

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии машиностроения

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА И РАСЧЁТ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ ДЛЯ ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Методические указания к лабораторной работе по курсу
«Технология производства и ремонта автомобилей»
для студентов специальности

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Брест 2008

УДК 621. с75.002

В методических указаниях приведены основные теоретические сведения по теме «Восстановление коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания автомобиля ВАЗ», приведены подробные рекомендации по выполнению лабораторной работы на данную тему, а также требования к содержанию и оформлению отчета. Методические указания предназначены для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей».

Составители: А. В. Драган, доцент, к.т.н.

Ю. Н. Саливончик старший преподаватель

Рецензент: А. В. Боричевский инженер-конструктор I-й категории КБПИ
СП ОАО «Брестгазоаппарат»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

- Цель работы: - изучение возможных дефектов коленчатых валов;
- изучение методов определения дефектов коленчатого вала;
 - получение практических навыков в определении дефектов коленчатого вала;
 - определение ремонтных размеров шеек вала для его последующего восстановления;
 - выбор абразивного инструмента и расчет режимов резания для обработки шеек вала.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Конструкторско-технологическая характеристика детали.

Коленчатый вал – пятиопорный, отлит из чугуна. Поверхности шеек вала закалены токами высокой частоты на глубину 2 – 3 мм. В заднем конце коленчатого вала выполнено гнездо под передний подшипник первичного вала коробки передач, по наружному диаметру которого центрируется маховик (рисунок 1).

Шатунные и коренные шейки коленчатого вала соединяются каналами, по которым подводится масло для смазки шатунных подшипников. Технологические выходы каналов закрыты колпачковыми заглушками, которые запрессованы и для надежности зачеканены в трех точках.

Для продления срока службы коленчатого вала предусмотрена возможность шлифовки шеек коленчатого вала при износе или повреждении их поверхностей. Шлифованием диаметры шеек уменьшаются на 0,25; 0,5; 0,75 и 1,00 мм.

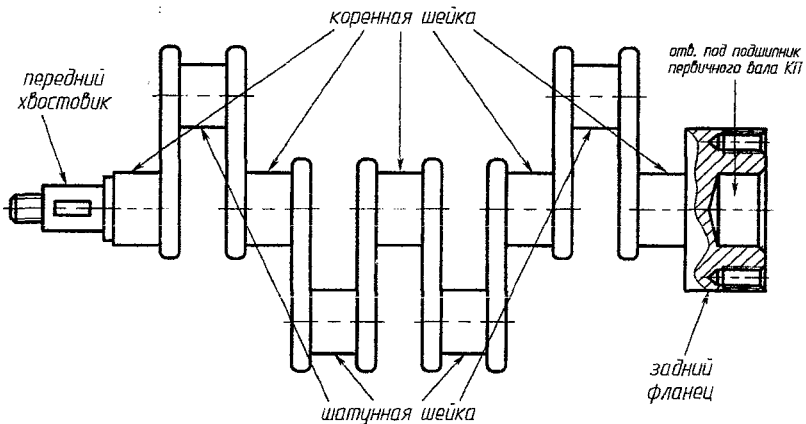


Рисунок 1 – Основные конструктивные элементы коленчатого вала двигателя автомобиля ВАЗ

Требования к точности размеров: в пределах квалитетов IT 4 – IT 5 для шеек валов и квалитетов IT 6 – IT 7 для остальных конструктивных элементов. Отклонения формы и расположения не должны выходить за пределы поля допуска 5-го квалитета. Отклонения радиус-

са кривошипа не должны превышать значения $\pm 0,05$ мм. Шероховатость поверхностей шеек не грубее $Ra = 0,32$ мкм. Коленчатые валы должны быть динамически сбалансированы.

Установочными базами при изготовлении и ремонте служат фаски центровых отверстий в переднем хвостовике и заднем фланце вала.

Вид и характер дефектов.

В процессе работы на коленчатый вал воздействуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, изменения температуры работы и др. Это вызывает появление:

- а) износа шеек (изменяются как размеры, так и форма поверхностей);
- б) нарушения качества поверхности шеек (задиры, риски, коррозия);
- в) механические повреждения (трещины, срыв резьбы, замятие шпоночных канавок);
- г) износ поверхностей, воспринимающих усилие в осевом направлении (проточки под упорные полукольца);
- д) износ посадочных поверхностей под маховик, шкивы, подшипник первичного вала коробки передач;
- е) нарушение качества (износ) поверхностей под сальниковые уплотнения;
- ж) отклонение расположения шеек: изгиб, скручивание коленчатого вала.

Способы выявления дефектов.

Износ шеек и посадочных поверхностей вала контролируется с помощью микрометров с ценой деления 0,001 и 0,01 мм. Поскольку износ шеек коленчатого вала неравномерный, то их диаметр необходимо контролировать в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (рисунок 2).

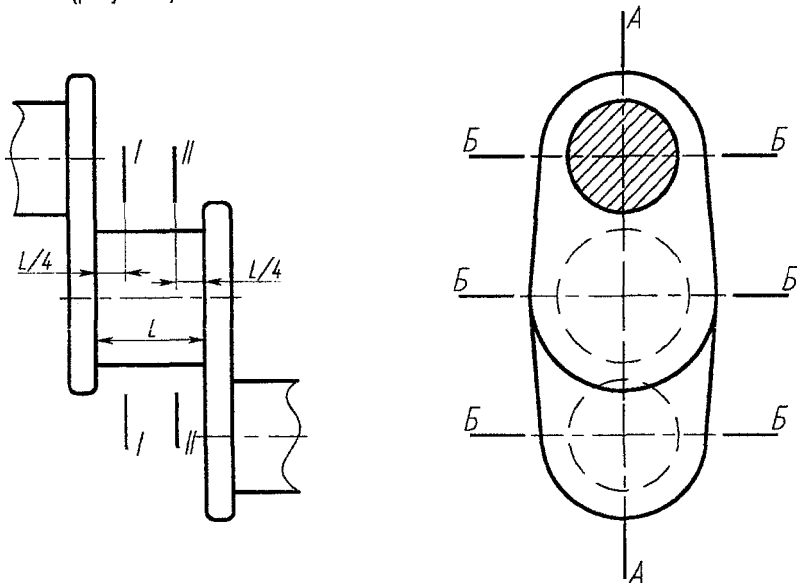


Рисунок 2 – Схема измерения диаметров шеек коленчатых валов

Нарушение качества поверхности шеек, посадочных поверхностей и механических повреждений вала осуществляется визуально, с помощью лупы.

Скрытые дефекты (трещины) определяются при помощи люминесцентных (ЛДА-3, ЛД-2), магнитных (МДВ, 77МД-1) и ультразвуковых (УЗД-7Н) дефектоскопов. При обнаружении на коленчатом валу трещин, необходимо заменить его новым.

Проверка биения поверхностей вала осуществляется в призмах индикатором часового типа (рисунок 3), при этом определяется:

- биение коренных шеек (максимально допустимое 0,03 мм);
- биение посадочных поверхностей под звездочку и подшипник первичного вала коробки передач (максимально допустимое 0,04 мм);
- смещение осей шатунных шеек от плоскости, проходящей через оси шатунных и коренных шеек (максимально допустимое $\pm 0,35$ мм);
- неперпендикулярность по отношению к оси коленчатого вала торцевой поверхности фланца. При проворачивании вала индикатор, установленный сбоку на расстоянии 34 мм от оси вала, не должен показывать биения более 0,025 мм.

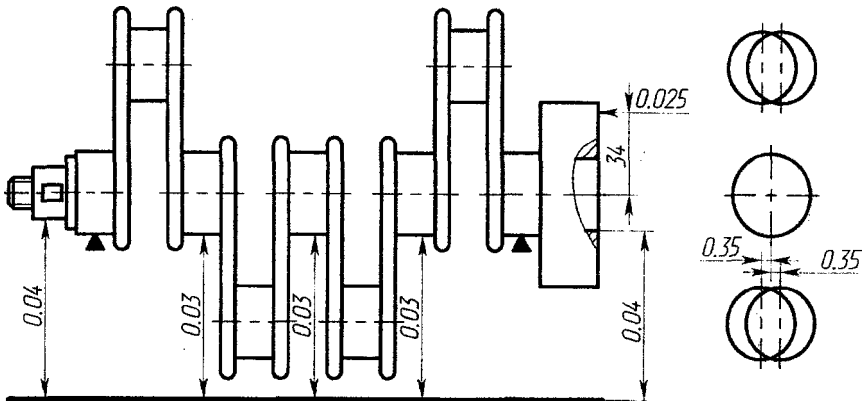


Рисунок 3 — Допустимые биения поверхностей коленчатого вала

Радиусы кривошипов определяются с помощью штангенрейсмаса при установке вала в центрах.

Определение ремонтных размеров.

При способе восстановления путем пригонки под ремонтный размер одну из изношенных деталей сопряжения подвергают механической обработке, придавая ей заданный ремонтный размер и устраняя при этом искажения геометрической формы, дефекты поверхности (риски, задиры), обеспечивают необходимую шероховатость. Другую деталь сопряжения заменяют новой, необходимого ремонтного размера. В коленчатом валу в ремонтные размеры восстанавливают коренные и шатунные шейки, а для восстановления посадки используют вкладыши ремонтных размеров. Ремонтный размер шейки вала определяют по следующей формуле:

$$D_p = D_n - 2 \cdot U - Z_{\min}, \quad (1)$$

где D_n — номинальный диаметр новой шейки вала, мм;
 U — величина максимального износа на сторону, мм;
 Z_{\min} — минимальный припуск на обработку (на диаметр), мм.

Однако на практике детали изнашиваются неравномерно, поэтому определить их максимальный износ на сторону без специального приспособления или инструмента невозможно. Для определения износа на сторону коренных шеек коленчатого вала потребовалось бы использовать приспособление с центрами, а для шатунных шеек — с центросместителями.

Поэтому при контроле износа коленчатого вала определяют максимальный износ на диаметр U_{\max} . Для этого универсальным измерительным инструментом (для шеек коленчатого вала — микрометром) измеряют диаметр в максимально изношенных местах (D_{\min}), а затем, зная их номинальное значение, вычисляют износ U_{\max} :

$$U_{\max} = D_n - D_{\min}, \quad (2)$$

где D_n , D_{\min} — номинальный и минимальный диаметр измеряемой шейки вала соответственно, мм

Соотношение износа на сторону U и максимального износа на диаметр U_{\max} можно выразить через коэффициент неравномерности износа:

$$\beta = \frac{U}{U_{\max}} \quad (3)$$

При равномерном износе $U=0,5U_{\max}$, тогда $\beta=0,5$; при одностороннем износе $U=U_{\max}$, а $\beta=1$. Таким образом, $\beta=0,5 \dots 1,0$. Для шеек коленчатого вала величина неравномерности износа принимается $\beta=0,6$. С учетом соотношения (3) формула (1) принимает вид:

$$D_p = D_n - 2 \cdot U_{\max} \cdot \beta - Z_{\min} \quad (4)$$

Определенный таким образом ремонтный размер округляют до ближайшего меньшего (т.е. в сторону увеличения припуска) стандартного ремонтного размера. Если для разных шеек коленчатого вала по расчетам получатся различные ремонтные размеры, то необходимо принять единый размер по наименьшему из них.

Восстановление размеров шеек коленчатых валов.

Коренные и шатунные шейки шлифуют на круглошлифовальном станке, уменьшая диаметр на 0,25 мм так, чтобы получить в зависимости от степени износа, диаметры, соответствующие значениям, приведенным в таблице 1 приложения, а радиусы галтелей шеек должны находиться в следующих пределах: для коренных шеек — 2,8 – 3 мм; для шатунных шеек — 2,7 – 3 мм.

После шлифования и последующей доводки шеек коленчатый вал промывается для удаления остатков абразива. Каналы для смазки с удаленными заглушками несколько раз промываются бензином под давлением. На первой щеке коленчатого вала маркируется величина уменьшения коренных и шатунных шеек (например, А 0,25; Ш 0,5).

Овальность и конусность коренных и шатунных шеек после шлифования должны быть не более 0,007 мм.

Разработку режимов резания при шлифовании начинают с установления характеристики инструмента. Инструмент выбирают по данным, приведенным в приложениях В – Р.

Окончательная характеристика абразивного инструмента выявляется в процессе пробной эксплуатации с учетом конкретных технологических условий.

Основные параметры резания при шлифовании:

- скорость вращательного или поступательного движения заготовки V_3 , м/мин;
 - глубина шлифования t , мм – слой металла, снимаемый периферией или торцом круга в результате поперечной подачи на каждый ход или двойной ход при круглом или плоском шлифовании и в результате радиальной подачи S_p при врезном шлифовании;
 - продольная подача S – перемещение шлифовального круга в направлении его оси в миллиметрах на один оборот заготовки при круглом шлифовании или в миллиметрах на каждый ход стола при плоском шлифовании периферией круга (приложение С).
- эффективная мощность, кВт, определяется по следующим формулам:

а) при шлифовании периферией круга с продольной подачей

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q, \quad (5)$$

б) при врезном шлифовании периферией круга

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot s_p^x \cdot d^q \cdot b^z, \quad (6)$$

где d – диаметр шлифования, мм

b – ширина шлифования, мм, равная длине шлифуемого участка заготовки при круглом врезном шлифовании и поперечному размеру поверхности заготовки при шлифовании торцом круга.

Значения коэффициента C_N и показателей степени в формулах приведены в приложении Т.

ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, МАТЕРИАЛЫ

В лабораторной работе используют:

- 1) микрометр рычажный МР-50 (ГОСТ 4381 -75);
- 2) штангенциркуль ШЦ-I-160-0,1 (ГОСТ 166-80);
- 3) коленчатый вал двигателя ВАЗ 2101 с признаками износа.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить конструктивные элементы коленчатого вала, технологические требования к ним, характер воспринимаемых нагрузок, агрессивность среды, вид и характер дефектов, способы и средства дефектации, методы устранения дефектов.

2. Произвести осмотр коленчатого вала. Установить наличие, места расположения и характер отколов, рисков, задиров, выработки и других видимых дефектов. Проверить состояние фасок центровых отверстий. Результат осмотра записать в отчёт.

3. Определить диаметры коренных шеек микрометром. Измерения каждой шейки вести в поясах I—I и II—II и двух взаимно перпендикулярных плоскостях А—А и Б—Б (рисунок 2). Плоскость А—А для всех коренных шеек берется в плоскости кривошипа первой шатунной шейки.

4. Определить величину максимального износа для каждой шейки U_{max} по формуле (2). При этом в качестве диаметра D_{min} принять наименьший из замеренных для данной шейки диаметров.

5. Определить овальность и конусообразность каждой шейки:

$$\Delta_{ов} = |D_{A-A} - D_{B-B}| \quad (7)$$

$$\Delta_{кон} = |D_{I-I} - D_{II-II}| \quad (8)$$

Для каждой шейки получить по два значения конусообразности и овальности.

6. Определить величину одностороннего износа $U=U_{max} \cdot \beta$, приняв $\beta=0,6$. Определить величину ремонтного размера по формуле (4), приняв значение припуска на шлифование $Z=0,05$ мм. Расчет ремонтного размера вести по шейке, имеющей наибольший износ. Принять ближайший меньший регламентированный ремонтный размер $D_{прин.}$

7. Повторить п. 3 - 6 для шатунных шеек коленчатого вала. Результаты занести в таблицу отчёта.

8. В случае возможности восстановления коленчатого вала по таблицам приложения произвести выбор шлифовального станка, режущего инструмента, назначить режимы резания и рассчитать мощность резания при обработке коренных и шатунных шеек вала.

9. Сделать выводы о проделанной работе.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе оформляется на листах формата А4 и должен содержать:

- 1) название, цель работы и необходимое оборудование;
- 2) эскиз коленчатого вала с указанием точек замера основных геометрических параметров;
- 3) результаты измерений и расчётов ремонтных размеров;
- 4) выводы о возможности восстановления измеренного коленчатого вала;
- 5) выбранное оборудование, инструмент и режимы резания, необходимые для восстановления коленчатого вала;
- 6) выводы о проделанной работе.

Результаты измерений и расчетов заносят в соответствующую таблицу (см. приложение Б).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные конструктивные элементы коленчатого вала и возможные его дефекты.
2. Какие параметры характеризуют состояние шеек коленчатого вала?
3. Как проверить коленчатый вал на биение шеек?
4. Как определить значение ремонтного размера для шеек коленчатого вала?
5. Как восстанавливают дефектованные коленчатые валы?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Шадричев В. А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей. - Л.: Машиностроение, 1976,- 560 с.
2. Ландо С.Я. Восстановление автомобильных деталей. - М.: Транспорт, 1987. - 260 с.
3. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: /Пособие по курсовому и дипломному проектированию/ Б.Н. Суханов, И.О. Борчих, Ю.Ф. Бедарев - М.: Транспорт, 1985. - 224 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Суслова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова – 5-е изд. – М.: «Машиностроение», 2001. – 944 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А – Номинальные и ремонтные размеры коленчатого вала двигателя автомобиля ВАЗ 2101

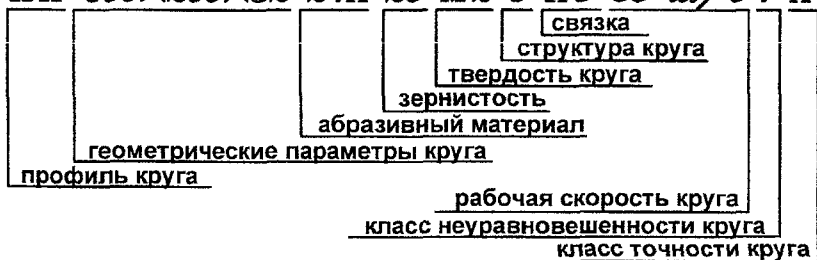
Шейка	Номинальный размер, мм	Ремонтный размер, мм			
		I	II	III	IV
коренная	50,775 _{-0,013}	50,525 _{-0,013}	50,275 _{-0,013}	50,025 _{-0,013}	49,775 _{-0,011}
шатунная	47,814 _{-0,011}	47,564 _{-0,011}	47,314 _{-0,011}	47,064 _{-0,011}	46,814 _{-0,011}

Приложение Б – Сводная таблица результатов измерений коленчатого вала и расчетов

шейка	сечение	$D_{изм},$ мм	$U_{max},$ мм	$\Delta_{ов},$ мм	$\Delta_{кон},$ мм	$D_p,$ мм	$D_{прин},$ мм	
коренные	1	I – А						
		I – Б						
		II – Б						
		II – А						
						
	5	I – А						
		I – Б						
		II – Б						
II – А								
шатунные	1	I – А						
		I – Б						
		II – Б						
		II – А						
						
	4	I – А						
		I – Б						
		II – Б						
II – А								

Приложение В – Пример маркировки шлифовального круга

ПП 600×200×32 24А 20 М2 6 К5 35 м/с 1 А

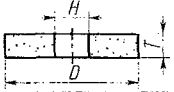
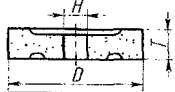
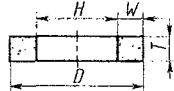
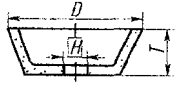
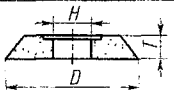

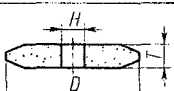
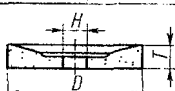
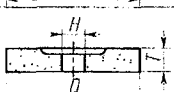

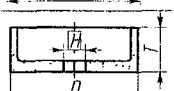
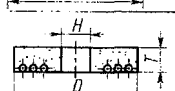
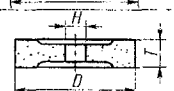


Приложение Г – Круглошлифовальные станки

Параметры, мм	3М150	3М153	3Т153Е	3У12В	3М163В
1	2	3	4	5	6
Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:					
диаметр	100	140	140	200	280
длина	360	500	500	500	1400
Наибольший диаметр шлифования:					
наружного					
внутреннего	10-45	50	50	60	60
Наибольшая длина шлифования:					
наружного	—	—	—	20-50	—
внутреннего					
Высота центров над столом	340	450	500	450	1400
Наибольшее продольное перемещение стола	—	—	—	40	—
Угол поворота стола, °:	75	90	90	125	160
по часовой стрелке	400	500	500	500	1400
против часовой стрелки					
Скорость автоматического перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	6	6	6	8,5	3
Частота вращения шпинделя заготовки с бесступенчатым регулированием, мин ⁻¹	7	7	7	8,5	7
Кonus Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	0,02-4	0,02-5	—	0,03-5	0,05-5
Наибольшие размеры шлифовального круга:					
наружный диаметр					
высота					
Перемещение шлифовальной бабки:					
наибольшее	400	500	500	400	750
на одно деление лимба	40	63	63	40	200
за один оборот толчковой рукоятки	80	100	90	100	290
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, мин ⁻¹ при шлифовании:	0,002	0,0025	0,005	0,002	0,005
Наружном	0,0005	0,001	0,001	0,0005	0,001
внутреннем	2350;1670	1900	1900	2390;2000;	1260
Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин	—	—	—	1670	—
Дискретность программируемого перемещения (цифровой индикации) шлифовальной бабки	0,05-5	0,05-5	0,1-10	0,025-15	0,1-4,5
Мощность эл. двигателя привода главного движения, кВт	0,001	—	—	—	—
Габаритные размеры					
длина	2500	2700	4455	3600	5026
ширина	2220	2540	2700	2260	2930
высота	1920	1950	2000	2040	2170
Масса, кг	2600	4000	4000	4200	9220

* Со ступенчатым регулированием

Приложение Д – Типы шлифовальных кругов общего применения

Тип круга**	Форма круга*	Тип круга**	Форма круга*
ПП (1) – прямого профиля		ПВДС (10) – с двусторонней выточкой и ступицей	
К (2) – кольцевые		ЧК (11) – чашечный конический	
ЗП (3) – с коническим профилем		1Т (14) – тарельчатый	
2П (4) – с двусторонним коническим профилем		ПВК (23) – с конической выточкой	
ПВ (5) – с выточкой		ПВДК (26) – с двусторонней конической выточкой	
ЧЦ (6) – чашечный цилиндрический		ПН (36) – с запрессованными крепежными элементами	
ПВД (7) – с двусторонней выточкой			

* Размеры кругов см. приложение Ж

** В скобках даны обозначения, которые применяются с 01.01.90 г.

Приложение Е – Области применения шлифовальных кругов

Тип круга	Область применения
1	2
ПП (1) – прямого профиля	Универсальное применение. Наиболее распространенные случаи применения в зависимости от диаметра круга, мм: до 150 – внутреннее шлифование; 150 - 500 – заточка инструментов; 250 - 1100 – круглое наружное шлифование; 250 - 600 – бесцентровое шлифование; 25 - 400 – плоское шлифование периферией круга; 150 - 600 – ручное обдирочное шлифование; 100 - 500 – резьбошлифование.
ПВ (5), ПВК (23), ПВД (7), ПВДК (26) – круги с выточками	Универсальное применение. Назначение выточек: лучший доступ круга при подходе его к обрабатываемой детали; возможность одновременно шлифовать цилиндрические и торцовые поверхности («в упор»); уменьшение площади соприкосновения торцовой поверхности круга с обрабатываемой поверхностью при обработке буртов, фланцев (формы 23, 26).
К (2) – кольцевые круги	Для плоского шлифования торцом круга. Крепление кругов на планшайбе при помощи цементирующих веществ.
ЧЦ (6) – чашечные цилиндрические круги	Для заточки и доводки режущего инструмента, внутреннего и плоского шлифования (например, шлифования направляющих станин и корпусных деталей).
ЧК (11) – чашечные конические круги	Для заточки и доводки инструментов, плоского шлифования в случае, когда затруднена обработка кругами других форм.
Т – тарельчатые круги	Для заточки и доводки многолезвийного режущего инструмента, зубошлифования.

Приложение Ж – Основные размеры (мм) шлифовальных кругов по ГОСТ 2424-83 (в ред. 1990 г.)

Тип круга	Диаметр D	Высота T	Отверстие H
ПП (1)	3 – 25	1 – 40	1 – 10
	32 – 150	2,5 – 100	6 – 51
	175 – 350	3,2 – 200	32 – 203
	400 – 1060	4 – 250	127 – 305
2П (4)	250 – 500	10 – 32	76 – 203
3П (3)	63 – 500	6 – 50	10 – 203
ПВ (5)	10 – 600	13 – 80	3 – 127
ПВК (23)	300 – 750	50 – 80	127 – 305
ПВД (7)	100 – 900	25 – 250	32 – 305
ЧЦ (6)	40 – 300	25 – 100	13 – 150
ЧК (11)	50 – 300	25 – 150	13 – 150
К (2)	200 – 600	80, 150	76 – 480
Т (12, 14)	80 – 350	8 – 40	13 – 127
ПН (36)	400 – 600	50 – 75	160 – 305
ПВДС (10)	150 – 300	8 – 20	32 – 127
ПВК (26)	750	80	305

Приложение И – Шлифовальные материалы и области их применения

Шлифовальный материал	Область применения
1	2
Нормальный электрокорунд: 13А 14А 15А	для абразивного инструмента на органической связке для абразивного инструмента на керамической и органической связках, шлифовальной шкурки, для обработки свободным зерном для абразивного инструмента на керамической связке, в том числе прецизионного классов АА, А, шлифовальной шкурки
Белый электрокорунд: 23А, 24А 25А	для абразивного инструмента, шлифовальной шкурки, обработки свободным зерном для абразивного инструмента на керамической связке, в том числе прецизионного инструмента классов АА, А
Хромистый электрокорунд: 33А 34А	для абразивного инструмента на керамической связке, шлифовальной шкурки, обработки свободным зерном для абразивного инструмента на керамической связке, шлифовальной шкурки, прецизионного инструмента классов АА, А
Титанистый электрокорунд: 37А	для инструментов на керамической связке для обработки сталей
Циркониевый электрокорунд: 38А	инструменты для обдирочного шлифования
Сферокорунд ЭС	для инструментов на различных связках, предназначенных для обработки мягких и вязких материалов: цветных металлов, резины, пластмассы, кожи и др.
Корунд 92Е	изготавливают инструменты и микропорошки для полирования деталей из стекла и сталей

1	2
Монокорунд: 43А, 44А 45А	для абразивного инструмента на керамической связке, шлифовальной шкурки и др. для абразивного прецизионного инструмента на керамической связке, шлифовальной шкурки
Черный карбид кремния: 53С, 54С, 55С	для абразивного инструмента, шлифовальной шкурки, обработки свободным зерном
Зеленый карбид кремния: 63С, 64С	для абразивного инструмента, шлифовальной шкурки, обработки свободным зерном
Кубический нитрид бора (эльбор): ЛО, ЛП ЛВМ, ЛГМ	для абразивного инструмента на органической, керамической и металлокерамической связках, шлифовальной шкурки, абразивных паст для микрошлифпорошков с высоким и повышенным содержанием основной фракции для абразивных паст
Природный алмаз: АМ	для доводки и полирования деталей машин и приборов из закаленных сталей, сплавов, керамики, стекла, полупроводниковых и др. материалов
Синтетический алмаз: АС2, АС4 АРВ1	для инструментов на органических связках, применяемых на чистовых и доводочных операциях при обработке твердого сплава для инструментов на металлических связках, применяемых для черного хонингования чугунов, резки и шлифования стеклопластиков и др. неметаллических материалов

Приложение К – Рекомендации по выбору зернистости шлифовального круга

Характеристику конкретной совокупности абразивных зерен, выраженную размерами зерен основной фракции называют *зернистостью*.

Шлифовальные материалы из искусственных и природных абразивных материалов делят на группы в зависимости от размера зерен. ГОСТ 3647-80 устанавливает четыре группы шлифовальных материалов: шлифзерно (2000 – 160 мкм); шлифпорошки (125 – 40 мкм); микрошлифпорошки (63 – 14 мкм); тонкие микрошлифпорошки (10 – 3 мкм).

Минимальное содержание основной фракции шлифовальных материалов, %

Индекс	Зернистость				
	200 – 8	6 – 4	М63 – М28	М20 – М14	М10 – М5
В	—	—	60	60	55
П	55	55	50	50	45
Н	45	40	45	40	45
Д	41	—	43	39	39

Пример обозначения шлифзерна зернистостью 40 с разным содержанием основной фракции с индексами П, Н, Д следующий: 40-П; 40-Н; 40-Д

Области применения абразивных инструментов различной зернистости

Зернистость инструментов абразивных		Область применения
—	алмазных	
M40 – M5	1/0 40/28 – 5/3	Для доводки особо точных деталей Окончательная доводка деталей с точностью 3 ... 5 мкм и менее и шероховатостью $Ra=0,16 \dots 0,02$ мкм. Суперфиниширование, окончательное хонингование. Резьбошлифование с мелким шагом.
8; 6	63/50 – 50/40	Чистовое и тонкое шлифование деталей из твердых сплавов, металлов, стекла и других неметаллических материалов. Доводка режущего инструмента. Резьбошлифование с мелким шагом резьбы. Чистовое хонингование.
12; 10	125/100 – 80/63	Отделочное шлифование деталей с шероховатостью $Ra=0,63 \dots 0,16$ мкм. Чистовое алмазное шлифование, заточка режущих инструментов. Предварительное хонингование.
25; 20; 16	200/160 – 125/100	Чистовое шлифование деталей, заточка режущих инструментов. Предварительное алмазное шлифование, профильное шлифование с шероховатостью $Ra=1,25 \dots 0,16$ мкм. Шлифование хрупких материалов.
40; 32	315/250 – 250/200	Предварительное и чистовое шлифование деталей с шероховатостью поверхности $Ra=2,5 \dots 0,32$ мкм. Заточка режущих инструментов.
50; 63	—	Предварительное круглое наружное, внутреннее, бесцентровое и плоское шлифование с шероховатостью поверхности $Ra=2,5 \dots 0,63$ мкм. Отделка металлов и неметаллических материалов. Шлифование вязких материалов. Заточка крупных и средних резцов. Отрезка. Правка инструмента.
125; 100; 80	—	Правка шлифовальных кругов. Ручное обдирочное шлифование заготовок после литья,ковки, штамповки, прокатки и сварки.

Приложение Л – Выбор твердости шлифовального круга

Шкала степеней твердости

BM1; BM2	весьма мягкий
M1; M2; M3	мягкий
CM1; CM2	среднемягкий
C1; C2	средний
CT1; CT2; CT3	среднетвердый
T1; T2	твердый
BT	весьма твердый
CT	чрезвычайно твердый

Примечание: цифры 1, 2 и 3 характеризуют возрастание твердости абразивного инструмента внутри степени.

Области применения инструментов различной твердости

Мягкие и среднемягкие круги M2 – CM2	для плоского шлифования торцом круга (на бакелитовой связке), периферией круга (на керамической связке), для шлифования заготовок и заточки инструментов из твердых сплавов, минералокерамики и закаленных углеродистых и легированных сталей, для шлифования цветных металлов и сплавов
Среднемягкие и мягкие круги CM2 – C2	для чистового (круглого, бесцентрового, внутреннего, плоского периферией круга) шлифования заготовок из закаленных сталей; для шлифования резьб с крупным шагом
Средние и среднетвердые круги C2 – CT2	для шлифования (круглого, бесцентрового, профильного, резьбошлифования) заготовок из незакаленных углеродистых и легированных сталей и сплавов чугуна и других вязких металлов и материалов; для плоского шлифования сегментами, хонингования брусками
Среднетвердые и твердые круги CT2 – T2	для обдирочного и предварительного шлифования; для шлифования профильных и прерывистых поверхностей заготовок малого диаметра; для снятия заусенцев, бесцентрового шлифования, хонингования закаленных сталей
Весьма твердые и чрезвычайно твердые круги BT – CT	для правки шлифовальных кругов методом обкатки и шлифования; шлифования деталей приборов с малым съемом материала (часовые механизмы); шлифования шариков для подшипников

Приложение М – Структура абразивного инструмента и относительная концентрация шлифовального материала

Соотношение объемов шлифовального материала, связки и пор в абразивном инструменте определяет структуру инструмента. Принято обозначать структуру номерами.

Области применения абразивных инструментов с разными номерами структур

Номер структуры	Объемное содержание шлифовального материала, %	Область применения
1	2	3
1 – 3	60 – 56	Шлифование деталей с малым съемом материала кругами на бакелитовой и керамической связках.
3, 4	56, 54	Отрезка. Шлифование с большими подачами и переменной нагрузкой. Профильное шлифование. Шлифование хрупких и твердых материалов.
5, 6	52, 50	Круглое наружное, бесцентровое, плоское периферией круга, шлифование металлов с высоким сопротивлением разрыву.
7, 8	48, 46	Шлифование вязких металлов с низким сопротивлением разрыву. Внутреннее шлифование, заточка инструментов, плоское шлифование торцом круга.
9 – 12	44 – 38	Скоростное шлифование. Профильное шлифование мелкозернистыми кругами. Шлифование резьбы. Шлифование с уменьшенным тепловыделением в зоне резания.
14 – 16	34 – 30	Шлифование неметаллических материалов, металлов с низкой теплопроводностью (устранение прижогов и трещин).

Приложение Н – Связка абразивных инструментов

Вещество или совокупность веществ, применяемых для закрепления зерен шлифовального материала и наполнителя в абразивном инструменте, называют связкой.

Области применения связок абразивных инструментов

Связка (обозначение связки)	Область применения
1	2
Керамические связки (К1, К2, К3, К4, К5, К6, К8, К10)	Для всех основных видов шлифования, кроме прорезки узких пазов, обдирочных работ на подвесных станках; К2, К3 – для инструмента из карбида кремния; К2 – для мелкозернистого инструмента; К1, К5, К8 – для инструмента из электрокорунда.
Бакелитовые связки (Б, Б1, Б2, Б3, Б4, БУ, Б156, БП2)	Круги с упрочненными элементами для шлифования при скоростях круга 65, 80 и 100 м/с; круги для скоростного обдирочного шлифования, обдирочного шлифования на подвесных станках и вручную, плоского шлифования торцом круга; отрезки и прорезки пазов; заточки режущих инструментов; для шлифования прерывистых поверхностей; мелкозернистые круги для отделочного шлифования; алмазные и эльборовые круги; бруски хонинговальные; сегменты шлифовальные, в том числе для работы со скоростью резания 80 м/с.
Вулканитовые и прочие связки (В, В1, В2, В3, В5, Гф, Пф, Э5, Э6)	Ведущие круги для бесцентрового шлифования; гибкие круги для полирования и отделочного шлифования на связке В5. Круги для отрезки, прорезки и шлифования пазов; круги для некоторых чистовых операций профильного шлифования (сферошлифование и др.); шлифовальные круги на вулканитовой связке В3, изготовленные методом прессования; гибкие плиты на связке В5; полировальные высокопористые круги на связке Пф; круги на магниевой связке; тонкозернистые круги на глифталевой связке и с графитовым наполнителем для окончательного полирования.
Металлические связки	Алмазные круги повышенной износостойкости для обработки твердых сплавов, а также круги для электрохимической абразивной обработки.
Металлические связки повышенной производительности МВ1, ПМ1	Для глубинного шлифования, чистового шлифования, заточки твердосплавного инструмента и деталей из твердых сплавов.
Металлические связки повышенной стойкости М1, МК, М15	Для профильного и чистового шлифования деталей и заточки инструмента из твердого сплава.
Керамическая связка К1	Для шлифования и заточки инструментов при обработке твердого сплава совместно со стальной державкой или корпусом.

Приложение П – Классы неуравновешенности шлифовальных кругов

Состояние шлифовального круга, характеризующееся таким распределением масс, которое во время вращения вызывает переменные нагрузки на опорах шпинделя станка и его изгиб, называют неуравновешенностью круга. В зависимости от допустимых неуравновешенных масс для шлифовальных кругов на керамической, бакелитовой, вулканитовой и специальных органических связках установлено четыре класса неуравновешенности шлифовальных кругов, обозначаемых цифрами 1, 2, 3 и 4. Допустимые неуравновешенные массы должны соответствовать значениям, приведенным в ГОСТ 3060-86.

Приложение Р – Классы точности абразивных инструментов

В зависимости от величин, характеризующих абразивный инструмент в нормативно-технической документации по предельным отклонениям размеров, формы и расположения, устанавливают классы точности абразивного инструмента.

Шлифовальные круги изготовляют трех классов точности: АА; А; Б.

Для кругов класса точности Б используют шлифовальные материалы со всеми индексами, характеризующими содержание основной фракции: В, П, Н и Д; для кругов класса точности А – только с индексами В, П, Н; для кругов класса точности АА – только с индексами В, П, т.е. с высоким и повышенным (до 55% при зернистости 200 – 4) содержанием основной фракции.

Величины предельных отклонений зависят от номинальных размеров инструментов по наружному диаметру D, высоте T, диаметру посадочного отверстия H.

Приложение С – Параметры резания при круглом наружном шлифовании

Обрабатываемый материал	Характеристика процесса шлифования	Скорость круга V_k , м/с	Скорость заготовки V_s , м/мин	Глубина шлифования f , мм	Продольная подача S	Радиальная подача S_r , мм/об
Конструкционные металлы и инструментальные стали	С продольной подачей на каждый ход: предварительное окончательное	30 – 35	12 – 25	0,01-0,025	(0,3 – 0,7)В	—
			15 – 55	0,005-0,015	(0,2 – 0,4)В	
	20 – 30		0,015-0,05	(0,3 – 0,7)В		
Твердые сплавы	С продольной подачей: предварительное окончательное	20 – 30 30 – 35	30 – 50	—	—	0,0025 – 0,075
			20 – 40	—	—	0,001 – 0,005
Твердые сплавы	С продольной подачей: предварительное окончательное	20 – 30 30 – 35	10 – 20	0,0075 – 0,01	0,5-0,8 м/мин	—
			20 – 30	0,01	0,3-0,5 м/мин	

Примечания: 1. В – толщина круга, мм

2. Для расчета мощности при круглом шлифовании, если значение продольной подачи приведено в м/мин, вычисляют продольную подачу в мм/об заготовки по формуле

$s(\text{мм/об}) = s(\text{м/мин}) \cdot \pi \cdot d / 1000V_s$, где d – диаметр заготовки, мм; V_s – окружная скорость заготовки, м/мин

Приложение Т – Значения коэффициента и показателей степени в формулах мощности при круглом наружном шлифовании

Шлифование	Обрабатываемый материал	Шлифовальный круг		Коэффициент и показатели степени					
		Зернистость	Твердость	C_N	r	x	y	q	z
с поперечной подачей на двойной ход	СЗН, Ч	50 – 40	СМ1 – СМ2	1,3	0,75	0,85	0,7		
с поперечной подачей на каждый ход		50	СМ2	2,2	0,5	0,5	0,55	–	–
		40	СМ1 – С1	2,65	0,5	0,5	0,55		
врезное		50	С1	0,14	0,8	0,8	–	0,2	1,0

Примечание: СЗН – сталь закаленная и незакаленная, Ч – чугун

Учебное издание

СОСТАВИТЕЛИ:

Драган Александр Вячеславович
Саливончик Юрий Николаевич

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА И РАСЧЁТ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ ДЛЯ ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Методические указания к лабораторной работе по курсу
«Технология производства и ремонта автомобилей»
для студентов специальности
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Ответственный за выпуск: Саливончик Ю. Н.
Редактор: Строкач Т. В.
Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 24.01.2008 г. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка».
Усл. п. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,25. Заказ № **106**. Тираж **100** экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017 г. Брест, ул. Московская, 267.