

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Миасский филиал
Кафедра «Автомобилестроение»

УДК 621.431.73(07)

629.113(07)

Ш948

М.Г. Штыка, В.В. Краснокутский

РЕМОНТ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Методические указания к лабораторной работе

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2009

УДК [629.113.004.67:621.43](076.5)

Ш948

Одобрено

учебно-методической комиссией машиностроительного факультета.

Рецензент: А.А. Привалов

Ш948

Ремонт коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания: методические указания к лабораторной работе / составители: М.Г. Штыка, В.В. Краснокутский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 15 с.

Целью методических указаний является оказание помощи в изучении дисциплины «Технология ремонта автомобиля» студентами Южно-Уральского государственного университета Миасского машиностроительного факультета по специальности 190201 «Автомобиле-и тракторостроение» и специализации 190201.14 «Фирменный автосервис» очной и заочной формы обучения.

УДК [629.113.004.67:621.43](076.5)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2009

ВВЕДЕНИЕ

Производство новых запасных частей связано с увеличением материальных трудовых затрат. Вместе с тем около 75% деталей, выбраковываемых при первом капитальном ремонте автомобилей, являются ремонтнопригодными либо могут быть использованы вообще без восстановления. Поэтому целесообразной альтернативой расширению производства запасных частей является вторичное использование изношенных деталей, восстановлением в процессе ремонта автомобилей и его агрегатов.

ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Ознакомиться с характером износов коленчатых валов.
2. Ознакомиться с устройством оборудования и приспособлений для шлифования и полирования шеек коленчатых валов.
3. Выполнить измерения диаметров коренных и шатунных шеек коленчатого вала автомобиля ВАЗ, определить овальность и конусообразность.
4. Записать результаты выполнения лабораторной работы в журнале. Построить эпюры износа каждой шейки по длине и в сечении. Определить требуемый ремонтный размер для коренных и шатунных шеек. Сделать заключение.

Цель работы: ознакомить студентов с основными дефектами коленчатых валов, технологией их устранения и применяемым технологическим оборудованием.

При подготовке к лабораторной работе обратите внимание на следующие вопросы:

1. Основные дефекты коленчатых валов и причины их появления.
2. Способы устранения изгиба коленчатых валов.
3. Станки и приспособления к ним для шлифования шеек коленчатых валов на ремонтные размеры. Настройка шлифовальных станков на обработку коренных и шатунных шеек.
4. Способы полирования шеек коленчатых валов. Устройства и установки для полирования шеек.

ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания является одной из наиболее ответственных деталей, определяющих его работоспособность. Условия работы и динамика нагруженного состояния коленчатого вала определяют специфику износа его коренных и шатунных шеек, проявление других видов дефектов, а также определяют высокие требования к точности обработки шеек и их взаимного положения. Основными дефектами коленчатых валов являются износы коренных и шатунных шеек. Значительно реже встречаются такие дефекты, как изгиб вала, износ шеек переднего конца вала под шестерню или шкив, повреждение резьбы, фасок центровых отверстий, трещины, износ отверстий под болты маховика и некоторые другие дефекты.

Износ шеек коленчатых валов происходит вследствие действия на них рабочих нагрузок от инерционных сил деталей шатунно-поршневого группы и от давления газов в камере сгорания. В четырехтактном двигателе рабочая нагрузка от газовых сил в каждом цилиндре действует на шатунную шейку лишь в течение одного такта (в течение поворота коленчатого вала на угол 90°), тогда как в течение остальных тактов на шейки действуют нагрузки от инерционных сил (рис. 1). Последние, как известно, имеют наибольшую величину при положении поршня в верхней и нижней мертвых точках.

Такой характер действия сил обуславливает неравномерный износ шатунных шеек и приводит к увеличению радиуса кривошипа, а также короблению вала из-за неравномерного износа закаленной поверхности шеек (рис.2). Изношенные шейки приобретают овальную форму, меньшая ось овала совпадает с плоскостью кривошипа коленчатого вала.

Коренные шейки коленчатых валов изнашиваются вследствие действия на них сил реакций опор, пропорциональных силам инерции массы шатунно-поршневой группы и давлению газов. У пятиопорных коленчатых валов изнашиваются более или менее равномерно лишь вторая и четвертая коренные шейки (см. рис. 1).

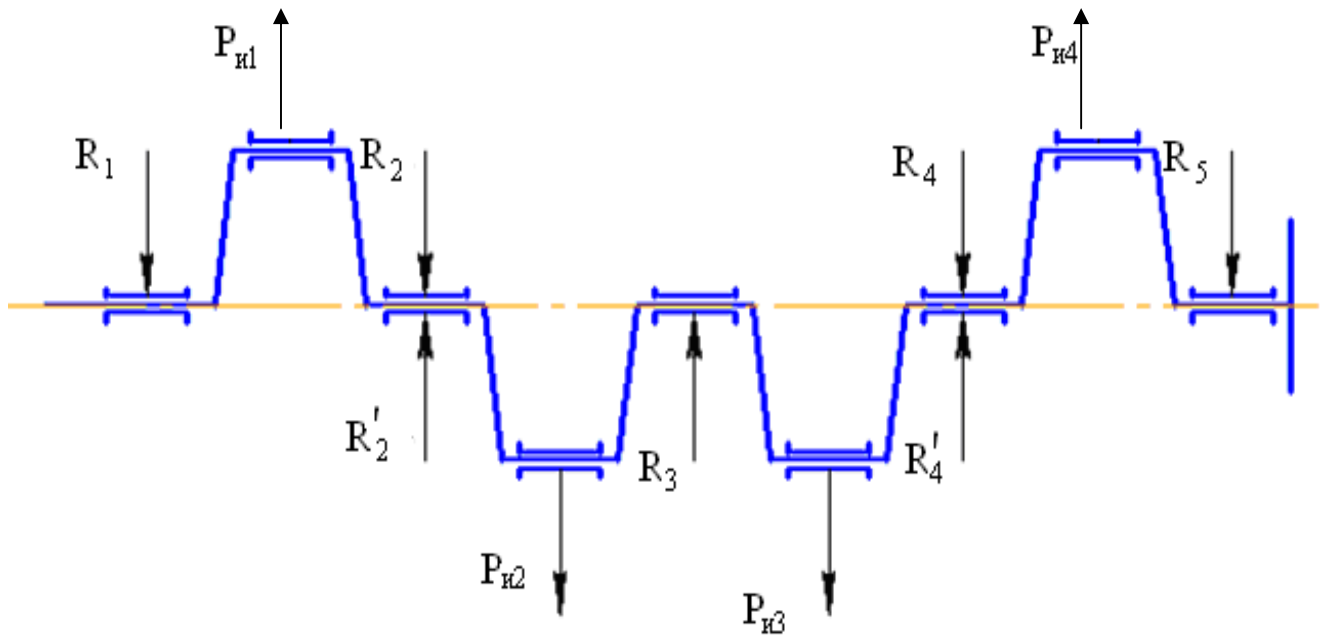


Рис. 1. Схема действия сил инерции $P_{и1}$, $P_{и2}$, $P_{и3}$, $P_{и4}$ на шатунные шейки и реакций опор R_1 , R'_2 , R_2 , R_3 , R'_4 , R_4 и R_5 на коренные шейки коленчатого вала

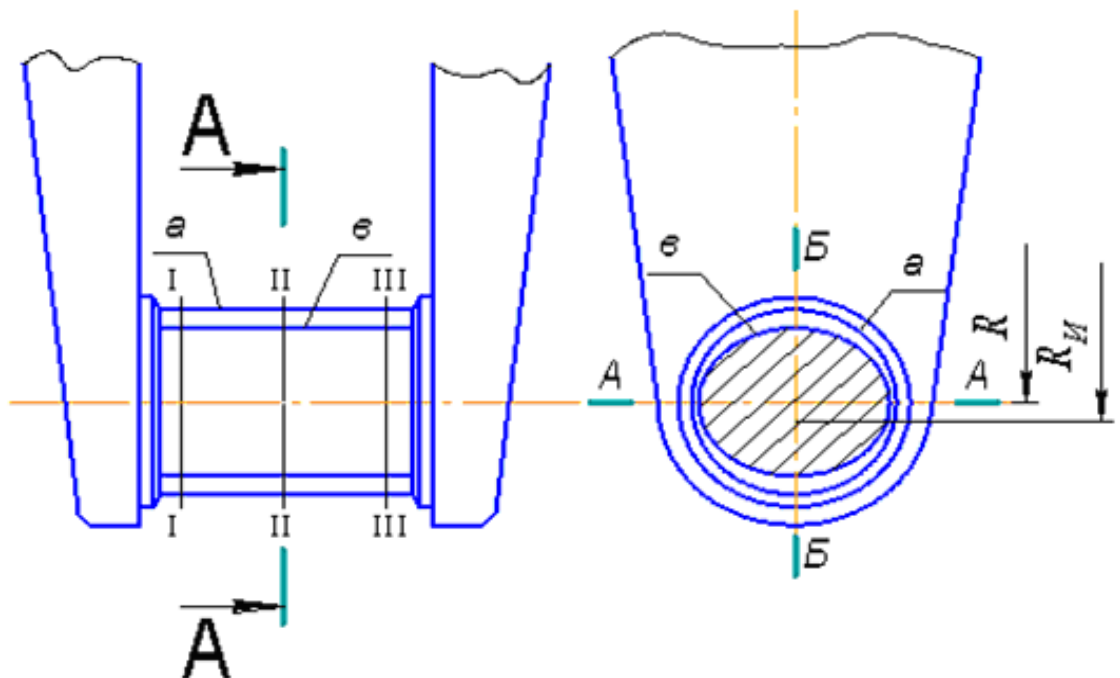


Рис. 2. Схема износа шатунной шейки вала: a — профиль новой шейки; $в$ — профиль изношенной шейки; R — радиус кривошипа новой шейки; $R_{и}$ — радиус кривошипа изношенной шейки

На этих коренных шейках реакции опор от сил инерции масс шатунно-поршневой группы, приложенных к шатунным шейкам, взаимно уравновешиваются ($R_2 = R'_2$ и взаимно противоположны, так как $P_{и1} = P_{и2}$ и взаимно противоположны; действие сил R_4 и R'_4 аналогично).

Другие коренные шейки (1, 3, 5), как правило, имеют значительную овальность с большим износом также со стороны, прилегающей к щекам.

Овальность шеек при работе коленчатых валов приводит к разрыву масляной пленки в сопряжении «шейка-вкладыш» при каждом обороте вала, то есть к возникновению условий граничного трения и увеличению интенсивности изнашивания шеек.

Выбраковочными признаками коленчатых валов являются овальность шеек и износ по диаметру.

ОБРАБОТКА ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ НА РЕМОНТНЫЙ РАЗМЕР

Коленчатый вал перед ремонтом необходимо разобрать, извлечь из масляных каналов заглушки и пробки. Очистить его от смолистых, масляных и других загрязнений. Износ элементов коленчатого вала определяют с помощью специального или универсального мерительного инструмента. Трещины обнаруживаются с помощью магнитных дефектоскопов. Коленчатый вал с трещинами (у галтелей, отверстий и др.) и сколами выбраковывают.

Коленчатые валы нельзя править в холодную на прессах. При такой правке усталостная прочность коленчатых валов снижается на 30 и более процентов. Валы, имеющие значительные прогибы, выправляют местным поверхностным наклёпом или разнотемпературным нагревом шатунных шеек, расположенных около средней коренной, с последующей термофиксацией формы вала. Правят вал разнотемпературным нагревом следующим образом. Исправляемый вал подвешивают в вертикальном положении в станке для закалки коленчатых валов токами высокой частоты (ТВЧ). Нагревают шейки вала (шатунные около средней коренной) со стороны его выпуклости до $860...930\text{ }^{\circ}\text{C}$, а с противоположной стороны до температуры $550...650\text{ }^{\circ}\text{C}$, затем охлаждают водой до комнатной температуры. Цикл «нагрев и охлаждение» названных участков шеек повторяют до тех пор, пока прогиб у коленчатых валов не станет равным нулю. Нагрев шеек осуществляется ТВЧ. После этого шейки, которые нагревались с целью правки вала, повторно нагревают до температуры $860...930\text{ }^{\circ}\text{C}$ равномерно по периметру и охлаждают водой до комнатной температуры. Этой операцией восстанавливают износостойкость отпущенных ранее шеек и фиксируют форму вала. За счет отсутствия механического воздействия прочность вала после такой правки не снижается.

Для изношенных шеек коленчатых валов всех автотракторных и комбайновых двигателей установлены ремонтные размеры. Обработка шеек

на ремонтные размеры осуществляется шлифованием с последующим полированием.

Шлифование шеек производится на специальных шлифовальных станках типа 3423, 3А423, ХШ2-02, ЗД423. Эти станки оснащаются комплектами приспособлений для установки и контроля правильности положения коленчатых валов при шлифовании. Рекомендуется в целях снижения коробления и несоосности шеек сначала шлифовать шатунные, а затем коренные шейки.

В качестве технологических баз при шлифовании коренных шеек используются центровые отверстия, при шлифовании шатунных — цилиндрическая поверхность фланца для крепления маховика и шейка переднего конца вала (под шестерню или шкив). Дефекты центровых отверстий (забоины, заусенцы — следствие случайных воздействий при выполнении разборочно-сборочных операций) устраняются на токарном станке предварительной обработкой резцом и впоследствии центровочным сверлом, что обеспечивает требуемую точность конусности фаски. Состояние центровых отверстий определяется по радиальному биению фланца для крепления маховика и шейки переднего конца вала. Для этого вал устанавливается на центры контрольного приспособления.

При шлифовании шатунных шеек коленчатый вал устанавливается в патронах-центросместителях или в жестких центросместителях, позволяющих смещать вал на величину радиуса кривошипа и обеспечивать при этом совмещение осей шатунных шеек с осью шпинделя станка. Для уравнивания коленчатого вала на планшайбы передней и задней бабок устанавливаются грузы.

Для шлифования шеек коленчатых валов применяются шлифовальные круги с абразивом из белого или хромотитанистого электрокорунда зернистостью 40...60 мкм и твердостью С1, С2, СМ2...СТ3. Марка круга с размерами 900×40×305 — 91А40НС17КМ 2 кл А ГОСТ 2424-83; марка круга с размерами 900×40×305 — 25А40НС27КМ 2 кл А ГОСТ 2424-83. Перед установкой круга на станок производится его статическая балансировка. После установки на станок осуществляется правка круга по периферии и закругление кромок рабочей части по радиусу, соответствующему радиусу галтелей коленчатого вала. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости используются водные растворы эмульсола, кальцинированной соды либо "Укринол-1".

Шлифование шеек коленчатого вала при черновом шлифовании осуществляется преимущественно методом врезания. При обработке длинных шеек шлифование с продольной подачей вообще не допускается, так как основная рабочая часть круга ускоренно изнашивается по краям, приобретая выпуклую форму. Продольная подача используется при чистовом шлифовании и при обработке галтелей.

Рекомендуемые параметры режимов шлифования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр режима шлифования	Черновое шлифование	Чистовое шлифование
Скорость шлифовального круга, м/с	50	50
Скорость вращения коленчатого вала, мм/мин	12...15	15...25
Глубина шлифования (попер. подача), мм/об	0,020...0,070	0,005...0,010
Продольная подача в долях ширины круга на один оборот коленчатого вала	0,3...0,7	0,2...0,3

Чтобы получить заданные ремонтные размеры шеек, в процессе шлифования производятся пробные измерения микрометром после остановки станка либо используются приборы активного контроля. Для предупреждения прогиба вала при шлифовании от действия абразивного круга на станине устанавливаются люнет, опорный элемент которого доводят до упора в шлифуемую шейку.

После шлифования шейки необходимо полировать с целью обеспечения требуемых параметров шероховатости в пределах $Rz = 0,20...0,32$. Полирование жимками — наиболее простой способ. Более производительна эта операция осуществляется с использованием специальных установок для одновременного полирования двух валов с эластичным прижимом абразивного полотна одновременно к каждой шейке.

Полировальная установка ВЛПУ-5 (рис. 3) является наиболее удобной и эффективной. Она монтируется непосредственно на станке для шлифования коленчатых валов. Полирование шеек и галтелей коленчатых валов осуществляется индивидуально бесконечной абразивной или алмазной лентой. Лента приводится в движение от электродвигателя установки через контрпривод. Установка имеет приспособление для придания ленте колебательного движения вдоль оси шейки. После окончания полирования лента переводится поворотным рычагом в верхнее положение. Время полирования одной шейки не более 20 с.

После износа шеек коленчатого вала последнего ремонтного размера их восстанавливают одним из следующих способов: широкослойной наплавкой под слоем флюса, газопламенным напылением порошковых материалов, наплавкой порошковыми материалами и др.

Черновая обработка наплавленных шеек более эффективно осуществляется электроэрозионным способом. При абразивном шлифовании шеек, восстановленных напеканием металлических порошков, обработка затрудняется вследствие засаливания шлифовального круга.

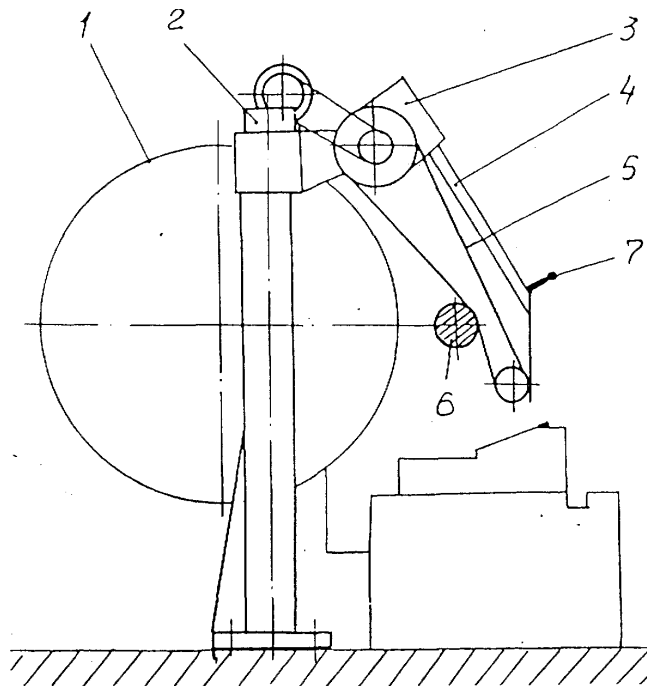


Рис. 3. Установка ВЛПУ-5 для полирования шеек валов:
 1 — абразивный круг; 2 — стойка установки; 3 — контрпривод ленты; 4 — поворотный рычаг; 5 — абразивная лента; 6 — шейка коленчатого вала; 7 — рукоятка для отвода (подвода) абразивной ленты

Все коленчатые валы после ремонта перед полированием подвергаются динамической балансировке на специальных установках типа КИ-4274 или БМ-У4. Дисбаланс устраняется наплавкой металла или сверлением отверстий в противовесах.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Произвести измерения диаметров коренных и шатунных шеек в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и трех сечениях подлине шейки (см. рис. 2).

2. Определить наибольшую овальность и конусообразность. Сравнить наименьший диаметр шейки с ремонтными размерами (рис. 4) и определить требуемый ремонтный размер, на который необходимо шлифовать шейки. Результаты замеров занести в табл. 2 и построить эпюры износа шеек по длине и в сечении.

3. Составить отчет по лабораторной работе. Ответить на контрольные вопросы

Результаты замера вала

Таблица 2

№ шейки	Сечение	Диаметр, мм		Овальность	Наименьший размер, мм	Принятый ремонтный размер, мм
		А-А	Б-Б			
	I					
	II					
	III					
Конусность						

Другие дефекты коленчатого вала (перечислить):

- 1.
- 2.
- 3.

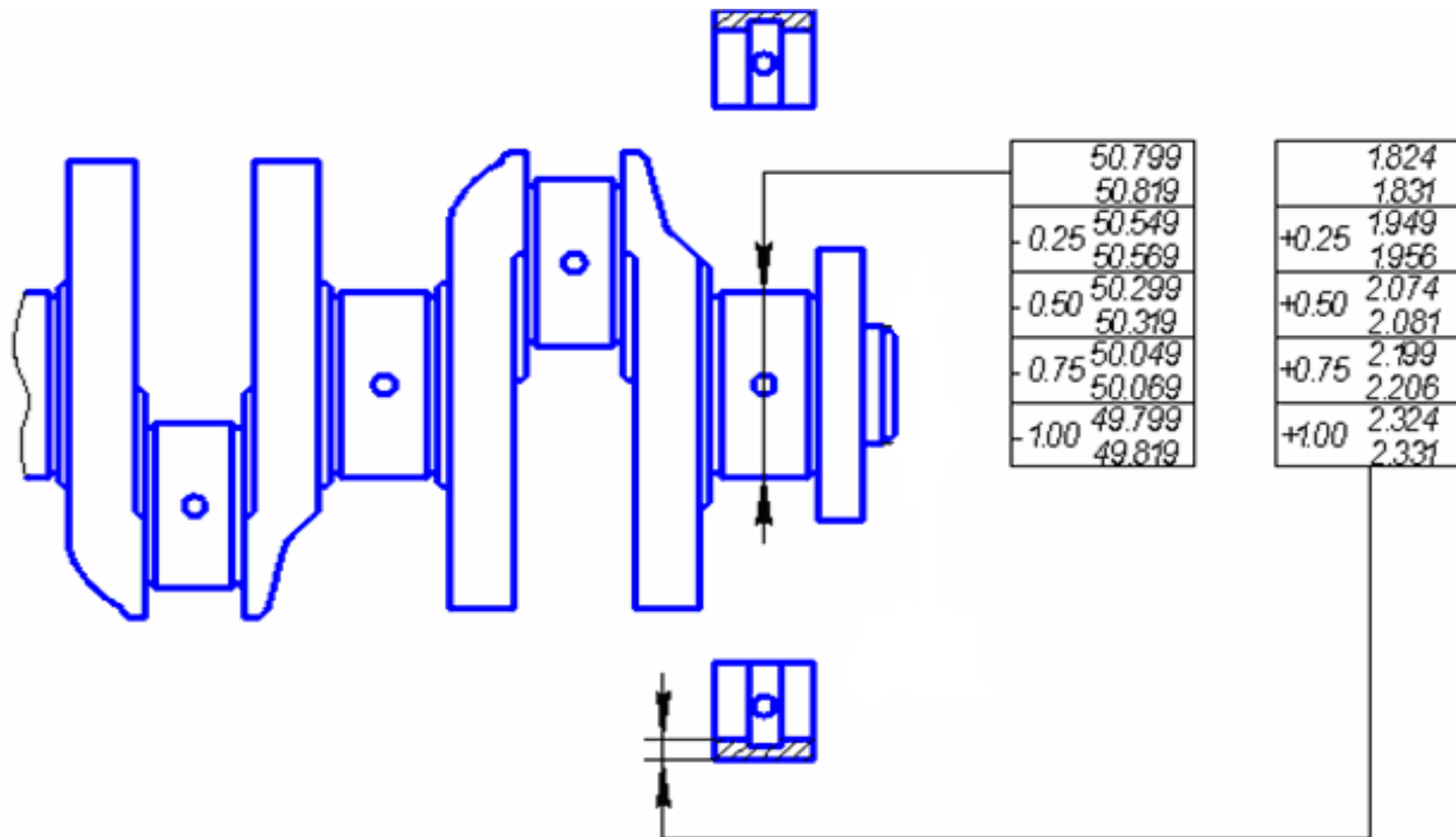


Рис. 4. Основные размеры коленчатого вала автомобиля ВАЗ коренных шеек

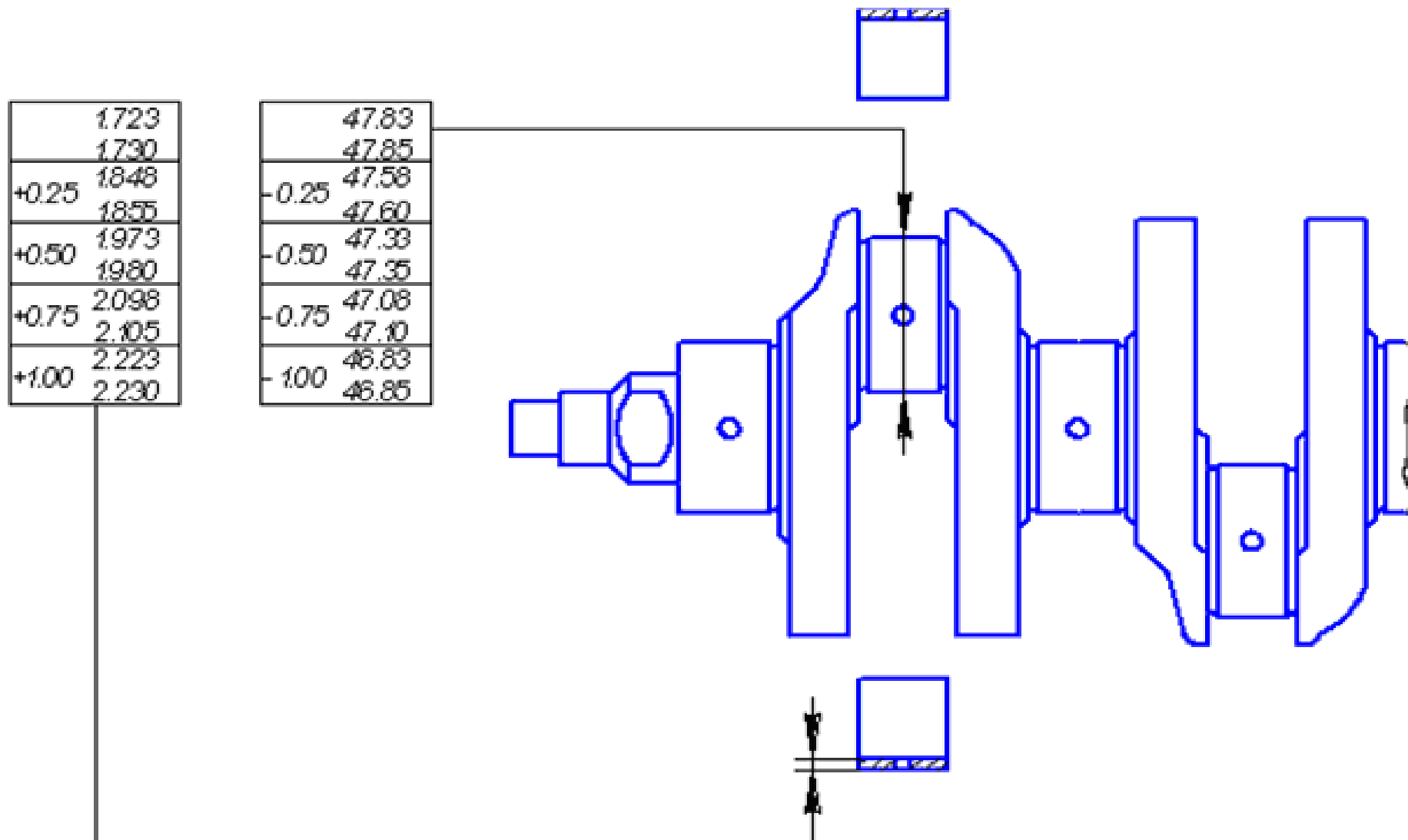


Рис. 5. Основные размеры коленчатого вала автомобиля ВАЗ шатунных шеек

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить основные дефекты коленчатых валов.
2. Чем объясняется неравномерность износа шеек валов?
3. По каким признакам определяется необходимость шлифования шеек валов?
4. Как проверяется вал на наличие изгиба и каким образом он устраняется?
5. Как определяется необходимый ремонтный размер шейки?
6. Как подготовить шлифовальный круг для шлифования вала?
7. Как обеспечивается соблюдение технических требований на галтели при обработке шеек коленчатых валов на ремонтный размер?
8. Какие поверхности коленчатого вала используются в качестве технологических баз при шлифовании коренных и шатунных шеек?
9. Как осуществить установку коленчатого вала на станке для шлифования шатунных шеек?
10. Назвать характеристики шлифовальных кругов и режимы шлифования шеек на ремонтный размер.
11. Назначение и технология полирования шеек коленчатых валов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов, С.П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов: учебник для вузов / С.П. Баженов, Б.Н. Казьмин, С.В. Носов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.
2. Батищев, А.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев, В.П. Лялякин. – М.: Информагротех, 1995. – 294 с.
3. Вахламов, В.К. Автомобили: Теория и конструкция автомобиля и двигателя / В.К. Вахламов, М.Г. Шатров, А.А. Юрчевский; под ред. А.А. Юрчевского. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 816 с.
4. Капитальный ремонт автомобилей: справочник / Л.В. Дехтеринский, Р.Е. Есенберлин, К.Х. Акмаев и др. – М.: Транспорт, 1989. – 335 с.
5. Колесник, П.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник для вузов / П.А. Колесник, В.А. Шейнин. – 2-е изд. – М.: Транспорт, 1985. – 325 с.

6. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. – М. – Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003 – 992 с.

7. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин / В.И. Черноиванов. – М.: ГОСНИТИ, 1995 – 280 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Задание к лабораторной работе.....	3
2. Основные дефекты коленчатых валов.....	4
3. Обработка шеек коленчатых валов на ремонтный размер.....	6
4. Порядок выполнения работы.....	9
5. Контрольные вопросы.....	13
Библиографический список.....	13

Михаил Григорьевич Штыка
Василь Васильевич Краснокутский

Ремонт коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания

Методические указания к лабораторной работе

Техн. редактор А.В.Миних

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16. Печать офсетная
--------------------	------------------------------------

Усл. печ. л.	Уч.-изд.л.	Тираж 100 экз. Заказ	Цена .
--------------	------------	----------------------	--------

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г.Челябинск, пр. им. В.И.Ленина, 76.