

## ВВЕДЕНИЕ

Коленчатые валы являются наиболее нагруженными деталями автотракторных двигателей. На них действуют циклические силы от давления сгорания топлива, инерционные силы, силы от крутильных колебаний. Техническое состояние коленчатого вала определяет работоспособность двигателя. Необходимость восстановления коленчатого вала практически всегда связана с полной разборкой двигателя и значительным простоем машины в целом.

Основные дефекты коленчатого вала: изгиб вала, износ наружной поверхности фланца, биение торцевой поверхности фланца, износ маслосгонных канавок, износ отверстия под подшипник первичного вала коробки передач, износ отверстий под болты крепления маховичка, износ коренных или шатунных шеек, износ шейки под шестерню и ступицу шкива, износ шпоночной канавки по ширине и др.

Коленчатые валы бывают стальные и литые чугунные, цельные и составные. Материалом для изготовления стальных коленчатых валов являются стали 45, 45Х, 45Г2, 50Г, а для тяжело нагруженных коленчатых валов дизелей – 40ХНМА, 18ХНВА и др. Чугунные коленчатые валы изготавливают литьем из специального высокопрочного чугуна, модифицированного магнием. Поверхности шеек обычно упрочняют поверхностной закалкой токами высокой частоты (ТВЧ) на глубину 2...3 мм или поверхность шеек насыщают азотом. Твердость поверхности находится в пределах 52...62 HRC.

Допустимые отклонения на овальность и конусность, например, для автомобильных двигателей, лежат в пределах 0,010...0,005 мм, а непараллельность осей коренных и шатунных осей коренных и шатунных шеек – не более 0,01 на всей длине каждой шатунной шейки. Допуски на радиусы кривошипов составляют 0,05...0,15 мм. Чрезмерные отклонения радиусов кривошипов и угловых развала приводят к неравномерности степени сжатия в различных цилиндрах и к сдвигу фаз распределения, что отрицательно отражается на работе двигателей.

**Цель работы:** освоить технологию восстановления коленчатого вала методом ремонтных размеров.

**Задачи лабораторной работы:**

- изучить технические условия на восстановление валов, применяемые мерительный и абразивные инструменты, режимы шлифовки;

- ознакомиться с оборудованием для шлифовки коленчатых валов, органами управления станком;
- освоить порядок настройки станка на шлифование коренных и шатунных шеек коленчатого вала.

**Оборудование и инструмент:**

- круглошлифовальный станок модели 3А423;
- стенд для статической балансировки шлифовальных кругов;
- приспособление для полирования шеек;
- лонеты;
- приспособления для правки рабочей поверхности шлифовального круга;
- приспособление для предварительной установки коленчатого вала в вертикальной плоскости (призма);
- штангенрейсмас;
- стойка с индикаторной головкой;
- микрометр;
- ключи рожковые и специальные.

## **1. СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ**

Коленчатые валы восстанавливаются следующими способами:

1. Шлифованием коренных и шатунных шеек на ремонтные размеры. Шейки коленчатых валов шлифуют на круглошлифовальных станках 3А423 и др., оснащенных необходимым набором приспособлений. После шлифования шейки с целью уменьшения шероховатости и повышения усталостной прочности подвергаются полированию или суперфинишированию.

2. Нанесением металла на изношенные поверхности наплавкой, напеканием порошков, приваркой ленты, напылением и другими методами.

Посадочные места носка вала под распределительную шестерню и шкивы восстанавливают теми же методами с последующей обработкой на номинальный размер.

Шпоночные канавки восстанавливают обработкой на увеличенный размер по ширине.

Отверстия во фланце коленчатого вала под болты крепления маховика рассверливают на увеличенный ремонтный размер по кондуктору или совместно с маховиком и нарезают резьбу большего размера.

Изгиб валов дизельных двигателей величиной не более 0,2 мм, бензиновых двигателей грузовых автомобилей не более 0,1 мм и легковых автомобилей 0,05 мм устраняется при шлифовании шеек на ремонтный

размер. При более высоких значениях изгиба производят правку коленчатого вала наклепом в зоне галтелей.

После восстановления коленчатые валы проверяют на наличие трещин с помощью магнитных или ультразвуковых дефектоскопов и подвергают динамической балансировке на специальных машинах (типа БМУ-4).

## **2. АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВАНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ**

Для шлифования применяют специальные круги (табл. 1) диаметром от 900 до 600 мм из электрокорунда или карбида кремния (Э, ЭВ, КЗ) зернистостью 30...60 мкм на керамической связке твердостью С1, С2, СМ1, СМ2.

Твердость шлифовального круга характеризует способность связки удерживать абразивные зерна от их вырывания под воздействием обрабатываемого материала. Твердость круга тесно связана с самозатачиваемостью – способностью абразивного круга восстанавливать свою режущую способность за счет разрушения или удаления затупившихся зерен. Круги в процессе работы интенсивно самозатачиваются за счет раскалывания режущих зерен и частичного выкрашивания их из связки. Это обеспечивает вступление в работу новых зерен, предотвращая тем самым появление прижогов и трещин в обрабатываемом материале. Чем меньше твердость круга, тем выше самозатачиваемость, но интенсивнее его износ.

Таблица 1. Маркировка шлифовальных кругов

Наименование	Обозначение по ГОСТ 19202–80	Обозначение по ГОСТ Р 52587–2006
Весьма мягкий	ВМ1, ВМ2	F, G
Мягкий	М1, М2, М3	H, I, J
<b>Среднемягкий</b>	<b>СМ1, СМ2</b>	<b>К, L</b>
<b>Средний</b>	<b>С1, С2</b>	<b>М, N</b>
Среднетвердый	СТ1, СТ2, СТ3	O, P, Q
Твердый	T1, T2	R, S
Весьма твердый	ВТ	T, U
Чрезвычайно твердый	ЧТ	V, W, X, Y, Z

Примечание. Выделенные круги рекомендованы для шлифования шеек коленчатых валов.

Шлифование шеек коленчатых валов производится на следующих режимах: окружная скорость круга – 25...35 м/с, частота вращения коленчатого вала при предварительном шлифовании – 28...32 мин<sup>-1</sup> и подача по глубине – 0,010...0,015 мм/об.

При чистовом шлифовании частота вращения вала составляет 8...15 мин<sup>-1</sup>, а подача – 0,003...0,005 мм/об.

Радиус галтелей должен быть не менее установленной величины для данного двигателя. Уменьшение радиуса галтелей значительно снижает усталостную прочность и может привести к поломке коленчатого вала. Овальность и конусность протшлифованных шеек не должны превышать 0,015 мм.

Во избежание появления прижогов и микротрещин на шлифуемую поверхность обильно подается охлаждающая жидкость. Обычно это 3...4%-ный раствор кальцинированной соды Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> или раствор специальной эмульсии (10 г эмульсола на 1 л воды).

### **3. СТАНОК ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МОДЕЛИ ЗА423**

Станок модели ЗА423 предназначен для шлифовки шатунных и коленчатых шеек коленчатых валов автомобильных и тракторных двигателей. На нем также можно производить обычное круглое шлифование деталей в центрах с размерами в пределах технических данных станка. Кроме того, можно шлифовать конические поверхности с уклоном до 3°. Шлифование возможно с автоматическим врезанием.

Основные технические данные станка ЗА423 приведены в табл. 2.

Таблица 2. **Техническая характеристика станка модели ЗА423**

№ п. п.	Параметр	Значение
1	2	3
1	Высота центров над столом, мм	300
2	Расстояние между центрами, мм (максимальное)	1600
3	Наибольший радиус кривошипа коленчатого вала, мм	110
4	Диаметр шлифуемой шейки в люнете, мм	30...100
5	Наибольшая длина шлифуемого вала, мм: в кулачковых патронах в центрах	1500 1600
6	Наибольшая масса шлифуемого вала, кг	130
7	Наибольший угол поворота стола, град	5

1	2	3
8	Наибольшее поперечное перемещение шлифовальной бабки, мм: ручное гидравлическое	210 50
9	Размеры шлифовального круга, мм: диаметр наибольший диаметр наименьший ширина круга	900 600 30...40
10	Частота вращения шлифовального круга, мин <sup>-1</sup> : при начальном диаметре шлифовального круга 900 мм при начальном диаметре шлифовального круга 790 мм	730 830
11	Частота вращения детали, мин <sup>-1</sup>	31, 62, 108, 216
12	Мощности электродвигателей, кВт: привода шлифовального круга привода изделия гидронасоса насоса охлаждения	7 0,7/1,2 1,7 0,125
13	Габаритные размеры, мм	4800×2100×1500

Общий вид станка с обозначением органов управления показан на рис. 1.

Станок 3А423 состоит из следующих основных узлов и систем: станина, шлифовальная бабка, передняя и задняя бабки, гидросистема, электрооборудование, пульт управления.

**Станина станка** литая, коробчатой формы. В ней имеются два резервуара – один для охлаждающей жидкости, а второй для масла гидросистемы и смазки.

По продольным направляющим передней части станины перемещается нижний стол, на котором расположен верхний стол, имеющий возможность поворачиваться в горизонтальной плоскости.

Поворот стола для устранения конусности при шлифовании цилиндрических поверхностей, а также для шлифования конусов производится с помощью винта 13, расположенного с правой стороны стола. Крепление верхнего стола в нужном положении производится двумя прижимами с правой и левой сторон.

В т-образном пазу нижнего стола крепятся переставные упоры реверса 16.

Продольное перемещение стола осуществляется двумя способами – ручным или гидравлическим. Ручное перемещение производится при помощи маховичка 3.

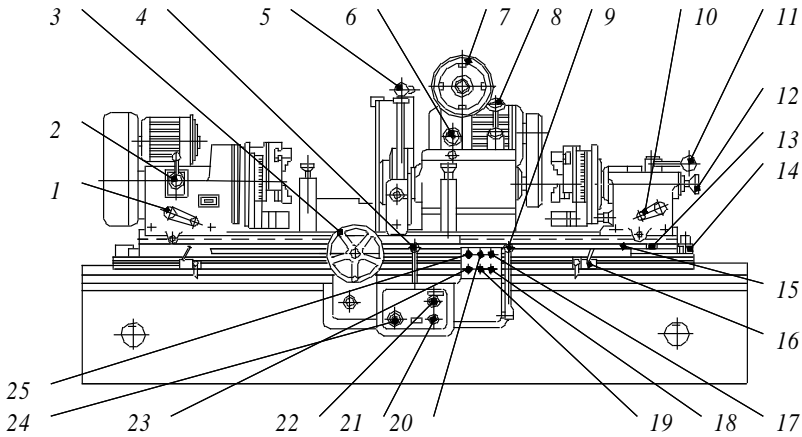


Рис. 1. Общий вид и органы управления станка 3А423: 1 – рукоятка фиксатора планшайбы передней бабки; 2 – рукоятка переключения числа оборотов двухскоростного двигателя; 3 – маховичок ручного перемещения стола; 4 – рукоятка гидравлического перемещения стола; 5 – рукоятка крана системы охлаждения; 6 – индикатор осевого перемещения шпинделя шлифовальной бабки; 7 – маховичок поперечной подачи шлифовального круга; 8 – маховичок осевого перемещения шпинделя шлифовальной бабки; 9 – рукоятка быстрого подвода и отвода шлифовальной бабки; 10 – рукоятка фиксатора планшайбы задней бабки; 11 – рукоятка отвода пиноли; 12 – маховичок поджима центра; 13 – винт поворота верхнего стола; 14 – индикаторное устройство поворота стола; 15 – механизм перемещения задней бабки по столу; 16 – упор реверса стола; 17 – кнопка «Изделие пуск – стоп»; 18 – выключатель освещения; 19 – электропереключатель «Автоматическая работа»; 20 – кнопка «Изделие – проворот»; 21 – рукоятка блокировки перемещения стола при врезном шлифовании; 22 – рукоятка регулирования подачи при врезном шлифовании; 23 – кнопка «Общий стоп»; 24 – рукоятка регулирования скорости гидравлического перемещения стола; 25 – кнопка «Включение шлифовального круга и гидронасоса»

Возможны две скорости перемещения стола. Для получения большей скорости необходимо передвинуть маховичок на себя в осевом направлении.

Для гидравлического перемещения столов служит гидроцилиндр, неподвижно закрепленный на нижнем столе.

На задней части станины крепится подкладная плита, по которой перемещается шлифовальная бабка.

На правой стороне тумбы смонтирована насосная установка гидросистемы станка.

**Шлифовальная бабка** предназначена для перемещения шлифовального круга в радиальном направлении и его вращения.

Частота вращения шлифовального круга 730 или 830 мин<sup>-1</sup> изменяется заменой шкива шпинделя в зависимости от начального диаметра шлифовального круга 900 или 790 мм соответственно.

Поперечная подача шлифовальной бабки осуществляется механизмами ручной и гидравлической подач.

Ручная поперечная подача производится вращением маховичка 3. Заодно с маховичком вращается лимб с делениями, по которым можно отсчитать величину подачи. Цена деления лимба равна 0,005 мм на диаметр шлифуемой детали.

Чтобы получить при шлифовании одинаковый размер шеек вала, подачу необходимо производить до упора. Для этой цели служит откидной упор (собачка) на корпусе передней панели механизма поперечной подачи и неподвижный упор на лимбе.

Механизм гидравлической подачи шлифовальной бабки состоит из цилиндра быстрого подвода и механизма врезания. Наибольшая величина врезания – 1,6 мм на диаметр детали.

В планшайбах передней и задней бабок имеются два отверстия для фиксации их в двух диаметрально противоположных положениях.

Стопореение планшайб при настройке на шлифование шатунных шеек осуществляется поворотом рукояток 1 и 10 механизма фиксации.

При шлифовании шатунных шеек коленчатого вала к планшайбам крепятся центросместители (рис. 2), которые состоят из корпуса 1 с направляющими, самоцентрирующего трехкулачкового патрона 2, балансирующих грузов 3.

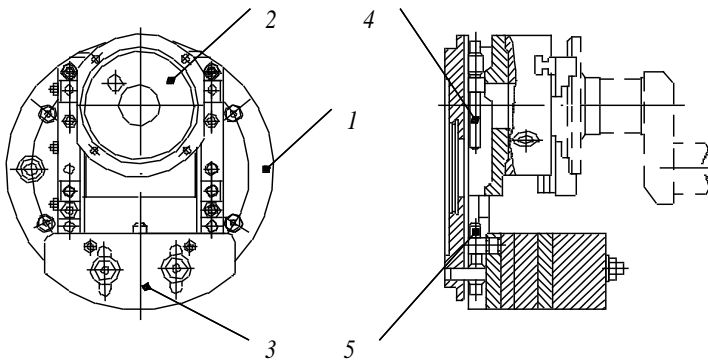


Рис. 2. Центросместитель к станку модели 3А423: 1 – корпус;  
2 – трехкулачковый патрон; 3 – балансирующие грузы;  
4, 5 – регулировочные винты

Положение трехлачковых патронов в зависимости от радиуса кривошипа шлифуемого вала регулируется винтами 4.

Балансировка коленчатого вала при установке на станок производится изменением веса и положения грузов. Грузы вдоль направляющих перемещаются винтами 5. При шлифовании в центрах центросместители снимаются.

**С помощью гидравлической системы станка** осуществляются следующие движения:

- продольное перемещение стола;
- быстрый подвод и отвод шлифовального круга;
- рабочая подача (врезание) шлифовального круга;
- блокировка ручного перемещения стола;
- блокировка рукоятки включения гидравлического перемещения стола;
- устранение люфта в зацеплении винта с гайкой перемещения стола.

### **Приспособления станка.**

**Люнеты.** В качестве дополнительных опор для крупногабаритных валов используются люнеты, устанавливаемые под шлифуемые шейки.

Люнеты (рис. 3) закрепляются на столе специальными установочными винтами 6 и гайками 5. Люнеты могут использоваться при шлифовании изделий диаметром от 30 до 100 мм.

Установка губок 1 и 2 люнетов на определенный размер производится с помощью винтов 3 и 4.

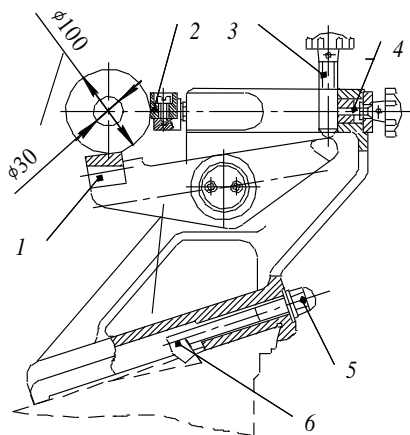


Рис. 3. Люнет: 1, 2 – губки; 3, 4 – регулировочные винты; 5 – гайка; 6 – установочный винт

**Правильные приборы.** Правка шлифовального круга, установленного на шлифовальной бабке, производится правильными приборами:

- для радиусной правки (рис. 4, *а*) – с целью получения необходимого радиуса галтели на круге и, соответственно, на шейках вала;

- для торцевой поверхности круга (рис. 4, *б*), позволяющей получить цилиндрическую форму шейки, ось которой должна быть параллельна оси коренных шеек вала;

- для правки боковой поверхности круга, позволяющей получить плоскопараллельные периферийные поверхности круга и качественный переход (галтель) от шейки вала к его щеке.

Приборы для правки шлифовального круга крепятся к столу специальными винтами с гайками. Правка шлифовального круга обычно проводится алмазным карандашом.

Продольная подача правильного прибора к шлифовальному кругу производится при помощи механизма ручного перемещения стола или гидравлически в положении «Правка».

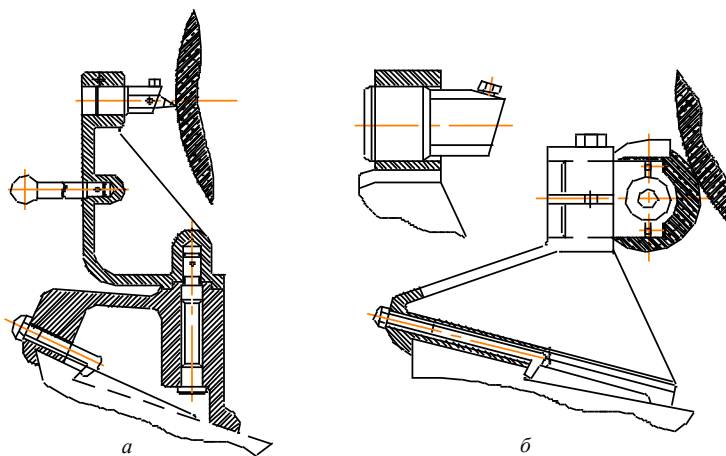


Рис. 4. Правильные приборы для правки шлифовального круга

Поперечная подача шлифовального круга на правильный прибор осуществляется механизмом поперечной подачи круга.

**Порядок установки коленчатого вала на станок для шлифования коренных шеек.**

Коренные шейки коленчатого вала шлифуют при установке его в центрах передней и задней бабок станка или в патронах.

При работе в центрах:

1. С передней и задней бабок снять центросместители.
2. Планшайбу передней бабки соединить с ведомой звездочкой цепной передачи двумя болтами.
3. В конические отверстия передней и задней бабок вставить упорные центры. Вращение коленчатому валу передается от передней бабки через специальный хомутик, связывающий планшайбу с коленчатым валом.
4. Коленчатый вал, после смазки фасок центровых отверстий консистентной смазкой, установить в центры путем отвода рукояткой пиноли задней бабки.
5. Против средней шейки установить люнет.

При шлифовании коренных шеек в патронах:

1. Установить центросместители в положение, при котором ось центров совпала бы с линией центров станка.
2. Установка производится первоначально по шкалам, имеющимся на корпусах центросместителей, а окончательно – по индикатору.

**Порядок установки коленчатого вала на станок для шлифования шатунных шеек.**

При шлифовании шатунных шеек на ремонтный размер на планшайбах передней и задней бабок станка устанавливают центросместители с трехкулачковыми патронами.

Коленчатый вал закрепляют в трехкулачковых патронах так, чтобы оси шпинделей передней и задней бабок проходили через ось шлифуемой шейки:

1. Патроны центросместителей передней и задней бабок установить в верхнее вертикальное положение и зафиксировать рукоятками стопора планшайб.
2. Предварительно, по линейке на направляющих корпуса центросместителей, установить патроны на радиус кривошипа шлифуемого вала. Для этого необходимо отпустить прижимные планки (по четыре гайки на каждом центросместителе) и, вращая винты 4 (см. рис. 2), сместить патроны в требуемое положение.
3. Коленчатый вал установить в патронах и свести кулачки.
4. Вал установить в трехкулачковые патроны в вертикальной плоскости так, чтобы подлежащая шлифованию шатунная шейка оказалась в нижнем положении, и слегка поджать кулачки, чтобы имела возможность его проворачивания.
5. На станину станка против шлифуемой шейки установить установочное приспособление с призмой для установки вала в вертикальное положение (рис. 5).

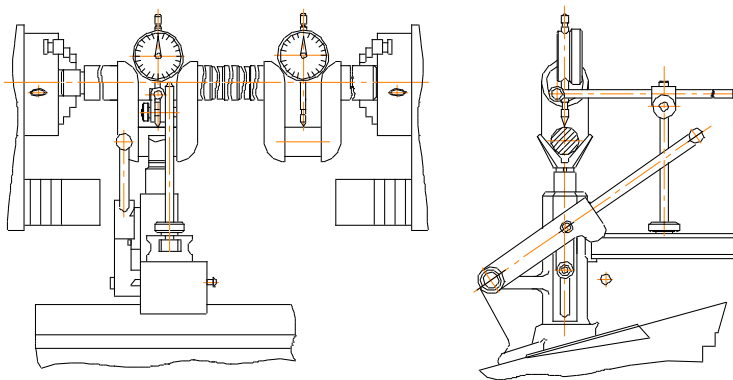


Рис. 5. Схема установки коленчатого вала

6. Оттянув фиксатор приспособления, покачиванием вала рукой и перемещением призмы вверх с помощью рукоятки добиться плотного прилегания поверхности шейки к губкам призмы. Этим достигается вертикальное положение шлифуемой шатунной шейки относительно коренной шейки. Зажать кулачки патронов центросместителей.

7. На площадку установочного приспособления установить штангенрейсмас (рис. 6) и уточнить радиус кривошипа. Для этого измерить расстояние от площадки до образующей левой коренной шейки в ее верхнем положении в зафиксированном положении планшайб, затем в нижнем положении, повернув планшайбы вместе с валом на  $180^\circ$ . Отнимая от большего значения меньшее и деля полученное значение пополам, получим истинное значение радиуса кривошипа в этой установке коленчатого вала на станке.

8. Повторить операции 5–7 с правой коренной шейкой.

9. Для точной установки шлифуемых шеек в горизонтальной плоскости вместо штангенрейсмаса на площадку установочной плиты установить стойку с индикаторной головкой, чтобы ее стержень был расположен вертикально и касался поверхности шейки с натягом  $2...3$  мм.

10. Передвигая винтом вверх или вниз центросместители с коленчатым валом относительно планшайб, скорректировать величину радиуса кривошипа и довести его до нормы по техническим условиям (прил. 1 и 2).

11. Для точной установки шлифуемых шеек в горизонтальной плоскости стойку с индикаторной головкой установить так, чтобы ее

стержень был расположен горизонтально и касался боковой поверхности шейки с нагибом 2...3 мм. При этом следует исключить возможность попадания стержня индикатора в отверстие масляного канала при проворачивании коленчатого вала.

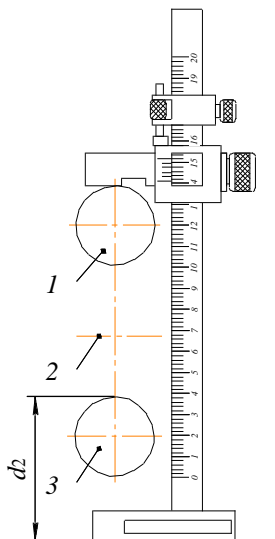


Рис. 6. Штангенрейсмас:  
1 – верхнее положение шейки;  
2 – ось вращения планшайбы;  
3 – нижнее положение шейки

12. Нуль большой шкалы индикатора подвести к стрелке, расфиксировать обе планшайбы, повернуть их на  $180^\circ$  и зафиксировать в этом положении. По большой шкале индикатора определить величину отклонения стрелки.

13. Слегка ослабить крепление вала (это удобнее делать при верхнем расположении патронов центросместителей), ударами медного молотка по щеке провернуть коленчатый вал в нужном направлении на половину величины полученного отклонения и снова поджать кулачки патронов.

14. Подвести нуль большой шкалы индикатора к стрелке, расфиксировать планшайбы, повернуть их на  $180^\circ$  и зафиксировать. Определить величину отклонения большой стрелки.

15. Повторять операции 12–14 до получения минимального допустимого отклонения от конструктивной величины радиуса кривошипа вала (0,01...0,03 мм), после чего затянуть окончательно кулачки патронов центросместителей.

16. Установив в необходимое положение одну крайнюю коренную шейку, проверить радиус кривошипа другой крайней коренной шейки и, если необходимо, выставить его. Фактический радиус кривошипа занести в отчет.

17. Вал надежно зажать в патронах, салазки центросместителей закрепить прижимами, из гнезд планшайб передней и задней бабок вывести фиксаторы.

#### **Балансировка системы коленчатый вал – центросместители.**

Для балансировки необходимо вывернуть два болта, соединяющие планшайбу и ведомую звездочку цепной передачи, и тем самым освободить от привода планшайбу с центросместителем.

Балансировка производится путем установки необходимого количества противовесов и изменением их положения на направляющих корпуса центросместителя винтом 5 (см. рис. 2).

При балансировке добиваются такого положения, чтобы центросместители с установленным коленчатым валом при любом положении самопроизвольно не проворачивались.

#### **Порядок шлифования шеек коленчатого вала.**

1. Перед шлифованием шеек проверить положение верхнего стола по шкале, установить на стол станка люнет против шлифуемой шейки и слегка прижать его колодки к шейке.

2. При шлифовании шеек вал продольно перемещать вручную до касания шлифовальным кругом поверхности одной, а затем другой шеек, что определяется по характерному дребезжащему звуку.

3. Вначале шлифовать шейку до выведения следов износа, а затем до ремонтного размера.

4. После завершения шлифования шеек, находящихся на одной оси, застопорить планшайбы, коленчатый вал повернуть на  $180^\circ$  (для коленчатого вала 6-цилиндрового двигателя – на  $60^\circ$ ) и, используя установочное приспособление с призмой, установить вертикальное положение вала, которое контролируется с помощью стойки с индикаторной головкой.

#### **Последовательность включения станка.**

1. На переднюю сторону стола установить щиток для предотвращения разбрызгивания охлаждающей жидкости. Затем включить настенный рубильник, электродвигатель передней бабки и электродвигатель шлифовальной бабки.

Работа электродвигателей гидронасоса и насоса охлаждения согласована с электродвигателем шлифовального круга, и включение их происходит одновременно.

2. После включения насоса охлаждения краном отрегулировать подачу охлаждающей жидкости, подвести круг и произвести поочередное шлифование двух шеек, лежащих на одной оси.

3. Если в результате замеров будет установлено, что конусность шеек превышает допустимую, то необходимо произвести регулировку положения верхнего стола.

4. Для шлифования второй пары шатунных шеек коленчатый вал повернуть в патронах (при застопоренных планшайбах).

Совмещение оси этой пары шеек с линией центров производится аналогично.

Рекомендуемые режимы шлифования шеек коленчатых валов приведены в табл. 3.

Таблица 3. Режимы шлифования шеек коленчатых валов

Параметры режима шлифования	Шлифование	
	черновое	чистовое
Окружная скорость шлифовального круга, м/с	25...30	25...30
Окружная скорость обрабатываемого коленчатого вала при шлифовании, м/мин:		
коренных шеек	20...25	20...25
шатунных шеек	10...12	10...12
Поперечная подача (глубина шлифования), мм/об.	0,02...0,03	0,005...0,006
Поперечная подача при врезном шлифовании	0,02...0,07	—
Продольная подача в долях ширины круга на один оборот вала	0,3...0,7	0,2...0,3

Для получения заданного размера во время обработки периодически производятся замеры шеек после выключения станка. Перед отводом шлифовальной бабки отмечается показание лимба.

Шлифование последующих шеек можно производить с подачей шлифовальной бабки до упора.

Для этого после получения требуемого размера на первой шейке маховичком вращается лимб 1 (рис. 7) до совмещения начальных рисок. При подводе круга к очередной шейке неподвижный упор 2 в начале последнего оборота маховичка переводится в рабочее положение. Дальнейший поворот маховичка приведет к тому, что неподвижный упор 2 упрется в подвижный упор 3 и ограничит подачу шлифовальной бабки.

### Дефекты шлифования и меры их устранения.

Основными дефектами шлифования являются: овальность и конусность шеек вала, грани на шлифуемой поверхности и недостаточная чистота обработки.

Овальность возникает при износе или неправильной регулировке подшипников бабок, а также может получиться при неточной балансировке коленчатого вала противовесами и большой скорости вращения.

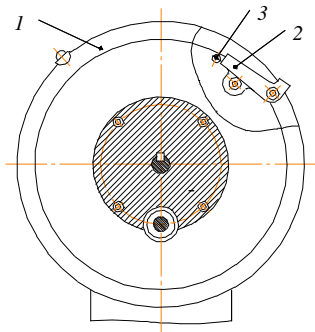


Рис. 7. Схема настройки подачи шлифовальной бабки до упора:  
1 – лимб; 2 – неподвижный упор;  
3 – подвижный упор

Конусность возникает при неправильной регулировке положения верхнего стола.

Наиболее распространенными причинами образования граней (дробления) на обрабатываемой поверхности являются плохая балансировка, неправильно выполненная правка, слабое зажатие шлифовального круга на планшайбе. Кроме того, грани могут образоваться при ненадежном креплении вала, передней и задней бабок на столе.

На чистоту шлифуемой поверхности влияет зернистость шлифовального круга. Причиной неудовлетворительной чистоты может быть затупление (засаливание) шлифовального круга. О загрязнении круга свидетельствуют блестящие полосы на изделии и прижоги на поверхности.

## 4. ПОЛИРОВАНИЕ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Чтобы предотвратить стремительный, преждевременный износ подшипников коленчатого вала, а также с целью образования устойчивой масляной пленки, поверхности шеек коленчатого вала должны шлифоваться при вращении вала в направлении, противоположном

направлению его вращения в двигателе, а полироваться при вращении коленчатого вала в его обычном рабочем направлении вращения.

Снятие слоя металла при шлифовании приводит к появлению заусенцев (микроворсинок), которые могут привести к повреждению подшипников.

Для того чтобы удалить эти микроворсинки с поверхности, каждая следующая операция должна проходить по поверхности шейки в противоположном направлении так, чтобы ворсинки приподнимались и удалялись абразивным материалом полирующей ленты.

Полирование и шлифование в одном направлении не позволит эффективно удалить этот микроскопический ворс, потому что он будет прижиматься полировочной лентой к поверхности, а затем подниматься. Отсюда следует, что полировку целесообразно проводить в направлении, противоположном направлению шлифовки.

Толщина снимаемого слоя металла при полировке не должна превышать 0,005 мм на диаметр шейки.

Валы, изготовленные из чугуна с шаровидным графитом, особенно трудно поддаются шлифовке и полировке, что связано со структурой металла.

Шлифование открывает шарообразные узелки графита на поверхности шеек коленчатого вала, и рваные края этих узелков довольно быстро изнашивают опорную поверхность подшипника (рис. 8).

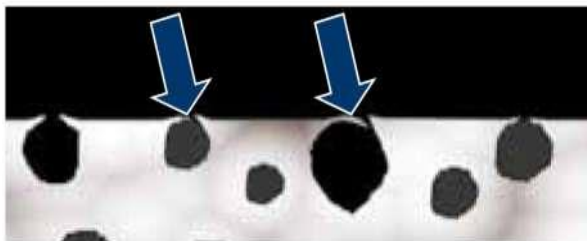


Рис. 8. Поверхность вала с шаровидным графитом после шлифования

Полировка способна удалить острые края открытых графитовых узелков.

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с устройством круглошлифовального станка модели 3А423.

2. Замерить размеры шатунной шейки, подлежащей шлифовке. Шатунные и коренные шейки коленчатых валов измеряют микрометром в двух плоскостях. Одну плоскость выбирают по оси колена (*А-А*), а другую – перпендикулярно ей (*Б-Б*). Сечение берут на расстоянии 5...6 мм от галтелей. Результаты замеров записать в табл. 4.

3. Подобрать ближайший стандартный ремонтный размер  $d_c$  (мм). Результат занести в отчет.

4. Рассчитать частоту вращения детали ( $\text{мин}^{-1}$ ) по формуле

$$n = 1000 \frac{v}{\pi d}, \quad (1)$$

где  $v$  – необходимая окружная скорость вращения коленчатого вала (12...20 м/мин);

$d$  – номинальный диаметр обрабатываемой шейки, мм.

Результат расчета занести в отчет.

5. Произвести установку расчетной частоты вращения детали на станке.

6. Проверить, чтобы фиксаторы были выведены из отверстий планшайб, шлифовальный круг был максимально отведен ручной подачей от вала, а рычаг гидроподдачи находился в положении «Выключено». Включить привод коленчатого вала, а затем – шлифовального круга.

7. Подвести шлифовальную бабку к коленчатому валу при помощи рукоятки гидропривода, переместив ее «на себя».

8. Маховичком ручной подачи шлифовальной бабки осторожно (**не допуская врезания шлифовального круга в шейку вала**) подвести круг к поверхности обрабатываемой шейки.

9. Включить и отрегулировать подачу эмульсии.

10. Продолжая медленное перемещение шлифовальной бабки в сторону изделия, добиться того, чтобы шлифовальный круг стал снимать металл по всей окружности шейки, что будет заметно по равномерному сплошному искрению. В этом случае прекратить врезание шлифовального круга.

11. Перемещая маховичком ручной подачи стол влево, шлифовать шейку до галтели, затем, перемещая стол вправо, – до второй гал-

тели. После этого стол переместить так, чтобы шлифовальный круг оказался в середине шейки.

12. Отвести шлифовальную бабку рукояткой гидропривода. Выключить привод изделия, не выключая привод шлифовального круга. После остановки коленчатого вала произвести замер диаметра шлифуемой шейки  $d_k$  и результат занести в отчет.

13. Подсчитать число делений, которое необходимо установить на круговой шкале ручной подачи шлифовального круга для того, чтобы произошел съем металла с шейки вала до получения ремонтного размера, по формуле

$$m = \frac{d_k - d_c}{k}, \quad (2)$$

где  $d_k$  – размер шейки после выведения овальности, мм;

$d_c$  – стандартный ремонтный размер, мм;

$k$  – цена деления шкалы на лимбе ручной подачи круга, мм ( $k = 0,005$  мм).

14. Включить привод коленчатого вала и рукояткой гидропривода подвести шлифовальную бабку в исходное положение. Маховичком ручной подачи шлифовальной бабки врезаться шлифовальным кругом в поверхность шейки на количество делений  $k$ , полученное расчетом по формуле (2).

15. Выполнить приемы, которые описаны в пунктах 11, 12.

16. Выключить привод шлифовального круга и маховичком ручной подачи отвести шлифовальную бабку в крайнее заднее положение.

## 6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

1. Запрещается включать станок без разрешения преподавателя.
2. Перед началом работы необходимо проверить надежность крепления шлифовального круга и обрабатываемого коленчатого вала.
3. При работе на станке все крышки электрооборудования должны быть плотно закрыты.
4. Перед включением станка убедиться в надежности соединения коленчатого вала с приводом.
5. Проверить легкость вращения установленного коленчатого вала в постелях опор.
6. Подводить шлифовальный круг к обрабатываемому валу осторожно, не допуская ударов.

7. Запрещается находиться напротив вращающегося шлифовально-го круга.

8. Запрещается работать на станке в одежде нараспашку. Одежда должна плотно облегать тело. Обшлаги должны плотно обхватывать руки у кистей.

9. Запрещается измерять коленчатый вал ручным инструментом во время вращения.

10. Запрещается браться за вал до его полной остановки.

## 7. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Марка коленчатого вала.

2. Фактические размеры шейки до шлифования (табл. 4).

Таблица 4. Результаты замеров диаметров шейки коленчатого вала до шлифования, мм

Направление измерения	Сечение	Номер шейки от переднего конца вала				Наименьший размер изношенной шейки	Радиус галтели, мм
		1	2	3	4		
Параллельно плоскости колена А-А	1-1						
	2-2						
Перпендикулярно плоскости колена Б-Б	1-1						
	2-2						
<b>Овальность, мм</b>							
1-1	—						
2-2	—						
<b>Конусообразность, мм</b>							
А-А	—						
Б-Б	—						

Наименьший измеренный размер шейки $d$ , мм	
Фактический радиус кривошипа, мм	
Радиус галтели $r$ , мм	
Ремонтный размер $d$ , мм	
Расчетная частота вращения коленчатого вала $n$ , мин <sup>-1</sup>	
Принятая частота вращения вала $n$ , мин <sup>-1</sup>	
Диаметр шлифуемой шейки после выведения овальности $d$ , мм	
Число делений шкалы лимба перемещения шлифовальной бабки для получения ремонтного размера $m$	

3. Фактические размеры шейки после шлифования и полирования абразивной лентой (табл. 5).

**Таблица 5. Результаты замеров диаметров шейки вала  
после шлифования и полирования, мм**

Размеры	Номер шейки от носка вала			
	1	2	3	4
Полученный диаметр				
Овальность				
Конусообразность				
Радиус галтели				
Радиус кривошипа				

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие работы можно выполнять на станке модели 3А423?
2. Как производится правка шлифовального круга (оборудование, инструмент)?
3. Для чего предназначаются люнеты и центросместители?
4. Как проверить радиус кривошипа?
5. С какой целью проводится полирование шеек коленчатого вала?
6. Как проверить чистоту обработки шеек коленчатого вала?
7. Как проверить радиус галтелей у шеек и от чего зависит их величина?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хитрюк, В. А. Справочник по ремонту автотракторных двигателей / В. А. Хитрюк, Л. Ф. Баранов. – Минск : Ураджай, 1992. – 240 с.
2. Иванов, В. П. Ремонт машин. Технология, оборудование, организация : учебник / В. П. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новополоцк : УО ПГУ, 2006. – 468 с.
3. Курчаткин, В. В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М. : Колос, 2000. – 776 с.
4. Авдеев, М. В. Технология ремонта машин и оборудования / М. В. Авдеев, Е. Л. Воловик, И. Е. Ульман. – М.: Агропромиздат, 1986. – 246 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

**Размеры коренных и шатунных шеек коленчатых валов бензиновых двигателей**

Марка двигателя	Радиус кривошипа, мм	Шейка вала	Номинальный диаметр, мм	Ремонтные размеры, мм					
				1P	2P	3P	4P	5P	6P
ЗМЗ-40911.10, ЗМЗ-40905.10	47 ± 0,1	Коренная	62 <sup>+0,035</sup> <sub>-0,054</sub>	61,75	61,50	61,25	–	–	–
		Шатунная	56 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,044</sub>	55,75	55,50	55,25	–	–	–
ЗМЗ-53, ЗМЗ-5233, ЗМЗ-672, ЗМЗ-5234	40 ± 0,05	Коренная	70 <sub>-0,02</sub>	69,75	69,50	69,25	69,00	68,75	68,50
		Шатунная	60 <sub>-0,01</sub>	59,75	59,50	59,25	59,00	58,75	58,50
ВАЗ-21124, ВАЗ- 21126 ВАЗ-21128	37,8 ± 0,06	Коренная	50,819 <sub>-0,02</sub>	50,569	50,319	50,069	49,819	–	–
		Шатунная	47,85 <sub>-0,02</sub>	47,60	47,35	47,10	46,85	–	–
ВАЗ-2101, ВАЗ- 2103, ВАЗ-2106	33 ± 0,06	Коренная	50,795 <sub>-0,02</sub>	50,545	50,295	50,045	–	–	–
		Шатунная	47,834 <sub>-0,02</sub>	47,334	47,084	46,834	–	–	–
ВАЗ-2108, ВАЗ- 2115, ВАЗ- 21213	35,5 ± 0,06	Коренная	50,819 <sub>-0,02</sub>	50,569	50,319	50,069	49,819	–	–
		Шатунная	47,85 <sub>-0,02</sub>	47,60	47,35	47,10	46,85	–	–
ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, ЗИЛ -175	47,5 ± 0,08	Коренная	74,5 <sub>-0,02</sub>	74,25	74,00	73,75	73,50	73,25	73,00
		Шатунная	65,5 <sub>-0,013</sub>	65,25	65,00	64,75	64,50	64,25	64,00
УМЗ-451	46 ± 0,05	Коренная	64 <sub>-0,01</sub>	63,75	63,50	63,25	63,00	62,75	62,50
		Шатунная	58 <sub>-0,01</sub>	57,75	57,50	57,25	57,00	56,75	56,50
Москвич-412	35,0 ± 0,1 37,0 ± 0,1 37,5 ± 0,1	Коренная	59,96 <sub>-0,01</sub>	59,71	59,460	59,210	58,960	–	–
		Шатунная	52,012 <sub>-0,02</sub>	51,76	51,512	51,262	51,012	–	–

Примечание. Отклонения ремонтных размеров равны отклонениям номинальных диаметров.

## Размеры коренных и шатунных шеек коленчатых валов дизельных двигателей

Марка двигателя	Радиус кривошипа, мм	Шейка вала	Номинальные размеры, мм		Ремонтные размеры, мм				
			1Н	2Н	1Р	2Р	3Р	4Р	5Р
Д-240, Д-243, Д-245	62,5 ± 0,04	Коренная	75,25 <sup>-0,082</sup> <sub>-0,101</sub>	75,00 <sup>-0,082</sup> <sub>-0,101</sub>	74,50	74,00	73,50	73,00	–
		Шатунная	68,25 <sup>-0,077</sup> <sub>-0,096</sub>	68,00 <sup>-0,077</sup> <sub>-0,096</sub>	67,50	67,00	66,50	66,00	–
Д-260, Д-245.35Е3	62,5 ± 0,04	Коренная	85,25 <sup>-0,085</sup> <sub>-0,104</sub>	85,00 <sup>-0,085</sup> <sub>-0,104</sub>	84,50	84,00	83,50	83,00	–
		Шатунная	73,00 <sup>-0,100</sup> <sub>-0,119</sub>	72,75 <sup>-0,100</sup> <sub>-0,119</sub>	72,5	72,0	71,5	71,0	–
Д-160М	102,5 ± 0,15	Коренная	95,25 <sup>-0,040</sup> <sub>-0,075</sub>	95,00 <sup>-0,040</sup> <sub>-0,075</sub>	94,50	94,00	93,50	93,00	–
		Шатунная	92,25 <sup>-0,040</sup> <sub>-0,075</sub>	92,00 <sup>-0,040</sup> <sub>-0,075</sub>	91,25	90,50	89,75	89,00	–
ЯМЗ-5361, ЯМЗ-5363, ЯМЗ-5340, ЯМЗ-5341, ЯМЗ-5344	64 ± 0,05	Коренная	88 <sub>-0,022</sub>	–	87,90	87,75	87,50	87,25	87,0
		Шатунная	76 <sub>-0,019</sub>	–	75,90	75,75	75,50	75,25	75,0
ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЯМЗ-7511	70 ± 0,05	Коренная	110 <sub>-0,022</sub>	–	109,75	109,50	–	–	–
		Шатунная	88 <sub>-0,022</sub>	–	87,50	87,25	–	–	–
DEUTZ BFM 1013	65 ± 0,05	Коренная	85 <sub>-0,02</sub>	–	84,75	84,50	–	–	–
		Шатунная	68 <sub>-0,02</sub>	–	67,75	67,50	–	–	–
DEUTZ TCD 2013 L04 4V, DEUTZ TCD 2013 L06 4V	65 ± 0,05	Коренная	70,00 <sup>-0,02</sup> <sub>-0,04</sub>	–	69,75	69,50	–	–	–
		Шатунная	63,50 <sub>-0,02</sub>	–	63,25	63,00	–	–	–

Примечание. Отклонения ремонтных размеров равны отклонениям номинальных диаметров.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Способы восстановления коленчатых валов.....	4
2. Абразивные материалы для шлифования и полирования коленчатых валов.....	5
3. Станок для шлифования шеек коленчатых валов автотракторных двигателей модели 3А423.....	6
4. Полирование коленчатых валов.....	17
5. Порядок выполнения работы.....	19
6. Техника безопасности.....	20
7. Содержание отчета.....	21
Контрольные вопросы.....	22
Библиографический список.....	23
Приложения.....	24