}	92,5 ^{+0,06}	93,0 ^{+0,06}	93,5 ^{+0,06}
ЗИЛ–130	100,0 ^{+0,06}	100,5 ^{+0,06}	101,0 ^{+0,06}	101,5 ^{+0,06}
ЯМЗ–238	130,0 ^{+0,06}	130,5 ^{+0,06}	-	-
КамАЗ–740	120,0 ^{+0,03}	-	-	-

Технические условия на расточку цилиндров двигателей. Поверхность зеркала цилиндра должна быть гладкой; допускаются заметные на глаз мелкие риски от резца. Шероховатость поверхности $Ra = 1,25-1,0$ мкм. Овальность и конусность расточенного цилиндра не должна превышать $0,02-0,03$ мкм. После расточки цилиндры хонингуются.

Порядок выполнения работы

1. Осмотреть и визуально установить дефекты блока или гильз цилиндров (см. рис. 12).

2. Замерить внутренний диаметр цилиндров согласно схеме замера (см. рис. 2) и полученные результаты занести в табл. 3. Чтобы замерить абсолютный износ цилиндра по диаметру необходимо индикаторный нутромер настроить на «0» по микрометру. Натяг индикатора должен быть $0,5 - 1,0$ мм. Настроенный по микрометру нутромер осторожно вводят в цилиндр и производят измерения в плоскостях и поясах, указанных на рис. 13. При введении измерительной головки индикаторного нутромера в цилиндр во избежание повреждения измерительного стержня его следует отжать рукой и освободить только тогда, когда вся измерительная головка будет находиться в цилиндре.

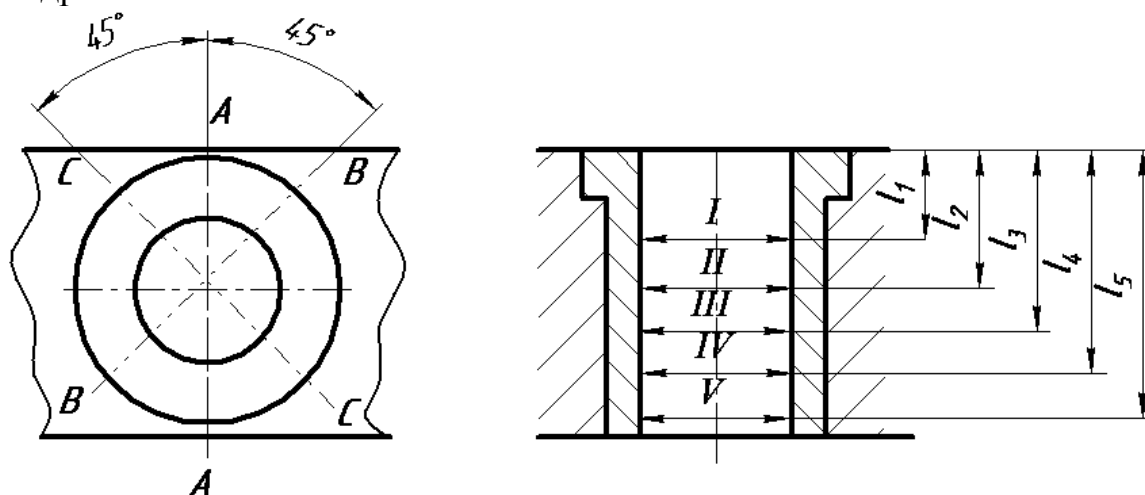


Рис. 13. Схема замера цилиндра:

$l_1 = 15$ мм; $l_2 = 45$ мм; $l_3 = 75$ мм; $l_4 = 100$ мм; $l_5 = 135$ мм

Таблица 3

Номер цилиндра	Пояса замера	Результаты замеров в направлении				Отклонение размера и формы
		AA	BB	CC	DD	
1-й	I II III IV V					$\Delta_{\text{изн. max}} =$ $\Delta_{\text{кон. max}} =$ $\Delta_{\text{нецил. max}} =$
2-й	I II III					$\Delta_{\text{изн. max}} =$ $\Delta_{\text{кон. max}} =$ $\Delta_{\text{нецил. max}} =$
...	...					

3. Для одного из цилиндров (наиболее изношенного) определить износ в 10 поясах (расстояние между поясами замеров 15 мм) и построить график износа по длине цилиндра (см. рис. 14).

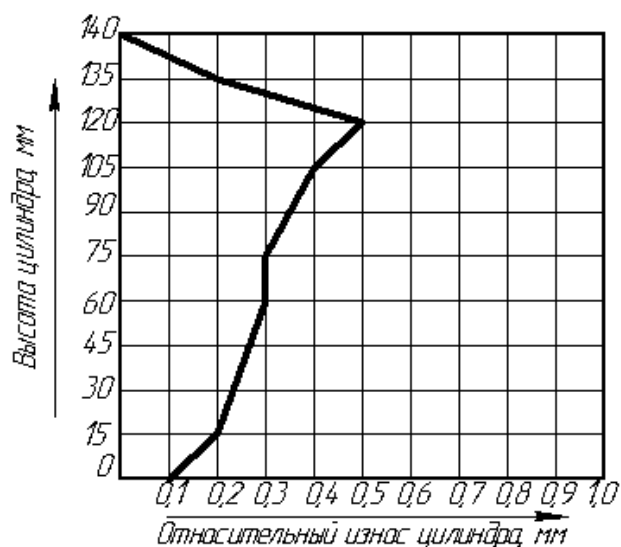


Рис. 14. Пример построения графика износа цилиндра

4. По указанию преподавателя выполнить контрольные замеры других элементов блока или гильзы цилиндра.

5. Пользуясь приведенной ниже методикой, определить ряд ремонтных размеров для цилиндров.

6. На рис. 15 представлена расчетная схема определения ремонтного размера цилиндра. Цилиндры, имея номинальный размер $D_{\text{ном}}$, после определенного пробега изнашивались до размера D_1 ; износ неравномерный: с одной стороны меньший (z'_1), с другой – больший (z''_1). Наибольший износ цилиндра (z''_1) является предельно допустимым и далее его эксплуатировать нельзя.

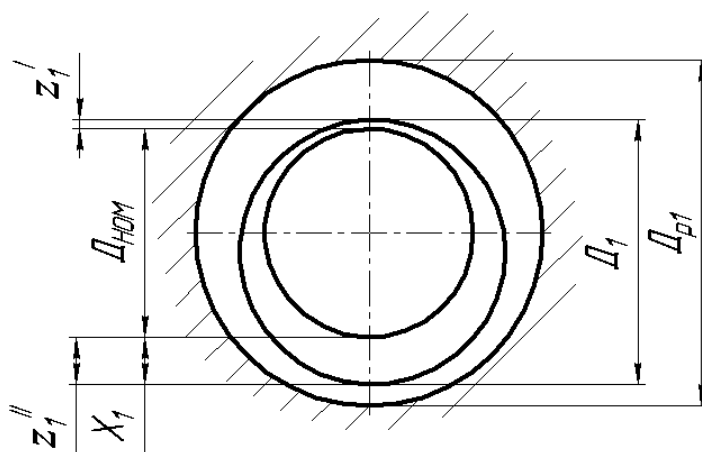


Рис. 15. Схема к расчету ремонтных размеров цилиндра

Изношенные цилиндры можно отремонтировать под ремонтный размер (РР) $D_{р1}$ увеличенный от $D_{НОМ}$. При обработке под РР необходимо учитывать припуск на обработку X_1 . Он нужен для того, чтобы цилиндрам придать правильную геометрическую форму расточкой с последующим хонингованием. Тогда ремонтный размер цилиндров:

$$D_{р1} = D_{НОМ} + 2(z_1'' + X_1).$$

Но при дефектовке цилиндров трудно измерить z_1'' , значительно проще измерить диаметр D_1 . Тогда общий износ цилиндра:

$$z_1 = D_1 - D_{НОМ} = z_1' + z_1''.$$

Если введем коэффициент неравномерности износа цилиндра $\rho = \frac{z_1''}{z_1}$, то

$$z_1'' = \rho z_1.$$

Пределы для коэффициента неравномерности: при равномерном износе $z_1' = z_1''$; $z_1 = 2z_1''$; $\rho = \frac{z_1''}{2z_1''} = 0,5$; при одностороннем износе $z_1' = 0$ и $z_1 = z_1''$;

$\rho = \frac{z_1''}{z_1} = 1$. Таким образом, $\rho = 0,5 - 1,0$.

Изучая износ цилиндров, определяют среднее значение коэффициента неравномерности для данной конструкции. Тогда ремонтный размер цилиндров $D_{р1} = D_{НОМ} + 2(\rho z_1 + X_1)$. Величину $\gamma_0 = 2(\rho z_1 + X_1)$ принято называть ремонтным интервалом цилиндров.

При назначении величины припуска X_1 нужно учитывать вид обработки (расточивание и хонингование); деформацию детали при ее закреплении. Для определения количества ремонтных размеров цилиндра используют значение максимального диаметра $D_{маx}$, т. е. максимально допустимый размер отверстия, исходя из конструктивных размеров блока цилиндров или гильзы. Он же, в свою очередь, будет последним ремонтным размером.

Тогда количество ремонтных размеров $n = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{\gamma_0}$ и ряд ремонтных размеров $D_{p1} = D_{\text{ном}} + \gamma_0$; $D_{p2} = D_{\text{ном}} + 2\gamma_0$; $D_{p3} = D_{\text{ном}} + n\gamma_0$.

Пользуясь этой методикой, заводы–изготовители назначают ремонтные размеры конкретных моделей двигателей (см. табл. 2).

Определить ряд ремонтных размеров для конкретной модели двигателя, используя значения для УАЗ–417 (ЗМЗ–402): $D_{\text{ном}} = 92^{+0,06}$ мм; z_1 взять по результатам измерений; $\rho = 0,75$; $X_1 = 0,15$ мм; $D_{\max} = 93,5^{+0,06}$ мм.

7. По результатам замеров, используя данные табл. 1, назначить ремонтные размеры для цилиндров.

8. Предложить технологию восстановления цилиндров под РР и под номинальный размер.

9. Составить отчет по выполненной работе. Отчет должен содержать следующие данные:

а) характеристику контролируемой детали заносят в табл. 4;

Таблица 4

Наименование детали, номер по каталогу	Материал детали	Термическая обработка	Твердость зеркала цилиндра

б) результаты изучения ТУ на дефектацию и полученные результаты записать в виде табл. 5;

Таблица 5

№ п/п	Дефекты деталей	Размеры по рабочему чертежу, мм	Действительное состояние детали	Способ установления дефекта	Заключение (в ремонт; без ремонта; браковать)
1					
2					
...					

в) схему замера цилиндров, результаты замеров табл. 2 (размеры, износ, овальность, конусность);

г) график износа одного из цилиндров по образующей;

д) результаты расчета ряда ремонтных размеров;

е) заключение по результатам дефектации и рекомендации по устранению дефектов.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите конструктивные элементы блока цилиндров и гильзы, подлежащие дефектации.
2. Что учитывается при назначении ремонтных размеров?
3. Физическая сущность и механизм изнашивания цилиндра.
4. Стандартизованные и свободные ремонтные размеры, их сущность и область применения.

Лабораторная работа № 2

Дефектация коленчатого вала двигателя

Цель работы

1. Изучить технические условия на дефектацию коленчатых валов, используя руководство по капитальному ремонту двигателей.
2. Ознакомиться с устройством измерительных приборов, оснастки и методами измерения.
3. Приобрести навыки по дефектовке коленчатых валов.
4. Исследовать характер износа шеек коленчатого вала и его деформации.

Задание:

1. Подготовить исходные данные для дефектовки деталей.
2. Определить техническое состояние деталей.
3. Произвести сортировку деталей по результатам контроля.
4. Назначить способ ремонта детали.
5. Оформить отчет о результатах работы.

Техническое оборудование: лабораторный стол; прибор для установки деталей в центрах и измерения биения модели ПБМ-500; штатив Ш-П-Н (ГОСТ 10197-70); лупа четырехкратного увеличения; индикаторные нутромеры НИ 18-50 (ГОСТ 868-82); штангенциркуль ШЦ-1-160-0,1 (ГОСТ 166-89); рычажные микрометры МК 50, МК 75, МК 100 (ГОСТ 4381-87); штангрейсмус ПР 250-0,05 (ГОСТ 164-90); индикатор часового типа НЧ (ГОСТ 577-68) на штативе; шаблоны для измерения длины коленчатого вала; коленчатые валы двигателей; призмы 100×100×65 мм.

Общие сведения

Коленчатые валы автомобильных двигателей изготавливают из углеродистых и легированных сталей или из высокопрочного магниевого чугуна. Коренные и шатунные шейки подвергаются закалке ТВЧ на глубину 1,5–3 мм, твердость шеек HRC 50–62 (табл. 6).

Таблица 6

Модель двигателя	Материал коленчатого вала	Термо - обработка	Твердость шеек HRC	Твердость заготовки HB
ЗИЛ-130	Сталь 45 селект.	Закалка ТВЧ	56–62	170–207
ЗМЗ-53	Магниевый чугун	Тоже	40–55	207–255
ЯМЗ-236	Сталь 50Г	»	52–62	229–270
ВАЗ-2108	Высокопрочный чугун	»	50–55	235–265
КамАЗ-740	Сталь 42 ХМФА4Н	»	56–62	167– 212

В процессе работы на коленчатый вал действуют силы трения, вибрации, знакопеременные нагрузки, среда и др. Это вызывает (см. рис. 16) износ шатунных и коренных шеек ($\Delta_{\text{изн}}$ до 0,1 мм), они изнашиваются неравномерно: по длине принимают форму конуса, по диаметру – овала ($\Delta_{\text{нецил}}$ до 0,08 мм); нарушение качества поверхности шеек (задиры, риски, коррозия); механические повреждения (трещины, дефекты резьб); прогиб коленчатого вала ($\Delta_{\text{биения}}$ до 0,150 мм); износ отверстий во фланце под подшипник ведущего вала коробки передач. Прогиб коленчатого вала приводит к нарушению перпендикулярности оси вала к оси цилиндра, вследствие чего условия смазки сопряженных поверхностей ухудшаются, масляная пленка на трущихся поверхностях разрушается, появляется граничное или сухое трение.

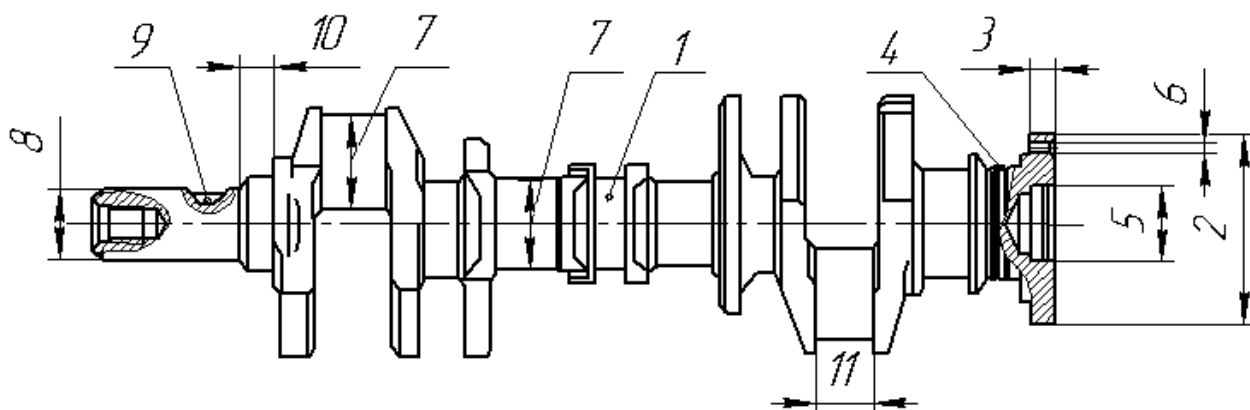


Рис. 16. Основные дефекты коленчатого вала на примере двигателя ЗИЛ-130:

- 1 – изгиб вала; 2 – износ наружной поверхности фланца; 3 – биение торцевой поверхности фланца; 4 – износ маслосгонных канавок; 5 – износ отверстия под подшипник; 6 – износ отверстий под болты крепления маховика; 7 – износ коренных и шатунных шеек; 8 – износ шейки под шестерню и ступицу шкива; 9 – износ шпоночной канавки по ширине; 10 – увеличение длины передней коренной шейки; 11 – увеличение длины шатунных шеек

Возникающие дефекты устраняют обработкой шеек под ремонтный размер (РР) шлифованием с последующим полированием, различными видами наплавки или плазменным напылением. Ремонтные размеры шеек коленчатых валов даны в табл. 7. Прогиб вала устраняют пластическим деформированием (правкой).

Таблица 7

Размер	Коренные шейки, мм	Шатунные шейки, мм
1	2	2
ВАЗ-2108		
Номинальный	50,795 ^{-0,02}	47,834 ^{-0,02}
1-й ремонтный	50,541 ^{-0,02}	47,580 ^{-0,02}
2-й ремонтный	50,287 ^{-0,02}	47,326 ^{-0,02}
3-й ремонтный	50,033 ^{-0,02}	47,072 ^{-0,02}
4-й ремонтный	49,779 ^{-0,02}	46,818 ^{-0,02}

1	2	3
УМЗ–421		
Номинальный	64,00 _{-0,013}	58,00 _{-0,013}
1-й ремонтный	63,75 _{-0,013}	57,75 _{-0,013}
2-й ремонтный	63,50 _{-0,013}	57,50 _{-0,013}
3-й ремонтный	63,25 _{-0,013}	57,25 _{-0,013}
4-й ремонтный	63,00 _{-0,013}	57,00 _{-0,013}
5-й ремонтный	62,75 _{-0,013}	56,75 _{-0,013}
6-й ремонтный	62,50 _{-0,013}	56,50 _{-0,013}
КамАЗ–740		
Номинальный	95,00 _{-0,015}	80,00 _{-0,013}
1-й ремонтный	94,50 _{-0,015}	79,50 _{-0,013}
2-й ремонтный	94,00 _{-0,015}	79,00 _{-0,013}
3-й ремонтный	93,50 _{-0,015}	78,50 _{-0,013}
4-й ремонтный	93,00 _{-0,015}	78,00 _{-0,013}
ЯМЗ–236		
Номинальный	105,00 _{-0,015}	85,00 _{-0,015}
1-й ремонтный	104,75 _{-0,015}	84,75 _{-0,015}
2-й ремонтный	104,50 _{-0,015}	84,50 _{-0,015}
3-й ремонтный	104,25 _{-0,015}	84,25 _{-0,015}
4-й ремонтный	104,00 _{-0,015}	84,00 _{-0,015}
5-й ремонтный	103,75 _{-0,015}	83,75 _{-0,015}
6-й ремонтный	103,50 _{-0,015}	83,50 _{-0,015}
ЗИЛ–130		
Номинальный	74,50 _{-0,013}	65,50 _{-0,013}
1-й ремонтный	74,25 _{-0,013}	65,25 _{-0,013}
2-й ремонтный	74,00 _{-0,013}	65,00 _{-0,013}
3-й ремонтный	73,75 _{-0,013}	64,75 _{-0,013}
4-й ремонтный	73,50 _{-0,013}	64,50 _{-0,013}
5-й ремонтный	73,25 _{-0,013}	64,25 _{-0,013}
6-й ремонтный	73,00 _{-0,013}	64,00 _{-0,013}

Отремонтированные коленчатые валы должны отвечать техническим условиям:

– овальность и конусность коренных и шатунных шеек не должна превышать по длине шейки 0,02 мм (ЗИЛ–130) и 0,01 мм (КамАЗ–740, ВАЗ);

– биение вала по средней шейке должно быть не более 0,05 мм (ЗИЛ–130) и 0,03 мм (КамАЗ–740, ВАЗ);

– шероховатость поверхностей шеек должна $Ra = 32$ мкм (ЗИЛ–130) или $Ra = 0,16$ мкм (КамАЗ–740);

– одноименные шейки должны быть шлифованы под один ремонтный размер;

– радиус кривошипа должен быть в пределах $47,5 \pm 0,08$ мм

– (ЗИЛ–130) и $60,0 \pm 0,05$ мм (КамАЗ–740).

Порядок выполнения работы

1. Осмотреть видимые дефекты коленчатого вала. Перечень возможных дефектов указан на рисунке 16.

2. Замерить шатунные и коренные шейки коленчатого вала согласно схеме замеров (рис. 17).

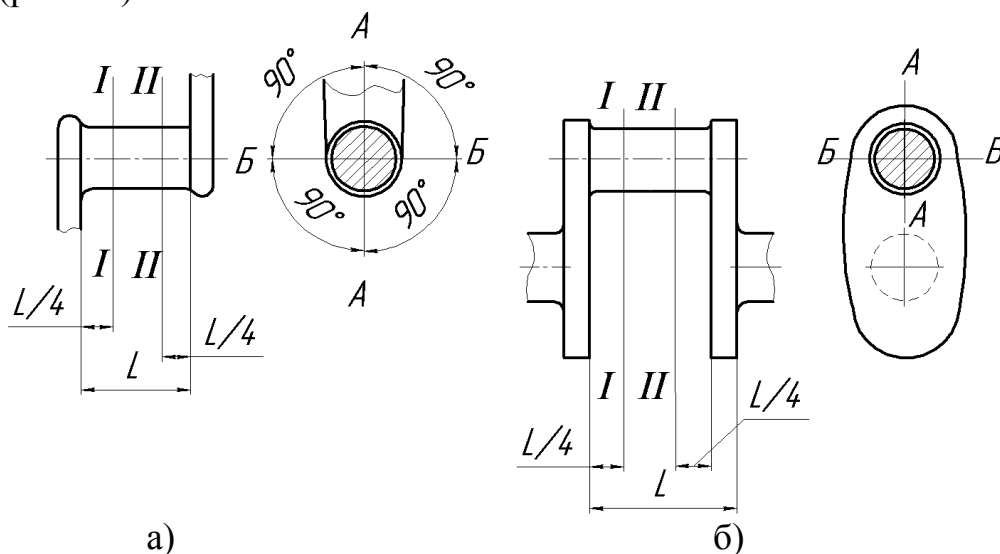


Рис. 17. Схема измерения шеек коленчатого вала:
а–коренных; б–шатунных

Измерение каждой шейки провести в поясах I – I; II – II и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А – А и Б – Б (А – А для всех коренных шеек принимается в плоскости кривошипа первой шатунной шейки). Пояса находятся у концов шейки на расстоянии, равном 1/4 от ее общей длины, первый пояс ближе к носку вала. Результаты замеров шеек записать в бланк отчета (табл. 8) и рассчитать величину общего износа ($I_{\text{общ}}$) для всех шеек, мм:

$$I_{\text{общ}} = d_{\text{н}} - d_{\text{изн}},$$

где $d_{\text{н}}$ – диаметр шейки до начала эксплуатации;

$d_{\text{изн}}$ – измеренный минимальный диаметр шейки.

Рассчитать нецилиндричность (овальность и конусность), мм:

$$\Delta_{\text{ов}} = d_{\text{АА}} - d_{\text{ББ}}; \Delta_{\text{кон}} = d_{\text{ААmax}} - d_{\text{ББmin}}.$$

Для каждой шейки получить два значения овальности и два конусообразности, наибольшее значение занести в табл. 8 отчета.

3. Установить вал в центрах приборов ПБМ–500 или на призмы, и с помощью штангенреймуса измерить радиус кривошипа (рис. 18).

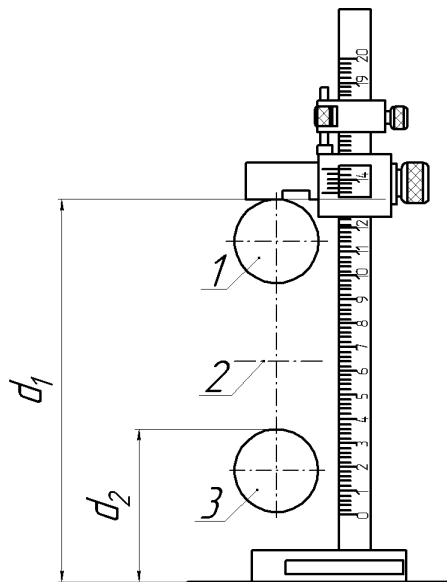


Рис. 18. Схема определения радиуса кривошипа коленчатого вала

Установить шатунную шейку в верхнее положение 1 и измерить расстояние d_1 до опорной площадки, повернуть коленчатый вал 3 на 180° и измерить расстояние d_2 , 2 – ось коренных шеек. Вычислить радиус кривошипа

$$R_{\text{кр}} = \frac{d_1 - d_2}{2}.$$

4. Радиальное биение коленчатого вала определяют по средней шейке. Для этого стержень индикатора упирают в среднюю коренную шейку. Обеспечив натяг 2–3 мм, поворачивают коленчатый вал, пока стрелка не займет одно из крайних положений, затем поворачивают вал на 180° и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями определит биение вала. Величина прогиба вала равна половине величины его биения.

5. По указанию преподавателя провести более частые замеры одной коренной и одной шатунной шеек (через 5 мм), и на основании полученных данных построить график износа шеек по длине.

6. Рассчитать ряд ремонтных размеров для коренной или шатунной шейки по следующей методике.

На рис. 19 изображено сечение шейки вала, которая, имея номинальный размер $d_{\text{НОМ}}$, после определенного пробега изнашивается до диаметра d_1 .

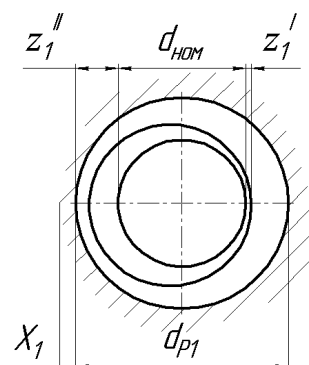


Рис. 19. Схема определения ремонтного размера вала

Износ шейки вала, как правило, неравномерный: с одной стороны меньший (z_1'), а с другой – больший (z_1''). Наибольший износ ее z_1'' – предельный. Изношенную шейку, если позволяет конструкция вала, можно отремонтировать под ремонтный размер d_{p1} меньший, чем $d_{ном}$. Для этого шейку вала, не изменяя центров вала, обрабатывают под размер d_{p1} – первый ремонтный размер с учетом припуска на обработку шейки, равного X_1 . Тогда первый ремонтный размер шейки вала:

$$d_{p1} = d_{ном} + 2(z_1'' + X_1).$$

Но при дефектовке цилиндров трудно измерить z_1'' , значительно проще измерить диаметр d_1 . Тогда общий износ цилиндра:

$$z_1 = d_{ном} - d_1 = z_1' + z_1''.$$

Если введем коэффициент неравномерности износа цилиндра $\rho = \frac{z_1''}{z_1}$, то

$$z_1'' = \rho z_1.$$

Пределы для коэффициента неравномерности: при равномерном износе $z_1' = z_1''$; $z_1 = 2z_1''$; $\rho = \frac{z_1''}{2z_1''} = 0,5$; при одностороннем износе $z_1' = 0$ и $z_1 = z_1''$;

$\rho = \frac{z_1''}{z_1} = 1$. Таким образом, $\rho = 0,5 - 1,0$.

Изучая износ шеек коленчатого вала, определяют среднее значение коэффициента неравномерности. Тогда ремонтный размер $d_{p1} = d_{ном} + 2(\rho z_1 + X_1)$. Для назначения величины припуска X_1 необходимо учитывать вид обработки (точение или шлифование); неточность установки вала на станке; остаточные деформации. Выражение $\gamma_0 = 2(\rho z_1 + X_1)$ принято называть ремонтным интервалом цилиндров.

Для определения количества ремонтных размеров шейки вала нужно знать минимально допустимый диаметр шейки вала d_{min} , исходя из условий прочности. Количество ремонтных размеров $n = \frac{d_{max} - d_{min}}{\gamma_0}$.

Получаем ряд ремонтных размеров для коренных и шатунных шеек коленчатого вала $d_{p1} = d_{ном} - \gamma_0$; $d_{p2} = d_{ном} - 2\gamma_0$ и т. д.

Для конкретного случая взять размеры вала $d_{ном}$; $\rho = 0,8$; z_1 – по результатам замеров взять максимальную величину; $d_{min} = d_{ном} - 2$, мм; $X_1 = 0,15$ мм и рассчитать ряд ремонтных размеров для коренных или шатунных шеек по указанию преподавателя.

7. Назначить ремонтные размеры для шатунных и коренных шеек коленчатого вала, пользуясь данными замеров и табл. 6 и 7.

8. Составить отчет по выполненной работе. Отчет должен содержать следующие сведения:

а) характеристику коленчатого вала в следующем виде:

Марка двигателя	Материал детали	Термическая обработка	Твердость
Номинальные диаметры шеек, мм коренных..... шатунных.....			
Ремонтные диаметры шеек, мм коренныхшатунных			
Допустимая овальность шеек, мм			
Допустимая конусность шеек, мм			
Допустимый прогиб вала, мм.....			
Допустимый радиус кривошипа, мм.....			

б) дефекты, установленные внешним осмотром коленчатого вала, результаты замера биения средних коренных шеек, шейки под шестерню коленчатого вала и торцевого биения фланца маховика в следующем виде:

Биение коренных шеек					Биение шейки под шестерню					Торцевое биение фланца				
I	II	III	IV	V										

в) размеры радиусов кривошипов;

г) результаты измерений шеек коленчатого вала, определения овальности, конусности и износа занести в табл. 8. Привести схему замеров.

Таблица 8

Объект измерения	Пояс измерения	Плоскость измерения	Номера шеек				
			I	II	III	IV	V
Коренные шейки	I – I	A-A Б-Б Овальность, мм					
	II – II	A-A Б-Б Овальность, мм					
	Конусность, мм	A-A Б-Б					
	Износ, мм						
Шатунные шейки	I – I	A-A Б-Б Овальность, мм					
	II – II	A-A Б-Б Овальность, мм					
	Конусность, мм	A-A Б-Б					
	Износ, мм						

- д) Результаты расчета ряда ремонтных размеров.
- е) Заключение студента о характере дефектов и степени износа коленчатого вала с указанием способа ремонта.

Контрольные вопросы

1. Какие дефекты имеет коленчатый вал, причины их возникновения?
2. Что является причинами овальности и конусности шеек вала, прогиба коленчатого вала?
3. От чего зависит величина припуска при обработке коленчатого вала под ремонтный размер?
4. Как влияет изменение радиуса кривошипа на работу двигателя?
5. Какие способы ремонта применимы для восстановления коленчатого вала?

Лабораторная работа № 3

Дефектация поршней, поршневых пальцев и шатунов

Цель работы

1. Приобрести практические навыки установления дефектов и характера износа поршней, поршневых пальцев и шатунов.
2. Предложить технологию и дать технико-экономический анализ ремонта деталей шатунно-поршневой группы.

Задание:

1. Подготовить исходные данные для дефектовки деталей.
2. Определить техническое состояние деталей.
3. Произвести сортировку деталей по результатам контроля.
4. Назначить способ ремонта детали.
5. Оформить отчет о результатах работы.

Техническое оборудование: Слесарные тиски; приспособление для контроля шатунов на изгиб и скручивание КИ-724; динамометрический ключ с головками, индикаторные нутромеры НИ 18-50, НИ 50-100 (ГОСТ 868-82); рычажные микрометры МР-50, МР-100 и МР-150 (ГОСТ 4381-87); штангенциркуль ЩЦ-И-160-0,05 (ГОСТ 166-89); набор щупов, пальцы, шатуны, поршневые кольца, поршни.

Общие сведения

Наибольшему износу в поршне подвергаются поршневые канавки по высоте, причем больший износ происходит по верхней канавке. Причина износа канавок – большие удельные давления поршневых колец на стенки канавок и влияние высокой температуры. Износ поршневых канавок влечет за собой пропуск рабочих и отработанных газов, потерю компрессии, разжижение смазки.

Вследствие износа отверстие под поршневой палец в бобышке поршня становится овальным, причем наибольший износ происходит в плоскости, перпендикулярной днищу поршня. Изношенные поршни из алюминиевого сплава, как правило, не восстанавливаются, а заменяются новыми. Однако в практике ремонтных предприятий мелкосерийного и индивидуального производства приходится прибегать к восстановлению отверстия под поршневой палец развертыванием или тонкой расточкой под соответствующий ремонтный размер поршневого пальца. Канавки поршня могут быть восстановлены проточкой, но при условии, что в запасные части поставляются поршневые кольца увеличенного размера по высоте.

Моторостроительные заводы изготавливают поршни ремонтного размера, устанавливаемые в цилиндры после их растачивания и доводки под соответствующий ремонтный размер. Основные характеристики автомобильных поршней приведены в табл. 9.

Модель двигателя	Материал поршня	Твердость НВ	Овальность, мм	Конусность, мм
ЗИЛ-130	АК-4	100-130	0,035-0,050	0,26
ЗМЗ-53	АК-4	100-130	0,013-0,038	0,12
ВАЗ-2108	АЛ-9	110-140	0,008-0,024	0,08
КамАЗ-740	АЛ-9	110-140	0,035-0,045	0,25

Поршневые пальцы изнашиваются по середине и по концам. Заводами выпускаются пальцы номинального и ремонтного размеров. Ремонтируют изношенные поршневые пальцы раздачей под номинальный размер или шлифованием под ремонтный размер. Характеристика поршневых пальцев: материал, твердость после термообработки, ремонтные размеры даны в табл. 10.

Таблица 10

Модель двигателя	Материал поршневого пальца	Твердость НРС	Диаметр, мм	Ремонтные размеры, мм		
				I	II	III
ЗИЛ-130	Сталь 15Х	58-65	28 _{-0,01}	+0,12	+0,20	-
ЗМЗ-53	Сталь 45Х	56-62	25 _{-0,01}	+0,08	+0,12	+0,20
ЯМЗ-236	Сталь 12ХНЗА	58-65	50 _{-0,012}	-	-	-
ВАЗ-2108	-	58-65	21,982 _{-0,012}	-	-	-
КамАЗ-740	-	58-65	45 _{-0,007}	-	-	-

При изготовлении пальцев из малоуглеродистых легированных сталей наружная поверхность пальцев подвергается цементации, закалке ТВЧ, отпуску. Пальцы закаливаются на глубину 1,5 мм.

Основные дефекты шатунов (рис. 20): изгиб и скручивание стержня, износ отверстий нижней головки шатуна, отверстия под втулку и самой втулки верхней головки шатуна, износ и смятие плоскостей разъема торцев плоскостей под болты в нижней головке шатуна. Шатуны с погнутостью и скрученностью более допустимой по техническим условиям ($\Delta_{\text{изг}} = 0,020$ мм на длине 100 мм) подвергаются правке на приспособлениях.

Шатуны выбраковываются при аварийных изгибах, обломах и трещинах. Шатуны двигателей ЯМЗ (всех модификаций), кроме того, выбраковывают, если сильно изношены плоскости разъема нижней головки шатуна.

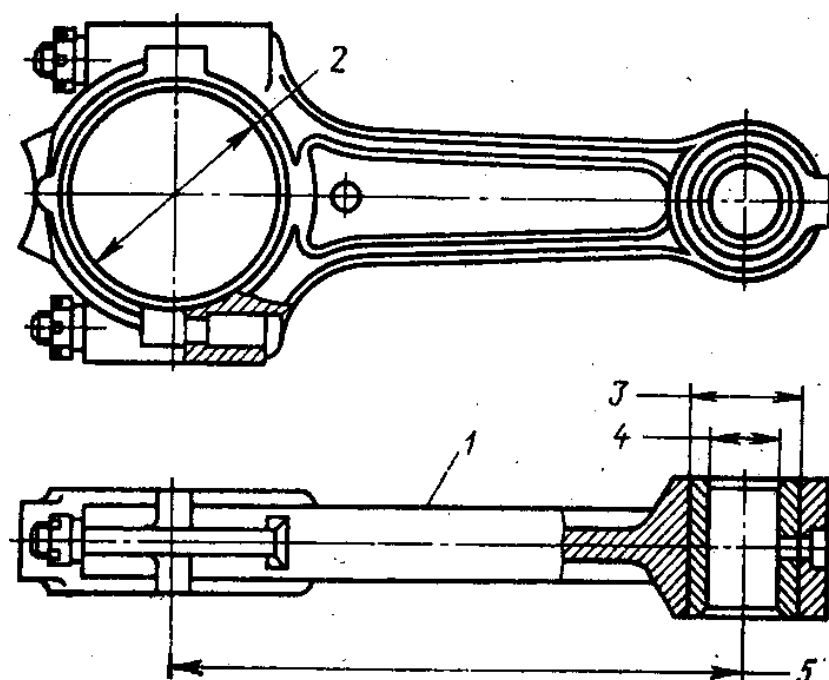


Рис. 20. Основные дефекты шатуна на примере двигателя ЗИЛ-130:

1 – изгиб или скручивание; 2 – износ отверстия в нижней головке; 3 – износ отверстия под втулку в верхней головке; 4 – износ отверстия во втулке верхней головки; 5 – уменьшение расстояния между осями верхней и нижней головок

Материал, термообработка и твердость шатунов двигателей приведены в табл. 11

Таблица 11

Модель двигателя	Материал шатуна	Твердость НВ	Диаметр отверстия в верхней головке, мм	Диаметр отверстия в нижней головке, мм	Усилие затяжки болтов нижней головки, кгс·м
ЗИЛ-130	Сталь 40Р	217–248	$28^{+0,007}_{-0,003}$	$69,5^{+0,012}$	9,0–10,0
ЗМЗ-53	Сталь Г2	288–269	$25^{+0,007}_{-0,003}$	$63,6^{+0,012}$	7,5–8,0
ЯМЗ-236	Сталь 40ХФА	288–269	$50^{+0,020}_{+0,014}$	$77,79^{+0,015}$	9,0–10,0
ВАЗ-2108	н. д.	н. д.	$22^{-0,004}_{-0,006}$	$51,33^{+0,015}$	5,0–6,0
КамАЗ-740	Сталь 40ХН2МА	245–285	$45^{+0,016}$	$84,995^{+0,021}$	12,0–13,0

Для проверки шатунов на изгиб и скручивание используют индикаторное приспособление типа КИ-724 (рис. 21). Это приспособление универсальное, оно позволяет контролировать шатуны двигателей разных марок.

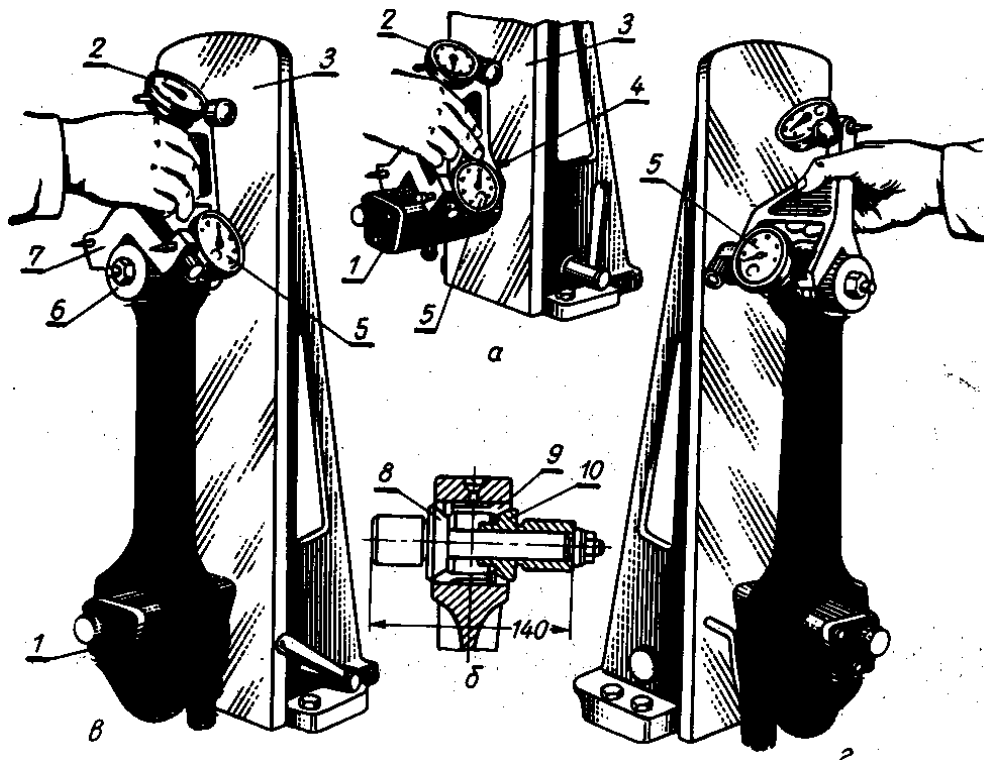


Рис. 21. Приспособление для проверки шатуна на скрученность и изгиб:
 а – установка индикаторов; б – установка разжимной оправки; в – проверка шатуна на изгиб; г – проверка шатуна на скрученность; 1 – оправка; 2 и 5 – индикаторы; 3 – плита; 4 – упор; 6 – разжимная оправка; 7 – призма; 8 и 10 – конуса оправки; 9 – разжимная втулка оправки

Призму 7 с индикаторами часового типа устанавливают на оправку 1 (рис. 21, а) и передвигают ее до соприкосновения упора 4 призмы с плоскостью плиты 3 приспособления. В этом положении перемещают индикатор 2 до получения натяга на измерительном стержне в пределах 1,0–1,5 оборота стрелки. Закрепляют индикатор и совмещают нулевое деление шкалы со стрелкой. Поворачивают призму на 180° и также устанавливают индикатор 5.

В отверстие верхней головки шатуна с выпрессованной втулкой вставляют разжимную втулку 9 (рис. 21, б) и закрепляют ее конусами 8 и 10. Шатун ставят на оправку 1 (рис. 21, в), перемещают его до упора оправки 7 в плиту 3 и закрепляют на оправке. Призму ставят на оправку 6 и при соприкосновении ее упоров с плитой 3 поочередно по отклонению стрелки от нулевого положения индикатора 2 определяют изгиб шатуна, а по отклонению стрелки индикатора 5 (рис. 21, г) – скрученность.

Погнутый шатун правят под прессом или в специальном винтовом приспособлении. Скрученность шатуна также устраняют правкой. Шатун зажимают в тиски и правят вильчатым рычагом или специальными рычагами 3 (рис. 22) с винтовым приспособлением. Для получения удовлетворительных результатов правки необходимо применять стабилизирующий подогрев.

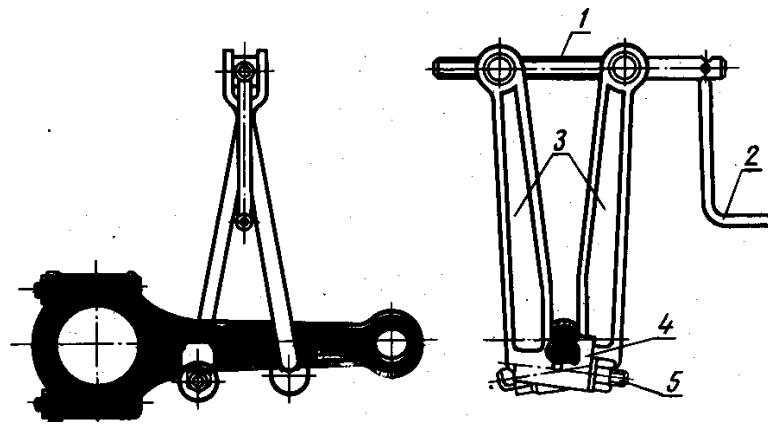


Рис. 22. Устранение скрученности шатуна
1 – рукоятка; 2 – винт; 3 – рычаги; 4 – упор; 5 – гайка

После правки шатун подвергается термической стабилизации – нагреву до температуры 400–500 °С и выдержке при этой температуре 1,5 ч. Изношенные втулки верхней головки ($\Delta_{\text{изн}} = 0,05$ мм) разворачивают под увеличенный против номинального размер пальца или выпрессовывают и заменяют новыми с последующей обработкой под номинальный размер. Шатуны и крышки с поврежденными торцами разъема шлифуют. В случае износа нижней головки ее восстанавливают фрезеровкой торца разъема, затем собирают шатуны с затяжкой болтов и растачивают нижнюю головку под номинальный размер с последующим хонингованием или раскатыванием. Этот же дефект может быть восстановлен гальваническим покрытием (осталиванием) с последующей обработкой.

Порядок выполнения работы

1. Осмотреть и установить дефекты деталей; перечень возможных дефектов.

2. Замерить поршни, поршневые пальцы и шатуны согласно схемам замеров, представленным на рис. 23, 24 и 25 соответственно.

Перед началом замера болт нижних головок шатунов затянуть в слесарных тисках динамометрическим ключом в соответствии с техническими условиями, приведенными в табл. 11.

3. Проверить и определить величины погнутости и скрученности шатунов на приборе КИ–724 (см. инструкции к прибору).

4. На основании результатов замеров и данных руководства по капитальному ремонту дать заключение о состоянии детали.

5. Предложить технологию ремонта проконтролированных деталей.

6. Оформить отчет о выполненной работе. Отчет должен содержать следующие сведения:

а) Характеристику деталей в следующем виде:

Марка двигателя	Материал детали	Термическая обработка	Твердость
Поршень... Палец... Шатун...			

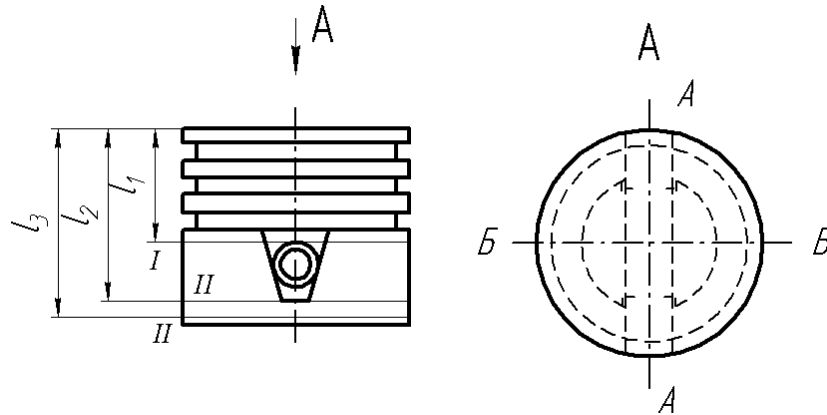


Рис. 23. Схема замеров поршня:
 $l_1 = 45$ мм; $l_2 = 65$ мм; $l_3 = 80$ мм

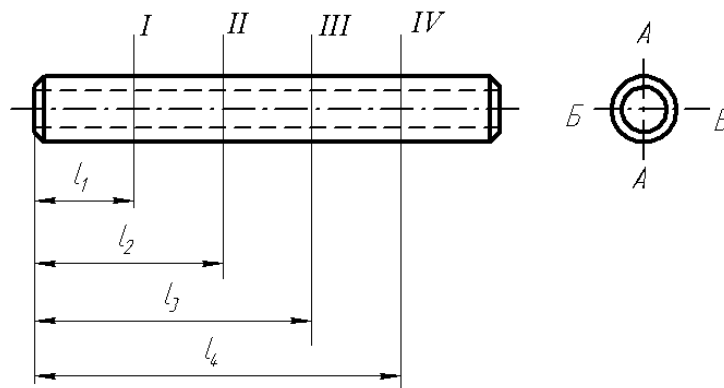


Рис. 24. Схема замера поршневого пальца:
 $l_1 = 9$ мм; $l_2 = 27$ мм; $l_3 = 45$ мм; $l_4 = 60$ мм

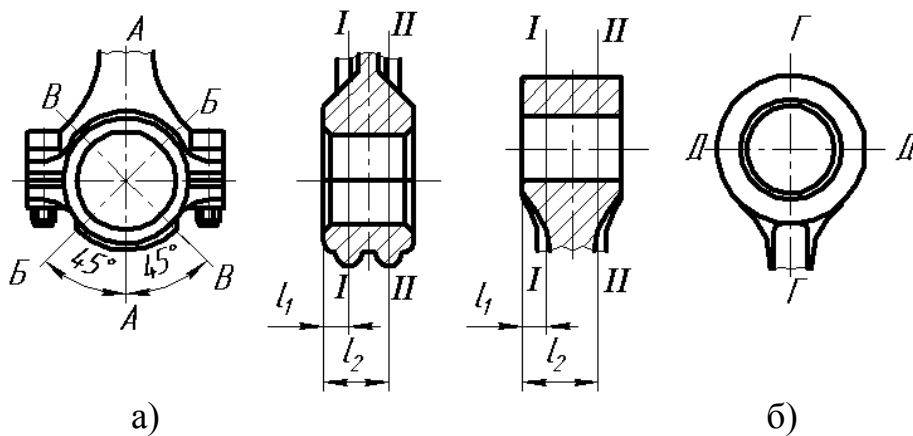


Рис. 25. Схема замеров диаметров отверстий нижней (а) и верхней (б) головок шатуна:
 $l_1 = 1/4$; $l_2 = 3/4$ от ширины головки

Контрольные вопросы

1. Перечислите конструктивные элементы прокалиброванных деталей подлежащие дефектации, и характеризующие их технологические параметры.
2. Как выявляются дефекты поршней, пальцев, шатунов?
3. Способы упрочнения и восстановления сопряжения бобышки поршня и поршневого пальца; отверстий нижней и верхней головок шатуна.
4. Каковы причины деформации шатуна, износа канавок поршня и отверстия нижней головки шатуна?

Лабораторная работа № 4

Дефектация распределительного вала двигателей

Цель работы

1. Изучить технические условия на дефектацию распределительных валов, используя руководство по капитальному ремонту двигателей.
2. Ознакомиться с устройством измерительных приборов, оснастки и методами измерения.
3. Приобрести навыки по дефектовке распределительных валов.
4. Исследовать характер износа шеек распределительного вала и его деформации.

Задание:

1. Подготовить исходные данные для дефектовки деталей.
2. Определить техническое состояние деталей.
3. Произвести сортировку деталей по результатам контроля.
4. Назначить способ ремонта детали.
5. Оформить отчет о результатах работы.

Техническое оборудование: лабораторный стол; прибор для установки деталей в центрах и измерения биения модели ПБМ–500; лупа четырехкратного увеличения; рычажные микрометры МК 50, МК 75 (ГОСТ 4381–87); индикатор часового типа НЧ (ГОСТ 577–68); шаблоны с профилем впускных и выпускных кулачков.

Общие сведения

Основные конструктивные элементы распределительного вала – опорные шейки, впускные и выпускные кулачки, шейка под распределительную шестерню, резьба под болт крепления шестерни, эксцентрик привода топливного насоса, шестерня привода распределителя, центровые отверстия.

Требования к точности размеров, формы, расположения и шероховатости основных поверхностей аналогичны требованиям, предъявляемым к коленчатому валу.

В процессе работы на распределительный вал воздействуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, среда и др. Все это вызывает (рис. 26) появление износов ($\Delta_{\text{изн}}$ до 0,05 мм), нарушение качества поверхности шеек (задиры, риски, коррозия), механические повреждения (выкрашивание зубьев шестерен, отколы по торцам вершин кулачков), отклонения расположения ($\Delta_{\text{биения}}$ до 0,10 мм).

Дефекты, если они не обладают браковочными признаками, устраняют обработкой под ремонтные размеры (РР), слесарно-механической обработкой, пластическим деформированием, вибродуговой наплавкой, наплавкой под слоем легирующего флюса.

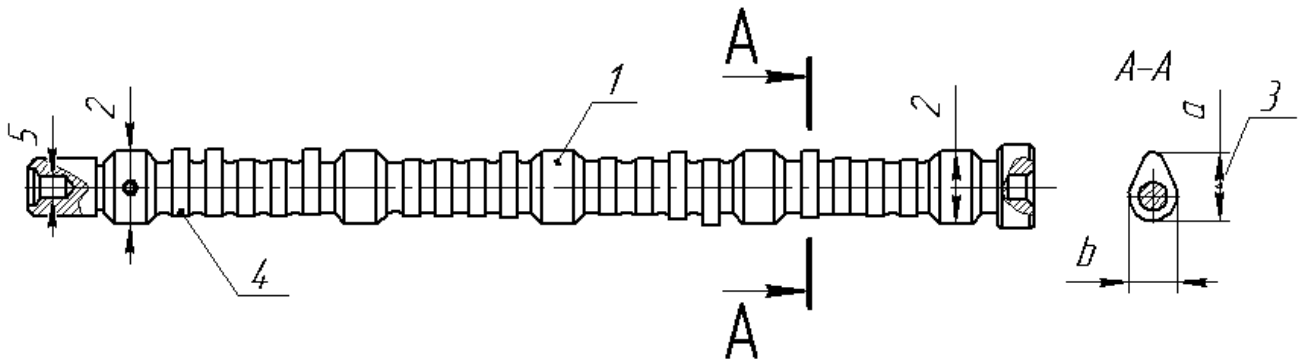


Рис. 26. Основные дефекты распределительного вала на примере двигателя ЗИЛ-130:
1 – погнутость вала; 2 – износ опорных шеек; 3 – износ кулачков; 4 – износ эксцентрика;
5 – износ шейки под распределительную шестерню

Порядок выполнения работы

1. Для каждого конструктивного элемента определить технологические параметры (размеры по рабочему чертежу, допустимые без ремонта, ремонтные, требования к точности размера, формы и расположения, к качеству рабочих поверхностей). Назначить способы и средства дефектации. Значения параметров записать в отчет.

2. Проверить состояние центровых отверстий. При наличии повреждений распределительный вал устанавливать на прибор ПБМ-500 нельзя.

3. Осмотреть видимые дефекты распределительного вала. Перечень возможных дефектов указан на рисунке 26.

4. Замерить шейки распределительного вала согласно схеме замеров (рис. 27). Измерить диаметры шеек микрометром. Измерения каждой шейки провести в поясах I – I и II – II и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А – А и Б – Б (плоскость А – А расположена в плоскости первого кулачка).

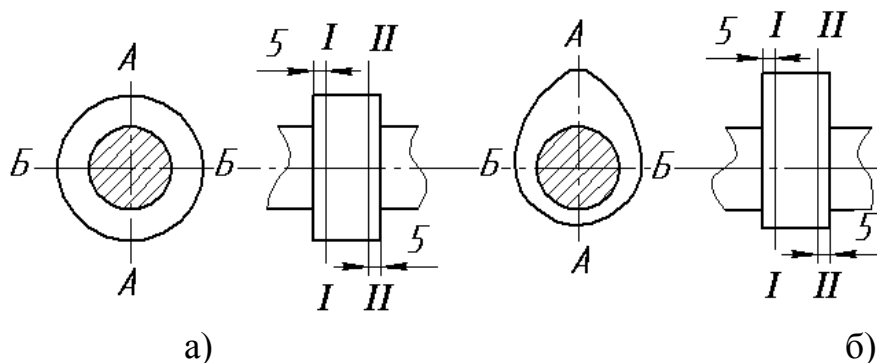


Рис. 27. Схема обмера опорных шеек (а) и кулачков (б) распределительного вала.

5. Определить величину общего износа ($I_{\text{общ}}$) для всех шеек, мм:

$$I_{\text{общ}} = d_{\text{н}} - d_{\text{изн}},$$

где $d_{\text{н}}$ – диаметр шейки до начала эксплуатации (наименьший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу);

$d_{\text{изн}}$ – измеренный минимальный диаметр шейки (использовать значение с наибольшим износом).

6. Определить величину одностороннего неравномерного износа (И), мм:

$$И = \beta I_{\text{общ}},$$

где $\beta=0,6$ – коэффициент неравномерности.

7. Определить нецилиндричность шеек (овальность и конусность), мм:

$$\Delta_{\text{ов}} = d_{\text{AA}} - d_{\text{ББ}}; \Delta_{\text{кон}} = d_{\text{AAmax}} - d_{\text{ББmin}}.$$

Для каждой шейки получить два значения овальности и два конусообразности. Результаты занести в таблицу (см. табл. 15).

Таблица 15

Объект измерения	Пояс измерения	Плоскость измерения	Номера шеек				
			I	II	III	IV	V
Опорные шейки	I – I	A-A					
		Б-Б Овальность, мм					
	II – II	A-A					
		Б-Б Овальность, мм					
Конусность, мм	A-A						
Износ, мм	Б-Б						

Определить размер обработки опорных шеек при износе в пределах РР, мм. Расчет вести по шейке, имеющей наибольший износ:

$$d_p = d_{\text{и}} - И - 2Z$$

где d_p – наибольший предельный размер ремонтируемой шейки;

Z – минимальный односторонний припуск на обработку (для шлифования $2Z = 0,05$)

8. Назначить категорию ремонтных размеров для всех опорных шеек (d_{pp}), мм. Сравнить результаты расчета со значениями ремонтных размеров из руководства по капитальному ремонту и выбрать ближайшее меньшее значение.

9. Определить состояние кулачков. Измерить микрометром диаметры цилиндрической части кулачков в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм.

Измерить микрометром диаметры цилиндрической части кулачков (размер b , рис. 27, б) в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм. Измерить высоту кулачков (размер a , рис. 27, б) в двух поясах. Рассчитать высоту подъема каждого клапана $h = a - b$. Для каждого кулачка получить значения конусообразности. Результаты занести в таблицу (см. табл. 16).

Кулачки	Места замера	Номера кулачков							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Впускные	a								
	b								
	$h = a - b$								
	Конусо-образность								
Выпускные	a								
	b								
	$h = a - b$								
	Конусо-образность								

Определить состояние кулачков по профилю, для чего опереть шаблон на кулачок и установить характер износа. Определить необходимость ремонтных воздействий.

10. Определить радиальное биение распределительного вала. Радиальное биение определяется по средней (относительно крайних) шейке. Для этого стержень индикатора упирают в среднюю опорную шейку. Обеспечив натяг, поворачивают вал пока стрелка не займет одно из крайних положений. Затем поворачивают вал на 180 град. и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями и определит его биения. Прогиб вала равен половине его прогиба.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные конструктивные элементы распределительного вала и его дефекты.
2. Какие параметры характеризуют состояние опорных шеек и кулачков распределительного вала?
3. Как определить наибольший предельный размер шейки, по которому назначается категория ремонтного размера?
4. Как проверить распределительный вал на прогиб?
5. В какой последовательности устанавливаются микрометр на «0»?
6. Как проверить профиль кулачка распределительного вала?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабусенко С. М. Ремонт тракторов и автомобилей / С. М. Бабусенко [и др.]. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Колос, 1980. – 335 с.
2. Боднев А. Г. Лабораторный практикум по ремонту автомобилей / А. Г. Боднев, Н. Н. Шаверин. – М. : Транспорт, 1984. – 117 с., ил.
3. Карагодин В. И. Ремонт автомобилей и двигателей / В. И. Карагодин, Н. Н. Митрохин. – М. : Мастерство; Высш. школа, 2001. – 496 с.
4. Колесник П. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для вузов / П. А. Колесник, В. А. Шейнин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1985. – 325 с.
5. Овчинников В. П. Лабораторный практикум по ремонту автомобилей / В.П. Овчинников. – Владимир, 2003. – 96 с.
6. Румянцев С. И. Ремонт автомобилей / С. И. Румянцев [и др.]. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1988. – 327 с.
7. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов / Е. С. Кузнецов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 2004. – 535 с.

Учебное издание

МИГАЧЕВ Виктор Анатольевич

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ,
РЕМОНТА И ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЕЙ**

Сборник лабораторных работ. Ч. 2

Редактор М. В. Теленкова

Подписано в печать 2.11.2009.

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 2,79. Тираж 100 экз. Заказ 1247.

Ульяновский государственный технический университет

432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32

Типография УлГТУ, 432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32