



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования

«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.В. Родионов  
(подпись, инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_

число

месяц

год

## ***ЗАДАНИЕ***

### ***НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ***

Студент Рябеньков Александр Владимирович Группа ЭТМК-416

Тема «Разработка установки для ремонта шеек коленчатых валов автомобилей семейства ГАЗ»

утверждена приказом по Пензенскому ГУАС № 06-09-332 от 01. 12. 2016 г.  
число месяц год

Срок представления проекта к защите \_\_\_\_\_  
число месяц год

I. Исходные данные для проектирования

Данные литературного и патентного поиска

Технические характеристики существующих конструкций

Анализ современного состояния рассматриваемого вопроса

II. Содержание пояснительной записки

Аннотация

Введение



## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа представлена расчетно-пояснительной запиской на 75 страницах печатного текста, содержащий 5 разделов, графическая часть выполнена на 6 листах формата А1.

В первой части проекта сделан краткий обзор операций связанных с обработкой поверхностей коленчатых валов при их восстановлении.

Во второй части подробно рассматриваются способы восстановления и применяемое оборудование для ремонта шеек чугунных коленчатых валов. Приводятся обоснование схемы технологического процесса, организация рабочих мест и контроля качества.

В третьей, конструкторской части работы дано обоснование конструкции проектируемого устройства, а так же анализ существующих устройств для полирования круглых и коленчатых валов. Произведены необходимые расчеты.

В четвертой части описаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности работников, включающие в себя безопасную организацию работ, анализ производственного травматизма, обучение по обеспечению БЖД, противопожарную безопасность, и т.д.

В пятой, экономической, части дается расчет стоимости дополнительных капитальных вложений, определяется себестоимость ремонта объекта по изменяющимся статьям рассчитывается экономический эффект от внедрения в производства предлагаемого проекта и производится технико-экономическая оценка.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в транспортном секторе после капитального ремонта эксплуатируются более 50% автомобилей и 75% двигателей [1]. В связи с этим необходимо увеличивать темпы технического перевооружения производственных, ремонтных, перерабатывающих и других отраслей транспортного комплекса страны. Таким образом, большое значение приобретает повышение качества и надежности выпускаемых машин, уровня их технического обслуживания и ремонта, включая организацию и проектирование ремонтно-обслуживающего производства. Однако с ростом балансовой стоимости автотранспортной техники существенно увеличиваются и затраты на ее ремонт. Следовательно, встает задача снижения этих затрат за счет повышения качества и надежности изготовления и капитального ремонта машин.

Наиболее важный фактор снижения затрат – высокое качество капитального ремонта машин [2]. Улучшения качества ремонтных работ можно добиться, с одной стороны, за счет модернизации устаревшего ремонтно-технологического оборудования и совершенствования технологий ремонта на крупных предприятиях, а с другой – за счет увеличения уровня концентрации ремонта разномарочных агрегатов и машин, имеющих близкие по характеру дефекты и конструктивно-технологические свойства (использование принципов узловой и технологической специализации), и углубления профессиональной специализации.

В системе мер по снижению затрат на ремонт важное значение имеет рациональный выбор способа восстановления изношенных деталей. Как известно, в настоящее время существует огромное количество различных методов нанесения покрытий и их последующей обработки. Основная задача предприятий ремонтного производства – оснащение производственных подразделений современным энергосберегающим оборудованием и внедрением ресурсосберега-

ющих технологий ремонта. При этом необходимо добиваться того, чтобы затраты на внедрение новых технологий не приводили бы к значительным экономическим издержкам. Этого можно достичь путем предварительной тщательной дефектации часто изнашиваемых деталей и последующим грамотным назначением всех операций технологического процесса восстановления. Кроме того, необходимо сочетать преимущества агрегатного (обезличенного) метода ремонта с необезличенным методом ремонта, когда не происходит раскомплектовки прецизионных пар трения. Это позволяет достичь наибольшего ресурсосбережения и высокой экономии денежных средств.

**Целью** данной работы является разработать установку для.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать применяемые способы и методы восстановления чугунных коленчатых валов
2. Обобщить имеющуюся информацию по применяемому оборудованию для выполнения операций по ремонту коленчатых валов автомобилей
3. Разработать оригинальную конструкцию установки для восстановления шеек коленчатого вала автомобилей семейства ГАЗ.
4. Разработать необходимые мероприятия по БЖД и экологической безопасности при выполнении работ по восстановлению коленчатых валов двигателей автомобилей
5. Провести экономическую оценку предлагаемых воздействий

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Одной из основных причин выбраковки коленчатых валов автотранспортных двигателей, поступивших в ремонт, является наличие на шейках в поверхностном закаленном слое высокочастотных опасных трещин, представленных на рисунке 1.1. По этой причине выбраковывают 20...30% коленчатых валов, поступивших в капитальный ремонт. Из поступивших в ремонт примерно 1,5...3% валов имеют трещины, расположенные в зоне галтелей, а оставшаяся часть выбракованных валов имеет трещины на цилиндрической части шеек [3].



Рисунок 1.1-Трещины на шейке

Наиболее опасными являются трещины усталостного происхождения на галтелях, в местах их перехода в щеки. По этим трещинам коленчатые валы не восстанавливают и выбраковывают. Что же касается трещин, расположенных на цилиндрической части шеек, то их делят на допустимые (неопасные) и недопустимые (опасные). Коленчатые валы с недопустимыми трещинами бракуют окончательно, а с допустимыми восстанавливают. Допускается на поверхности каждой коренной и шатунной шейки не более трех продольных трещин длиной

свыше 3 мм с последующей обработкой. Эти трещины должны находиться на расстоянии друг от друга не менее 10 мм и не должны быть расположены под углом более  $30^\circ$  к оси вала [4], как на рисунке 1.2а. Мелкие трещины на шейках вала длиной до 3 мм и трещины длиной не более 6 мм, выходящие за кромки маслоподводящих отверстий, в подсчет общего числа трещин не входят.

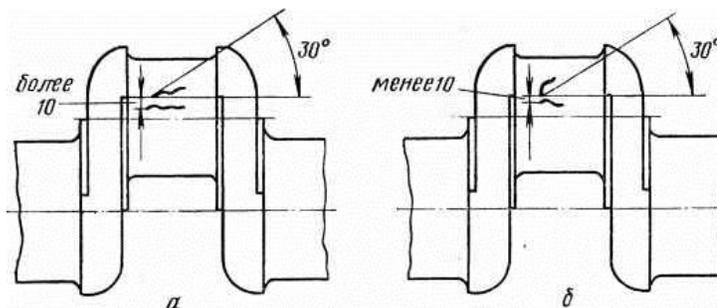


Рисунок 1.2 – Коленчатые валы с характерным расположением трещин:  
а - допустимые к эксплуатации; б - подлежащие выбраковке.

Изношенные шатунные и коренные шейки коленчатых валов двигателей перешлифовывают на ремонтные размеры либо восстанавливают. Для шлифования шеек коленчатых валов применяют круглошлифовальные станки.

В центро-сместители коленчатый вал устанавливают крайними коренными шейками на призмы 5, закрепляют планками 3 и съемными полукольцами 4, соответствующими размеру коренных шеек, как на рисунке 1.3. Полукольца предусмотрены для каждого размера коренных шеек.

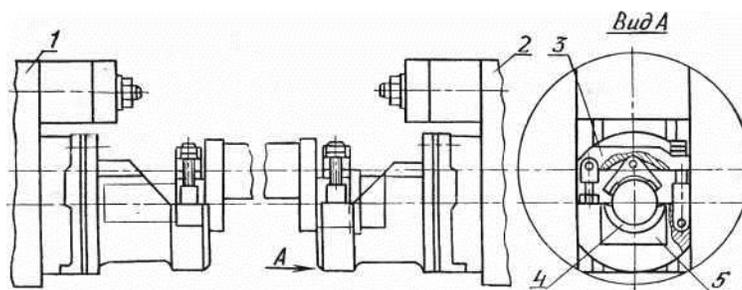


Рисунок 1.3 - Установка коленчатого вала в кругло-шлифовальный станок

Шейки коленчатого вала шлифуют алундовыми или электрокорундовыми шлифовальными кругами на керамической связке зернистостью 16...60, твердостью СМ2, СТ1 и СТ2.

Режим шлифования: окружная скорость шлифовального круга 25...35 м/с, окружная скорость шлифуемой поверхности 18...25 м/мин (при шлифовании коренных шеек) и 7...12 м/мин (при шлифовании шатунных шеек), поперечная подача круга 0,003...0,006 мм/об, продольная подача 7...11 мм/об. С целью предотвращения появления микротрещин при шлифовании применяют обильное охлаждение. Струя охлаждающей жидкости должна полностью покрывать рабочую поверхность шлифовального круга. В качестве охлаждающей жидкости используют 3...4% раствор кальцинированной соды или эмульсию (10 г эмульгирующего масла на 1 л воды) [5].

Коренные и шатунные шейки коленчатых валов, шлифованные на все ремонтные размеры, наплавляют и обрабатывают под номинальный размер.

Прежде чем начать наплавлять, необходимо удалить с поверхности имеющиеся дефекты-трещины. Для определения длины трещин на галтелях и на цилиндрических частях шеек применяется магнитный дефектоскоп, представленный на рисунке 1.4. Водная магнитная суспензия для него готовится из 50...70 г магнитной пасты МПЕ, растворенной в 1 л подогретой воды. Проверку следует вести при циркуляционном режиме намагничивания, одновременно пропуская электрический ток и поливая вал магнитной эмульсией. Сила переменного тока при намагничивании должна быть  $1000 \pm 50$  А, время намагничивания 1...1,5 мин. Далее определяют толщину слоя материала, которую необходимо удалить с шеек с трещинами на их цилиндрической части, длину участка шейки, подлежащую обработке и диаметры шеек, на которые необходимо их обработать.



Рисунок 1.4 - Магнитный дефектоскоп

Трещины, допущенные к исправлению, необходимо тщательно обрабатывать абразивным инструментом по всей длине с целью образования канавки радиусом не менее 2 мм и глубиной 0,2...0,4 мм с шероховатостью поверхности  $Ra=0,63$  мкм. Острые кромки канавки следует дополнительно притупить по периметру. Для этих целей целесообразно использовать кругло-шлифовальный станок. С его помощью с шеек удаляется заданный дефектный слой материала, содержащий поверхностные трещины. Затем на специальном оборудовании восстанавливают коленчатый вал.

Автоматической наплавкой под слоем флюса АН-348М проволокой Нп-ЗОХГСА на станке для наплавки шейки восстанавливаются и снова подвергаются шлифованию. Перед наплавкой шейку вала прогревают газовой горелкой до температуры 350...400°C. При наплавке дорожки качения коренных шеек охлаждаются водой, после наплавки охлаждение дорожек качения продолжается в течение 10 минут. Наплавку ведут, отступая от торцов галтели на 5,5...7 мм к середине шейки. Наплавленные шатунные шейки подвергают высокотемпературному отпуску токами высокой частоты. Затем шлифованием наплавленных шеек убираются излишки и снова производят закалку ТВЧ и низкий отпуск. Твердость наплавленных шеек должна быть не ниже HRC 42.

После этого дефектоскопом вновь проверяется наличие трещин на шейках и если новых не обнаружено, обрабатываются выходы маслоподводящих каналов коленчатого вала на сверлильном станке.

## 2 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ДЕТАЛИ, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

Коленчатый вал – важнейшая деталь двигателя. Он воспринимает усилия, передаваемые от поршней шатунами, и преобразует их в крутящий момент, который через маховик передается на трансмиссию.

Чугунные коленчатые валы в автомобильных двигателях стали применять с 1960 года. Высокопрочные чугуны по ГОСТ 7293-85 делятся на два класса: перлитные (ВЧ 45-0; ВЧ 50-1,5; ВЧ 60-2) и ферритные (ВЧ 40-0; ВЧ 40-6). Большое применение нашли чугуны перлитного класса благодаря высокой прочности и износостойкости.

Повышение механических свойств чугунов позволяет применять их вместо сталей для деталей, работающих в условиях значительных переменных напряжений.

В таблице 2.1 приведены сведения о прочностных свойствах высокопрочного, серого, модифицированного, ковкого чугунов и стали 45.

*Таблица 2.1 – Прочностные свойства высокопрочного, серого, модифицированного, ковкого чугунов и стали 45*

Показатели прочности, МПа	Тип чугуна					Сталь 45
	Серый	Модифицированный	Ковкий	Высокопрочный		
				Феррит	Перлит	
Предел прочности при растяжении	120...240	280...380	300...400	420...440	560...640	740
Предел усталостной прочности при изгибе	70...140	125...160	–	150...170	250	305
Предел усталостной прочности при кручении	65...130	120...140	–	–	180...200	170

Из таблицы 2.1 видно, что основные механические свойства перлитного высокопрочного чугуна примерно такие же, как и у стали 45 и значительно вы-

ше, чем у других чугунов. При этом себестоимость отливок из высокопрочного чугуна в 2...2,5 раза ниже по сравнению с себестоимостью отливок из ковкого чугуна и поковок стали 45 [3].

Применение высокопрочного чугуна взамен стали 45, для изготовления коленчатых валов стало возможным благодаря его высокой усталостной прочности. Соотношение по усталостной прочности для стальных и чугунных образцов гладких и коленчатых валов одинаковой формы представлены в табл. 3.2 [2].

*Таблица 2.2 – Пределы усталостной прочности для стальных и чугунных образцов гладких и коленчатых валов*

Материал	Предел усталостной прочности, МПа	
	Образцов гладких валов	Образцов коленчатых валов
Сталь 45	305	122
Серый чугун	100	35
Высокопрочный чугун	250	118

По данным табл. 2.2. у образцов гладких валов, изготовленных из высокопрочного чугуна, предел усталостной прочности на 18% меньше, чем у образцов изготовленных из стали 45; у коленчатых валов, изготовленных из тех же металлов, эта разница равна всего 4%. Объясняется это тем, что усталостные трещины вызывающие разрушения чугунных коленчатых валов, возникают в местах концентрации напряжений на галтелях, а высокопрочный чугун сохраняет присущую всем чугунам малую чувствительность к концентрации напряжений.

Высокую износостойкость высокопрочного чугуна с перлитной основой, не уступающую закаленной стали 45, большинство исследователей [4] объясняют наличием на его поверхности вскрытых графитовых включений, которые служат смазкой, а освободившиеся полости являются накопителями дополнительной смазки, необходимой при пуске и остановке двигателя.

При сравнении стальных и чугунных коленчатых валов в опубликованных работах [5,7] указывается, что при твердости стальных шеек HRC 56 их износостойкость равна износостойкости шеек чугунного коленчатого вала, при твердости шеек менее HRC 56 – меньше и при твердости более HRC 56 – больше износостойкости шеек чугунного коленчатого вала.

Коленчатый вал двигателя ЗМЗ-53 выполняется литым из высокопрочного чугуна, является V-образным с четырьмя шатунными шейками, расположенными под углом  $90^\circ$ . Причем у такого коленчатого вала число коренных шеек на одну больше, чем шатунных. Такой вал называется полноопорным.

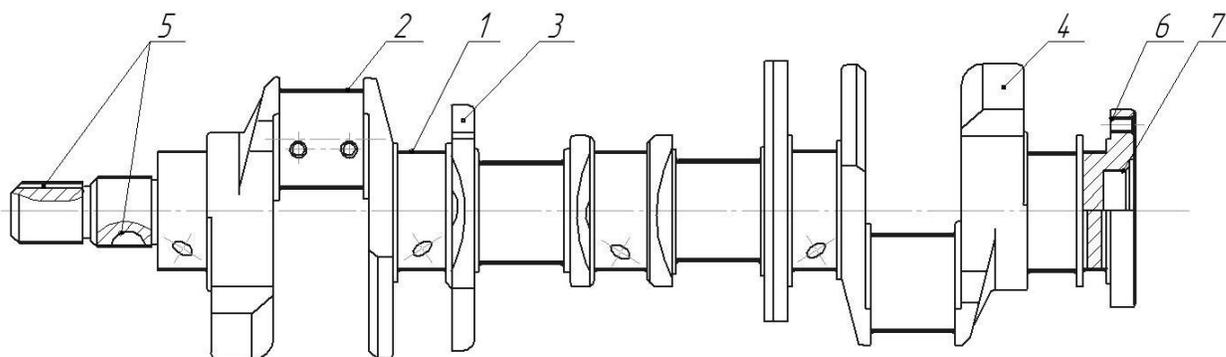


Рисунок 2.1 – Коленчатый вал двигателя ЗМЗ-53А

Коленчатый вал состоит из опорных коренных шеек 1 (рисунок 2.1), шатунных шеек 2, шеек 3 и противовесов 4. На переднем конце вала выполнены шпоночные канавки 5 для крепления распределительной шестерни и шкива привода вентилятора. В торце вала сделано нарезное отверстие для ввертывания маховика 6. В центре фланца высверлено углубление для установки подшипника ведущего вала коробки передач 7.

Коленчатый вал работает в условиях периодических нагрузок от сил давления газов, сил и моментов инерции, которые в совокупности вызывают значительные скручивающие и изгибающие моменты, а также крутильные продольные колебания вала, создающие при резонансе дополнительные напряжения.

Основные дефекты коленчатых валов: изгиб, износ посадочных мест и шпоночных канавок под шестерню или шкив вала, повреждение или износ резьбы под храповик; износ отверстий или резьбы во фланце для крепления маховика, износ шеек и т.д.

Таблица 2.3 – Карта дефектов вала коленчатого ЗМЗ-53А

Эскиз см. рис. 3.1		Деталь: Вал коленчатый				
		№ детали: 66-1005011				
		Материал: ВЧ 50-1,5 ГОСТ 1412-85			Твердость: –	
Обозначение по эскизу	Наименование дефектов	Способ установления дефекта и измерительные инструменты	Размеры			Заключение
			номинальный	допустимый без ремонта	допустимый для ремонта	
1	2	3	4	5	6	7
1	Обломы и трещины любого характера и расположения	Осмотр, дефектоскоп	–	–	–	Браковать
2	Изгиб вала	Призмы, индикатор	0,02	0,05	Более 0,05	Ремонтировать. Правка
3	Увеличение длины передней коренной шейки	Индикаторное приспособление для измерения длины шейки	30,5 <sub>-0,05</sub>	30,90	–	Браковать при увеличении длины шейки более 30,90 мм
4	Износ шатунных шеек по длине	Шаблон 52,2 мм	52 <sup>+0,1</sup>	52,20	–	Браковать при длине шейки более 52,20 мм
5	Износ шатунных шеек	Микрометр 50-75 мм	60 <sub>-0,013</sub>	–	–	Ремонтировать. Шлифование до ремонтного размера или наплавка
6	Износ коренных шеек	То же	70 <sub>-0,013</sub>	–	–	То же
7	Износ шпоночной канавки под шпонку шестерни	Шаблон 6,01 мм	6 <sub>-0,055</sub> <sup>-0,015</sup>	6,01	Более 6,01	Ремонтировать заварка

1	2	3	4	5	6	7
8	Износ шпоночной канавки под шпонку ступицы шкива коленчатого вала	Шаблон 8,03 мм	$8_{-0,016}^{-0,006}$	8,03	Более 8,03	То же
9	Биение шейки под шестерню коленчатого вала	Призмы. Индикатор	0,03	0,04	Более 0,04	Ремонтировать. Наплавка или накатка
10	Износ шейки под шестерню коленчатого вала	Скоба 39,98 мм или микрометр 25-50 мм	$40_{-0,003}^{-0,020}$	39,98	Менее 39,98	Ремонтировать. Наплавка или накатка
11	Износ шейки под ступицу шкива	Скоба 37,98 мм или микрометр 25-50 мм	$38_{-0,003}^{-0,020}$	37,98	Менее 37,98	То же
12	Биение фланца по торцу	Индикатор	0,04	–	–	Ремонтировать. Протачивать «как чисто». Браковать при толщине фланца менее 8,5 мм
13	Резьба М27×2					
14	Износ отверстий во фланце под болты крепления маховика	Пробка пластинчатая 12,05 мм	$12^{+0,027}$	12,05	Более 12,05	Ремонтировать. Развертывать до ремонтного размера $12,25^{+0,03}$ в сборе с маховиком
15	Износ отверстия под подшипник направляющего конца ведущего вала коробки передач	Пробка пластинчатая 40 мм или нутромер индикаторный 35-40 мм	$40_{-0,028}^{-0,012}$	40,00	Более 40,00	Ремонтировать. Постановка втулки

Коленчатые валы выбраковывают при трещинах и отслаивании металла на поверхностях шеек, если их нельзя устранить шлифованием под ремонтный размер или при любых трещинах в щеках вала. Коленчатый вал также выбрако-

вызывают при износе коренных и шатунных шеек, выходящем за пределы последнего ремонтного размера.

Коренные и шатунные шейки изнашиваются неравномерно. Шатунные шейки в результате износа по окружности приобретают эллипсность, а по длине конусность.

Наибольший износ шатунных шеек наблюдается по линии поверхности, обращенной к оси вала. Коренные шейки, как правило, по длине изнашиваются равномерно, а по окружности на овал.

*Технические условия на ремонт.*

1. У коленчатых валов, поступающих на сборку, масляные каналы и грязеуловители должны быть тщательно очищены от шлама.

2. Шатунные шейки должны иметь диаметр – 60,00...0,013 мм.

Коренные – 70,00...0,013 мм.

3. Овальность и конусность шеек коленчатого вала не должны превышать 0,01 мм.

4. Чистота поверхности шеек должна соответствовать 5 качеству Ra 0,2...0,4

5. Длина передней коренной шейки должна быть в пределах 30,45...30,90 мм.

Длина шатунной шейки 52,0...52,2 мм.

6. Радиусы галтелей шатунных шеек должны быть в пределах 1,2...2,0 мм, коренных 1,2...2,5 мм.

7. При вращении вала, установленного в призмьы на крайние коренные шейки, биение не должно превышать:

а) для средней коренной шейки – 0,02 мм.

б) для шейки под распределительную шестерню – 0,03 мм.

в) для шейки под ступицу шкива вентилятора – 0,04 мм.

г) для шейки под задний сальник – 0,04 мм.

д) фланца по торцу – 0,04 мм.

8. Не параллельность осей шатунных и коренных шеек – не более 0,012 мм на длине каждой шейки.

## 2.1 Способы восстановления коленчатых валов

В настоящее время чугунные коленчатые валы используются в двигателях автомобилей горьковского автомобильного завода, марки автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-66, «Волга», «Газель». Одной из задач, вставшей перед автохозяйствами, становится поддержание машин в рабочем состоянии при ограниченных финансовых ресурсах. Поэтому процесс восстановления изношенных деталей является на сегодняшний день актуальной задачей.

Существует несколько технологий восстановления чугунных коленчатых валов [3]:

*Шлифовка под ремонтные размеры.* Один из часто применяемых способов восстановления работоспособности коленчатых валов. Преимущества этого способа в его технологической простоте. Из оборудования требуется наличие круглошлифовального станка и типовой оснастки к нему. Но у этого способа имеется и ряд недостатков. Потеря взаимозаменяемости деталей, потребность в деталях (вкладыши) с ремонтными размерами, наличие складских площадей под них.

*Вибродуговая наплавка в жидкости.* При этом способе качество наплавленного металла зависит от многих факторов и резко ухудшается при изменении режимов наплавки и химического состава электродной проволоки. Поэтому даже при хорошо отлаженном процессе восстановления на шейках чугунных коленчатых валов часто встречаются поры и трещины. Количество пор увеличивается по глубине слоя, поэтому восстановленные чугунные коленчатые валы шлифуют лишь до третьего ремонтного размера, а затем выбраковывают. Уста-

лостная прочность чугунных коленчатых валов, восстановленных вибродуговой наплавкой в жидкости, снижается на 35-40% [6]. Однако благодаря двукратному запасу прочности в эксплуатации наблюдается незначительное количество их поломок. Но применение этого способа наплавки для восстановления чугунных коленчатых валов двигателей грузовых автомобилей из-за значительного снижения усталостной прочности становится не приемлемым.

*Вибродуговая наплавка в водокислородной среде* [9]. При этом способе восстановления наплавленный металл имеет структуру троостита, переходящую в сорбитообразный перлит с твердостью слоя HRC 42-48. Такой металл по износостойкости уступает высокопрочному чугуну, тем не менее, коленчатые валы восстановленные этим способом, обеспечивают срок службы двигателей соответствующий пробегу автомобиля 50-60 тыс. км. Сведений об усталостной прочности чугунных коленчатых валов, восстановленных наплавкой в водокислородной среде, не имеется. В целом эксплуатационные свойства таких валов изучены не достаточно, но из-за низкой в сравнении с высокопрочным чугуном износостойкости наплавленного металла этот способ наплавки не может быть рекомендован к повсеместному использованию.

*Однослойная наплавка под флюсом.* Этот способ наплавки исследовался в НИИАТе и КАЗНИПИАТе [3]. Для наплавки применяли проволоку разных марок, в том числе пружинную 2 класса ГОСТ 1071-81, ОВС, НП-30ХГСА, Св-08, Св-10Х13, Св-12ГС ГОСТ 792-67 и другие. Наплавку производили под флюсами АН-348А, ОСЦ-45, АН-15, АН-20 ГОСТ 9087-81 без примешивания и с примешиванием к флюсу графита, феррохрома, ферромарганца, ферромolibдена, алюминиевого порошка и других компонентов для получения наплавленного металла мартенситной структуры с твердостью HCR 56-62 без пор и трещин. Наплавку производили при разном шаге, прямой и обратной полярности, разных напряжений дуги и индуктивности сварочной цепи, скорости подачи электродной проволоки и вращения детали. Все разновидности однослойной

наплавки под флюсом не дали положительных результатов. Наплавленный металл имел неоднородную структуру и твердость, содержал поры, трещины и шлаковые включения.

*Двухслойная наплавка проволокой Св-08 под легирующим слоем флюса.*

Этот способ наплавки разработан в НИИАТе [3]. Лучшие результаты из многочисленных вариантов двухслойной наплавки получаются при использовании малоуглеродистой проволоки Св-08 диаметром 1,6 мм и легирующего флюса АН-348А (2,5 части графита, 2 части феррохрома №6 и 0,25 частей жидкого стекла). Металл первого слоя имеет аустенитное строение и твердость HRC 35-38. Второй слой имеет мартенситное строение и твердость HRC 56-62 и содержит небольшое количество пор. Недостатком этого способа наплавки является образование большого количества трещин в наплавленном слое, вызывающих повышенный износ сопряженных вкладышей. Усталостная прочность чугунных коленчатых валов двигателей ЗМЗ 53-А, восстановленных двухслойной наплавкой под легирующим флюсом, снижается на 26- 28% т.е. меньше, чем при вибродуговой наплавке в жидкости. Наличие на поверхности шеек большого количества трещин не позволяет рекомендовать этот способ для широкого применения.

*Двухслойная наплавка порошковой проволокой.*

Этот способ разработан в Казахском научно-исследовательском институте автомобильного транспорта в 1966 году [3]. Наплавленный металл второго слоя имеет структуру мартенсита и твердость HRC 56...60. Существенным недостатком этого способа наплавки является образование пор, раковин и трещин в наплавленном слое. Износостойкость наплавленных шеек находится на уровне не наплавленных. Усталостная прочность восстановленных чугунных коленчатых валов снижается на 44%. В связи с вышеперечисленными недостатками этот способ восстановления чугунных коленчатых валов рекомендовать нельзя.

### *Наплавка в среде углекислого газа.*

Способ наплавки разработан в НИИАТе [3]. Шейки чугунных коленчатых валов наплавлялись проволокой разных марок, в том числе Нп-2Х13, ОВС, Св-12ГС, Нп-30ХГСА, Св-08 и другими. Во всех случаях структура наплавленного металла была неудовлетворительной, в слое имелись поры и трещины. Наименьшее количество дефектов на поверхности шеек получается при наплавке проволокой Нп-2Х13, наплавленный металл при этом имеет структуру аустенита с карбидной сеткой и неравномерную по длине твердость, колеблющуюся от HRC 51-60. Износ шеек чугунных коленчатых валов, наплавленных в углекислом газе проволокой Нп-2Х13, был больше не наплавленных шеек. Усталостная прочность при этом способе снижается на 45-50%. Из-за указанных недостатков такую наплавку применять нецелесообразно.

### *Плазменная металлизация [10].*

Среди новых технологических процессов большой интерес для процесса восстановления деталей автомобилей представляет способы нанесения металлопокрытий с использованием плазменной струи в качестве источника тепловой энергии. Наиболее перспективным способом восстановления деталей нанесением износостойких металлопокрытий является плазменное напыление с последующим оплавлением покрытия. При этом в металле оплавленного покрытия доля основного металла минимальна. Покрытие обладает высокой износостойкостью, без пор и трещин. Процесс является высокопроизводительным. Недостатком этого способа является высокие начальные капиталовложения в оборудование. В нынешних условиях при отсутствии оборотных средств у предприятий этот недостаток не позволяет рекомендовать способ к повсеместному использованию.

## 2.2 Выбор рационального способа восстановления детали

Как правило, изношенные поверхности деталей могут быть восстановлены несколькими способами. В каждом конкретном случае необходимо выбрать самый рациональный из них для обеспечения наилучших экономических показателей. Это зависит от конструктивно-технологических характеристик детали (формы, размера, материала, термообработки, поверхностной твердости и шероховатости), условий ее работы (характера нагрузки, рода и вида трения) и величины износа, а также стоимости восстановления.

Для учёта названных факторов рекомендуется последовательно использовать три критерия:

1. Технологический критерий, или критерий применимости;
2. Технический критерий (критерий долговечности);
3. Технико-экономический критерий (отношение себестоимости восстановления к коэффициенту долговечности).

Первый учитывает, с одной стороны, особенности поверхностей, а с другой – технологические возможности способов восстановления. После выявления возможных способов, исходя из технологических соображений, применяют технический критерий, то есть отбирают те методы, которые обеспечивают наибольший последующий межремонтный ресурс этих поверхностей. Эта оценка производится по коэффициенту долговечности  $K_D$ , который в общем случае представляет собой функцию трех других коэффициентов:

$$K_D = f \cdot (K_I \cdot K_B \cdot K_{SC}), \quad (2.1)$$

где  $K_I$  – коэффициент износостойкости,

$K_B$  – коэффициент выносливости,

$K_{SC}$  – коэффициент сцепляемости,

Для количественной оценки критерия долговечности необходимо иметь информацию по техническим ресурсам детали. Получение этих данных в про-

цессе эксплуатации машин занимает много времени. К тому же не представляется возможным выявить основные физико-химические свойства восстановленных и новых деталей, которые определяют их долговечность.

При получении указанных параметров на практике применяют методы ускоренных лабораторно-стендовых испытаний на надежность. Чтобы получить достоверную информацию, необходимо проводить испытания соответствующих деталей и соединений при одинаковых режимах нагружения, скоростях относительного скольжения, температурах рабочих поверхностей и смазочных материалах.

Из способов, отобранных по технологическому критерию, к дальнейшему анализу принимаются те, которые обеспечивают коэффициент долговечности не менее 0,8. Если требуемому уровню долговечности данной поверхности детали удовлетворяют два или несколько способов, оптимальным признается способ, имеющий минимальный технико-экономический показатель, равный отношению себестоимости восстановления к коэффициенту долговечности:

$$\frac{C_B}{K_D} \rightarrow \min \quad (2.2)$$

где  $C_B$  – себестоимость восстановления поверхности, руб.;

$K_D$  – коэффициент долговечности восстанавливаемой поверхности.

Себестоимость восстановления  $C_B$  определяется из выражения:

$$C_B = C_Y \cdot S \quad (2.3)$$

где  $C_Y$  – удельная себестоимость восстановления, руб./дм<sup>2</sup>;

$S$  – площадь восстанавливаемой поверхности, дм<sup>2</sup>.

У коленчатого вала поверхности шатунных и коренных шеек могут быть восстановлены следующими способами: вибродуговая наплавка (ВДН), электроискровая наплавка (ЭИН), автоматическая наплавка под слоем флюса (НПФ), шлифовка под ремонтный размер (ШРР).

Предварительно отобранные методы восстановления для изношенных поверхностей сравниваются по значению технико-экономического показателя и сводятся в таблицу 3.4.

Таблица 2.4 – Технико-экономическая характеристика способов восстановления шатунных и коренных шеек

№ дефекта	Наименование дефекта	Характеристика способов восстановления	Коэф. долговечности	Уд. себестоимость, Су, руб./дм <sup>2</sup>	Площадь восстановления, дм <sup>2</sup>	Технико-экономч. показатель, Св / Кд, руб.
1	Износ поверхности шатунных шеек	Вибродуговая наплавка	0,52	18	3,785	131
		Электроискровая наплавка	0,9	10	3,785	42
		Автоматическая наплавка под слоем флюса	0,74	24	3,785	122,8
		Шлифовка под ремонтный размер	1	4	3,785	15,1
2	Износ поверхности коренных шеек	Вибродуговая наплавка	0,42	18	3,220	138
		Электроискровая наплавка	0,72	10	3,220	44,7
		Автоматическая наплавка под слоем флюса	0,59	24	3,220	131
		Шлифовка под ремонтный размер	1	4	3,220	12,9

Анализируя таблицу видно, что по технико-экономическому показателю наиболее оптимальным способом восстановления шатунных и коренных шеек является их шлифовка под ремонтный размер. Действительно, ШРР один из часто применяемых способов восстановления работоспособности коленчатых валов. Преимущества этого способа в его технологической простоте. Из оборуд-

дования требуется наличие круглошлифовального станка и типовой оснастки к нему.

### 2.3 Разработка маршрута восстановления детали

ВНПО «Ремдеталь» и ГОСНИТИ разработаны технологические процессы и необходимая оснастка для восстановления коленчатых валов автотракторных двигателей [8].

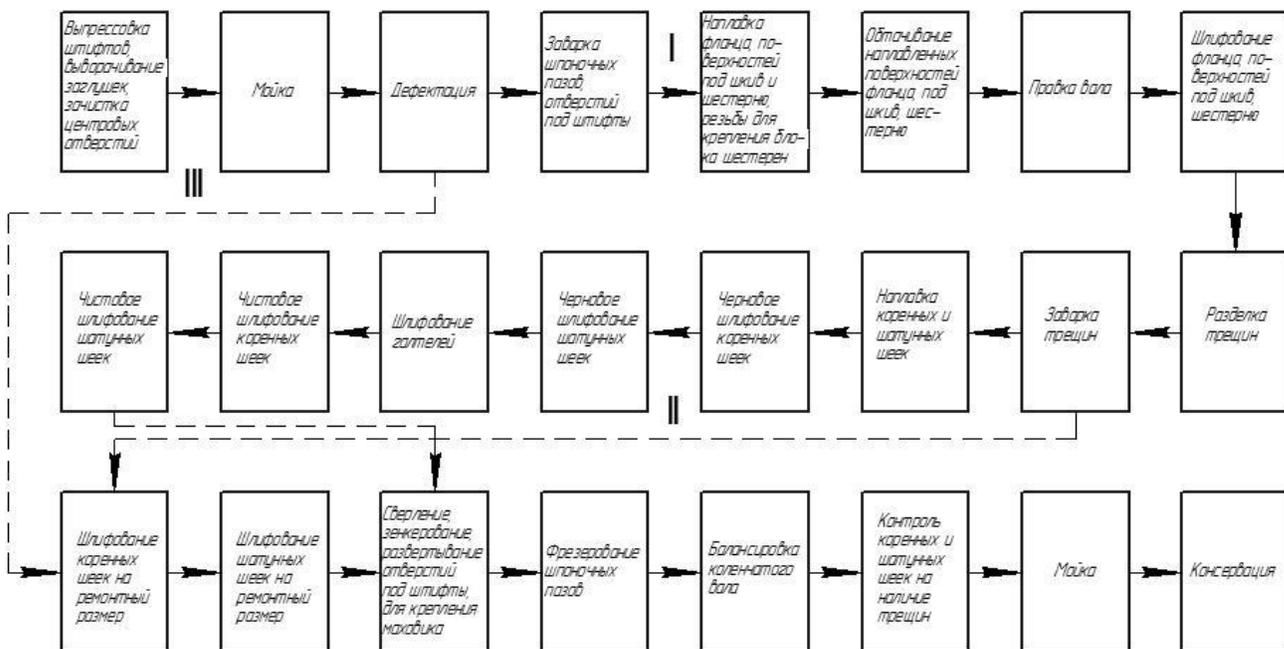


Рисунок – 2.2 Схема маршрутов технологического процесса восстановления коленчатого вала

Схема маршрутов технологического процесса восстановления коленчатого вала изображена на рисунке 2.2.

На схеме показаны основной маршрут (I) и другие возможные маршруты (III, II) восстановления.

Маршрут III предусматривает ремонт и восстановление коренных и шатунных шеек. Изношенные шатунные и коренные шейки коленчатых валов автотракторных двигателей перешлифовывают на ремонтные размеры.

Для шлифования шеек коленчатых валов применяют универсальные круглошлифовальные станки, например, 3А423, или специализированные станки, например, ХШ2-12 – для шлифования коренных шеек и ХШ2-01 – для шлифования шатунных шеек.

Шлифование на ремонтный размер, как правило, выполняют за одну операцию. Сначала шлифуют коренные шейки, а затем шатунные. Шатунные шейки обычно шлифуют на другом станке, оборудованном центросмесителями, обеспечивающими совпадение осей шатунных шеек с осью вращения станка. При шлифовании коренных шеек базовыми являются поверхности центровых отверстий, и выполнение этой операции не представляет затруднений. При шлифовании шатунных шеек в большинстве ремонтных предприятий закрепляют коленчатый вал в патронах центросмесителей станка, принимая за базовые поверхности фланцы под маховик и шейки под шкив.

Шейки коленчатого вала шлифуют алундовыми или электрокорундовыми шлифовальными кругами на керамической связке зернистостью 16...60, твердостью СМ2, С1, СТ1 и СТ2.

После шлифования одного-двух коленчатых валов рекомендуется править шлифовальные круги алмазным карандашом.

С целью предотвращения появления микротрещин при шлифовании применяют обильное охлаждение. Струя охлаждающей жидкости должна полностью покрывать рабочую поверхность шлифовального круга. В качестве охлаждающей жидкости используют 3...4%-ный раствор кальцинированной соды или эмульсию (10 г эмульсирующего масла на 1 л воды).

Перед шлифованием шеек на ремонтный размер углубляют фаски масляных каналов и зачищают их при помощи переносной шлифовальной машины.

Для совершенствования существующей технологии восстановления коленчатых валов предлагается ввести в нее окончательную операцию механической обработки шеек коленчатого вала – полирование.

По сравнению со шлифованием полирование обеспечивает более высокие эксплуатационные свойства поверхностей.

В частности, микротвердость поверхностного слоя в результате полирования повышается. Шероховатость поверхности шеек после полирования достигает Ra 0,32... 0,08 мкм. Поверхность после полирования лучше удерживает масляную пленку, что на 20 ...40% повышает износостойкость шеек.

С этой же целью предлагается разработать универсальную технологическую оснастку для выполнения этой операции. Эта технологическая оснастка должна быть высокопроизводительна, легко переналаживаться на выполнение соответствующей операции для любого вала.

Она позволит улучшить использование оборудования, повысить производительность труда.

## 2.4 Выбор средств измерения, оборудования и инструмента

При выборе средств измерения учитываются их метрологические и экономические показатели. Обобщающим показателем при выборе инструмента является погрешность при измерении. В общем случае должно выполняться следующее условие:

$$\Delta Lim \leq \delta, \quad (2.4)$$

где  $\Delta Lim$  – суммарная погрешность средства измерения [9], мкм;

$\delta$  – допускаемая погрешность измерения, мкм.

Допускаемая погрешность измерения показывает, на сколько можно ошибиться при измерении размера заданной точности в меньшую или большую стороны, т.е. имеет знаки  $\pm \delta$ .

При расчете в учебных целях значения  $\delta$  примем 20% (для 10...17 качества) от значения допуска на изготовление.

Выбираем микрометр 2 кл. МК 50-75 ГОСТ 6507-90, прибор индикаторный ИЧ-02 кл. 2 ГОСТ 577-68.

Для восстановления коленчатого вала необходимо выполнить следующие операции: слесарная 005, очистная 010, дефектовочная 015, шлифовальная 020, шлифовальная 025, сверлильная 030, фрезерная 035, балансировочная 040, полировальная 045, контрольная 050, очистная 055 и при необходимости консервационная 060.

Очистная операция выполняется моечной машиной ОМ-4610; водный раствор – «Лабомид-102», концентрация раствора 20...25 г/л при 80...90 С<sup>0</sup>.

Дефектовочная операция производится на верстаке. Износ поверхности коренных и шатунных шеек: микрометр МК-2-75 ГОСТ 6507-78.

Операция круглошлифовальная. Оборудование: круглошлифовальный станок 3Б151. Пр: центры вращающиеся, патрон поводковый, центросместители. РИ: круг шлифовальный ПП 600x20x26 24А40ПСМ25К8А ГОСТ 2424-83. СИ: микрометр МК-2-75 ГОСТ 6507-78, индикатор положения плоской поверхности торца фланца.

Сверлильная. Оборудование: станок 2А135. Пр: плита установочная, прижимы. СИ: Пробка пластинчатая 12,05 мм. РИ: сверло 2304-3416 ГОСТ 12121-77, зенкер, развертка

Фрезерная. Оборудование: станок 6М82Г. Пр: задняя бабка, центра, люнет. СИ: Шаблон 6,01 мм, шаблон 8,03 мм. РИ: фреза, фреза

Балансировочная. Оборудование: Машина балансировочная БМ-4У. Пр: грузы.

Операция контрольная выполняется СИ, описанными в дефектовочной операции.

## 2.5 Расчет основных режимов резания

### Расчёт шлифовальной операции

Механическая обработка покрытий, наносимых на изношенные поверхности, является завершающей операцией в технологии восстановления деталей. Шлифование применяют, если твердость обрабатываемой поверхности больше HRC 35...40 или нужно получить высокую точность обработки и малую шероховатость.

Расчёт шлифовальной операции проведём на примере чернового шлифования коренных шеек. При черновом шлифовании производится большой съём металла, что неизбежно приводит к появлению внутренних напряжений. Чтобы избежать деформаций вала обработку шеек коленчатых валов необходимо производить в следующей последовательности:

1. Черновое шлифование шатунных шеек;
2. Черновое шлифование коренных шеек;
3. Чистовое шлифование шатунных шеек;
4. Чистовое шлифование коренных шеек;
5. Полирование шеек.

В любом другом порядке шлифования вал деформируется, и соосность коренных шеек нарушается, в связи с этим приходится вводить дополнительную правку чугунного коленчатого вала. Шлифование коренных шеек следует начинать с наиболее изношенной шейки. Если износ их примерно одинаков, обработку следует вести в следующем порядке: 3,2,1,4 и 5.

Требуемый диаметр:  $70,8_{-0,2}$  мм;

Диаметр шлифуемой детали:  $72,1_{-1,1}$  мм;

Используется круглошлифовальный станок 3Б151.

Длина обрабатываемой шейки: Lш – 30 мм;

Количество шеек – 5.

Выбран шлифовальный круг – 24А40ПСМ25К8А.

Диаметр круга  $D_k$  – 600 мм;

Ширина круга  $B_k$  – 20 мм;

Определим расчетную скорость вращения детали:

$$V_\partial = \frac{C_v \cdot D_\partial^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta}, \quad (2.5)$$

где  $D_\partial$  – диаметр шлифуемой поверхности,  $D_\partial = 72,1$  мм;

$T$  – стойкость шлифовального круга, примем  $T = 40$  мин.;

$t$  – глубина шлифования;

$\nu$  – расчетный коэффициент шлифования,  $\nu = 0,35$ .

Значения  $C_v, k, m, t, x, \beta$  приняты по [10].

$$V_\partial = \frac{0,35 \cdot 721^{0,3}}{40^{0,5} \cdot 0,05^1 \cdot 0,35} = 11,4 \text{ м/мин}$$

Расчётная частота вращения детали:

$$n_\partial = \frac{1000 \cdot V_\partial}{\pi \cdot D_\partial}, \quad (2.5)$$

$$n_\partial = \frac{1000 \cdot 11,4}{3,14 \cdot 721} = 50 \text{ об/мин.}$$

Скорость вращения шлифовального круга для черного шлифования принимаем равной [...]

$$V_k = 28 \text{ м/с.}$$

Продольную подачу камня для черного шлифования принимаем [10]

$$S_k = 0,7 \text{ м/мин.}$$

Скорость перемещения стола:

$$V_c = \frac{S_{np} \cdot n_\partial}{1000}, \quad (2.6)$$

где  $S_{np}$  – перемещение обрабатываемой детали вдоль ее оси за один оборот;

$$S_{np} = B_k \cdot \beta, \quad (2.7)$$

где  $B_{\kappa}$  – ширина шлифовального круга, мм;

$$S_{np} = 20 \cdot 0,35 = 7 \text{ мм/об},$$

$$V_c = \frac{7 \cdot 50}{1000} = 0,35 \text{ мм/мин}.$$

Полученное значение  $V_c = 0,35$  мм/мин находится в пределах скоростей перемещения стола, указанных в паспортных данных выбранного станка.

Основная нагрузка при шлифовании приходится на черновое шлифование. Определим потребную мощность на вращение шлифовального круга.

Эффективная мощность на вращение шлифовального круга:

$$N_{эф} = \frac{P_z \cdot V_{\kappa}}{1020 \cdot 60}, \quad (2.8)$$

$P_z$  – тангенциальная сила резания,

Значения  $C_v, k, m, t, x, \beta$  приняты по [КП].

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot V_d^u \cdot S_{np}^x \cdot t^y, \quad (2.9)$$

$$P_z = 10 \cdot 2,7 \cdot 11,4^{0,5} \cdot 7^{0,55} \cdot 0,05^{0,5} = 59,7 \text{ Н},$$

$$N_{эф} = \frac{59,7 \cdot 2261}{1020 \cdot 60} = 2,2 \text{ кВт}$$

Потребная мощность:

$$N_{пм} = \frac{N_{эф}}{\eta}, \quad (2.10)$$

где  $\eta$  – КПД шлифовального станка. Принято  $\eta = 0,75$ .

$$N_{пм} = \frac{2,2}{0,75} = 2,93 \text{ кВт}.$$

Мощности выбранного станка достаточно для чернового шлифования на выбранных режимах.

Нормы времени на механическую обработку (штучное время) определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_v + T_{обс} + T_{ф}, \quad (2.11)$$

где  $T_{шт}$  – штучное время, мин;

$T_{осн}$  – основное (техническое) время, мин;

$T_в$  – вспомогательное время на установку и снятие детали с оборудования,  
 $T_в = 1,5$  мин;

$T_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места и оборудования, мин. Принято 5% от ( $T_o + T_в$ );

$T_ф$  – время на физические надобности и отдых, мин. Принято 5% от ( $T_o + T_в$ );

Основное (технологическое) время:

$$T_{осн} = \frac{2 \cdot L \cdot h}{n_{\partial} \cdot S_{np} \cdot t} \cdot K, \quad (2.12)$$

где  $L$  – длина продольного хода детали, мм;

$$L = L_{нов} - B_{к}, \quad (2.13)$$

где  $L_{нов}$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$B_{ш}$  – ширина круга, мм

$$L = 30 - 20 = 10 \text{ мм},$$

$h$  – припуск на обработку, мм;

$K$  – коэффициент, учитывающий точность шлифования и износ круга. По данным [КР] при черновом шлифовании  $K = 1,3 - 1,4$ , принято  $K = 1,3$ ; при чистовом шлифовании  $K = 1,3 - 1,7$ , принято  $K = 1,5$ .

$$T_{осн} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 1,3}{50 \cdot 7 \cdot 0,05} \cdot 1,3 = 2 \text{ мин.}$$

Время, затраченное на 5 коренных шеек:

$$T_{осн}^5 = 2 \cdot 5 = 10 \text{ мин.}$$

Штучное время для чернового шлифования коренных шеек:

$$T_{шт} = 10 + 1,5 + 0,58 + 0,58 = 12,7 \text{ мин.}$$

Расчет шатунных шеек произведен аналогично. Полученные результаты внесены в таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Режимы механической обработки коленчатых валов

Наименование операции	$V_d$ , м/мин.	$n_d$ , об/мин.	$V_k$ , м/с	$V_c$ , мм/мин.	$S_{np}$ , мм/об.	Продольная подача камня, $S_k$ , м/мин.	Глубина шлифования, $t$ , мм	$T_o$ , мин.
Черновое шлифование коренных шеек	11,4	50	28	0,35	7	0,7	0,05	10
Чистовое шлифование коренных шеек	19	85	32	0,6	7	0,4	0,01	6
Черновое шлифование шатунных шеек	11	56	28	0,392	7	0,7	0,05	33
Чистовое шлифование шатунных шеек	18,1	95	32	0,665	7	0,4	0,01	9,2

### 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Обзор оборудования для обработки шеек коленчатых валов

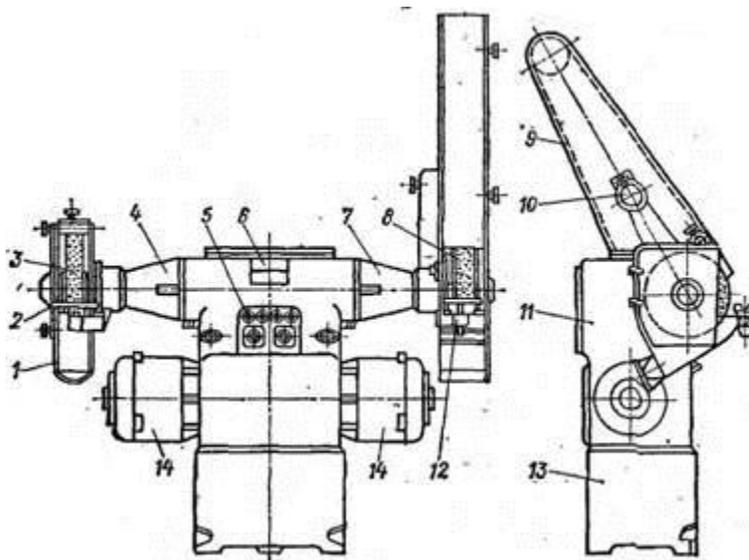
Отечественная промышленность выпускает двусторонние полировально-шлифовальные, бесцентрово-полировальные и ленточно-полировальные станки для обработки плоскостей. Для полирования внутренних и наружных поверхностей различной формы с помощью абразивных кругов и лент служат универсальные станки мод. ЗБ852, ЗВ853, ЗБ854 и ЗБ855. Их универсальность достигается за счет применения дополнительных приспособлений.

*Таблица 3.1 – Технические характеристики полировально-шлифовальных станков*

Параметры	Модели станков			
	ЗБ852	ЗВ853	ЗБ854	ЗБ855
Наибольший диаметр полировального круга, в мм	250	315	400	500
Ширина ленты, в мм	50	70	100	140
Частота вращения шпинделя, в об/мин	1400/2790	1100; 1400; 1800; 2100; 2800; 3600	1000; 1250; 2000; 2500	800-1350
Наибольшее расстояние между осями, в мм	790	960	1245	1580
Перемещение ролика, в мм:				
полное	–	90	125	250
рабочее	–	80	110	130
Расстояние от оси шпинделя до пола, в мм:				
без подставки	250	610	610	610
с подставкой	1000	1000	1000	1000
Мощность электродвигателя привода главного движения, в кВт	1,0/1,4	2,6/3,2	4,5/5,2	7,0/2,0
Масса станка, в кг	300	600	680	850

Станок мод. ЗБ852 изготовлен по типу двусторонних доводочных бабок. Шпиндельная головка представляет собой встроенный двухскоростной электродвигатель. Станок предназначен для полирования и слесарной обработки внутренних и наружных поверхностей деталей различных форм. Станок мод.

ЗВ853 отличается от рассмотренного выше тем, что каждый его шпиндель оборудован отдельным электродвигателем. Кроме того, он имеет вибратор (как и мод. ЗВ854 и ЗВ855), позволяющий осуществлять бесступенчатое регулирование скорости вращения шпинделя.



*Рисунок 3.2 – Полировальный станок модели ЗВ853*

Станок мод. ЗВ853 (рисунок 3.2) имеет станину 11 коробчатой формы, которая установлена на тумбе 13. В верхней части станины размещены полировальные бабки, а в нижней – фланцевые электродвигатели 14. На шпинделе 4 закреплен полировальный круг 3, который огражден кожухом 1 с подручником 2. На шпинделе 7 установлен контактный ролик 8 для абразивной ленты. Лента ограждена кожухом 9 с подручником 12. Вращение шпинделям 4 и 7 передается от двухскоростных электродвигателей 14 через клиноременные вариаторы, которые плавно изменяют частоту их вращения от 1000 до 4000 об/мин. Натяжение абразивной ленты осуществляется механизмом 10. Механизм для измерения числа оборотов шпинделя состоит из тахометра 6 и двух валиков с резиновыми дисками, закрепленными на внутренних концах шпинделей. Станок поставляется с приспособлениями для склеивания ленты и подрезки полировальных кругов.

Из станков иностранного производства можно выделить следующие.

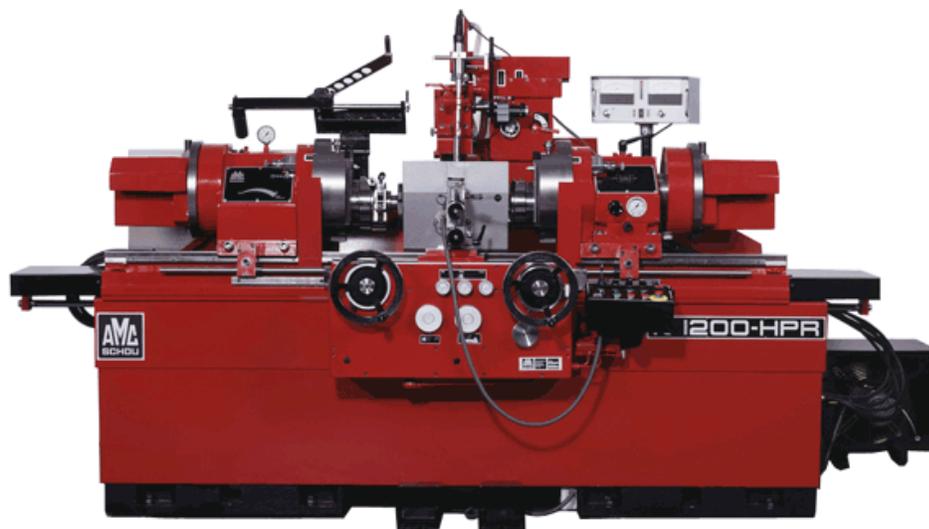
*Высокопроизводительный шлифовальный станок K-1200 HPR.* Самый быстрый из известных шлифовальный станок для коленвалов. Время установки коленчатого вала уменьшено до секунд благодаря специальной системе зажатия в патронах. Общее время обработки шатунных шеек 4-цилиндрового коленчатого вала составляет менее 4 мин. Плавное начало вращения коленчатого вала обеспечено гидравлическим приводом передней бабки. Быстрая проверка дисбаланса вала манометром на передней бабке.

Дополнительные устройства и возможности станка.

Система зажатия в патронах. Быстрое зажатие для быстрой установки и снятия коленвалов без использования инструментов.

Осевое позиционирование. Прибор для осевого позиционирования шеек для быстрой и точной регулировки положения шеек относительно шлифовального круга станка.

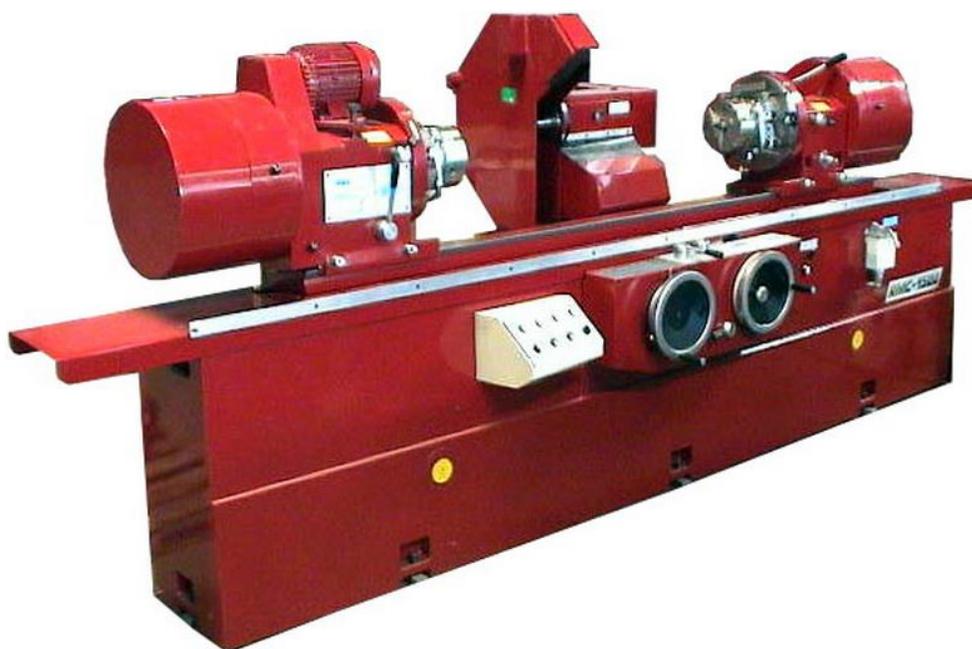
Люнет. Уникальная конструкция люнета шлифовального станка со встроенной системой безопасности, чтобы избежать несчастных случаев. Люнет может быть зажат на столе для шлифовки коренных шеек или на станине для шлифовки шатунных шеек коленвала.



*Рисунок 3.3 – Станок K-1200 HPR*

Таблица 3.2 – Техническая характеристика станка К-1200 HPR

Показатель	Ед. изм.	Значение
Максимальное расстояние между патронами	мм	1270
Максимальное расстояние между центрами	мм	1250
Поперечный ход стола	мм	460
Максимальное двойное смещение вала от оси центров (двойной радиус кривошипа)	мм	160
Стандартный люнет, мин. размер	мм	20
Стандартный люнет, макс. размер	мм	100
Максимальный диаметр изделия при установке нового круга	мм	155
Максимальный диаметр, зажимаемый патроном передней бабки	мм	155
Максимальный диаметр, зажимаемый патроном задней бабки	мм	155
Максимальный вес изделия, зажатого в патроны	кг	400
Плавная регулировка скорости вращения шпинделя	об/мин	20-100
Ручная подача стола	мм/об	5
Скорость быстрого перемещения стола	мм/мин	3000
Скорость вращения круга	об/мин	940
Гидравлический двигатель передней бабки	кВт	5,5
Двигатель гидравлической станции	кВт	2
Насос системы охлаждения	кВт	0,16
Диаметр шлифовального круга	мм	660
Минимальная ширина круга	мм	19
Максимальная ширина круга	мм	50
Высота от пола до центра шпинделя	мм	1120
Высота машины	мм	1475
Полная длина машины	мм	3080
Полная ширина машины	мм	1700
Требуемое рабочее место	мм	4220x1700
Вес NETTO приблизительно	кг	3500
Вес с упаковкой приблизительно (деревянная коробка)	кг	4050



Шлифовальные станки линии REX выпускаются в Италии фирмой ROVVI S.p.A. Это недорогие станки, которые выпускаются на основании 75-летнего опыта фирмы ROVVI в производстве прецизионного оборудования для восстановления двигателей. Станки ROVVI удовлетворяют всем техническим требованиям по восстановлению как единичных деталей, так и малых или средних серий коленчатых валов. Есть различные версии станков данной линии, но все они имеют бабки с поперечным перемещением и быстрым вращением патронов на 360° согласно предварительно установленным углам и плавную стабилизацию вращения обрабатываемой детали, управляемую через потенциометр.

В зависимости от размера коленчатых валов можно выбрать один из точных шлифовальных станков, который удовлетворяет конкретным потребностям производства лучше всего – это REX 1200 для валов двигателей легковых автомобилей, универсальные REX 1500, REX 1800 и REX 2200, а также станки для валов тяжелой и специальной техники REX 2700, REX 3100 и REX 6000:

Каждый такой станок спроектирован так, чтобы обеспечить высокую точность и одновременно быть простым в использовании. Поэтому особенности наладки станка разработаны с учетом потребностей оператора и являются быст-

рыми, простыми и не требуют специальных знаний и навыков. Главными преимуществами шлифовальных станков ROBBI является возможность шлифовки шатунных шеек без демонтажа патронов с планшайб, а также прецизионная шлифовка шатунных шеек с установкой коленчатого вала в центрах, недоступная в станках других производителей.

Можно также выбрать оснащение станков с быстрым гидравлическим столом с поперечной подачей и плавно переменной гидравлической подачей стола. Заключительный выбор легок: станки надежны, удобны и точны, их цены приемлемы, что означает выгодное возвращение инвестиций. Оперативная связь с производителем гарантирует, в случае необходимости, консультации и быструю поставку требуемых запчастей и расходных материалов. Окраска станков в любой цвет по выбору заказчика.

*Отличительные особенности станков:*

- На всех станках использована оригинальная и очень точная система выверки положения коленчатого вала. Взаимное перемещение патронов в 4 направлениях с надежной системой их зажима позволяет быстро центрировать коленчатый вал. При этом перемещение вала контролируется по индикатору, установленному на каждом патроне.

- Положение «О» устанавливается при перемещении головки против центрального стопора, который служит основой для возможной коррекции.

- Патроны имеют возможность вращения на 360°.

- Микрометрическое вращение патронов.

- Легкая замена патронов на центры.

- Только два ключа используются для всех перемещений, центрирований и зажимов.

- Возможность шлифовки коренных и шатунных шеек в центрах

*Сверхпрочная литая конструкция.*

Комплектная жесткая и прочная конструкция литой чугунной станины для любых коленчатых валов - от самых маленьких до самых тяжелых.

*Антифрикционное покрытие направляющих.*

Обеспечивает легкость, точность и исключительную долговечность (десятки лет без ремонта) узлов привода шлифовальной бабки, стола, передней и задней бабок при отсутствии обратной реакции.

*Электрический шкаф.*

Применение только самых надежных электрических элементов позволяет получить надежную работу станка в течение десятилетий.

*Передняя бабка.*

Привод шпинделя от электродвигателя с плавной регулировкой частоты вращения обеспечивает плавность включения вращения вала и исключительную долговечность (десятки лет без ремонта) узла.

*Задняя бабка.*

Продольный привод пиноли обеспечивает быструю и легкую установку вала, а также плавную регулировку прижима центра с контролем усилия. Легкое перемещение бабки вдоль стола.

*Система установки вала.*

Система регулирования положения патронов в 4-х направлениях с индикатором предполагает легкие, точные и быстрые действия оператора.

*Система центровки вала.*

Центроискатель с одновременной индикацией биения шейки в 2-х плоскостях позволяет точно установить коленвал для шлифовки шатунных шеек.

*Ограничители хода стола.*

Незаменимы для круглого шлифования в станках с гидравлической подачей стола.

*Шлифовка в центрах.*

Система регулирования патронов в 4-х направлениях позволяет использовать центры с цилиндрическим хвостовиком, зажимаемые непосредственно в патроны при точности установки вала до 0,010 мм. Специальные центры с поводками позволяют также осуществить шлифовку шатунных шеек в центрах.

Бак имеет модульную конструкцию на роликах, что делает очистку бака и замену жидкости делом нескольких минут.

Таблица 3.3 – Техническая характеристика станков *ROBBI S.p.A.*

Параметры		REX 1200	REX 1500	REX 1800	REX 2200	REX 2700	REX 3100	REX 6000RS
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обрабатываемая способность								
Расстояние между центрами	мм	1320	1550	1800	2300	2800	3200	6200
Расстояние между патронами	мм	1300	1540	1750	2220	2700	3100	6050
Высота центров над столом	мм	220	250	300/350	300/350	350/400	400	750
Диапазон колебаний вала над столом	мм	440	500	600/700	600/700	700/800	800	1500
Максимальный эксцентриситет вала по центрам	мм	80	100	125/150	130/150	150/200	200	350
Максимальный диаметр шейки коленвала	мм	180	180	180/200	180/200	200/230	230	500
Максимальный вес коленвала в центрах	кг	120	200	350/600	350/600	600/950	950	3000
Максимальный вес коленвала при зажатии в патронах	кг	300	500	800/1500	800/1500	1500/2200	2200	6000
Максимальный диаметр шлифовального круга	мм	610	710	760/815	760/815	815/915	915	1400
Ширина шлифовального круга	мм	19-40	19-50	19-60	19-60	19-70	25-70	30-70
Диаметр патронов	мм	160	180	200/230	200/230	230/250	250	400

Продолжение табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Максимальный диаметр вала, удерживаемый в патроне	мм	200	220	250/290	250/290	290/310	310	600
Перемещение люнета	мм	30-100	30-100	30-120/160	30-120/160	30-160/200	30-200	400
Скорости и подачи								
Быстрое гидравлическое перемещение круга	мм	80	110	130/170	130/170	170/190	190	300
Ручное микрометрическое перемещение круга	мм	150	150	170/200	180/200	200/220	220	600
Шаг микрометрического перемещения	мм	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,01-0,1
Подача круга на оборот	мм	1	1	1	1	1	1	3
Ручная микрометрическая поперечная подача стола на оборот	мм	11	11	8	8	8	8	8
Быстрое гидравлическое поперечное перемещение стола	м/мин.	3	3	3	3	3	3	3
Скорости вращения шлифовального круга	об/мин	1000-1150	1000-1150	770-940	770-940	680-900	680-900	450-1000
Шпиндельные скорости	об/мин	35-70	20-30-40-60	0-60	0-60	0-60	0-60	0-50
Мощности								
Главный двигатель шлифовального круга	кВт	3,0	4,1	7,5/10	7,5/10	10/12,5	12,5	30
Шпиндельный двигатель	кВт	0,2-0,3	1	1	1	1/2	2	5 (5x2)
Гидравлический двигатель	кВт	0,3	0,5	1,25	1,25	1,25/1,5	1,5	4
Насос системы охлаждения	кВт	0,1	0,1	0,12	0,12/0,25	0,12/0,25	0,25	0,25
Размеры и вес								
Длина	мм	3300	3900	4500	5000/5500	5000/6000	6500	16500

Продолжение табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ширина	мм	1350	1500	1650	1750/1850	1750/2100	2100	3500
Высота	мм	1550	1700	1700	1750/1800	1800/2000	2000	2700
Требуемое рабочее пространство	мм	4600x1500	5500x1650	6300x1800	7300x1800	8800x2200	9700x2200	20000x4000
Приблизит. чистый вес	кг	2800	3300	4600/5000	5000/6400	5400/7400	8400	30000
Приблизит. вес отгрузки	кг	3200	3800	5200/5800	5800/7700	6200/8700	10000	32000
Размер упаковки	м	3x1,5x1,7	3,6x1,64x1,8	4,0x1,76x1,72	5,9x1,86x1,8	6,2x2,0x2,0	7,0x2,0x2,0	20x4x3

#### *Комплект стандартного оборудования*

- Комплектная система охлаждения с резервуаром и насосом
- Два самоцентрирующихся патрона
- Пара дополнительных противовесов
- Шлифовальный круг со ступицей
- Узкий люнет
- Нормальный люнет (для REX 1800, 2200, 2700, 3100)
- Устройство для правки лицевой и боковой части круга с алмазом
- Прибор для измерения эксцентриситета с индикатором
- Центроискатель с индикатором
- V-образный центроискатель для шатунных шеек с индикаторами
- V-образный прибор для измерения радиуса кривошипа
- Ступица для балансировки круга
- Ведущий шкив для меньшего диаметра круга
- Набор кожухов
- Съемник шлифовального круга
- Комплект инструмента
- Инструкция по эксплуатации

*Ленточно-шлифовальное приспособление.* Приспособление предназначено для полирования шеек коленчатых валов в условиях ремонтного производства. Его отличительная особенность заключается в том, что рабочей является внутренняя поверхность полировальной ленты. Для осуществления ее натяжения приспособление содержит рычаг, установленный на поворотной плите. Лента одним концом надета на обрабатываемую шейку, вторым – на шкив электродвигателя. Электродвигатель также установлен на поворотной плите. Приспособление позволяет получить 9...11 класс чистоты обработанной поверхности при исходном 7...8 классе.

У изобретения рабочей является внутренняя поверхность полировальной ленты, надетой на шейку коленчатого вала, и шкив привода, а для осуществления натяжения ленты рычаг установлен на поворотной плите, что в совокупности с надетой на обрабатываемый коленчатый вал лентой позволяет одновременно с натяжением ленты осуществить и ее прижатие к обрабатываемой поверхности.

Приспособление содержит стойку, поворотный рычаг, предназначенную для обработки валов ленту, надетую на шкив электродвигателя, а его отличительной особенностью является наличие в нем укрепленной на стойке поворотной плиты, при этом электродвигатель и рычаг установлены на этой плите, а лента рабочей поверхностью надета на шкив электродвигателя и установленный с возможностью вращения обрабатываемый вал.

Приспособление состоит из стойки 8, которая болтовым соединением крепится к станку 9. К стойке через шарнир 7 крепится плита 6 с электродвигателем 5 привода и поворотным рычагом 3. На валу электродвигателя находится шкив 4, передающий вращательное движение полировальной ленте 2. Лента надета на коленвал 1, получающий вращение от станка.

Принцип действия приспособления заключается в следующем.

Шейки коленвала полируются непосредственно после их шлифования. Для этого полировальная лента 2 надевается на шейку коленвала 1 и шкив 4 электродвигателя 5 рабочей поверхностью. Рычаг 3 плавно регулирует натяжение полировальной ленты. Наличие поворотного рычага, закрепленного на плите, позволяет регулировать натяжение ленты в зависимости от требуемого диаметра обработки.

Процесс полирования шейки коленвала с использованием предлагаемого приспособления длится 15...20 секунд и позволяет получить 9...11 класс чистоты обработанной поверхности при исходном 7...8 классе.

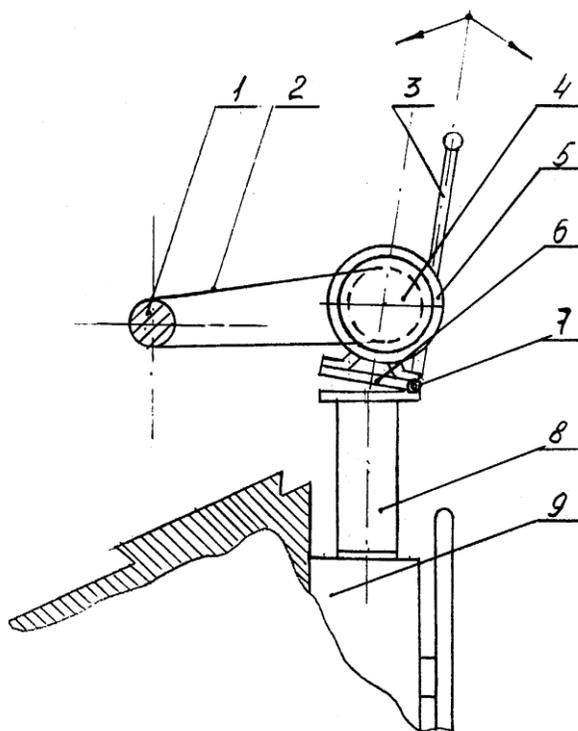


Рисунок 3.4 – Ленточно-шлифовальное приспособление

*Устройство для двустороннего шлифования абразивной бесконечной лентой.* Устройство относится к машиностроению и может найти применение при окончательной обработке длинных деталей типа тел вращения невысокой жесткости, например труб и валов. Устройство для двустороннего шлифования содержит привод перемещения абразивной ленты, включающий кинематически связанные между собой натяжной и ведущий шкивы со сферической перефе-

рийной поверхностью, что позволяет абразивной ленте быстро самоустанавливаться. Новым в конструкции устройства является то, что натяжной и ведущий шкивы установлены на плитах с возможностью поворота в вертикальной плоскости.

Устройство снабжено приводом перемещения абразивной ленты, включающим ведущий и натяжной ролики-шкивы, смонтированные с возможностью поворота в вертикальной плоскости на плитах, установленных с возможностью относительного перемещения и кинематически связанных между собой, при этом периферийная поверхность шкивов выполнена в виде сферы для самоустановки ленты.

Устройство для двустороннего шлифования абразивной бесконечной лентой содержит несущую плиту 1, подвижные плиты 2 и 3, установленные на направляющих несущей плиты 1, по которым они имеют возможность поперечного перемещения относительно обрабатываемой поверхности с помощью ходового винта 4 и рукоятки 5; кинематически связанные между собой ведущий 6 и натяжной 7 шкивы, закрепленные на салазках 8 и 9, которые имеют возможность перемещения относительно поворотных кронштейнов (плит) 10 и 11. Механизм 12 регулирования сбегания ленты включает винт 13 для перемещения оси 14 натяжного шкива 7. Величина усилия прижима ленты к обрабатываемой поверхности устанавливается с помощью деформации пружины 15, а обрабатываемая деталь 16 устанавливается в центрах.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

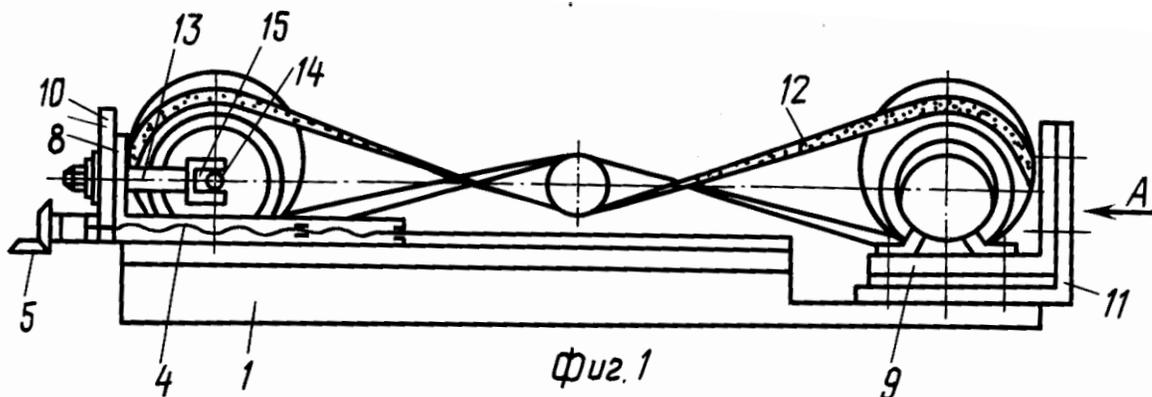
Несущую плиту 1 устанавливают на суппорте, например, токарного станка, обрабатываемую деталь 16 помещают между рабочими поверхностями одной бесконечной абразивной ленты. С помощью рукоятки 5 через деформацию пружины 15 создается натяжение в ленте, что обеспечивает определенное усилие прижима ее к обрабатываемой поверхности, включается привод вращения одного из шкивов, несущих абразивную ленту. Полная обработка осуществля-

ется за один или несколько продольных перемещений устройства относительно обрабатываемой детали.

Угол охвата обрабатываемой поверхности определяется из соотношения диаметров детали, ведущего и натяжного шкивов и длины ленты.

Усилие прижатия ленты к обрабатываемой поверхности, определяющее величину съема металла и шероховатость поверхности, зависит от деформации пружины и ее характеристики. Регулировка сбег лент перед началом обработки осуществляется с помощью винта 13, который поворачивает ось натяжного шкива в горизонтальной плоскости. Величина смещения осей ведущего и натяжного шкивов, во избежание взаимного задевания кромок ленты, устанавливается с учетом ширины ленты плюс зазор 2...3 мм.

Устройство отличается простотой конструкции, надежностью в работе. Двойной плавный изгиб ленты в пространстве не оказывает отрицательного влияния на стойкость абразивного инструмента.



*Рисунок 3.5 – Устройство для двустороннего шлифования абразивной бесконечной лентой*

Все из рассмотренных технических средств, относящихся к шлифовальному и полировальному оборудованию, наряду с неоспоримыми преимуществами при выполнении ими заложенных функций, имеют один общий недоста-

ток – высокую стоимость, а, кроме того, многие из приведенных выше станков и приспособлений не подходят для доводки шеек коленчатого вала двигателя ЗМЗ-53 в виду различий в технических характеристиках. Поэтому, для условий хозяйства, с учетом возможностей производственно-технической базы, решено было разработать и изготовить *устройство для полирования шеек коленчатого вала* подходящего для выполнения работ по восстановлению чугунных коленчатых валов двигателей ЗМЗ-53.

### 3.2 Конструкция и принцип работы проектируемого устройства

Разрабатываемое устройство для полирования шеек коленчатого вала двигателя ЗМЗ-53 представляет собой ленточно-шлифовальное устройство с бесконечной лентой ЛБ1 30×710 15А 25-Н 2 УГ Б ГОСТ 12439-79 (рисунок 3.6).

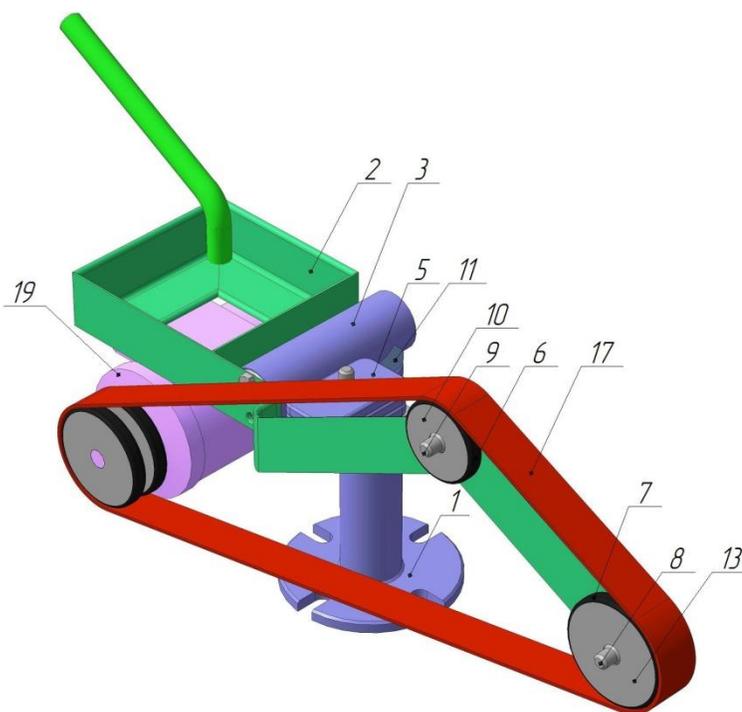


Рисунок 3.6 – Устройство для полирования шеек коленчатого вала ЗМЗ-53

Устройство монтируется на опоре 1, которая состоит из фланцевой части, закрепляемой на суппорте токарного станка, и трубчатой части, соединяемой со стойкой 11. Стойка 11 приварена ко втулке 3, внутри которой свободно проворачиваясь расположена траверса. К траверсе посредством четырех болтов М8 прикреплена рама 2, изготовленная из равнополочных уголков 50×50 мм. На шине рамы монтируются шкивы 13 с резиновыми ободами 7 и натяжные ролики 10 также с резиновыми ободами 6. Шкивы 13 и ролики 10 сажаются на оси 8 и 9 соответственно и фиксируются гайками. Приводные шкивы устанавливаются на электродвигатель 19 также смонтированный на раме 2. Лента 17 помимо функции резания, выполняет роль плоского ремня фрикционной передачи. Удельное давление на шейку вала создается нагружением передней части рамы грузами 5.

Работает устройство следующим образом. Коленчатый вал устанавливают в центра токарного станка и приводят во вращение. Устройство монтируют на суппорте станка на месте поворотной части каретки суппорта. Нагружают переднюю часть рамы грузами для создания необходимого удельного давления на шейку вала и включают электродвигатель. Посредством рукоятки, приваренной к раме устройства, подводят движущуюся абразивную ленту к шейке вала и включают продольную подачу суппорта, обрабатывая шейку по всей ее длине. Обработка ведется с применением СОЖ. Для чугунных коленчатых валов в качестве СОЖ рекомендуется содовый раствор.

### **3.3 Выбор электродвигателя**

Главный недостаток фрикционных передач – значительная радиальная нагрузка на опоры валов, которая может до 35 раз превышать передаваемое окружное усилие, вызывая проскальзывание.



1. Окружная, или тангенциальная сила  $P_z$  направлена по касательной к зерну ленты. Величина  $P_z$  определяет крутящий момент и мощность, которые необходимо затратить на шлифование, ибо с такой силой, но направленной в противоположную сторону, деталь действует на ленту, стараясь затормозить ее движение.

2. Сила  $P_y$ , направленная перпендикулярно к оси зерна ленты, является реакцией детали против стремления ленты вдавить зерно в тело обрабатываемой детали, сжать или согнуть обрабатываемую деталь под действием поперечной подачи.

Величина радиальной силы составляет:  $P_y = (1,8 \dots 2) P_z$

3. Сила подачи  $P_x$  направлена параллельно продольной подаче. Она значительно меньше  $P_z$  и составляет величину  $P_x = (0,1 \dots 0,2) P_z$ .

Таким образом, зная величину  $P_z$ , можно определить  $P_y$  и  $P_x$ .

Величину  $P_z$  находят по формулам. По данным проф. Маслова Е.Н. [11]:

$$P_z = C_p \cdot v_\partial^{0,7} \cdot S_{np}^{0,7} \cdot t^{0,6}, \quad (3.1)$$

где  $C_p$  – коэффициент, зависящий от свойств материала шлифуемой детали,

$C_p = 2,0$  (при шлифовании чугуна) [11];

$v_\partial$  – скорость движения ленты,  $v_\partial = 15 \dots 20$  м/с [11];

$S_{np}$  – продольная подача суппорта станка, принимаем  $S_{np} = 200$  мм/мин (для 1К62) [11];

$t$  – глубина резания, принимаем с учетом зернистости применяемого абразива [11],  $t = 0,12$  мм.

$$P_z = 2 \cdot 20^{0,7} \cdot 200^{0,7} \cdot 0,12^{0,6} = 186,2 \text{ Н.}$$

Потребная мощность для вращения шлифовальной ленты [11]:

$$N_n = \frac{P_z \cdot v_\partial}{\eta}, \quad (3.2)$$

где  $\eta$  – КПД фрикционной передачи,  $\eta = 0,9$  [11].

$$N_n = \frac{186,2 \cdot 20}{0,9} = 4137 \text{ Вт} = 4,1 \text{ кВт}.$$

По каталогу принимаем электродвигатель 4А100СУЗ, для которого  $N_{\text{дв}} = 4 \text{ кВт}$  и  $n_{\text{дв}} = 3000 \text{ мин}^{-1}$ , диаметр конца вала двигателя  $d_{\text{дв}} = 28 \text{ мм}$ .

## **4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **4.1 Охрана труда**

Безопасность труда - состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. Одна из важнейших задач охраны труда - работа по обеспечению безопасности работающих.

Современное производство характеризуется постоянно возрастающим насыщением техникой, частой сменой видов работ и средств труда.

Нарушение требований безопасности в таких условиях создает опасные ситуации, приводящие к несчастным случаям.

Нанесение травмы человеку в условиях производства обусловлено наличием физически и химически опасных производственных факторов.

Физически опасные производственные факторы - это движущиеся машины, незащищенные подвижные элементы оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы, повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования или материалов, опасное напряжение электрических сетей, энергия сжатого воздуха, газа, ударной волны при взрыве и т. п.

Серьезную опасность для жизни и здоровья людей представляют отлетающие части обрабатываемого материала и инструмента, которые обладают большой кинетической энергией.

Химически опасные производственные факторы характеризуются возможностью воздействия на организм человека едких, ядовитых и раздражающих веществ.

Возникновение тех или иных опасных производственных факторов зависит от характера технологического процесса, конструкции оборудования, уровня организации труда и т. д.

Предупреждение производственного травматизма - сложная комплексная проблема, требующая усиленного внимания, прежде всего специалистов инженерно-технического профиля, а также представителей медицинской и дру-

гих наук.

Анализ производственного травматизма по видам ремонтных работ показывает, что значительное число травм происходит при разборочно-сборочных операциях. Монтажный инструмент в процессе использования изнашивается, нарушаются его формы и размеры, нередко появляются трещины и изломы. Приложение усилия к такому инструменту может вызвать его поломку и травмирование работающего. За состоянием инструмента обязан следить сам рабочий. Слесарные молотки должны иметь ровную, без заусенцев, слегка вогнутую поверхность бойка для центрирования удара. Рукоятки молотков должны быть овальными, из твердых пород дерева с влажностью не более 12% и плотно насажены с помощью клина из мягкой стали.

Требования нормативно-технической документации, которые необходимо соблюдать при обеспечении БЖД работников предприятий сведены в таблицу 4.1 [12-14].

Таблица 4.1 – Требования нормативно-технической документации

N п/п	Требования	Нормативный документ
1	2	3
1	Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих.	ГОСТ 12.2.061-81. Оборудование
2	Шум на рабочем месте не должен превышать 80 дБА.	ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.
3	Производственное оборудование должно иметь встроенное устройство для удаления выделяющихся в процессе работы вредных веществ непосредственно от места их образования и скопления.	ГОСТ 12.2.003-74.
4	Искусственное освещение в производственных помещениях должно устлаваться с лампами накаливания или люминисцентными лампами в виде общего освещения с равномерным или локализованным размещением светильников и комбинированного (общего и местного). Применение одного местного освещения не допускается. Норма освещенности рабочего места должна составлять при общем освещении 300 лк.	СНиП II-4-79

1	2	3
5	Приводные части станда, а также передачи, к которым возможен доступ людей, должны быть ограждены.	ГОСТ 12.2.002-80. Ограждения. Общие требования.
6	Движущиеся и вращающиеся элементы оборудования, к которым возможен доступ обслуживающего персонала, должны быть ограждены со всех сторон и по всей длине, независимо от высоты расположения и скорости движения.	ГОСТ 12.2.027-80. Оборудование гаражное и авторемонтное.
7	Органы управления, связанные с определенной последовательностью их применения, должны группироваться таким образом, чтобы действия работающего осуществлялись слева направо и сверху вниз.	ГОСТ 12.2.064-81. Органы управления производственным оборудованием.
8	В конструкциях органов управления, предназначенных для включения оборудования, должны быть предусмотрены средства защиты от случайного включения.	ГОСТ 12.2.027-80.
9	Электрическая схема станда должна исключать возможность его самопроизвольное включение/выключение.	ГОСТ 12.2.007-75. Изделия электротехнические. Общие требования.
10	Каждая электрическая машина должна иметь элемент заземления.	ГОСТ 12.2.007-75. Изделия электротехнические. Общие требования.
11	Рабочее место около станда должно быть оснащено стендом со схемой строповки передней оси автомобиля.	ГОСТ 12.3.009-76. Погрузочно-разгрузочные работы. Общие требования.

Для обеспечения полной безопасности под навешенную машину ставят прочные козлы или подставки, которые необходимо периодически проверять на соответствующую грузоподъемность.

Запрещается применять в качестве упоров случайные предметы: кирпичи, шлакоблоки, диски колес и пр. Важнейшим требованием безопасности при проведении технического обслуживания или устранении неисправностей является выполнение их при остановленной машине и неработающем двигателе или отключенном электроприводе. В практике отмечаются многочисленные случаи травмирования из-за самовключения отдельных механизмов. Так, на зерноуборочных комбайнах возможны самовключения ходовых муфт сцепления и муфт привода молотилки.

Особую осторожность следует соблюдать при отсоединении трубопро-

водов или шлангов гидравлической системы машин. Перед выполнением этой операции необходимо убедиться, что рабочие органы навешиваемой машины опущены на землю. Травмирование может произойти и от струи масла, вытекающей под большим давлением.

На постах технического обслуживания транспортных средств широко используют эстакады. Для обеспечения безопасности въезда и съезда в конструкции эстакады необходимо предусмотреть отбойные реборды и направляющие с уклоном не более 25 %. В конце тупиковой эстакады устанавливают опорный брус. Боковые площадки должны иметь перила высотой 1 м.

Для удобства и безопасности обслуживающего персонала на стационарных пунктах технического обслуживания тракторов и в профилакториях гаража оборудуют смотровые канавы, оснащенные подъемниками, необходимым инструментом и оборудованием.

Особая осторожность должна быть соблюдена при разборке и регулировке некоторых деталей и сборочных единиц (карбюраторы, трубопроводы и другие детали топливной аппаратуры) двигателей, работающих на этилированном бензине. Все операции по техническому обслуживанию с ними необходимо проводить только после тщательной очистки и промывки их в ванне с керосином. Следует помнить, что такие детали покрыты пленкой с концентрацией значительного количества тетраэтилсвинца, который при попадании в организм человека может вызывать сильное отравление.

Особая опасность возникает при обслуживании аккумуляторных батарей. Правилами технического обслуживания предусмотрена периодическая (через 60 ч) прочистка вентиляционных отверстий в пробках элементов аккумуляторов. Засорение этих отверстий может привести к разрыву корпуса аккумулятора и разбрызгиванию электролита.

Проверять уровень электролита необходимо с помощью стеклянной трубки. При проверке напряжения нагрузочной вилкой необходимо убедиться в отсутствии газа в аккумуляторах, для чего вывертывают пробки, чтобы дать возможность газу выйти наружу. После закрытия заливных отверстий прове-

ряют напряжение. Замерять напряжение нужно очень осторожно, так как при установке нагрузочной вилки аккумулятор замыкается через сопротивление и возникает большой ток, а сопротивление нагревается до высокой температуры.

Большое число несчастных случаев, в том числе с тяжелыми и смертельными исходами, происходит при монтаже и демонтаже шин без применения специальных приспособлений. Основные причины травмирования: срыв стопорного кольца при неправильной установке его или снятии, срыв монтажных лопаток, разрыв шин во время накачивания, использование неисправного инструмента и приспособлений. Определенную опасность представляет перекатка колес большегрузных автомобилей и тракторов вручную.

Для охлаждения двигателя в зимнее время широко применяют специальные жидкости - антифризы. Антифриз - не безвредная жидкость, он обладает свойствами, неблагоприятно влияющими на здоровье людей. Поэтому с ним нужно обращаться осторожно, предупреждая попадание в рот и на кожу.

Зубила, пробойники и другой подобный инструмент не должны иметь повреждений, боковые грани в местах зажима рукой должны быть без заусенцев и острых ребер. Общая их длина должна быть не менее 150 мм, а оттянутой части зубила - 60...70 мм. При рубке металла обязательно пользоваться защитными очками, так как отлетающие осколки металла могут нанести опасную травму глазу. Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и головок болтов и не иметь трещин, забоин и заусенцев. Наиболее опасные приемы при отвертывании гаек и болтов: отвертывание с помощью молотка и зубила, вставка подкладки в зев ключа при несоответствии размера, наращивание ключей друг другом или трубкой, удары по ключу молотком. Для облегчения отвертывания гаек и болтов, расположенных в неудобных местах, применяют ключи с «трещоткой» и торцовые с шарнирными рукоятками.

На разборочно-сборочных работах для облегчения труда и повышения его безопасности применяют различные съемники, приспособления, ручной механизированный инструмент.

Нельзя работать со съемниками, имеющими механические дефекты (например, трещины), сорванную или смятую резьбу, погнутые стержни, болты, планки, рейки и т. д. При установке съемника на ремонтируемый узел необходимо следить, чтобы его лапки надежно захватывали деталь, а силовой винт имел хороший упор по оси узла. Во время натяга съемника нужно внимательно следить за положением лапок (не соскальзывают ли они) и съемника в целом, чтобы он не сорвался с разбираемого узла. Большую опасность представляет разборка узлов со сжатыми пружинами. Так, наиболее сложными и опасными моментами в процессе сборки и разборки кареток опорных катков гусеничных тракторов являются снятие и установка пружины. При выполнении этой операции необходимо пользоваться специальными приспособлениями.

## **4.2 Инструкция по охране труда при работе на станках**

### **Общие требования безопасности**

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, ознакомленные с устройством и прошедшие инструктаж по технике безопасности и медицинскую комиссию.

Рабочий должен выполнять только ту работу, которая ему поручена мастером или начальником цеха (участка).

Рабочему запрещается: касаться электропроводки или корпусов работающих электродвигателей; стоять под грузом и на пути его перемещения; курить в цехах, на рабочих местах и других местах, где применяются легко воспламеняющиеся материалы и газы. Курить разрешается только в специально отведенных местах.

Необходимость соблюдения правил внутреннего распорядка, запрещается распитие спиртных напитков. Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты должны соответствовать установленным нормам. На рабочем месте необходимо иметь аптечку и разные средства пожароту-

шения. Необходимо знать и применять способы устранения опасностей и оказать помощь пострадавшему.

#### Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы необходимо: одеть и застегнуть спецодежду (ГОСТ 12.5.48 – 83 ССБТ), чтобы не было свисающих концов, волосы подбраны под головной убор. Проверить заземление стенда, целостность проводки (согласно ГОСТ 12.1.009 – 89), проверить исправность механизмов управления, токоподводов и их крепление, отсутствие заеданий и закусывания, комплектность средств пожаротушения, медицинские аптечки.

#### Требования безопасности во время работы

Во время установки устройства необходимо надежно закрепить корпусную деталь на устройстве. При монтаже восстанавливаемой детали на рабочий стол необходимо соблюдать правила транспортировки и подъема-опускания грузов. Перед включением устройства убедитесь, что пуск никому не угрожает. Производить включение трансформатора только при отсутствии оголенных проводов и надежного креплении токоподводящих приспособлений. При предварительной подготовки детали и непосредственно при восстановлении соблюдать меры безопасности при работе с химически активными веществами. На протяжении всего рабочего процесса восстановления необходимо обеспечить устойчивый отсос паров полимеров и вентиляцию помещения. Детали, превышающие допустимый вес снимать со стенда только с помощью кран-балки.

Во время работы запрещается: находится посторонним лицам на участке; отлучаться с рабочего места; принимать пищу на рабочем месте.

Регулировка и устранение неисправности во время работы стенда не разрешается категорически запрещается монтаж, демонтаж и ремонт элементов и узлов электрооборудования установки при наличии напряжения в сети питания.

#### Требования безопасности в конце работы

По окончании работы снять восстановленную деталь с рабочего стола

устройства и убрать рабочее место, обесточить электропривод и выключить трансформатор. Привести в порядок рабочее место. Доложить руководителю работ обо всех нарушениях, которые выявлены в процессе работы, а так же о мерах, принятых по их устранению. Спецодежду сдать в место хранения. Вымыть руки и лицо теплой водой с мылом, принять душ.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

При появлении посторонних шумов, запахи гари, дыма, выявление неисправностей, искрение электрооборудования, нагрева электрооборудования и других неисправностей необходимо немедленно остановить устройство и вызвать ремонтных рабочих.

При возгорании электрической части устройства немедленно отключить электроэнергию, подать сигнал тревоги и приступить к тушению.

В случае травмирования принять меры по оказанию доврачебной помощи, позвать медицинского работника и сообщить руководителю работы.

После аварийной остановки стенд должен быть освобожден от предмета ремонта.

### 4.3 Расчет заземления устройства для восстановления коленвалов

Сопротивление растеканию тока в заземлителе зависит от удельного сопротивления грунта и размеров заземлителя

$$R_{рт} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l}{d} + 0,51 \lg \frac{4h+1}{4h-1}, \quad (4.1)$$

где  $R_{рт}$  – сопротивление растеканию тока, Ом;

$\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом · м;

$l$  – длина заземлителя, м;

$d$  – диаметр заземлителя, м;

$h$  – глубина забивки, м.

$$R_{pm} = 0,366 \frac{70}{2,4} \lg \frac{2 \cdot 2,4}{0,06} + 0,51 \lg \frac{4 \cdot 0,8 + 2,4}{4 \cdot 0,8 - 2,4} = 8,86 \text{ Ом}$$

Количество заземлителей определяется по формуле

$$n = \frac{R_{\text{пр}} \cdot k}{R_3 \cdot \eta_{\text{эз}}}, \quad (4.2)$$

где  $n$  – количество заземлителей, шт.;

$k_c$  – коэффициент сезонности,  $k_c = 1,8$ ;

$R_3$  – наибольшая нормированная величина сопротивления заземления,  $R_3 = 10$  Ом;

$\eta_{\text{эз}}$  – коэффициент экранирования заземлителя,  $\eta_{\text{эз}} = 0,8$ .

$$n = \frac{8,86 \cdot 1,8}{10 \cdot 0,8} = 1,99$$

Принимаем 2 стержня.

#### 4.4 Экологическая безопасность

Воздействие машинно-тракторного парка на экосистемы выражается:

- в загрязнении атмосферы, водных объектов и земель, изменении химического состава почв и микрофлоры, образовании производственных отходов, шламов, замазученного грунта, котельных шлаков, золы и мусора;

- в потреблении природных ресурсов - атмосферного воздуха, необходимого для протекания рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) транспортных средств; нефтепродуктов и природного газа, являющихся топливом для ДВС; воды для систем охлаждения ДВС и мойки транспортных средств, производственных и бытовых нужд; земельных ресурсов;

- в создании высоких уровней шума и вибрации;

- в возможности активизации неблагоприятных природных процессов типа водной эрозии, заболачивания местности, образования селевых потоков, оползней, обвалов;

- в травматизме и гибели людей, животных, нанесении большого материального ущерба при авариях и катастрофах;

- в разрушении почвенно-растительного покрова и уменьшении урожай-

ности сельскохозяйственных культур.

Основными потребителями природных ресурсов и загрязнителями окружающей среды являются транспортные средства и мобильная техника. Например, один грузовой автомобиль при годовом пробеге 15 тыс. км сжигает 1,8 т бензина, на получение которого требуется около 3 т нефти. Для образования нормальной горючей смеси в двигателе на 1 кг бензина необходимо 15 кг воздуха. С учетом этого соотношения и процентной доли кислорода в воздухе, расчетное количество расходуемого воздуха автомобилем составит 27 т, в том числе 5,6 т кислорода.

При выполнении технического обслуживания транспортных средств задействованы подразделения, зоны периодических и оперативных форм технического обслуживания. Выполнение ремонтных работ ведется на производственных участках. Используемые в процессах ТО и ремонта технологическое оборудование, станки, средства механизации и котельные установки являются стационарными источниками загрязняющих веществ

Во многих технологических процессах образуются производственные сточные воды. Состав и количество этих вод различны. Сточные воды образуются при мойке подвижного состава, очистке узлов и деталей в моечных машинах, при ремонте аккумуляторных батарей, гальванической и механической обработке деталей, гидравлических испытаниях различных емкостей и т.д.

Ремонтные работы сопровождаются также загрязнением почвы, накоплением металлических, пластмассовых и резиновых отходов вблизи производственных участков и отделений.

С экологических позиций все виды воздействия на экосистемы должны быть ниже способностей природы к самовосстановлению. В противном случае наступает деградация природных систем и их полное уничтожение.

Предлагаемое устройство имеет электротехническую часть и не является источником экологической опасности.

#### **4.5 Определение количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу**

При проведении ТО в атмосферу с вентиляционными выбросами в атмосферу выбрасываются следующие вредные вещества: масляный туман, пары топлива, отработанные газы, пыль и др.

Годовое суммарное количество масляного тумана, выбрасываемого в атмосферу:

$$M_{MT} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot C_{CC} \cdot L \cdot T,$$

где  $M_{MT}$  - годовое суммарное количество масляного тумана, выбрасываемого в атмосферу, т/год;

$C_{CC}$  - среднесменная концентрация вредного вещества в потоке выбрасываемой газовой смеси,  $C_{CC} = 5 \text{ мг/м}^3$ ;

$L$  - объемный расход газовой смеси,  $L = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$T$  - время работы соответствующего технологического оборудования,  $T = 6,4 \text{ ч/год}$ .

$$M_{MT} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 20 \cdot 6,4 = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ т/год}$$

#### **4.6 Безопасность жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях**

Гражданская оборона - составная часть системы общегосударственных социальных и оборонных мероприятий, осуществляемых в мирное и военное время в целях защиты населения и народного хозяйства страны от современных средств поражения и последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Задачи, стоящие перед ГО (по целенаправленности и содержанию проводимых мероприятий), можно разделить на следующие группы:

1) организация и обеспечение защиты населения от современных средств поражения и последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий;

2) обеспечение устойчивого функционирования народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени;

3) организация и проведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очагах поражения и зонах катастрофического затопления, а также других мероприятий по ликвидации последствий нападения противника, стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф.

Эти группы задач тесно взаимосвязаны, и решение каждой из них достигается выполнением комплекса мероприятий, имеющих общую направленность.

Организация и обеспечение защиты населения от современных средств поражения и последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий - главная задача гражданской обороны. Люди, как известно, составляют наивысшую ценность общества, и обеспечение их безопасности - важнейшая цель всех оборонных мероприятий.

Обеспечение защиты населения от современных средств нападения достигается проведением целого комплекса мероприятий, направленных на максимальное ослабление результатов воздействия оружия массового поражения, и созданием благоприятных условий для проживания и деятельности населения, функционирования объектов и сил гражданской обороны при выполнении задач. К таким мероприятиям относятся: обеспечение всего населения защитными сооружениями и средствами индивидуальной защиты; всеобщее обязательное обучение населения способам защиты от оружия массового поражения и действиям по ликвидации последствий нападения противника, аварий, катастроф и стихийных бедствий; рассредоточение рабочих, служащих и эвакуация населения из крупных городов и зон возможного затопления; обеспечение жизнедеятельности эвакуированного населения; проведение противоэпидемических, санитарно-гигиенических, специальных профилактических и других медицинских мероприятий.

Организация и проведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ (СНАВР) в очагах поражения и зонах катастрофи-

ческого затопления тесно связаны с первыми группами задач. Без успешного проведения СНАВР невозможно решить задачу защиты населения и восстановить нормальную производственную деятельность объектов народного хозяйства, подвергшихся ядерным ударам противника, или воздействию стихийных бедствий, аварий, катастроф.

СНАВР - это большой комплекс мероприятий ЧС, проводимых в целях спасения людей, оказания помощи пораженным, локализации и устранения аварий. Для ведения СНАВР привлекаются все силы ЧС объекта которые должны быть полностью укомплектованы личным составом, оснащены специальной техникой, приборами, инструментами и другим необходимым

Ответственность за организацию и состояние гражданской обороны на объекте агропромышленного комплекса несет его руководитель, который является начальником гражданской обороны объекта. Он отвечает за постоянную готовность гражданской обороны на объекте, за своевременное планирование и проведение всех ее мероприятий на объекте в мирное и военное время. В помощь начальнику гражданской обороны объекта назначается заместитель. При начальнике гражданской обороны объекта создаются штаб и службы ЧС.

Штаб ЧС объекта является органом управления начальника гражданской обороны, организатором всей практической деятельности по вопросам гражданской обороны на объекте. В зависимости от величины и важности объекта штаб комплектуется штатными работниками гражданской обороны и должностными лицами объекта, не освобожденными от основных обязанностей. Работа штаба организуется на основе решений, приказов, распоряжений и указаний начальника гражданской обороны объекта и указаний вышестоящего штаба ЧС.

Количество и состав служб ЧС, создаваемых на объекте, зависит от местных условий и возможностей объекта, т. е. наличия необходимых людских ресурсов и материальной базы. При наличии соответствующих возможностей на объектах агропромышленного комплекса могут создаваться следу-

ющие службы ЧС: оповещения и связи, медицинская, противопожарная, инженерная, противорадиационной и противохимической защиты, защиты сельскохозяйственных животных и растений, транспортная, охраны общественного порядка, материально-технического снабжения.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

### 5.1 Затраты на изготовление и сборку устройства для полирования шеек коленчатых валов

Затраты на изготовление конструкции рассчитываются по формуле:

$$C_{ц.кон.} = C_{к.д.} + C_{о.д.} + C_{п.д.} + C_{сб.н.} + C_{ох} + C_{вн.}, \quad (5.1)$$

где  $C_{к.д.}$  – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{о.д.}$  – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{п.д.}$  – цена покупных деталей, изделий, узлов и агрегатов, руб.;

$C_{сб.н.}$  – заработная плата с начислениями на социальные нужды производственных рабочих, занятых на изготовлении и сборке конструкции, руб.;

$C_{ох}$  – общехозяйственные (накладные) расходы на изготовление или модернизацию конструкции, руб.;

$C_{вн.}$  – стоимость вспомогательных материалов (2% от затрат на основные материалы), руб.

Затраты на изготовление корпусных и оригинальных деталей:

$$C_{к.д1} = C_{заг} + C_{пр.н.}, \quad (5.2)$$

где  $C_{заг}$  – цена материала, приобретенного для изготовления оригинальных деталей, руб.;

$C_{пр.н.}$  – заработная плата с начислениями производственных рабочих (сварщик), занятых на изготовлении корпуса, руб.

В предлагаемой конструкции использовано: швеллер 1м ( $C=210$  руб.); лист железа S4м ( $C=320$  руб.); уголок 4м ( $C=430$  руб.), труба 1,5м ( $C=112,5$  руб.)

Заработная плата рабочего, занятого на изготовлении конструкции (сварщик 6 разряда):

$$C_{пр.н.} = C_{пр} + C_{д} + C_{соц}, \quad (5.3)$$

где  $C_{пр}$  – основная заработная плата, руб.;

$C_{д}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$  – начисления на социальные нужды, руб.

$$C_{\text{пр}} = t_{\text{ср}} \cdot C_{\text{ч}}, \quad (5.4)$$

где  $t_{\text{ср}}$  – средняя трудоемкость изготовления корпуса, чел.-ч,  $t_{\text{ср}}=7$  чел.-ч

$C_{\text{ч}}$  – часовая ставка сварщика 6 разряда, руб.,  $C_{\text{ч}}=68,46$  руб.

$$C_{\text{пр}} = 7 \cdot 68,46 = 479,22 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{д}} = (K_{\text{д}} - 1) \cdot C_{\text{пр}}, \quad (5.5)$$

где  $K_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты к основной заработной плате,  $K_{\text{д}}=1,13$

$$C_{\text{д}} = (1,13 - 1) \cdot 479,22 = 62,3 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{R_{\text{соц}} \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}})}{100}, \quad (5.6)$$

где  $R_{\text{соц}}$  – процент начислений на социальные нужды, %,  $R_{\text{соц}}=30\%$

$$C_{\text{соц}} = \frac{30 \cdot (479,22 + 62,3)}{100} = 144,4 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{пр.н.}} = 479,22 + 62,3 + 144,4 = 685,92 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{к.д.}} = 1248,02 + 685,92 = 1933,94 \text{ руб.}$$

Стоимость покупных деталей:

Электродвигатель - 1824 руб.

Ремень приводной - 300 руб.

Крепежные элементы - 630 руб.

Лента абразивная - 800 руб.

Грузы - 2030 руб.

Электрические провода - 350 руб.

Итого стоимость покупных деталей - 5934 руб.

Полная заработная плата рабочих, занятых на сборке конструкции.

$$C_{\text{сб.к.}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб.}} + C_{\text{соц.сб}}$$

где  $C_{\text{сб}}$  и  $C_{\text{д.сб.}}$  – основная и дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{\text{соц.сб}}$  – начисления на социальные нужды, руб.

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C,$$

где  $T_{\text{сб}}$  – нормативная трудоемкость сборки, чел.-ч;

$$T_{сб} = K_c \cdot \sum t_{сб}, \quad (5.7)$$

где  $K_c$  – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки,  $K_c=1,08$

$\sum t_{сб}$  – суммарная трудоемкость сборки составных частей системы, чел.-ч

$$\sum t_{сб} = 5,6 \text{ чел.-ч}$$

$$T_{сб} = 1,08 \cdot 5,6 = 6,05 \text{ чел.-ч}$$

$C$  – часовая тарифная ставка слесаря механо-сборочных работ 3-го разряда (149,7 руб.)

$$C_{сб} = 6,05 \cdot 149,7 = 905,7 \text{ руб.}$$

$$C_{д.сб} = (1,13 - 1) \cdot 905,7 = 117,7 \text{ руб.}$$

$$C_{соц.сб} = \frac{30 \cdot (905,7 + 117,7)}{100} = 236,4 \text{ руб.}$$

$$C_{сб.к.} = 905,7 + 117,7 + 236,4 = 1259,8 \text{ руб.}$$

Стоимость вспомогательных материалов:

$$1259,8 \cdot 2\% = 25,2 \text{ руб.}$$

Определяем общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции:

$$C_{оп} = \frac{C'_{пр} \cdot R_{оп}}{100}, \quad (5.8)$$

где  $C'_{пр}$  – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции (включая сборку), руб.;

$R_{оп}$  – процент общепроизводственных расходов (142%)

$$C'_{пр} = 479,2 + 905,7 = 1384,9 \text{ руб.}$$

$$C_{оп} = \frac{1384,9 \cdot 142}{100} = 1966,56 \text{ руб.}$$

$$C_{ц.кон.} = 1933,94 + 5934 + 1259,8 + 25,2 + 1966,56 = 11119,5 \text{ руб.}$$

## 5.2 Экономическая эффективность устройства для полирования коленчатых валов

При износе шеек коленчатого вала его заменяли новым, не восстанавливая вышедшие из строя поверхности. Проведем расчет на примере коленчатого вала двигателя ЗМЗ-53. Цена покупки коленчатого вала данной марки составляет 40430,96 руб.

Рассчитаем удельные текущие затраты на эксплуатацию предлагаемого устройства

$$И=З+A_y+P_{\text{ту}}+T+П_c+N_{\text{оп}}, \quad (5.9)$$

где  $З$  – заработная плата работников, руб.;

$A_y$  – амортизационные отчисления машин и узлов, руб.;

$P_{\text{ту}}$  – отчисления на ремонт и ТО машин и узлов, руб.;

$T$  – стоимость потребляемой электроэнергии, руб.;

$П_c$  – стоимость потребляемых ТСМ, руб.;

$N_{\text{оп}}$  – общепроизводственные накладные расходы (40% от всей заработной платы), руб.

$$З_{\text{осн}}=Л \cdot C_{\text{ч}} \cdot T, \quad (5.10)$$

где  $Л$  – число работников, чел.;

$C_{\text{ч}}$  – часовая тарифная ставка, руб./ч;

$T$  – трудоемкость одной операции, чел.-ч.

В проектном варианте заработная плата слесаря 4 разряда составит:

$$З_{\text{осн. пр}}=1 \cdot 148,5 \cdot 5=742,5 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{доп б}}=0,13 \cdot 742,5=96,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{соц.б}}=0,3 \cdot (742,5+96,5)=251,7 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{б}}=742,5+96,5+251,7=1090,7 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления:

$$A_y=\frac{K \cdot a}{100 \cdot T_3}, \quad (5.11)$$

где  $K$  – капитальные вложения, руб.;

$a$  – процент амортизационных отчислений (14,5%).

$$A_{y\text{ пр}} = \frac{11119,5 \cdot 14,5}{100} = 1612,32 \text{ руб.}$$

Стоимость электроэнергии:

$$T = 2,5 \text{ ч} \cdot 20,6 \text{ руб.} \cdot 1 \text{ кВт} \cdot 2 = 103 \text{ руб.}$$

Стоимость топлива

$$P_c = 0;$$

Общепроизводственные накладные расходы:

$$H_{\text{оп пр}} = 3_6 \cdot 40\% = 1090,7 \cdot 0,4 = 436,28 \text{ руб.}$$

Удельные эксплуатационные издержки составят:

$$I_{\text{п}} = 1090,7 + 1612,32 + 103 + 436,28 = 3242,3 \text{ руб.}$$

Экономия от восстановления одной детали составит:

$$\mathcal{E} = 40430,96 - 3242,3 = 37188,66 \text{ руб.}$$

Таким образом, устройство окупится в результате восстановления одного коленчатого вала.

Кроме того, предлагается рассчитать затраты на организацию специализированного участка по ремонту двигателей. Стоимость приобретаемых устройств составит: 410000 руб.

Стоимость ремонта двигателя одного грузового автомобиля составляет 38000 руб. Себестоимость одного ремонта по предлагаемой технологии - 20000 руб. Таким образом, экономия от предлагаемого мероприятия составит:  $38000 - 20000 = 18000$  руб. (на 100 усл. операций – 180000 руб.)

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений.

$$T = K_0 / \mathcal{E}_T ; \quad (5.12)$$

где  $K_0$  – дополнительные капитальные вложения, руб.;

$$T = 410000 / 180000 = 2,2 \text{ года}$$

Основные технико-экономические показатели эффективности модернизации устройства для восстановления отверстий корпусных деталей внесем в таблицу.

Таблица 5.1 - Техничко-экономические показатели эффективности  
проекта

Показатели	
Стоимость конструкторской разработки, руб.	11119,5
Удельные эксплуатационные издержки, руб.	3242,3
Время восстановления одного коленчатого вала, ч	5
Стоимость нового коленчатого вала, руб.	40430,96
Экономия средств на одной операции, руб.	38485,36
Стоимость организации специализированного участка, руб.	410000
Экономия средств (на 100 усл. операций), руб.	180000
Срок окупаемости , лет	2,2

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый технический проект будет способствовать совершенствованию технологического процесса ремонта чугунных коленчатых валов, а, следовательно, и улучшению материального положения предприятий автотранспортного профиля.

1. Проведенный анализ применяемых способов ремонта коленчатых валов показал, что существующие технологические процессы восстановления данных деталей зачастую не предусматривают операцию полирования шатунных и коренных шеек при их финишной обработке. Таким образом, снижается износостойкость таких поверхностей, что ведет к уменьшению срока службы восстановленных деталей.

2. Обзор используемого оборудования для проведения ремонтно-восстановительных работ коленчатых валов автомобилей, выявил необходимость его совершенствования, т.к. существующие виды станков и оснастки не всегда позволяют с надлежащим качеством обрабатывать восстанавливаемые поверхности.

3. Разработанная установка для ремонта шеек коленчатых валов автомобилей ГАЗ позволяет выполнять операции полирования как коренных, так и шатунных шеек, и может эксплуатироваться со всеми типами токарных станков, таким образом, будет универсальной. Работоспособность предлагаемой установки подтверждается проведенными расчетами и разработанной конструкторской документацией.

4. Целесообразность предлагаемых мероприятий по БЖД и охране труда подтверждается проведенными расчетами, на основании которых были разработаны рекомендации по безопасной эксплуатации внедряемой установки. Выполнение разработанных рекомендаций будет способствовать ведению хо-

зяйственной деятельности с соблюдением всех экологических требований и норм ГО и ЧС.

5. Технико-экономическая оценка работы, которая показала, что для ее реализации необходимы затраты в размере около 420 тыс. руб. При этом годовая экономия составит 180 тыс. руб., а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений – 2,2 года.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.А. Дорожные машины: Учеб. для техникумов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 416 с.
2. Волков Д.П., Николаев С. Н. Надежность строительных машин и оборудования: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1979. - 400 с.
3. Панкратов Г.П. Двигатели внутреннего сгорания, автомобили, тракторы и их эксплуатация. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1984. - 296 с.
4. Раннев А.В. Одноковшовые строительные экскаваторы: Учеб. - М.: Высш. шк., 1991.-246с.
5. Эксплуатация и техническое обслуживание дорожных машин, Э41 автомобилей и тракторов / Под ред. Е.С.Локшина.: Учебник для сред. проф. образования / - М.: Мастерство, 2002. - 464с.
6. Волков Д.П., Крикун В.Я.: Строительные машины и средства малой механизации: Учебник для сред. проф. образования. - М.: Мастерство, 2002. — 480 с.
7. Гюнтер Г. Диагностика дизельных двигателей: Перевод с немецкого Ю.Г. Грудского. - М.: ЗАО «КЖИ «За Рулем», 2004. - 176с.
8. Комаров, В.А. Курсовое проектирование по технологии ремонта машин: учебное пособие / В.А. Комаров, Е.А. Нуянзин. – Саранск: «Рузаевский печатник», 2006. – 60 с.
9. Серый, И.С. Курсовое и дипломное проектирование по надёжности и ремонту машин / И.С. Серый, А.П. Смелов, В.Е. Черкун. – М.: Агропромиздат, 1991. – 185 с.
10. Решетов, Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов / Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.
11. Маслов, Е.Н. Теория шлифования материалов / Е.Н. Маслов. - М., Машиностроение, 1974. – 320 с.

12. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»

13. ГОСТ 12.2.049-80 «Оборудование производственное. Общие эргономические требования»

14. ГОСТ 12.206181 «Общие требования безопасности к рабочим местам»

15. ГОСТ 12.1.030-87 ССБТ «Электробезопасность»

16. «Правилам пожарной безопасности в Российской Федерации» ППБ01-03

17. Спицын, И.А. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей: Учебное пособие / И.А. Спицын, А.А. Орехов. – Пенза, РИО ПГСХА, 2005. - 112 с.

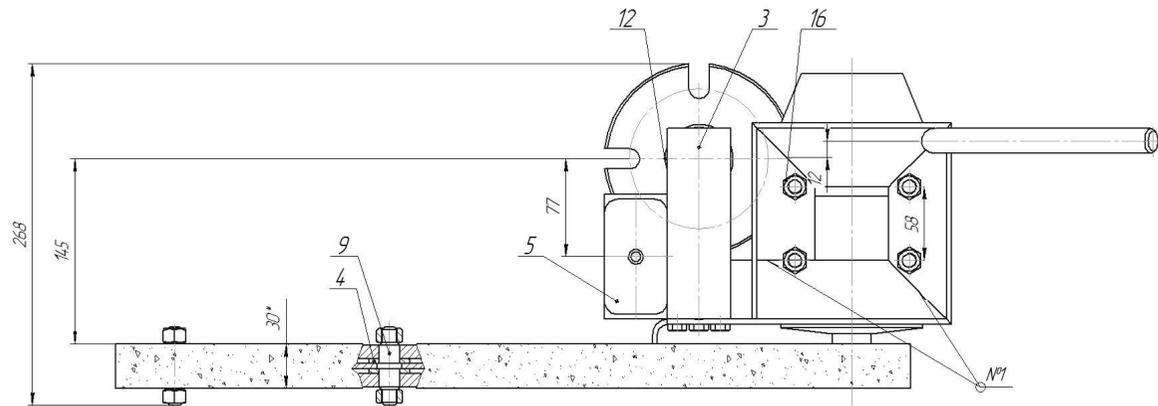
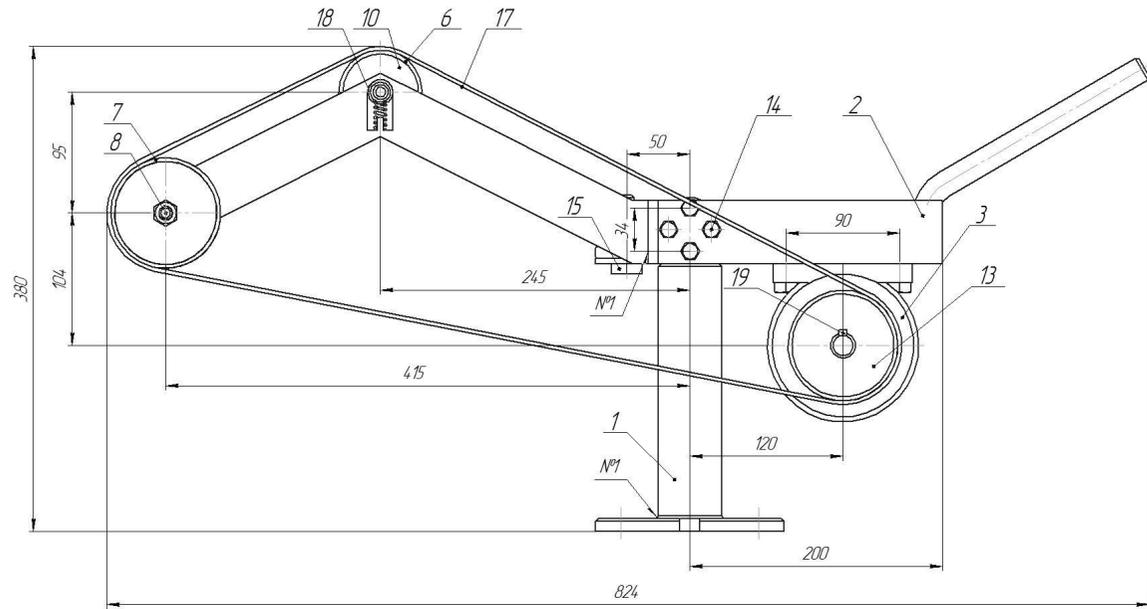
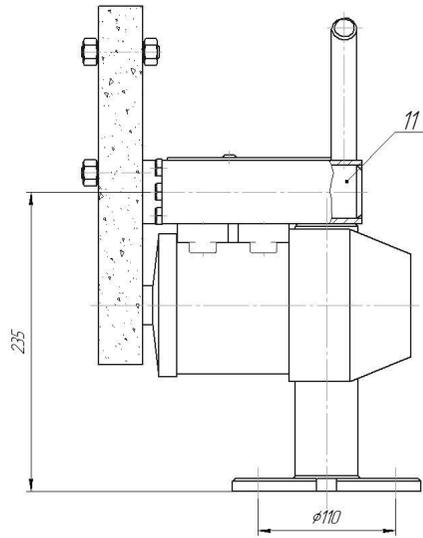
18. Матвеев, В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В.А. Матвеев, И.И. Пустовалов. – М.: Колос, 1979. - 288 с.

19. Буралев, Ю.В. Безопасность жизнедеятельности на транспорте: Учебник для вузов / Ю.В. Буралев, Е.И. Павлова – М.: Транспорт , 1999. - 200с., ил.

20. Волкова, Н.А. Экономическая оценка инженерных проектов: Учебное пособие / Н.А. Волкова, В.В. Коновалов, И.А. Спицын, А.С. Иванов – Пенза: РИО ПГСХА, 2002 - 242с.

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ.....	7
2 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ДЕТАЛИ, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ .....	12
2.1 Способы восстановления коленчатых валов.....	18
2.2 Выбор рационального способа восстановления детали .....	22
2.3 Разработка маршрута восстановления детали.....	25
2.4 Выбор средств измерения, оборудования и инструмента.....	27
2.5 Расчет основных режимов резания.....	29
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	34
3.1 Обзор оборудования для обработки шеек коленчатых валов.....	34
3.2 Конструкция и принцип работы проектируемого устройства.....	48
3.3 Выбор электродвигателя.....	49
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	53
4.1 Охрана труда.....	53
4.2 Инструкция по охране труда при работе на станках.....	58
4.3 Расчет заземления устройства для восстановления коленвалов.....	60
4.4 Экологическая безопасность.....	61
4.5 Определение количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.....	63
4.6 Безопасность жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях.....	63
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА.....	67
5.1 Затраты на изготовление и сборку устройства для полирования шеек коленчатых валов.....	67
5.2 Экономическая эффективность устройства для полирования коленчатых валов.....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	74
СОДЕРЖАНИЕ.....	75



*Техническая характеристика*

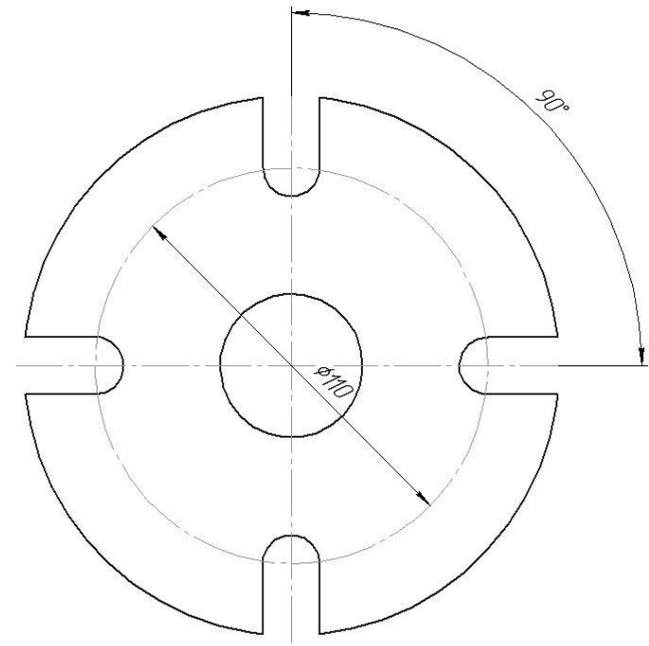
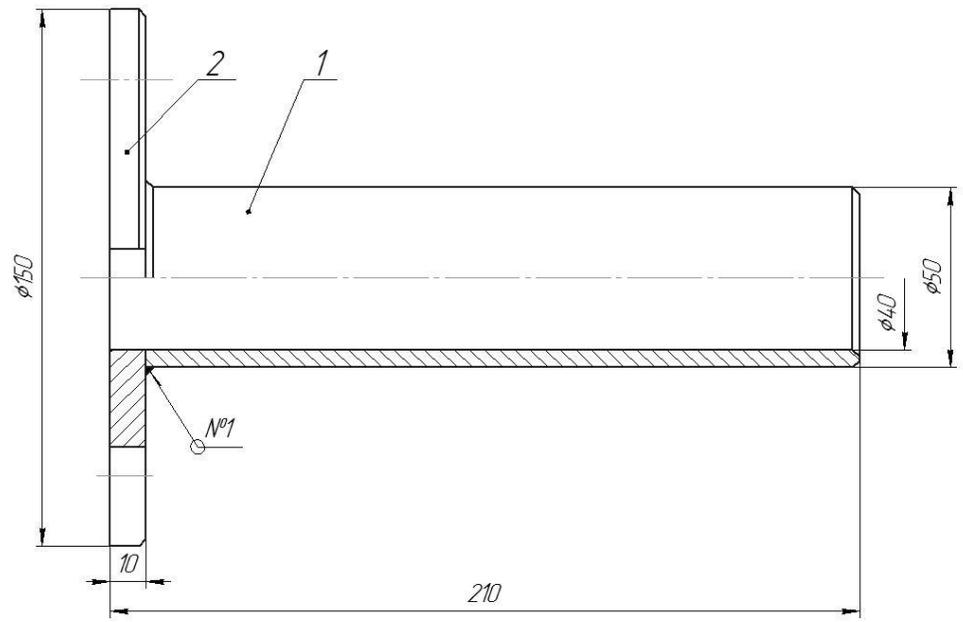
1. Скорость движения ленты - 15...20 м/с
2. Зернистость абразива ленты - 120...180
3. Абразивный материал ленты - 63Г
4. Удельное давление - 0,05...0,2 МПа
5. Охлаждающая жидкость - 10% раствор кальцинированной соды

*Технические требования*

1. \* Размер для справок;
2. Покрытие: грунтровка ГФ-020 ГОСТ4056, 1 слой; нитрозмаль 625 красная ГОСТ 7462, 2 слоя;
3. Трущиеся поверхности смазать пластичной смазкой Литол-24 ГОСТ 21150.

				18.51.07.00.00.00. В0			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	Изм	Масса	Масштаб
Разработ	Технический	Исполн	Проверен	Согласован	29,34	1:2	
Технический	Исполн	Проверен	Согласован	1			
Исполн	Заваров В.А.	Проверен	Согласован	1			
Смет	Резниченко В.А.						
Копирован							Формат А1

18.51.07.01.00.00. СБ



Лист чертежа  
Спецификация  
Взам. инв. №  
Инв. № склад.  
Листы в сборе  
№ № листа

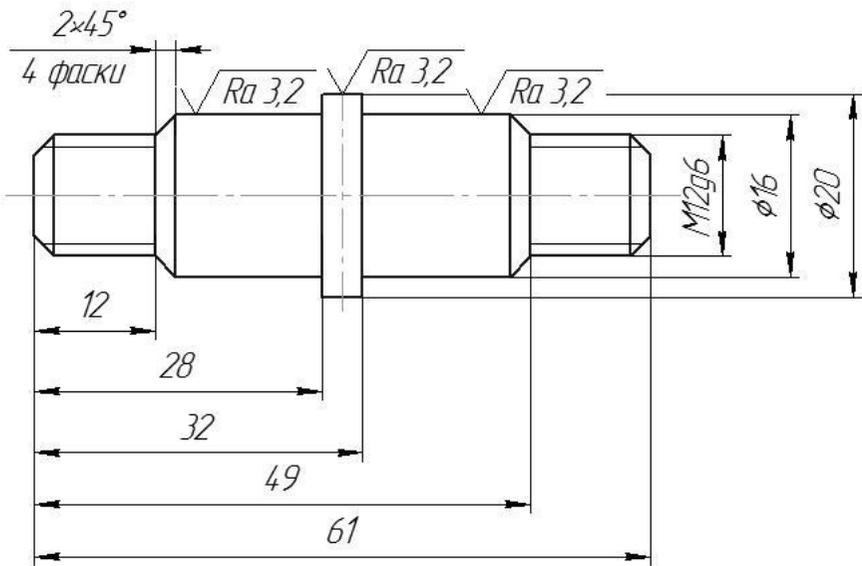
**Технические требования**  
 1. Покрытие: грунтовка ГФ-020 ГОСТ4056, 1 слой;  
 нитрозмаль 625 красная ГОСТ 7462, 2 слоя;  
 2. Сварные швы №1 по ГОСТ 5264.

				18.51.07.01.00.00. СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Опора Сборочный чертеж	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Технический	И.Р.				1	2,25	1:1
Проект.	Рыжикова Е.Г.				Лист	Листов	1	
Т.контр.								
Н.контр.	Захаров Ю.А.							
Утв.	Радичева Ю.В.							
Копирован						Формат А2		



$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$

18.51.07.00.00.08



1. Неуказанные предельные отклонения размеров по Н14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .
2. Неуказанные радиусы скруглений обеспечить инструментом.

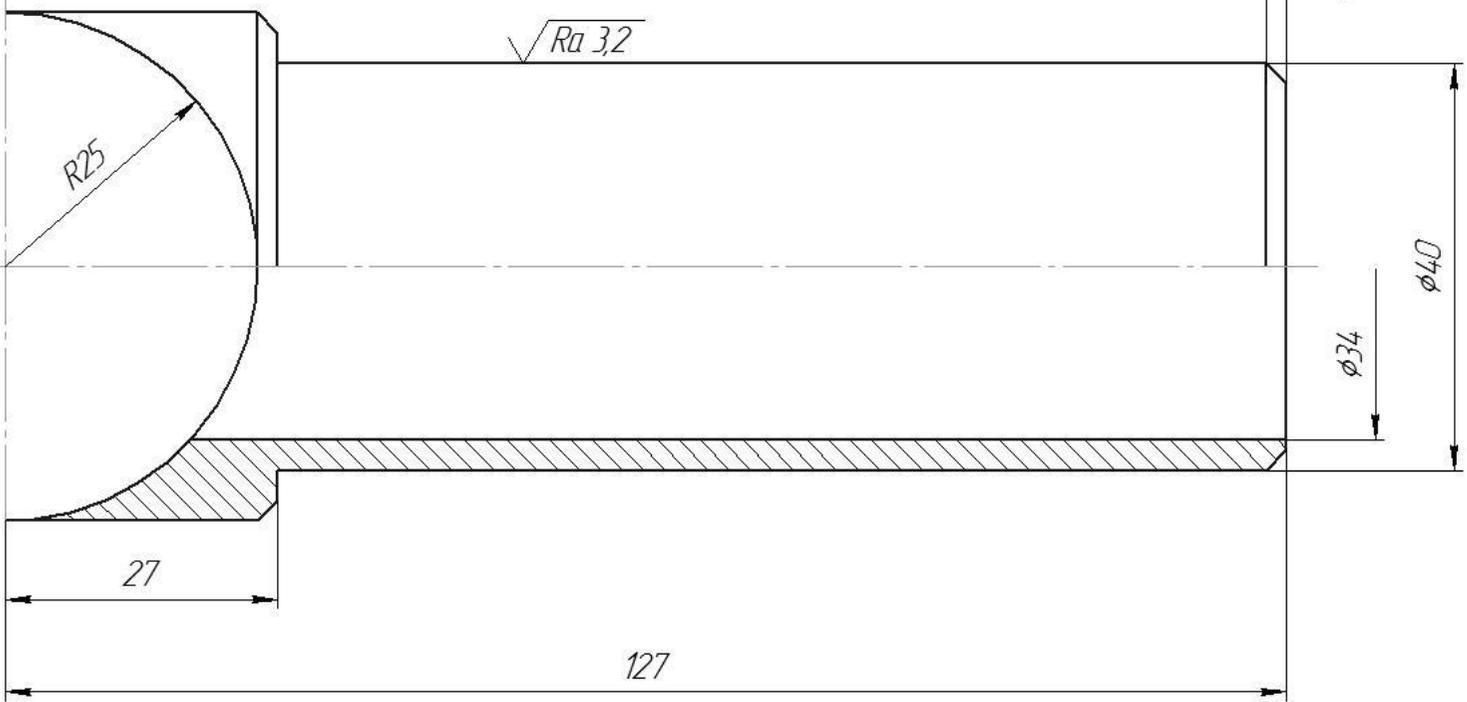
Левый элемент
Справ. №
Подп. и дата
Инд. № дроб.
Взам инд. №
Подп. и дата
Инд. № подл.

				18.51.07.00.00.08				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Ось</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Тагиров И.Р.						0,08	2:1
Проб.	Рылякин Е.Г.					Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.	Захаров Ю.А.				В1-25 ГОСТ 2590-2006			
Утв.	Радионова Ю.В.				Кру245-2ГП-М1-ТВ2-ТО ГОСТ 1050-88			
Копировал						Формат А3		

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$

2x45°  
2 фаски

$\sqrt{Ra\ 3,2}$



18.51.07.00.00.11

Левый элемент

Стрелка №

Подп. и дата

Инд. № дроб.

Взам инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

1. Неуказанные предельные отклонения размеров по Н14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .
2. Неуказанные радиусы скруглений обеспечить инструментом.

				18.51.07.00.00.11			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Технический	Технический	Технический	Технический	1	0,24	2:1
Проект.	Технический	Технический	Технический	Технический	Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.	Захаров Ю.А.				В1-110 ГОСТ 2590-2006 Кру245-2ГП-М1-ТВ2-ТО ГОСТ 1050-88		
Утв.	Радионова Ю.В.				ПГУАС 06-09-332 ЭТМК-42		
					Копировал Формат А3		

Стойка

18.51.07.02.00.04

✓/✓/✓

Левый элемент

Справ. №

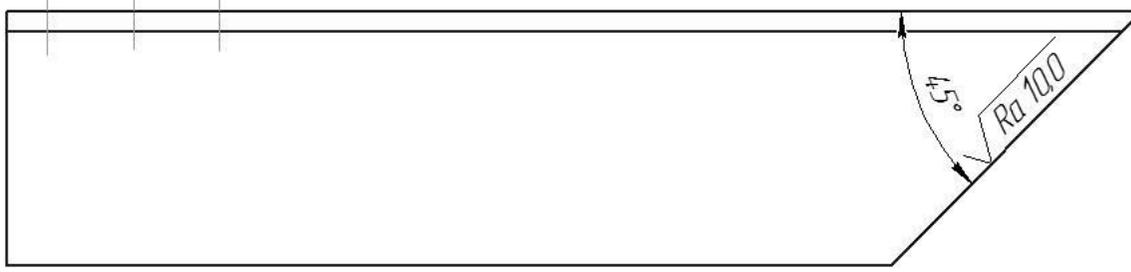
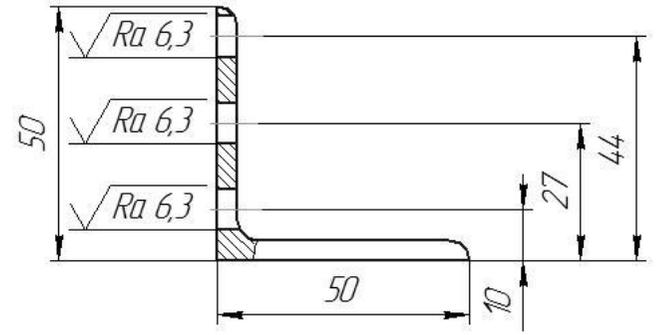
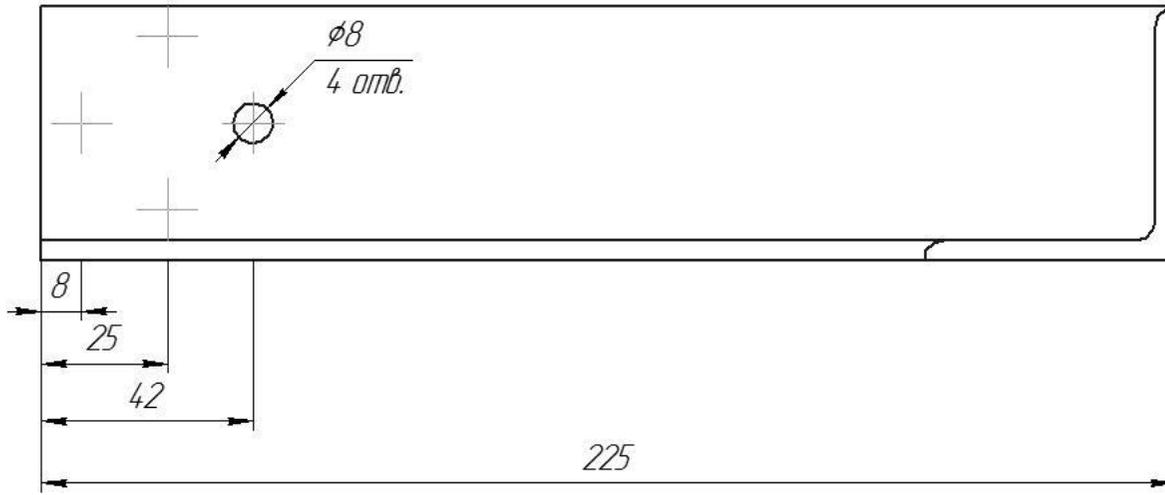
Подп. и дата

Инд. № дроб.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

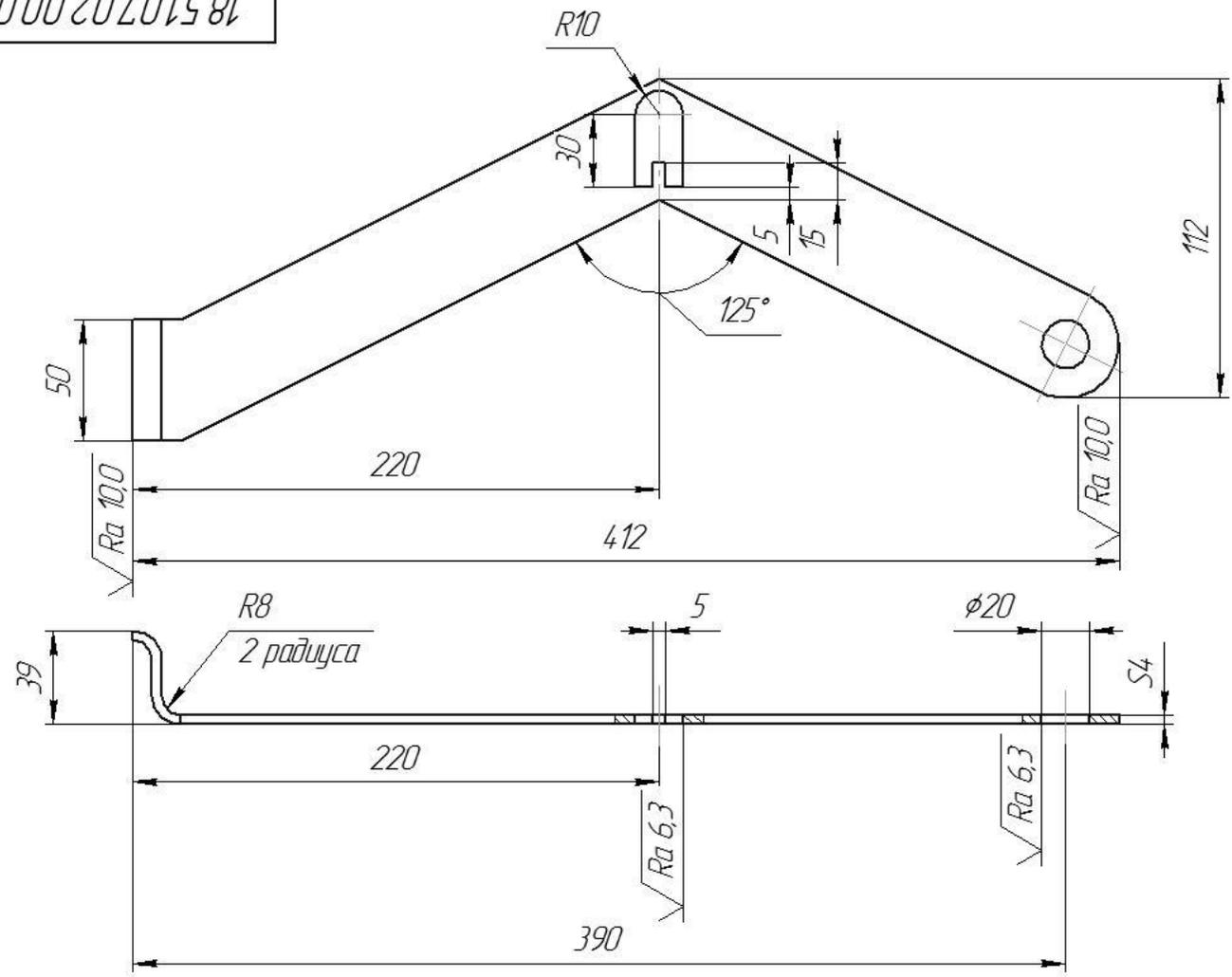


Неуказанные предельные отклонения размеров по Н14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

				<b>18.51.07.02.00.04</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Уголок опорный</b>	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Тагирова И.Р.						0,62	1:1
Проб.	Рылякин Е.Г.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.	Захаров Ю.А.				50x50x4 ГОСТ 19771-93 Уголок 315-12ГС ГОСТ 19281-89	ПГУАС 06-09-332 ЭТМК-42		
Утв.	Радионова Ю.В.					Копировал Формат А3		

1/1 ✓

18.51.07.02.00.06

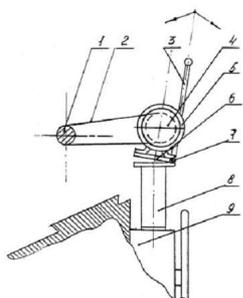


1. Неуказанные предельные отклонения размеров по Н14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .
2. Длина развертки  $440 \pm 1$  мм

Лист	1
Кол-во листов	1
Изм. №	
Дата	
Изм. №	
Дата	
Изм. №	
Дата	
Изм. №	
Дата	

18.51.07.02.00.06						
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
				0,63	1:1	
Разработ.	Захаров И.Р.			Лист	Листов	1
Проб.	Рылякин Е.Г.			50x50x4 ГОСТ 19771-93		
Т.контр.				Уголок 315-12ГС ГОСТ 19281-89		
Н.контр.	Захаров Ю.А.			ПГУАС		
Утв.	Радионова Ю.В.			06-09-332		
				ЭТМК-42		
				Копировал		
				Формат А3		

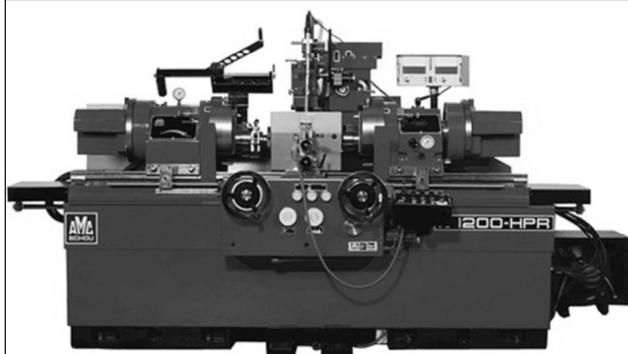
# Технические средства для полирования и шлифования коленчатых валов



1 – шейка коленвала; 2 – полировальная лента; 3 – рычаг; 4 – шкив;  
5 – электродвигатель; 6 – плита; 7 – шарнир; 8 – стойка; 9 – станок

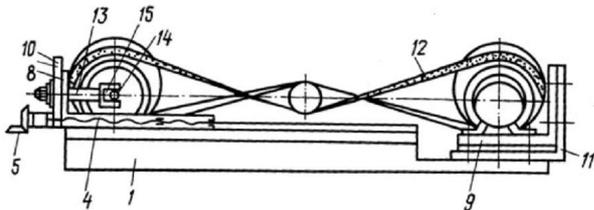
## Ленточно-шлифовальное приспособление

Приспособление предназначено для полирования шеек коленчатых валов в условиях ремонтного производства. Его отличительная особенность заключается в том, что рабочей является внутренняя поверхность полировальной ленты. Для осуществления ее натяжения приспособление содержит рычаг, установленный на поворотной плите. Лента одним концом надета на обрабатываемую шейку, вторым на шкив электродвигателя. Электродвигатель также установлен на поворотной плите. Приспособление позволяет получить 9...11 класс чистоты обработанной поверхности при исходном 7...8 классе.



## Высокопроизводительный шлифовальный станок K-1200 HPR

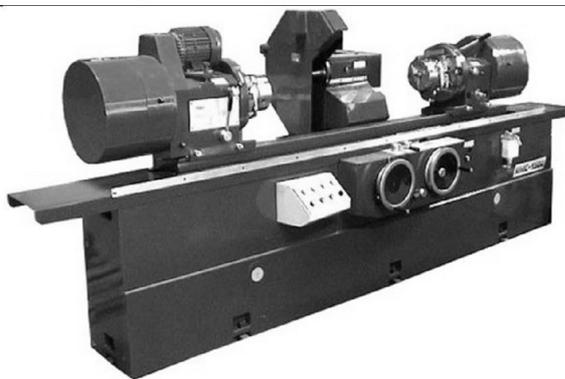
Самый быстрый из известных шлифовальных станков для коленвалов. Время установки коленчатого вала уменьшено до секунд благодаря специальной системе зажатия в патронах. Общее время обработки шатунных шеек 4х цилиндрического коленчатого вала составляет менее 4 минут. Плавное начало вращения коленчатого вала обеспечено гидравлическим приводом передней бабки. Быстрая проверка дисбаланса вала манометром передней бабки.



1 – несущая плита; 2,3 – подвижные плиты; 4 – ходовой винт;  
5 – рукоятка; 6,7 – ведущий и натяжной шкивы; 8,9 – салазки;  
10,11 – поворотные кронштейны; 12 – механизм регулирования сдвига ленты; 13 – винт; 14 – ось;  
15 – пружина; 16 – обрабатываемая деталь

## Устройство для двустороннего шлифования абразивной бесконечной лентой

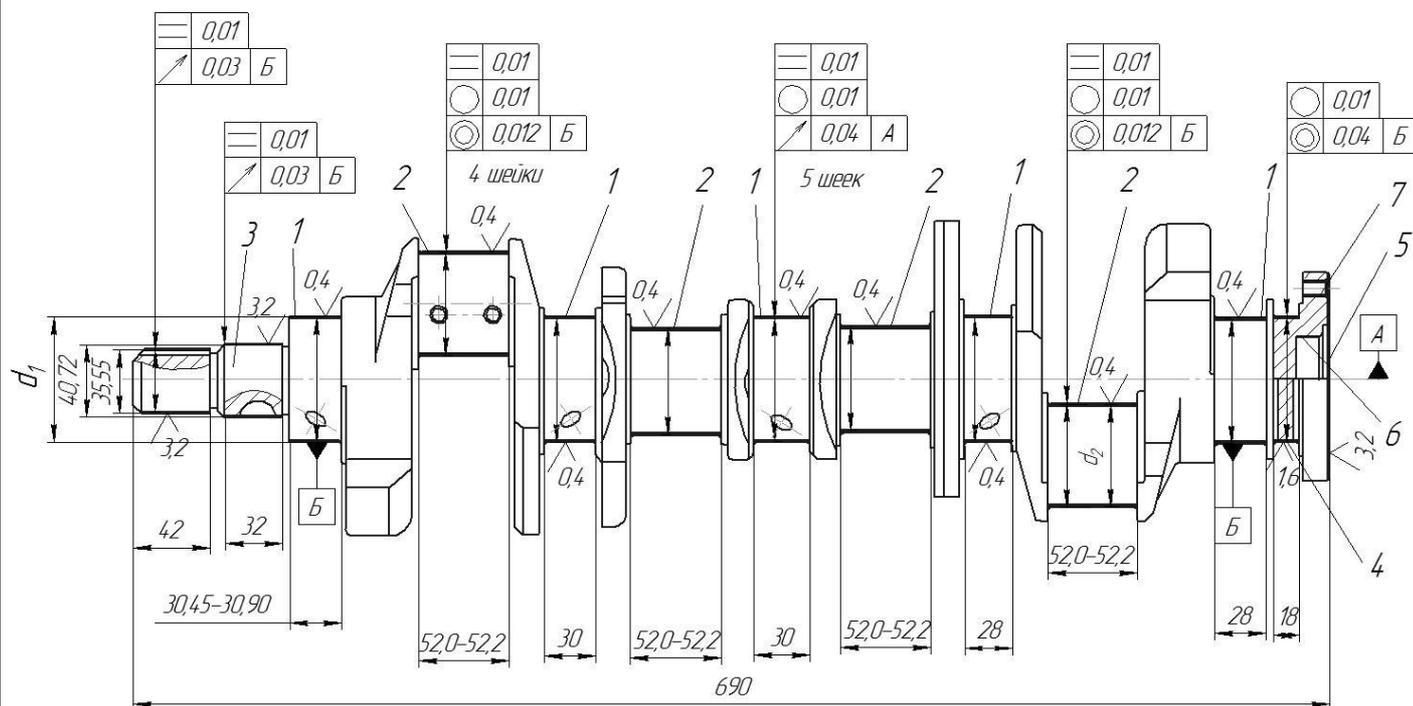
Применяется для окончательной обработки длинных деталей типа тел вращения невысокой жесткости. Устройство отличается простотой конструкции, надежностью в работе. Двойной плавный изгиб ленты в пространстве не оказывает отрицательного влияния на стойкость абразивного инструмента.



Шлифовальные станки линии REX выпускаются итальянской фирмой ROVBI S.p.A. Главными преимуществами станков ROVBI является возможность шлифовки шатунных шеек без демонтажа патронов с планшайб, а также прецизионная шлифовка шатунных шеек с установкой коленчатого вала в центрах, недоступная в станках других производителей.

				18.51.05			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Инициалы	Авт.	Место	Масштаб
Исполн.	Провер.	Утвержд.	Инженер	Инженер			
Масштаб	Значение Ю.А.	Значение Ю.А.	Значение Ю.А.	Значение Ю.А.			
Материал	Резиновый ИВ	Резиновый ИВ	Резиновый ИВ	Резиновый ИВ			
				Обзор существующих конструкций			
				Лист 1 из 1			
				ИЗДАНИЕ 06-09-332 317Ж-42			
				Копировать			
				Формат А1			

✓(✓)



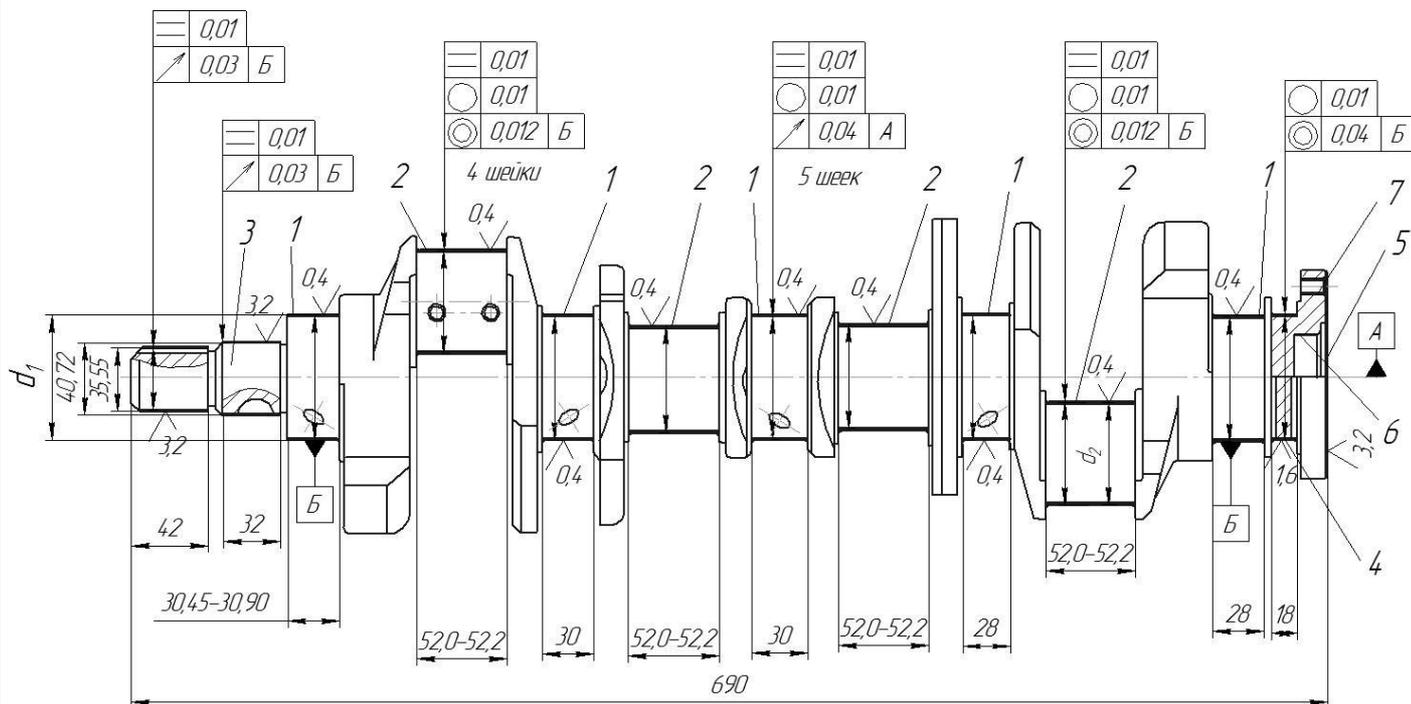
Номер дефекта	Наименование дефекта	Коэффициент повторяемости		Способ устранения дефекта
		От общего количества деталей	От деталей подлежащих восстановлению	
1	Износ коренных шеек	0,95	1,0	<ol style="list-style-type: none"> <li>Шлифование шеек до <math>\phi 67,5</math></li> <li>Раскройка оболочка из ленты Лн 08-М-2-Н0-0,8 ГОСТ 503-81</li> <li>Приварка оболочка к шейке вала проволокой Св 08Г2С ГОСТ 17305-91 в среде <math>CO_2</math></li> <li>Наплавка заглелей шеек проволокой Св 08Г2С ГОСТ 17305-91 в среде <math>CO_2</math></li> <li>Наплавка шеек вала проволокой Св 08А ГОСТ 17305-91 под флюсом АН-348А + 3,5% феррохрома + 4% графита</li> <li>Шлифование шеек до <math>\phi 70_{-0,013}</math></li> <li>Поліровка шеек</li> </ol>
2	Износ шатунных шеек вала	0,65	0,76	Согласно маршрута восстановления коренных шеек
3	Биеение шейки вала под шестерню	0,65	0,65	Центрирование фаски носка коленчатого вала
4	Биеение шейки вала под сальниковую набивку	0,15	0,15	Согласно маршрута восстановления коренных шеек
5	Биеение торцевой поверхности фланца под маховик	0,35	0,35	Токарная обработка поперечной подачи до выведения биеения
6	Износ и биеение поверхности под подшипник № 203	0,15	0,25	<ol style="list-style-type: none"> <li>Расточить отверстие под втулку до <math>\phi 44_{-0,05}</math></li> <li>Изготовление втулки из трубы <math>54 \times 8</math> ГОСТ 8732-78 <math>\phi 20</math> ГОСТ 8731-87</li> <li>Запрессовка втулки</li> <li>Расточка втулки до <math>\phi 40_{-0,028}^{+0,008}</math></li> </ol>
7	Износ отверстий под болты маховика	0,12	0,12	Расточка отверстий под ремонтные болты до $\phi 12,2_{-0,022}$

- Твердость шеек вала HRC 56-62
- Радиус заглелей коренных шеек - 12-2,5; шатунных шеек - 12-2,0
- Пор и раковин на поверхностях шеек не допускается
- Острые кромки отверстий масляных каналов притупить

Условное обозначение	Размер по чертежу, мм	Размер восстановления, мм		
		Номинальный	0,25	0,50
$d_1$	$\phi 70_{-0,013}$	$\phi 70_{-0,013}$	-	-
$d_2$	$\phi 60_{-0,013}$	$\phi 60_{-0,013}$	-	-

18.51.07.00.00.00.P4			
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата
Разработ	Газаров И.Р.		
Проб.	Рылякин Е.Г.		
Рисовал	Рылякин Е.Г.		
Нормир.	Захаров Ю.А.		
Утв.	Радионов Ю.В.		
Вал коленчатый ГАЗ-53А (ремонтный чертёж)			Лист 1/3
Капирал			Лист 1/3
ПЧАС 06-09-332 ЭТМК-42			Лист 1/3
Формат А2			Лист 1/3

√(√)



Номер дефекта	Наименование дефекта	Коэффициент повторяемости		Способ устранения дефекта
		От общего количества деталей	От деталей подлежащих восстановлению	
1	Износ коренных шеек	0,95	1,0	1. Шлифование шеек до $\phi 69$ 2. Полирование шеек
2	Износ шатунных шеек вала	0,65	0,76	1. Шлифование шеек до $\phi 59$ 2. Полирование шеек
3	Биеение шейки вала под шестерню	0,65	0,65	Центрирование фаски носка коленчатого вала
4	Биеение шейки вала под сальниковую набивку	0,15	0,15	Согласно маршрута восстановления коренных шеек
5	Биеение торцевой поверхности фланца под маховик	0,35	0,35	Токарная обработка поперечной подачи до выведения биеения
6	Износ и биеение поверхности под подшипник № 203	0,15	0,25	1. Расточить отверстие под втулку до $\phi 44^{+0,05}$ 2. Изготовление втулки из трубы $\frac{54 \times 8 \text{ ГОСТ } 8732-78}{\text{Б } 20 \text{ ГОСТ } 8731-87}$ 3. Запрессовка втулки 4. Расточка втулки до $\phi 40^{+0,008}_{-0,033}$
7	Износ отверстий под болты маховика	0,12	0,12	Расточка отверстий под ремонтные болты до $\phi 12,2^{+0,022}$

Условное обозначение	Размер по чертежу, мм	Размер восстановления, мм		
		Номинальный	0,25	0,50
$d_1$	$\phi 70-0,013$	$\phi 70-0,013$	$\phi 69,75-0,013$	$\phi 69,5-0,013$
$d_2$	$\phi 60-0,013$	$\phi 60-0,013$	$\phi 59,75-0,013$	$\phi 59,5-0,013$

1. Твердость шеек вала HRC 56-62
2. Радиус галтелей коренных шеек - 1,2-2,5; шатунных шеек - 1,2-2,0
3. Пор и раковин на поверхностях шеек не допускается
4. Острые кромки отверстий масляных каналов притупить

18.51.07.00.00.00.P4			
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата
Разработ	Тазирова И.Р.		
Проб.	Рылякин Е.Г.		
Рисовал	Рылякин Е.Г.		
Н.контр.	Захаров Ю.А.		
Утв.	Родионов Ю.А.		
Вал коленчатый ГАЗ-53А (ремонтный чертёж)			Лист 1 из 1
Копирабол			Формат А2

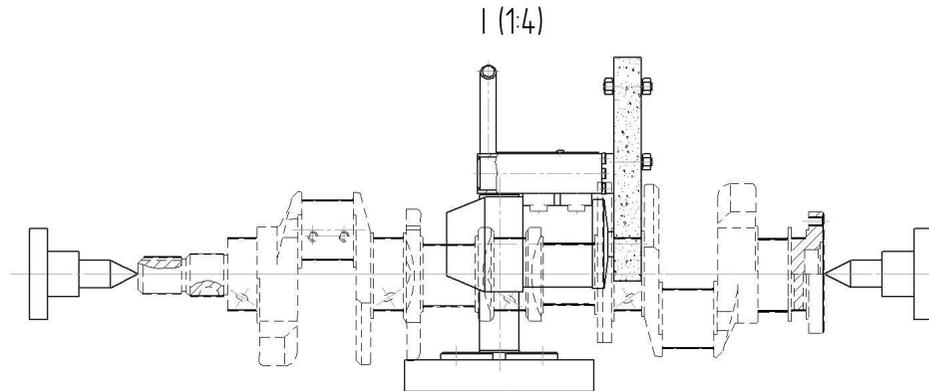
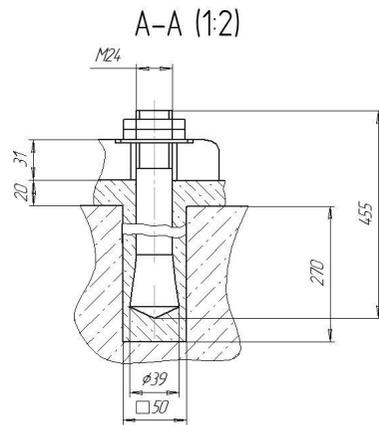
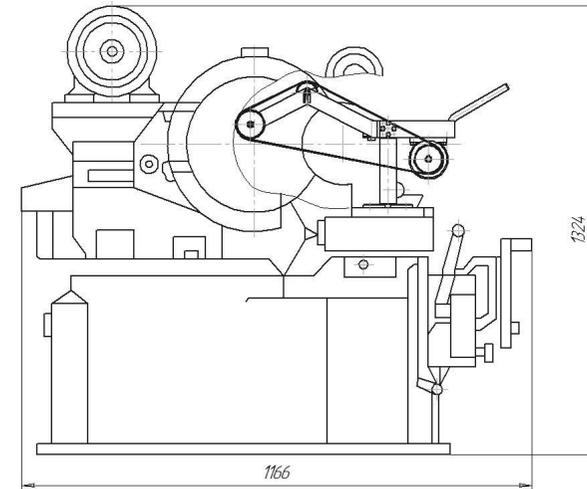
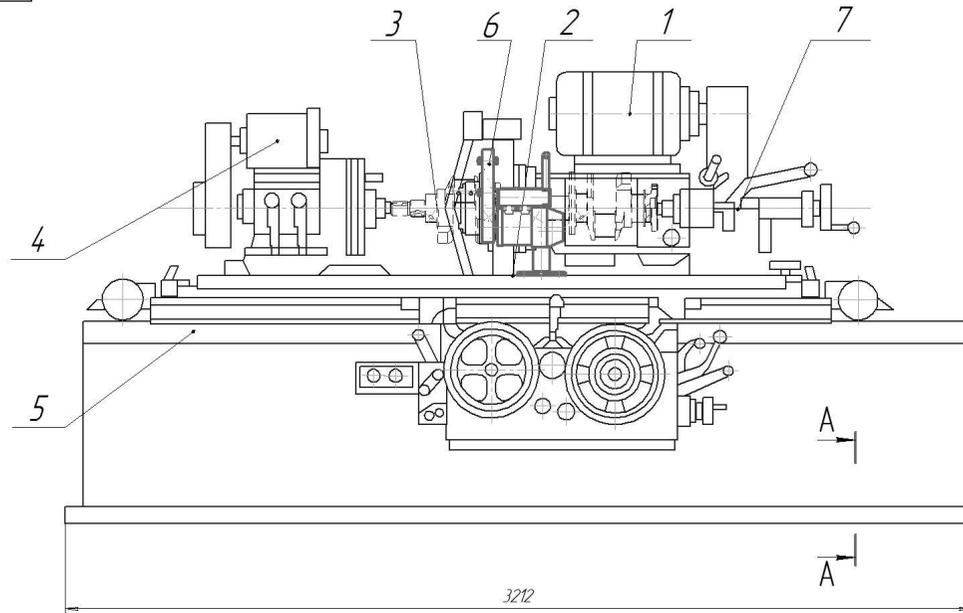
Лист 1 из 1

Стр. 1 из 1

Лист 1 из 1

Лист 1 из 1

Лист 1 из 1



1. Станок красить: эмаль МЛ-152 синяя МРТУ 6-10-642-70.11С
2. Подвижные части красить: эмаль ВЛ-515 красная ТУ УХП 138-59 111С
3. Смазку производить маслом И-Г-С-220 ТУ 38 1014.13-78
4. Выверку производить по ГОСТ 45622-75.
5. Установить фундамент по ТУ

1	Станина	1	-	-	-
2	Фартук суппорта	1	-	-	-
3	Каретка суппорта	1	-	-	-
4	Передняя бабка	1	-	-	-
5	Коробка подач	2	-	-	-
6	Устройство для полирования шеек коленчатого вала	2	-	-	-

18.51.02

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Число шт.
Разработ.	Технический	Исполн.	Проверен.	Согласован.	1	110	1
Технический	Исполн.	Проверен.	Согласован.	Лист	Листов		
Исполн.	Заваров В.А.	Проверен.	Резинов В.В.				

Копирован

Формат А1

Лист № 01 из 01  
 Лист № 02 из 02  
 Лист № 03 из 03  
 Лист № 04 из 04  
 Лист № 05 из 05  
 Лист № 06 из 06  
 Лист № 07 из 07  
 Лист № 08 из 08  
 Лист № 09 из 09  
 Лист № 10 из 10  
 Лист № 11 из 11  
 Лист № 12 из 12  
 Лист № 13 из 13  
 Лист № 14 из 14  
 Лист № 15 из 15  
 Лист № 16 из 16  
 Лист № 17 из 17  
 Лист № 18 из 18  
 Лист № 19 из 19  
 Лист № 20 из 20  
 Лист № 21 из 21  
 Лист № 22 из 22  
 Лист № 23 из 23  
 Лист № 24 из 24  
 Лист № 25 из 25  
 Лист № 26 из 26  
 Лист № 27 из 27  
 Лист № 28 из 28  
 Лист № 29 из 29  
 Лист № 30 из 30  
 Лист № 31 из 31  
 Лист № 32 из 32  
 Лист № 33 из 33  
 Лист № 34 из 34  
 Лист № 35 из 35  
 Лист № 36 из 36  
 Лист № 37 из 37  
 Лист № 38 из 38  
 Лист № 39 из 39  
 Лист № 40 из 40  
 Лист № 41 из 41  
 Лист № 42 из 42  
 Лист № 43 из 43  
 Лист № 44 из 44  
 Лист № 45 из 45  
 Лист № 46 из 46  
 Лист № 47 из 47  
 Лист № 48 из 48  
 Лист № 49 из 49  
 Лист № 50 из 50  
 Лист № 51 из 51  
 Лист № 52 из 52  
 Лист № 53 из 53  
 Лист № 54 из 54  
 Лист № 55 из 55  
 Лист № 56 из 56  
 Лист № 57 из 57  
 Лист № 58 из 58  
 Лист № 59 из 59  
 Лист № 60 из 60  
 Лист № 61 из 61  
 Лист № 62 из 62  
 Лист № 63 из 63  
 Лист № 64 из 64  
 Лист № 65 из 65  
 Лист № 66 из 66  
 Лист № 67 из 67  
 Лист № 68 из 68  
 Лист № 69 из 69  
 Лист № 70 из 70  
 Лист № 71 из 71  
 Лист № 72 из 72  
 Лист № 73 из 73  
 Лист № 74 из 74  
 Лист № 75 из 75  
 Лист № 76 из 76  
 Лист № 77 из 77  
 Лист № 78 из 78  
 Лист № 79 из 79  
 Лист № 80 из 80  
 Лист № 81 из 81  
 Лист № 82 из 82  
 Лист № 83 из 83  
 Лист № 84 из 84  
 Лист № 85 из 85  
 Лист № 86 из 86  
 Лист № 87 из 87  
 Лист № 88 из 88  
 Лист № 89 из 89  
 Лист № 90 из 90  
 Лист № 91 из 91  
 Лист № 92 из 92  
 Лист № 93 из 93  
 Лист № 94 из 94  
 Лист № 95 из 95  
 Лист № 96 из 96  
 Лист № 97 из 97  
 Лист № 98 из 98  
 Лист № 99 из 99  
 Лист № 100 из 100