

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления деталей
типа вал с разработкой приспособления для сглаживания шероховатости
рабочих поверхностей»

Шифр ВКР 35.03.06.149.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Дипломник студент Салимзянов И.И.

Руководитель ст. преподаватель Гималтдинов И.Х.

подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № от 2018)

Зав. кафедрой профессор Адигамов Н.Р.

ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

«_____» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Салимзянову И.И.

Тема ВКР «Проектирование технологического процесса восстановления деталей типа вал с разработкой приспособления для сглаживания шероховатости рабочих поверхностей»

утверждена приказом по вузу от «__» _____ 20__ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

3. Исходные данные: нормативно справочная литература, технологические карты, результаты замеров износов деталей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ устройства и работы сопряжений
2. Изучение износов деталей, определение процента деталей, подлежащих восстановлению
3. Технологический процесс восстановления детали
4. Конструкторская разработка
5. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности
6. Техничко-экономическое обоснование конструкции

5. Перечень графических материалов

1. Анализ износов деталей
2. Ремонтный чертеж
3. Технологические карты на восстановление
4. Сборочный чертеж конструкции
5. Рабочие чертежи деталей

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ износов		
2	Технологическая часть		
3	Конструктивная часть		

Студент-дипломник _____ (Салимзянов И. И.)

Руководитель проекта _____ (Гималтдинов И. Х.)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Салимзянова И.И., выполненную на тему «Проектирование технологического процесса восстановления деталей типа вал с разработкой приспособления для сглаживания шероховатости рабочих поверхностей».

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из 78 листов печатного текста и графических материалов на 5 листах формата А1, содержит 19 рисунков, 5 таблиц, список использованной литературы содержит 13 наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, 4 разделов, заключения и списка использованной литературы, приложения и спецификацию.

В первом разделе проводится анализ работы сопряжений устройства, в состав, которого входит деталь подлежащая восстановлению. Приведены причины потери работоспособности и составлена структурная схема разборки. Во второй части приводится разработка технологического процесса дефектации изделия. Выполнен выбор средств измерения для контроля восстанавливаемой детали. В третьей части разработан технологический процесс восстановления вала ротора дробилки КД-2.

Выбран способ восстановления детали, выполнен ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали. В четвертом разделе разрабатывается конструкция приспособления для сглаживания шероховатости. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции. Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации приспособления для правки. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Кроме того дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения приспособления для правки. Пояснительная записка завершается выводами и списком использованной литературы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	—
1 ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА И АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ	—
1.1 Описание устройства дробилки	—
1.2. Разработка технологического процесса разборки дробилки	—
2 ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ	—
2.1 Микрометраж деталей	—
2.2 Обработка результатов микрометража	—
2.2.1 Построение статистического ряда и статистических графиков	—
2.2.2 Подбор теоретического закона распределения износа и построение теоретических графиков	—
2.2.3 Анализ кривых и определение процента деталей, подлежащих восстановлению наплавкой в среде углекислого газа	—
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ	—
3.1 Разработка технологического процесса дефектации	—
3.2 Выбор рационального способа восстановления	—
3.3 Разработка ремонтного чертежа	—
3.4 Разработка маршрутных и операционных карт	—
3.5 Расчет режимов восстановления	—
3.6 Техническое нормирование работ по восстановлению детали	—
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СГЛАЖИВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ И УПРОЧНЕНИЯ	—
4.1 Анализ существующих конструкций приспособлений для сглаживания шероховатости и упрочнения	—
4.2 Принцип упрочнения алмазным выглаживанием	—
4.3 Разработка конструкции приспособления для алмазного выглаживания	—

4.4 Расчёт конструктивных элементов.....

4.4.1 Расчёт усилия для алмазного выравнивания.....

4.4.2 Расчёт пружины.....

4.4.3 Расчёт опорного штифта.....

4.5 Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда при
восстановлении деталей с последующим сглаживанием шероховато-
сти.....

4.5.1 Расчет местного вентиляционного устройства с газоприемником.....

4.5.2 Инструкция по безопасности труда при эксплуатации приспособ-
ления для сглаживания шероховатости.....

4.6 Экономическое обоснование конструкции.....

ВЫВОДЫ.....

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....

ПРИЛОЖЕНИЕ.....

СПЕЦИФИКАЦИЯ.....

ВВЕДЕНИЕ

В свете вступления нашей страны во Всемирную торговую организацию в аграрной отрасли экономики среди многих других задач на первый план выходит конкурентоспособность сельскохозяйственных производителей, которая определяет перспективы их дальнейшего существования и развития. Помимо качества продукции, ее конкурентоспособность напрямую зависит от издержек производства. Ввиду сложного материального и финансового положения, в которых находятся сельскохозяйственные предприятия, еще сильнее ухудшившегося вследствие экономического кризиса, минимизация себестоимости производства продукции является приоритетной задачей, стоящей перед предприятиями.

В свою очередь для этого необходима минимизация всех издержек производства. Значительная часть себестоимости продукции сельского хозяйства определяется издержками на поддержание и восстановление работоспособности технологических машин и оборудования. Помимо этого, работоспособность машин косвенно влияет и на урожайность сельскохозяйственных культур, так как готовность техники выполнять возложенные на нее задачи, иначе говоря ее надежность, сказывается на возможности осуществления сельскохозяйственных операций качественно, без потерь и в требуемые агротехнические сроки.

Способами снижения издержек на восстановление работоспособности машин и оборудования являются перевооружение ремонтно-технологической базы сельскохозяйственных предприятий, повышение квалификации эксплуатирующего и ремонтирующего технику персонала, освоение инновационных технологий восстановления и упрочнения изношенных деталей машин, технико-экономическое обоснование существующих технологических процессов и целесообразности осуществления восстановления в целом, а также научная организация труда рабочих, занятых в техническом сервисе.

Поступление в аграрное производство новой отечественной и зарубежной техники неотвратимо предъявляет более жесткие требования к ее экс-

плуатации, техническому обслуживанию, хранению и ремонту. Учитывая плачевное текущее материально-техническое состояние ремонтно-обслуживающей базы агрофирм и хозяйств, в большинстве случаев требуется ее капитальное перевооружение и восполнение. Современное количественное и качественное состояние ремонтно-технологической базы, ее обеспеченность новыми видами оборудования, приборами, приспособлениями и способы организации труда значительно отстают от скорости смены морально устаревшей сельскохозяйственной техники даже в экономически благополучных хозяйствах и агрофирмах.

Освоение инновационных технологий возделывания с применением сложных посевных и почвообрабатывающих комбинированных машин отечественного и зарубежного производства не снабжены всем необходимым комплексом средств для осуществления их технического сервиса. В результате снижается их экономическая эффективность, которая имеет первостепенное значение в условиях жесткой конкуренции.

Хронически сложившийся в сельскохозяйственном производстве принцип остаточного финансирования обновления технологического оборудования и оснастки технического сервиса следует разрушить, поскольку отдача от вложений в данную сферу произойдет быстрее, чем от вложений в покупку новых технологических машин и оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.

В связи с вышесказанным, проектирование технологических процессов на основе технико-экономического обоснования, видится актуальной задачей стоящей перед ремонтно-обслуживающими базами хозяйств.

В настоящей выпускной квалификационной работе предлагается проектирование технологического процесса восстановления вала ротора дробилки ДБ-5 с разработкой устройства для сглаживания шероховатости, необходимого для технического обслуживания и ремонта в условиях сельскохозяйственных предприятий.

1 ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА И АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ

1.1. Описание устройства дробилки

Безрешетная дробилка кормов КД-2 предназначена для измельчения различных видов фуражного зерна нормальной и повышенной влажности (не более 18 %) для сельскохозяйственных животных и птицы.

Основные узлы дробилки (см. рисунок 1.1) зерновой бункер 1 с загрузочным шнеком 2, дробильная камера 8 с ротором 9, кормопровод 12, выгрузной шнек 15, разделительная камера 17 с заслонками 14 и 16. Зерновой бункер предназначен для равномерной загрузки дробильной камеры различными видами зернофуража. Он включает датчики верхнего 20 и нижнего 3 уровня, заслонку 4, магнитный сепаратор 21, кроме того, бункер имеет загрузочную горловину и смотровое окно.

Датчик верхнего уровня служит для отключения загрузочного шнека 2, когда бункер заполнится зернофуражом до уровня датчика. Он состоит из корпуса, в котором на оси установлена пластина с расположенным на конце постоянным магнитом, и переключателя, со смонтированным в нем герметичным магнитоуправляемым контактом (герконом) типа КЭМ-2В, который закреплен на задней стенке корпуса датчика.

Датчик нижнего уровня 3 предназначен для включения загрузочного шнека 2, когда уровень зерна в бункере понизится до этого датчика. Устройство датчика нижнего уровня аналогично устройству датчика верхнего уровня.

Привод заслонки и сама заслонка функционально взаимосвязаны, т.к. служат для регулирования подачи зернофуража на дробление. Поворот заслонки 4 можно осуществить как от электрического привода, так и вручную. Электрический привод заслонки состоит из электродвигателя типа РД-09, зубчатой передачи и вала, на котором закреплена заслонка. На валу установлена электромагнитная муфта, через которую осуществляется привод заслон-

ки. При отключении электросети такая конструкция позволяет заслонке 4 под действием собственной массы перекрыть доступ зернофуража в дробильную камеру.

Магнитный сепаратор 21 предназначен для улавливания металлических предметов, которые случайно могут оказаться в зернофураже. Он состоит из алюминиевого корпуса, в котором установлены 11 постоянных магнитов.



1- зерновой бункер; 2- загрузочный шнек; 3- датчик нижнего уровня; 4- заслонка зернового бункера; 5- канал подачи зерна; 6- канал возврата воздуха; 7- дека; 8- дробильная камера; 9- ротор с молотками; 10- вихревая камера; 11- возвратный канал; 12- кормопровод; 13- выгрузной шнек; 14, 16 - регулировочная заслонка; 15- выгрузной шнек; 17- корпус разделительной камеры; 18 - воздушный фильтр; 19 - пылеотделитель; 20 - датчик верхнего уровня; 21- магнитный сепаратор; 22- подгрузочный шнек

Рисунок 1.1 – Технологическая схема работы безрешетной дробилки КД-2

Загрузочный шнек 2 служит для загрузки зерна в зерновой бункер в автоматическом режиме, что позволяет загружать дробилку без применения ручного труда. В нижней части загрузочного шнека закреплен погрузочный шнек, обеспечивающий самопогружение загрузочного шнека в зерновой бурт и активизацию подачи зерна.

Выгрузной шнек 15 отличается от загрузочного шнека тем, что на нем отсутствует дополнительный шнек и установлен на винтовой подставке, обеспечивающая регулировку по высоте. В дробильной камере 8 находится ротор 9 с набором дисков и шарнирно подвешенных на осях молотков. Расстояние между молотками на этих осях подвеса обеспечивается посредством распорных втулок. Внутренняя цилиндрическая поверхность дробильной камеры выложена деками 7.

Разделительная камера 17 представляет собой емкость, в которой измельченные частицы отделяются от воздушной массы. Камера имеет перегородки, образующие канал 6, для возврата воздуха в дробильную камеру, канал 5, для подачи исходного продукта на дробление, а также канал 11, для возврата крупной фракции на доизмельчение. В нижней части разделительной камеры установлен выгрузной шнек 13, служащий для выгрузки готового продукта из разделительной камеры и подачи его на выгрузной шнек 15.

Сверху к разделительной камере крепится фильтрующий элемент, предназначенный для удаления в атмосферу избытка воздуха и очистки его от пылевидных фракций. На боковой стенке разделительной камеры установлены два рычага заслонок 14 и 16, которыми регулируют процесс разделения измельченного продукта на фракции: мелкий помол - заслонкой 16, средний и крупный помол - заслонкой 14. Дробильная и разделительная камеры соединены между собой при помощи кормопровода 12.

Технологический процесс. Зернофураж из бурта или из зернохранилища загрузочным шнеком 2 подается в зерновой бункер 1 и при достижении уровня зерна датчика верхнего уровня 20 подача останавливается. Зерно из бункера через канал 5, регулируемый заслонкой 4 проходит над магнитным сепаратором 21 и подается в дробильную камеру 8, где измельчается под действием вращающегося ротора 9 с молотками за счет их ударной силы и деки 7. Зерно дробится за неполный оборот ротора, и оно выносится из дробильной камеры в кормопровод 12 за счет швыркового эффекта ротора и воздушного потока, создаваемого им. Смесь измельченного материала и воздуха

по кормопроводу 12 поступает в разделительную камеру 17, где измельченная смесь, отделившись от воздушной массы, выгрузным шнеком 13 выносятся за пределы разделительной камеры.

Технологические регулировки. Степень измельчения зернофуража регулируют положением заслонок 14 и 16. Поворотом заслонки 16 регулируют мелкую фракцию, если она находится в крайнем правом положении. В этом случае мелкая фракция попадает на шнек 13 и выносятся из разделительной камеры, а крупные частицы по возвратному каналу 11 поступают на доизмельчение. При частичном повороте заслонки 14 вправо, мелкие и средние частицы выносятся из разделительной камеры, а крупные снова поступают на доизмельчение. При полном повороте заслонки 14 вправо получается крупный помол, так как все частицы, поступающие в разделительную камеру, выносятся шнеком 13.

Поступление зерна в дробильную камеру регулируют вручную или автоматическим регулятором, который с достаточной точностью выдерживает положение заслонки, соответствующее номинальной нагрузке электродвигателя (55...57 А).

Электрооборудование дробилки состоит из шкафа управления, амперметра-индикатора контроля нагрузки электродвигателя дробилки, аппаратуры управления приводами и автоматического регулятора, обеспечивающего поддержание такого положения заслонки 4, при котором нагрузка двигателя соответствует номинальной, конечного выключателя, для предотвращения случайного включения дробилки в работу при открытой крышке дробильной камеры, а также конечного выключателя на крышке заслонки, который в автоматическом режиме замыкает цепь звуковой сирены при прекращении поступления зерна.

Электродвигатель загрузочного шнека работает в повторно-кратковременном режиме. Первоначально, при пуске, включается магнитный пускатель через симистор и зерно поступает в приемный бункер дробилки.

Отключение его произойдет при достижении продуктом датчика верхнего

уровня, который, замыкаясь, шунтирует цепь управляющего сигнала симистора. Симистор запирается и разрывает цепь питания магнитного пускателя и электродвигатель отключается, повторное включение произойдет после освобождения продуктом датчиков верхнего и нижнего уровней.

Детали и узлы КД-2 работают в непосредственном контакте с рабочими средами и в условиях агрессивной атмосферы животноводческих помещений.

Эта работа сопровождается в основном коррозионно-механическим износом при трении о твердые минеральные частицы, содержащиеся в атмосфере и в перерабатываемых и транспортируемых материалах в присутствии органических кислот, влаги, электролитов и газов. Следует отметить ударные нагруз-

ки, которые возникают при встрече с перерабатываемыми материалами, а иногда и посторонними предметами. Основными дефектами дробилок типа ДБ-5, являются затупление дробильных молотков; затупление и выкрошивание

ножей и противорежущих пластин режущего аппарата; трещины и пробоины трубопровода; рифов нижней и верхней деки; износ накладок колодок муфты и деталей редуктора и транспортеров. Все эти повреждения ведут к нарушению балансировки, что в свою очередь подвергает сильному износу подшипников, посадочных мест под подшипники, шпоночных пазов.

Виды дефектов вала ротора дробилки кормов:

- износ посадочных мест под подшипник;
- износ шпоночных пазов;
- трещины и изломы.

1.2. Разработка технологического процесса разборки дробилки

Перед разборкой узлы и агрегаты машин, поступающие на ремонт, должны быть очищены от грязи и пыли, а с поверхности должно быть удалено антикоррозийное покрытие. Масло из картера двигателя, ведущего моста и коробки передач должно быть слито, а масляные отверстия и штуцеры быть плотно закрыты пробками [7].

При разборке трактора для снятия тяжелых узлов и деталей, а также при установке их на стеллажи и стенды необходимо использовать кран-балки, электротельферы и специальные схватки.

Отвертывать гайки и болты необходимо электрическими или пневматическими гайковертами, а вывертывать шпильки — эксцентриковыми ключами.

Шкивы, звездочки и клиновые шпонки следует снимать при помощи специальных съемников.

Втулки, подшипники и валы необходимо выпрессовывать на прессах, используя специальные вставки.

Все узлы и детали трактора необходимо укладывать на стеллажи или в специальные контейнеры.

Рабочие места разборки и сборки должны быть просторны, хорошо освещены и оснащены необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментом.

При работе со стендами и приспособлениями необходимо соблюдать правила техники безопасности.

Наиболее важным этапом проектирования технологического процесса является установление рациональной последовательности выполнения разборочных (сборочных) операций. Для решения этой задачи составляют структурную схему разборки (сборки), которая представляет собой условное изображение последовательности снятия при разборке (установки при сборке) сборочных единиц различных порядков и деталей. Схема разборки (сборки) дает наглядное изображение процесса и является одним из документов, фиксирующих процесс [9].

Составные части изделия изображаются на схеме в виде прямоугольников. Чтобы выделить на схеме сборочные единицы, прямоугольники, которыми они изображаются, чертят двумя параллельными линиями. Если к схеме имеется приложение в виде чертежа или эскиза изделия, прямоугольник, изображающий деталь на схеме, разделяют на четыре поля,

на которых указывают наименование детали, номер позиции на чертеже (эскизе), в нижней части - обозначение по каталогу и количество. Прямоугольник на схеме, изображающий сборочную единицу, делят на три поля, если она входит в состав изделия в единственном числе. Поле для указания количества сборочных единиц не выделяют. Номера позиций проставляют на схеме в правом верхнем поле прямоугольника, в правом нижнем — количество деталей. Такие изделия, как подшипники, сальники, контрольно-измерительные приборы и тому подобное изображают на схеме как сборочные единицы.

Различают развернутую и укрупненную схемы технологических процессов разборки и сборки изделия. Схему называют развернутой, если все составные части изделия расчленены, представлены в виде отдельных деталей, приведены необходимые дополнительные пояснения, контрольные операции и технические требования. Развернутую схему составляют для сложных изделий (сборочных единиц). Схему технологического процесса называют укрупненной, если некоторые сборочные единицы не расчленены на отдельные детали. Укрупненную схему целесообразно составлять на сложные изделия и сборочные единицы машин с указанием контрольных операций, выполняемых при общей сборке.

Составление схемы разборки начинают с условного изображения изделия (сборочной единицы) и строят в направлении слева направо или сверху вниз. Условные обозначения отдельных деталей располагают слева, а сборочных единиц соответствующего порядка - справа по ходу процесса разборки. Направление процесса разборки, отражающее последовательность снятия сборочных единиц и деталей, показывают на схеме стрелкой [1].

После разработки схемы приступают к определению операций технологического процесса и обоснованию их содержания. Основные принципы объединения действий исполнителя и оборудования в операцию следующие:

- единство предметов труда (сборочная единица, группа, под- группа);

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

2 ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ

2.1 Микрометраж деталей

Микрометраж деталей осуществляется с целью определения и анализа характера и размера износа поверхности под муфту в нескольких сечениях.

Микрометраж партии деталей проводится для сбора первоначальной информации в целях последующей статистической обработки.

Измерения деталей осуществляются микрометром гладким МК-75 ГОСТ 6507-90 в различных сечениях и плоскостях, согласно рисунку 2.1.

Размер износа в сечениях определяется из формулы:

$$h_i = D_0 - D_i, \text{ мм.} \quad (2.1)$$

где h_i – значение износа в i -ом сечении, мм;

D_0 – номинальный размер, мм;

D_i – размер в i -ом сечении, мм.

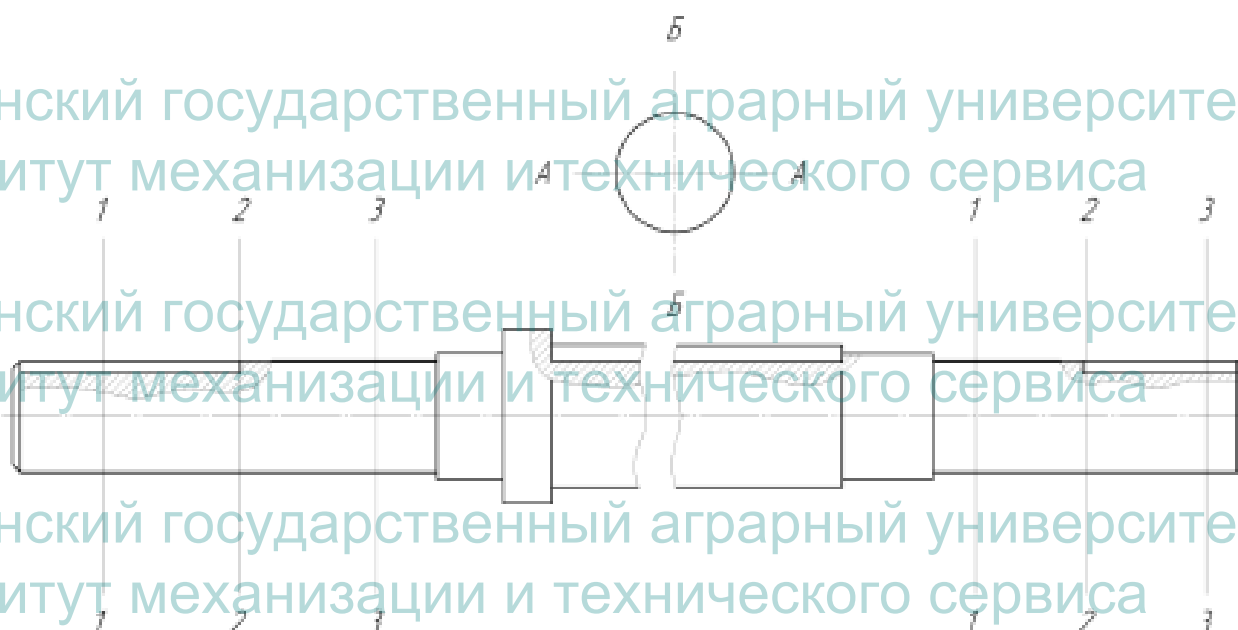


Рисунок 2.1 – Схема микрометража детали

2.2 Обработка результатов микрометража

Измерив диаметры в сечении максимального износа, определены следующие величины износа в мм, выстроенные в порядке увеличения износа: 0,03; 0,07; 0,08; 0,1; 0,11; 0,12; 0,13; 0,13; 0,14; 0,14; 0,15; 0,15; 0,15; 0,16; 0,17; 0,17; 0,18; 0,18; 0,18; 0,19; 0,2; 0,21; 0,22; 0,22; 0,22; 0,24; 0,26; 0,27; 0,27; 0,29; 0,3; 0,34; 0,35; 0,42; 0,43; 0,44; 0,59; 0,61. Итого 38 замеров.

Находим зоны рассеивания (размах ряда) S по формуле [6]:

$$S = t_{\max} - t_{\min} \quad (2.2)$$
$$S = 0,61 - 0,03 = 0,58 \text{ мм.}$$

Определяем число разрядов (интервалов) K по формуле:

$$K = \sqrt{n} \quad (2.3)$$
$$K = \sqrt{38} = 6,1644, \text{ принимаем } K=6.$$

Определяем длину разряда l по формуле:

$$l = \frac{S}{K} \quad (2.4)$$

$$l = \frac{0,58}{6} = 0,0967.$$

Определяем значение сдвига C из условия:

$$t_{\min} \geq C \geq t_{\min} - \frac{l}{2}. \quad (2.5)$$

$$0,03 \geq C \geq 0,03 - \frac{0,0967}{2}.$$

В данном случае целесообразно взять $C = 0,03$.

Начало первого разряда a_1 возьмем соответствующим величине сдвига, а именно:

$$a_1 = C.$$

Величину b_k определяем из условия [6]:

$$t_{\max} + \frac{1}{2} \cdot l \geq b_k \geq t_{\max}. \quad (2.6)$$

$$0,61 + \frac{1}{2} \cdot 0,0967 \geq C \geq 0,61.$$

В данном случае целесообразно взять $b_1=0,63$ мм. Таким образом, длина разряда может быть найдена из формулы [6]:

$$l = \frac{b_i - a_i}{K} \quad (2.7)$$

$$l = \frac{0,63 - 0,03}{6} = 0,1 \text{ мм.}$$

2.2.1 Построение статистического ряда и статистических графиков

Таблица 2.1 – Статистический ряд износа

i	Разряды		h_i	l_i	m_i	$q_i=m_i/n$	$\hat{f}_i$	$\hat{F}_i$
	a_i	b_i						
1	0,03	0,13	0,08	0,1	8	0,211	2,11	0,211
2	0,13	0,23	0,18	0,1	17	0,4474	4,474	0,658
3	0,23	0,33	0,28	0,1	6	0,1579	1,579	0,816
4	0,33	0,43	0,38	0,1	4	0,1053	1,053	0,921
5	0,43	0,53	0,48	0,1	1	0,0263	0,263	0,947
6	0,53	0,63	0,58	0,1	2	0,0526	0,526	1

Здесь a_i – начало i -го разряда;

b_i – конец i -го разряда;

$l_i = b_i - a_i$ – длина i -го разряда, мм;

$t_i = \frac{a_i + b_i}{2}$ – середина i -го разряда, мм;

m_i – частота или число отказавших объектов в i -ом разряде, т. е. в промежутке наработки от a_i до b_i , мм;

$\hat{q}_i = \frac{m_i}{n}$ – частость или статистическая вероятность отказа в i -ом разряде;

$\hat{f}_i = \frac{q_i}{1_i}$ – статистическая плотность распределения износа в i -ом разряде, мм^{-1} ;

$\hat{F}_i$ – накопленная частота или статистическая функция распределения износа в i -ом разряде.

Рассчитанные значения представим графически (первый лист А1 выпускной квалификационной работы).

Статистическую оценку математического ожидания $\hat{m}$ и среднеквадратического отклонения $\hat{\sigma}$ найдем из выражений:

$$\hat{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k h_i \cdot m_i; \quad (2.8)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (h_i - \hat{m})^2 \cdot m_i}. \quad (2.9)$$

Расчет проведем в форме таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – К расчету $\hat{m}$ и $\hat{\sigma}$

i	h_i	m_i	$h_i \cdot m_i$	$(h_i - \hat{m})^2 \cdot m_i$
1	0,08	8	0,64	0,1682
2	0,18	17	3,06	0,0344
3	0,28	6	1,68	0,0182
4	0,38	4	1,52	0,0961
5	0,48	1	0,48	0,065
6	0,58	2	1,16	0,2521

$\Sigma=8,54$ $\Sigma=0,634$

$$\hat{m} = \frac{1}{38} \cdot 8,54 = 0,225 \text{ мм}$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{0,634}{38-1}} = 0,131 \text{ мм}$$

Находим коэффициент вариации из выражения:

$$V = \frac{\hat{\sigma}}{\hat{m} - c}$$

$$V = \frac{0,131}{0,225 - 0,03} = 0,672.$$

2.2.2 Подбор теоретического закона распределения износа и построение теоретических графиков

Принятие решение о выборе закона распределения, которому соответствует величина износа детали должно опираться на 3 фактора [6]. С точки зрения физической сущности наиболее подходящими являются закон нормального распределения, а также закон распределения Вейбулла. Полученные гистограммы имеют асимметричность, в связи с чем более вероятным считаем закон распределения Вейбулла. Об этом также свидетельствует коэффициент вариации, значение которого $V > 0,5$.

Поэтому делаем вывод, что величина износа детали вероятнее всего согласуется с законом распределения Вейбулла, имеющим вид:

$$f(h) = \frac{b}{a} \left(\frac{h-c}{a} \right)^{b-1} \cdot e^{-\left(\frac{h-c}{a} \right)^b}; \quad (2.10)$$

$$F(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h-c}{a} \right)^b}, \quad (2.11)$$

где h – значение износа детали, мм;

a, b, c – параметры закона распределения.

Параметр сдвига $C=0,03$ – определен ранее.

По величине коэффициента вариации из таблицы приложения 2п [6] определяем величину параметра b , а также коэффициента c_b .

При $V=0,672$ $b=1,52$, $c_b=0,6$.

Найдем параметр a по формуле:

$$a = \frac{\sigma}{c_b}, \quad (2.12)$$
$$a = \frac{0,131}{0,6} = 0,22.$$

При $a = 0,22$, $b = 1,52$, $c = 0,03$ предполагаемый теоретический закон примет вид:

$$f(h) = \frac{1,52}{0,22} \left(\frac{h - 0,03}{0,22} \right)^{0,32} \cdot e^{-\left(\frac{h - 0,03}{0,22} \right)^{1,52}}; \quad (2.13)$$

$$F(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h - 0,03}{0,22} \right)^{1,52}}. \quad (2.14)$$

Чтобы построить теоретические графики проведем расчеты по формулам (2.13) и (2.14). Расчеты проведем в форме таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – К расчету $F(h)$ и $f(h)$

h	0,03	0,055	0,08	0,13	0,14	0,23	0,33	0,43	0,53	0,63
F(h)	0	0,036	0,1	0,26	0,294	0,579	0,799	0,916	0,969	0,99
f(h)	0	2,15	2,878	3,391	3,4	2,768	1,635	0,789	0,325	0,118

Наложим теоретические кривые на статистические графики (первый лист А1 выпускной квалификационной работы).

Проверим соответствие принятого теоретического закона распределения статистическим данным на основе критерия К. Пирсона по методике, изложенной в [6].

Найдем меру расхождения χ^2 по формуле [6]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - nq_i)^2}{nq_i}, \quad (2.15)$$

Расчеты проведем в форме таблицы 2.4.

Значение q_i рассчитаем по формуле:

$$q_i = F(b_i) - F(a_i) \quad (2.16)$$

а величины $F(b_i)$ и $F(a_i)$ возьмем из таблицы 2.3.

Таблица 2.4 – К расчету χ^2

i	m_i	q_i	nq_i	$(m_i - nq_i)^2 / nq_i$
1	8	0,26	9,88	0,358
2	17	0,319	12,122	1,963
3	6	0,22	8,36	0,666
4	4	0,117	4,446	0,045
5	1	0,053	2,014	0,511
6	2	0,021	0,798	1,811

$$\Sigma = 5,354$$

Итак, $X^2 = 5,354$.

Определяем число степеней свободы по формуле:

$$r = k - (\varphi + 1) \quad (2.17)$$

где k – число разрядов статистического ряда;

φ – число параметров принятого закона распределения.

$$r = 6 - (2 + 1) = 3,$$

так как для закона распределения Вейбулла $\varphi = 2$.

Зная X^2 и r из таблицы 1п [6] определяем $p = 0,112$. Поскольку $0,112 > 0,1$, делаем вывод, что принятый закон распределения Вейбулла соответствует статистическим данным. Таким образом, износ деталей подчиняется теоретическому закону распределения Вейбулла со следующими параметрами: $a = 0,22$, $b = 1,52$, $c = 0,03$.

2.2.3 Анализ кривых и определение процента деталей, подлежащих восстановлению наплавкой в среде углекислого газа

Поиск закона распределения износа деталей проводится в целях решения нескольких задач:

- определять долю годных деталей к последующей эксплуатации;
- выбирать наиболее подходящий метод восстановления;
- определять долю деталей, которые следует восстанавливать;
- делать прогноз потребности в запчастях.

Определим долю деталей, подлежащих восстановлению. Для этого необходимо определить минимально допустимый диаметр и максимальный допустимый износ поверхности:

$$D_{min} = D_n - n + t, \text{ мм}, \quad (2.18)$$

где D_n – номинальный диаметр поверхности, $D_n = 50,002$ мм;

n – максимальная целесообразная толщина наращиваемого слоя, $n = 0,6$ мм;

t – припуск на механическую обработку, $t = 0,25$ мм.

Максимально допустимый износ найдем по формуле:

$$h_{\max} = D_n - D_{\min}, \text{ мм.} \quad (2.19)$$

Вероятность того, что величина износа не превысит значения $h_{\max}$, является долей деталей, подлежащих восстановлению:

$$P(h < h_{\max}) = F(h_{\max}) = 1 - e^{-\left(\frac{h_{\max} - c}{a}\right)^b}. \quad (2.20)$$

$$D_{\min} = 50,002 - 0,5 + 0,25 = 49,752 \text{ мм};$$

$$h_{\max} = 50,002 - 49,752 = 0,25 \text{ мм};$$

$$F(0,25) = 1 - e^{-\left(\frac{0,25 - 0,03}{0,22}\right)^{1,22}} = 0,632.$$

Таким образом, только 63,2% деталей данной партии можно восстановить гальваническими методами наращивания, остальные же 36,8% необходимо восстанавливать различными способами наплавки.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ

3.1 Разработка технологического процесса дефектации

Рассматриваемая деталь в процессе работы приобретает следующие дефекты:

1. Износ поверхности под подшипник;
2. Износ шпоночного паза по ширине (2 штуки);
3. Износ шпоночного паза по ширине;
4. Изломы и трещины.

Для контроля размеров при дефектации выбирают средства измерения (СИ).

Выбирая СИ, необходимо учитывать соблюдение условия: предельная погрешность СИ меньше допустимой погрешности измерения, а именно

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta, \quad (3.1)$$

где δ – допустимая погрешность измерения;

Δ_{lim} – предельная погрешность СИ.

По размеру $\varnothing 50_{+0,015}^{+0,013}$ для дефекта 1 предельная погрешность, $\delta = 4$ мкм [10]. Выбираем СИ: микрометр гладкий ГОСТ 6507-78, у которого $\Delta_{\text{lim}} = \pm 4$ мкм.

По размеру $14_{-0,013}^{+0,02}$ для дефекта 2 предельная погрешность, $\delta = 8$ мкм [10]. Выбираем СИ: Нутромер индикаторный НИ 6-10-1 ГОСТ 863-82.

По размеру $18_{-0,013}^{+0,02}$ для дефекта 3 предельная погрешность, $\delta = 8$ мкм [10]. Выбираем СИ: Нутромер индикаторный НИ 6-10-1 ГОСТ 863-82.

Сведем результаты выбора в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – К определению средств измерения

Тип размера, номинальное значение	Значение допуска размера, мм.	Допустимая погрешность, мм.	Предельная погрешность СИ, мм.	Наименование, обозначение СИ, ГОСТ
Вал, $\varnothing 50$	0,014	0,004	$\pm 0,004$	МК – 75 – 2 ГОСТ 6507-78
Отверстие, $\varnothing 14$	0,055	0,008	$\pm 0,008$	НИ 6-10-1 ГОСТ 863-82
Отверстие, $\varnothing 18$	0,055	0,008	$\pm 0,008$	НИ 6-10-1 ГОСТ 863-82

3.2 Выбор рационального способа восстановления

Выбор рационального способа необходим для обеспечения требуемых характеристик поверхности, формы и точности после восстановления при условии минимально возможных трудоемкости и себестоимости.

Рациональный способ выбирают, исходя из следующих критериев:

- технологический (иначе говоря, критерий, учитывающий возможность применения способа);
- технический (учитывает долговечность после восстановления);
- технико-экономический (является обобщающим и решающим, поскольку учитывает в себе предыдущие критерии).

Для всех возможных способов, выбранных по технологическому критерию дают оценку по коэффициенту долговечности (K_D):

$$K_D = K_I \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_H, \quad (3.2)$$

где K_I , K_B , K_C , – коэффициенты, характеризующие способ с точки зрения износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

K_H – поправочный коэффициент, $K_H = 0,8 \dots 0,9$.

Наиболее рациональным согласно техническому критерию является способ с $K_D \rightarrow \max$.

Условие технико-экономического критерия записывается в следующем виде [11]:

$$C_B \leq K_D \times C_H, \quad (3.3)$$

где C_B – стоимость восстановления;

C_H – стоимость новой детали.

Если известна цена новой детали, критерий рассчитывают по формуле:

$$K_T = C_B / K_D, \quad (3.4)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – удельная себестоимость приходящаяся на единицу площади восстановления.

Рациональный способ имеет значение $K_T \rightarrow \min$.

Назначим в случае дефекта 1 в качестве применимых способов восстановления детали следующие:

- вибродуговая наплавка;
- наплавка в среде углекислого газа.

Рассчитаем для них коэффициенты вышеназванных критериев.

1. Наплавка в среде CO_2 :

$$K_f = 0,72; K_B = 0,9; K_C = 1;$$

$$K_D = 0,72 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,52.$$

2. Вибродуговая наплавка:

$$K_f = 1; K_B = 0,62; K_C = 1;$$

$$K_D = 1 \cdot 0,62 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,49.$$

Учитывая, что $K_D \rightarrow \max$, наиболее рациональный способ – наплавка в среде CO_2 .

Рассмотрим технико-экономические критерий для этих же способов:

1. Наплавка в среде CO_2 :

$$C_B = 910 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{910}{0,52} = 1750.$$

2. Вибродуговая наплавка:

$$C_B = 1040 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{1040}{0,49} = 2122.$$

Учитывая $K_T \rightarrow \min$, рациональным является также наплавка в среде CO_2 .

Таким образом, с учетом рассчитанных значений вышеперечисленных критериев, рациональным способом восстановления дефекта 1 является наплавка в среде углекислого газа. Допустимый метод – вибродуговая наплавка.

Аналогичным образом проведем выбор способа восстановления для оставшихся дефектов и сведем результаты выбора в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты выбора способов восстановления

Дефект	Основной способ восстановления	Допустимый способ восстановления
Износ поверхности под подшипник	Наплавка в среде углекислого газа	Вибродуговая наплавка
Износ шпоночного паза по ширине	Нарезание нового паза под углом 180	Нарезание нового паза под углом 180
Износ шпоночного паза по ширине	Нарезание нового паза под углом 180	Нарезание нового паза под углом 180
Изломы и трещины	Браковать	–

3.3 Разработка ремонтного чертежа

Ремонтный чертеж разрабатывают на первом этапе технологического процесса восстановления детали.

Ремонтный чертеж разрабатывается согласно ГОСТ 2.604-2000 «Чертежи ремонтные». Ремонтный чертеж содержит информацию о всех дефектах детали, которые обозначаются утолщенной линией толщиной 2z, а также подписываются на полках линий выносок (например, «Деф. 1»). В таблице на ремонтном чертеже сведены дефекты деталей, указаны коэффициенты их повторяемости, а также назначенные допустимый и основной способы восстановления. Кроме того, на ремонтном чертеже могут указываться дополнительные сведения, имеющие отношение к восстановлению, например, могут быть приведена информация по ремонтным размерам, приведены их значения и количество.

Также на ремонтном чертеже указывают маршрут движения детали при восстановлении, технические требования на восстановление. В поле материала основной надписи приводят материал восстанавливаемой детали, без указания вида заготовки [11].

Размеры на ремонтном чертеже указываются те, которые необходимы для дефектации и контроля восстановления дефектов, то есть номинальные размеры с их отклонениями.

3.4 Разработка маршрутных и операционных карт

Маршрутные карты восстановления содержат информацию о последовательности восстановления детали, общее время выполнения операций, а также могут содержать информацию об используемом при восстановлении оборудовании.

В таблице 3.3 представлены основные операции, определяющие алгоритм восстановления детали, оборудование и инструмент.

Таблица 3.3 – Перечень операций по восстановлению детали

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Очистная	Очиститель пароводоструйный ОМ-5359	Тара для деталей на очистку
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	НИ 6-10-1 ГОСТ 863-82
015 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3М151	Круг шлифовальный ПП 24А40 НС15КА ГОСТ 2424-83
020 Наплавочная	ВДУ-505, Баллон с защитным газом, установка наплавочная универсальная ОКС-22178 ГОСТ - 15150	Редуктор У-30 с расходомером и подогревателем
025 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3М151	Круг шлифовальный ПП 24А40 НС15КА ГОСТ 2424-83
030 Контрольная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	НИ 6-10-1 ГОСТ 863-82

3.5 Расчет режимов восстановления

Необходимая сила тока I , А:

$$I_{св} = (100...140) d_s, \quad (3.5)$$

где d_s – диаметр электрода, $d_s = 1$ мм [7].

$$I_{св} = 120 \cdot 1 = 120 \text{ А.}$$

Напряжение сварочного тока $U_{св}$, В:

$$I_{св} = 2(9 + d_s^2) \quad (3.6)$$

$$U_{св} = 2(9 + 1^2) = 20 \text{ В.}$$

Скорость подачи электродной проволоки V_s , м/ч:

$$V_s = 70 + 0,5D, \quad (3.7)$$

где D – диаметр детали, мм.

$$V_s = 70 + 0,5 \cdot 28 = 84 \text{ м/ч.}$$

Вылет электродной проволоки принимается равным 6...20 мм. Принимаем 10 мм [1].

Скорость наплавки принимается равной 60-80 м/ч. Принимаем 70 м/ч.

Шаг наплавки принимается равным 2/3 ширины наплавляемого шва.

Принимаем шаг наплавки 1,8 мм [1].

Расход углекислого газа должен составлять 6-10 л/мин при давлении 2-1,5 кгс/см² [1].

3.6 Техническое нормирование работ по восстановлению детали

Техническая норма времени восстановления определяется из выражения [1]:

$$T_n = T_{осн} + T_{всп} + T_{дем} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (3.8)$$

где T_n – норма времени (штучно – калькуляционное время);

$T_{осн}$ – основное время, $T_{осн} = 19$ мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, $T_{всп} = 10$ мин;

$T_{доп}$ – дополнительное время, $T_{доп} = 15$ мин;

$T_{пз}$ – подготовительно–заключительное время, $T_{пз} = 26$ мин;

n – количество деталей в партии, $n = 10$.

$$T_k = 19 + 10 + 15 + \frac{26}{10} = 46,6 \text{ мин}$$

Оперативное время определяется по формуле:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}. \quad (3.9)$$

Штучное время $T_{шт}$, указываемое в технокартах, определяется по формуле

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп}. \quad (3.10)$$
$$T_{шт} = 19 + 10 + 15 = 44 \text{ мин.}$$

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СГЛАЖИВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ И УПРОЧНЕНИЯ

4.1 Анализ существующих конструкций приспособлений для сглаживания шероховатости и упрочнения

Значительного увеличения ресурсов деталей при их восстановлении можно добиться за счет применения различных способов поверхностного упрочнения. В основе поверхностного упрочнения может лежать термическая обработка, поверхностная химическая обработка (например, цементация), а также пластическое деформирование поверхности.

Проанализируем существующие конструкции и запатентованные технические решения для поверхностного упрочнения деталей типа вал путем пластического деформирования, а именно методом сглаживания шероховатости.

Известно устройство по патенту РФ № 213144525/02, схема которого представлена на рисунке 4.1. Деталь 1 закрепляют в центрах 2 или патроне токарного станка и сообщают главное движение D_r . Инструменту одновременно сообщают продольное движение $D_{пр.}$, вращательное движение $D_{в.р.}$ вокруг своей оси и возвратно-качательное движение $D_{в-к}$ в основной кинематической плоскости обработки. К обрабатываемой поверхности детали выглаживающий инструмент 3 с рабочим элементом 4 прижимают с определенным усилием, в зависящем от твердости материала детали.

При таком способе выглаживания инструмент описывает по поверхности детали винтовую линию с шагом, равным подаче, а за счет возвратно-качательного движения (модуляции) вдоль оси детали более равномерно располагаются элементы микрорельефа.

ВКР.35.03.06.14 9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Приспособление для
сглаживания шероховатости
Пояснительная записка

Лит. Лист Листов
1 39
Казанский ГАУ
каф. Э и РМ

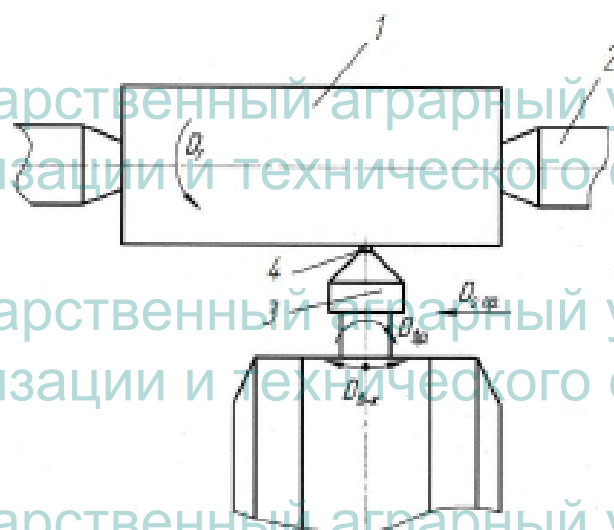


Рисунок 4.1 – Устройство для выглаживания (патент РФ № 213144525/02)

В этом случае износ алмазного элемента происходит более равномерно по всей рабочей поверхности сферического контактирующего участка инструмента и является наиболее рациональным его использованием по сравнению со способом, взятым за прототип.

За счет дополнительного сообщения инструменту возвратно-качательного движения в основной кинематической плоскости обработки не происходит налипания металла при обработке пластичных металлов и, в частности, титановых сплавов, что обеспечивает тем самым повышение производительности процесса выглаживания и стабильности качества обработанного поверхностного слоя детали, а также периода стойкости инструмента.

Таким образом, применение предлагаемого способа позволит расширить область использования отделочно-упрочняющих методов обработки в результате возвратно-качательного движения алмазного инструмента и улучшения динамических характеристик протекания процесса выглаживания в целом. Повысить эксплуатационные характеристики деталей за счет получения микровыступов с устойчивыми размерами и формами, обеспечивающие увеличение фактической площади контакта, минимизировать износ и длительность приработки поверхностей сопрягаемых деталей (пар трения). Увеличить производительность процесса обработки, исключив дополнитель-

ные рабочие и холостые проходы, а также стойкость инструмента, устранив налипание обрабатываемого металла на его рабочей поверхности. В зависимости от условий обработки способ может осуществлять как встречное, так и попутное выглаживание деталей тел вращения.

Известно устройство АС № 2010109475/02 представленное на рисунке 4.2.

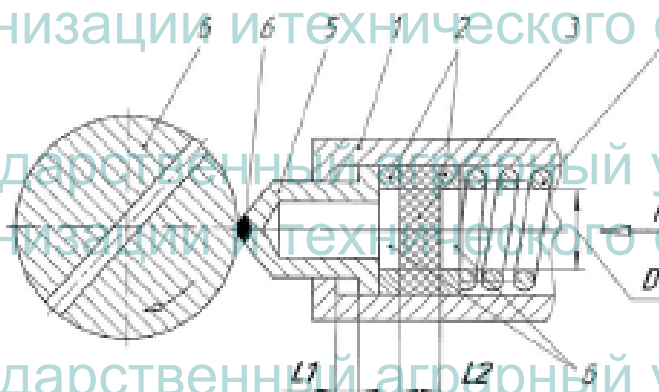


Рисунок 4.2 – Устройство для алмазного выглаживания АС № 2010109475/02

Инструмент состоит из корпуса 1, в котором установлен полый индентор 2 с алмазным наконечником 3. В корпусе 1 установлены пружина 7, позволяющая регулировать усилие выглаживания, поддерживая натяг, и самоустанавливаться демпфирующему элементу в рабочее положение, две шайбы 4 с отверстиями 6, диаметр которых равен D . Между шайбами 4 расположена резиновая шайба 5. Выполнение шайб 4 с отверстиями 6 позволяет резиновой шайбе 5 при деформации заполнять деформированной резиной свободное пространство отверстий 6. Резиновая шайба 5 имеет ширину L_2 . Положение резиновой шайбы 5 относительно корпуса 1 фиксируется силами сухого трения.

Предельное значение сил сухого трения ограничивается рабочим усилием P пружины 7 и регулируется размером L_2 резиновой шайбы 5. Инструментом обрабатывают деталь 8.

Работает инструмент для выглаживания прерывистых поверхностей следующим образом.

Перв. примен.

Стор. №

Подпись и дата

Ид. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Ид. № подл.

Алмазный наконечник 3 подводят к обрабатываемой детали 8 и, перемещая корпус 1 выплаивающего инструмента, создают рабочий натяг L_1 . Смещение индентора на величину натяга L_1 приводит также к смещению резиновой шайбы 5, шайб 4 на величину L_1 , тем самым осуществляется самоустановка демпфера в рабочее состояние. Пружина 7 воздействует с предварительно настроенным рабочим усилием P на индентор 2. Обрабатываемой детали 8 сообщают вращательное движение и включают подачу инструмента. Возникающие колебания индентора 2 с амплитудой в пределах шероховатости обрабатываемой поверхности гасятся диссипативными силами вязкого трения в резиновой шайбе 5, которая зафиксирована относительно корпуса силами сухого трения.

При обработке прерывистых поверхностей амплитуда колебаний индентора 2 возрастает, что приводит к смещению шайбы 5 относительно корпуса 1. Возникающие при этом силы сухого трения резиновой шайбы 5 с корпусом 1 эффективно рассеивают энергию колебаний индентора 2. Гашение вибрации выполняется также силами сухого трения, величина которых ограничена рабочим усилием пружины.

Применение инструмента для выплаивания прерывистых поверхностей позволит уменьшить уровень шероховатости обработанной поверхности до уровня в несколько нанометров при повышении производительности до предела, определяемого теплостойкостью алмаза и исключить поломку алмазного наконечника при обработке прерывистой поверхности.

Следующее рассматриваемое устройство (АС № 2016128166) представлено на рисунке 4.3.

Устройство для комбинированной обработки точением и поверхностным пластическим деформированием содержит корпус 1 и размещенные в нем последовательно резец 2 и алмазный выплаиватель 3. Выплаиватель 3 снабжен наконечником 4 из природного или синтетического алмаза и оснащен тарированной пружиной 5, поддерживающей постоянную величину силы выплаива-

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

ния, величина сжатия которой задается регулировочным винтом 6. Резец 2 установлен в подпружиненной опоре 7 с возможностью отведения из зоны обработки. Один конец пружины 8 закреплен на корпусе 1, другой на опоре 7. В рабочем положении резца 2 пружина 8 находится в сжатом состоянии (рисунок 4.3).

Отведение резца 2 из зоны обработки осуществляется кулачком 9 установленным на оси 10 с возможностью вращения и фиксации положения, например с помощью фиксации рукоятки 11 кулачка фиксатором рукоятки 12. Устройство устанавливается на верхние салазки суппорта токарного станка.

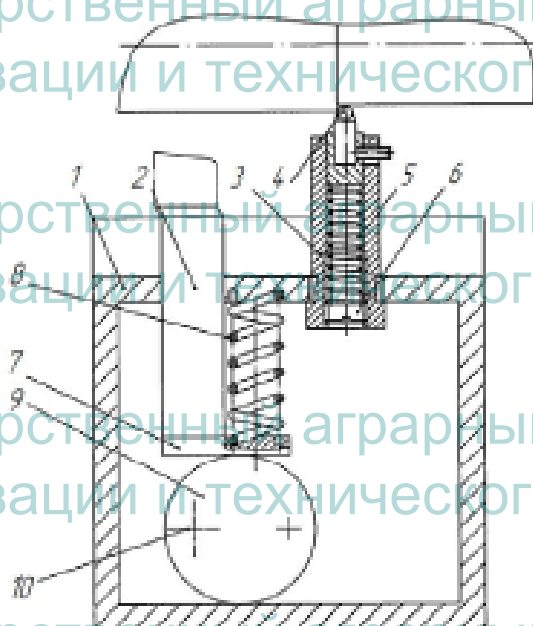


Рисунок 4.3 – Устройство для алмазного выравнивания (АС № 2016128166)

Устройство для комбинированной обработки точением и поверхностным пластическим деформированием работает следующим образом. Перед выполнением технологической операции устанавливают резец 2 в рабочее положение: с помощью рукоятки 11 взводят кулачок 9 и фиксируют его положение фиксатором 12. Резец 2 прижимают к опорной поверхности корпуса при помощи зажима (на чертежах не показан). С помощью поперечного суппорта устанавливают необходимую глубину резания. Для обеспечения необходимого натяга между деформирующим элементом выравнивателя 4 и обрабатываемой поверхностью необходим вылет вершины деформирующего элемента выравнивателя 4 по от-

Перв. примен.

Стор. №

Подпись и дата

Ид. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Ид. № подл.

ношению к рабочему положению вершины резца на 0,2-0,3 мм. Детали сообщают вращение, а инструменту движение подачи вдоль обрабатываемой поверхности. В момент достижения резцом 2 упора в бурт шейки вала, выключается продольная подача, ослабляют зажим резца 2, снимают фиксатор рукоятки 12 и рукоятку 11 отводят кулачок 9, под действием пружины 8 резец 2 отводится из зоны обработки. Пружина 8 обеспечивает фиксацию резца 2 в нерабочем положении. Затем включают продольную подачу и завершают процесс выравнивания.

Так же, при анализе существующих конструкций приспособлений для упрочнения, была отмечена следующая конструкция по АС 2013159120/02.

Предлагаемые способ и устройство позволяют проводить отделочно-упрочняющую обработку шеек и галтелей коленчатых валов различной конструкции за один технологический переход без переналадки, что существенно упрощает и повышает качество обработки и производительность процесса. Расширение диапазона ультразвуковых колебаний позволяет упростить настройку акустической системы на резонанс инденторов. Выбранный диапазон линейных скоростей 20-50 м/мин позволяет использовать ультразвуковую обработку шеек коленчатого вала на серийном специализированном шлифовальном станке сразу после шлифования шеек без переналадки станка, для чего необходимо подвести резонансную головку акустической системы к соответствующей шейке коленчатого вала и поджать к ней инденторы. Использование на головке излучателя двух инденторов позволяет отделочно-упрочняющую обработку шейки и ее галтелей выполнять за один технологический переход и предотвратить при этом западание инвентора в отверстие масляного канала, что исключает поломку акустической системы.

Удлиненный резонансный волновод L позволяет подводить ультразвуковые колебания на головку излучателя и ее инденторы к обрабатываемым шатунным шейкам коленчатого вала на шлифовальном станке, когда вращение вала производится относительно оси шатунных шеек в центросместите-

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

лях станка, при этом коренные шейки описывают окружность, равную двум радиусам кривошипа R_k и толщине приливов на щеках и противовесах Z . В этом случае подвижный корпус акустической благоприятные сжимающие напряжения, что приведет к повышению износостойкости и усталостной прочности обработанного коленчатого вала.

Изобретение поясняется чертежами, на которых схематично показаны предлагаемые способ и устройство.

Устройство для отделочно-упрочняющей обработки коленчатых валов, содержащее акустическую систему, состоящую из магнитострикционного преобразователя 1, соединенного с концентратором и основным волноводом 2, на торцевой части которого закреплен резьбовым соединением удлиненный резонансный волновод 3 длиной

$$L \geq 2R_k + Z,$$

где L - длина удлиненного резонансного волновода, мм;

R_k - радиус кривошипа, мм;

Z - приливы на щеках, противовесах и т.п., мм;

и головка излучателя ультразвука 4, которая может быть как съемной, так и выполненной за одно целое с удлиненным резонансным волноводом 3.

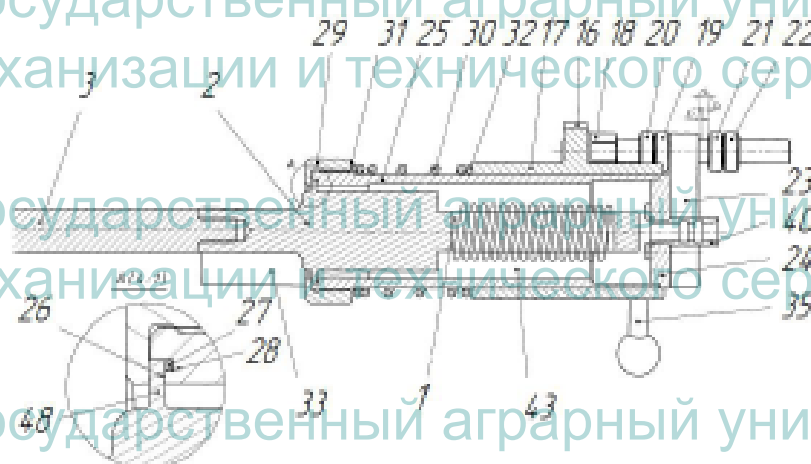


Рисунок 4.4 – Схема устройства акустической системы (АС 2013159120/02)

На головке излучателя 4 в зависимости от технических требований могут быть установлены два варианта расположения инденторов 5, 6 или 7, 8. Один вариант расположения инденторов 5 и 6 используется для обработки шейки 9 коленчатого вала 10 и ее радиусных галтелей 11 и 12 и представляет собой установленные жестко на головке излучателя 4 симметрично в одной горизонтальной плоскости два индентора 5 и 6, рабочие зоны которых выступают за наружные границы головки излучателя 4 на величину не менее $a=0,05$ мм. Второй вариант расположения инденторов 7 и 8, который позволяет обрабатывать шейку 9 коленчатого вала 10 и ее кольцевых галтелей 13 и 14 и которые расположены симметрично в одной вертикальной плоскости, смещенные друг относительно друга в горизонтальной плоскости и рабочие зоны которых выступают за торцовую поверхность головки излучателя 4 на величину больше глубины h кольцевой галтели 13 или 14, а за наружные границы головки излучателя 4 - на величину не менее $a=0,05$ мм).



Рисунок 4.5 – Схема ультразвуковой обработки цилиндрической (а) поверхности и радиусных галтелей (б) шейки коленчатого вала

Стопор выполнен в виде неподвижной резьбовой шпильки 15, установленной в упоре 16 неподвижного корпуса 17, и закрепленной к нему стопорной гайкой 18. Между двумя парами гаек 19, 20 и 21, 22, установленных на неподвижной резьбовой шпильке 15, расположен подвижный кронштейн 23,

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Лист

Лист. примен.

Стор. №

Листов. и. дата

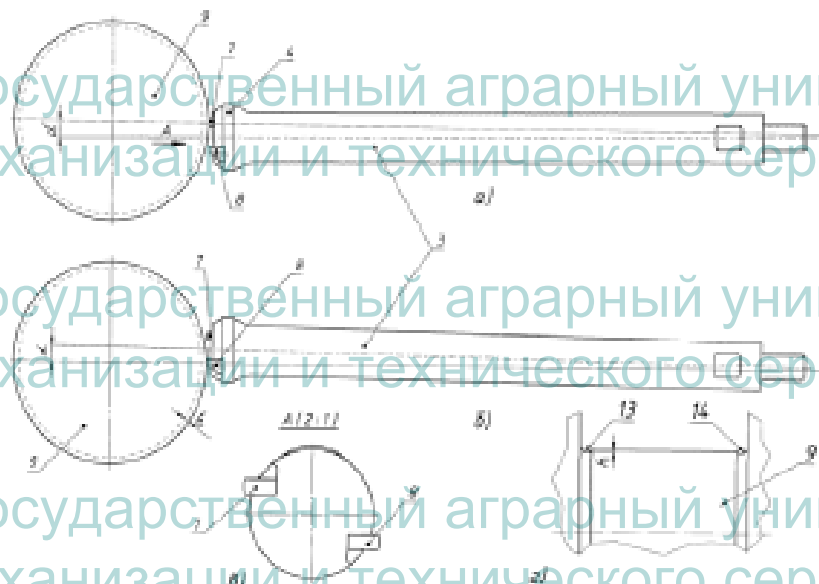
Лист. № докум.

В. зам. инж. №

Листов. и. дата

Лист. № подл.

жестко связанный с дном 24 подвижного корпуса 25. Между гайкой 21 и задней стенкой подвижного кронштейна 23 установлен зазор S , равный свободному ходу магнитострикционного преобразователя 1 совместно с удлиненным резонансным волноводом 3. В переднем торце 26 подвижного корпуса 25 выполнена кольцевая проточка 27, в которой установлено уплотнительное кольцо 28, поджатое упорной неподвижной резьбовой шпилькой 15, установленной в упоре 16 неподвижного корпуса 17 и закрепленной к нему стопорной гайкой 18. Между двумя парами гаек 19, 20 и 21, 22, установленных на неподвижной резьбовой шпильке 15, расположен подвижный кронштейн 23, жестко связанный с дном 24 подвижного корпуса 25.



а) обработка левой кольцевой галтели; б) обработка правой кольцевой галтели; в) вид А; г) кольцевые галтели на шейке вала

Рисунок 4.6 – Схема ультразвуковой обработки кольцевых галтелей на шейке коленчатого вала угловым поворотом акустической системы вместе с удлиненным резонансным волноводом и головкой излучателя с инденторами

Между гайкой 21 и задней стенкой подвижного кронштейна 23 установлен зазор S , равный свободному ходу магнитострикционного преобразо-

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

вателя 1 совместно с удлинненным резонансным волноводом 3. В переднем торце 26 подвижного корпуса 25 выполнена кольцевая проточка 27, в которой установлено уплотнительное кольцо 28, поджатое упорной гайкой 29, жестко закрепленной на наружной поверхности подвижного корпуса 25.

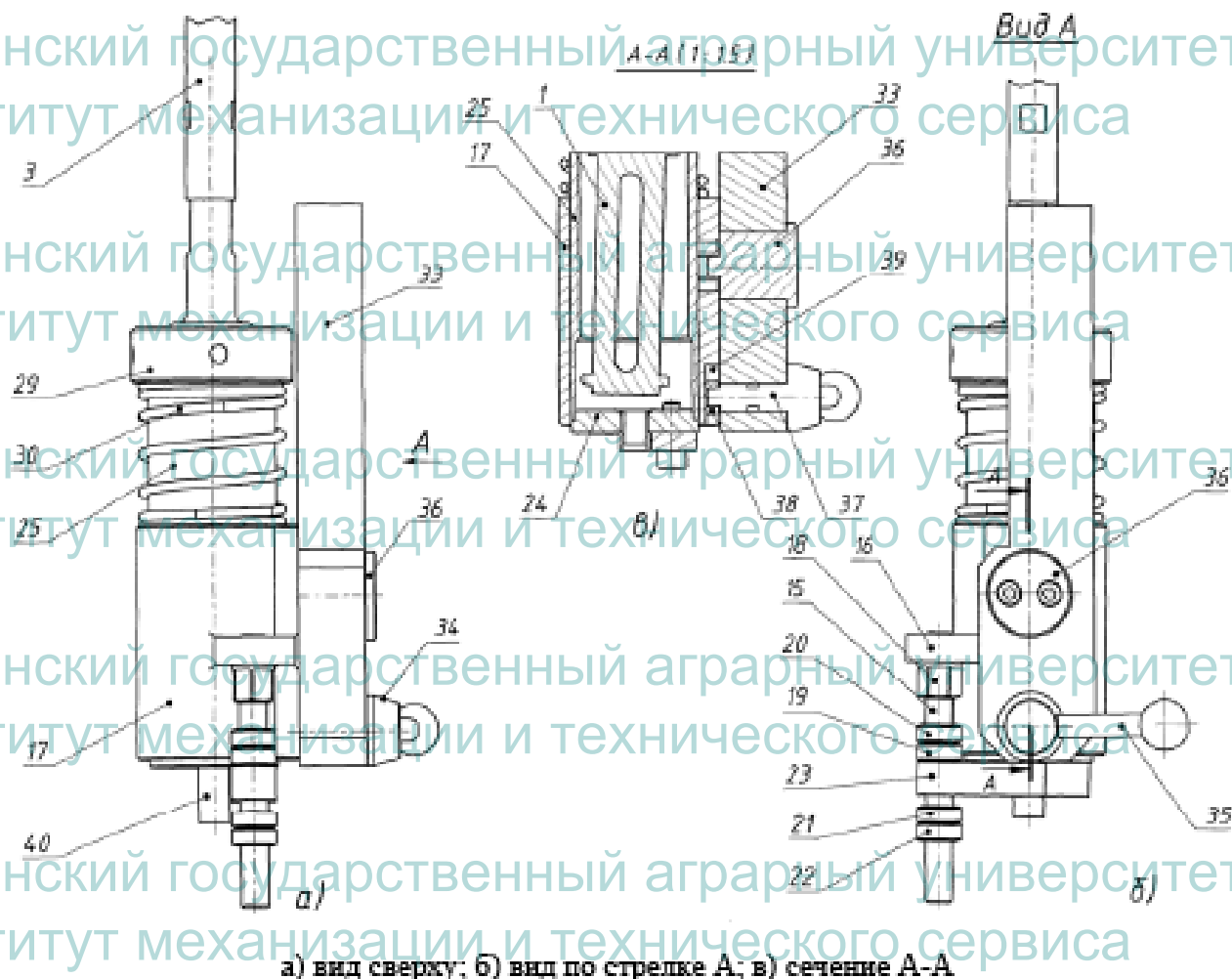


Рисунок 4.7 – Схема эксцентрикового механизма

Пружина 30 установлена между торцом 31 упорной гайки 29 и торцом 32 неподвижного корпуса 17 снаружи подвижного корпуса 25. К неподвижному корпусу 17 через кронштейн крепления 33 жестко крепится эксцентриковый механизм 34 с рукояткой управления 35. Эксцентриковый механизм 34 содержит ось 36, эксцентрик 37 и сухарик 38, расположенный в пазу 39 неподвижного корпуса 17. В дне 24 подвижного корпуса 25 установлен штуцер 40 для подвода электрических проводов 41 от генератора 42 к магнитострикци-

онному преобразователю 1. Глухое дно 24 подвижного корпуса 25, герметизированный шпунт 40 и уплотнительное кольцо 28, прижатое упорной гайкой 29, создают внутреннюю замкнутую полость 43, заполненную, например, трансформаторным маслом.

Акустическая система 44 через неподвижный корпус 17 и кронштейн крепления 33 жестко закреплена на кожухе 45 абразивного круга 46 шлифовального станка 47, а ее удлиненный резонансный волновод 3 через головку излучателя 4 и инденторы 5, 6 или 7, 8 прижат к шейке 9 коленчатого вала 10, закрепленного на шлифовальном станке 47. Подвижный корпус 25 жестко связан с акустической системой 44 через нулевой бурт 48 концентратора 2.

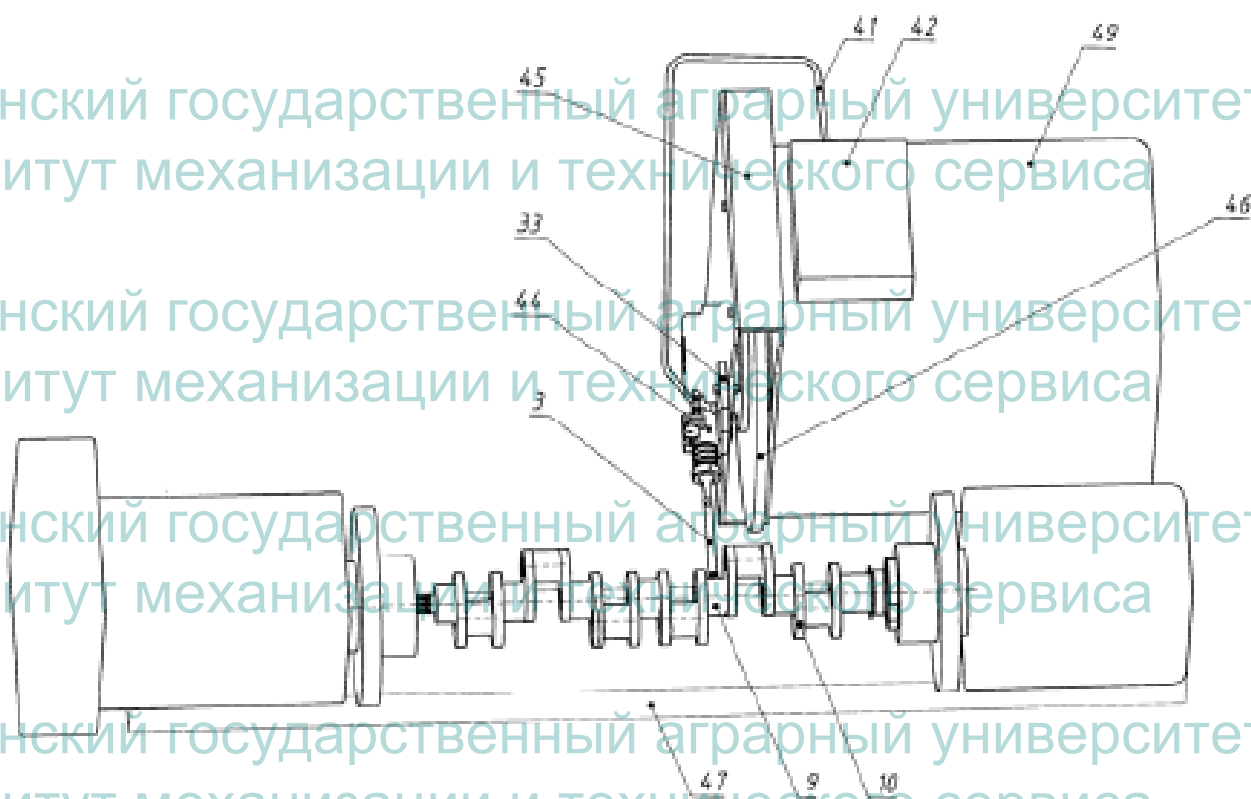


Рисунок 4.8 – Схема ультразвуковой обработки коленчатого вала
на шлифовальном станке

Предлагаемое устройство работает следующим образом. На шлифовальном станке 47 устанавливают коленчатый вал 10 и производят шлифование шейки 9 при вращении коленчатого вала 10, поперечной подаче абразив-

Перв. примен.

Стор. №

Листов и дата

Изд. № дубл.

Взам. инв. №

Листов и дата

Изд. № подл.

ного круга 46 вместе со шлифовальной бабкой 49 и продольной подаче стола шлифовального станка 47 вместе с коленчатым валом 10. В процесс шлифования обеспечивают необходимую по техническим требованиям геометрическую форму шейке 9 и припуск на ультразвуковую обработку до 0,01 мм. Для осуществления ультразвуковой обработки шейки 9 и галтелей 11, 12 или 13, 14 коленчатого вала 10 инденторы 5, 6 или 7, 8 головки излучателя 4 прижимают к обрабатываемой поверхности шейки 9. Усилие прижима обеспечивается пружиной 30 с помощью неподвижной резьбовой шпильки 15 и гаек 19, 20 и 21, 22. Так как подвижный корпус 25 жестко связан с акустической системой 44 через нулевой борт 48 концентратора 2, прижимное усилие передается на инденторы головки излучателя 4. Перед обработкой коленчатого вала 10 необходимо настроить предварительное усилие на пружине 30 с использованием гаек 19 и 20 на неподвижной резьбовой шпильке 15, которая жестко связана стопорной гайкой 18 с упором 16 неподвижного корпуса 17. С этой целью вращением гайки 20 через подвижный кронштейн 23 производят осевое перемещение подвижного корпуса 25 со сжатием пружины 30, которая одним концом упирается в торец 31 упорной гайки 29, жестко связанной с подвижным корпусом 25, а другим концом - в торец 32 неподвижного корпуса 17. Гайки 21 и 22 позволяют установить свободный ход $S=S_1+S_2$ акустической системе 44. Для обработки цилиндрической поверхности шейки вала 9 любым из двух удлиненных резонансных волноводов 3 зазор между гайкой 21 и подвижным кронштейном 23 устанавливается равным S_1 . Для создания рабочего усилия при ультразвуковой обработке акустической системе 44, жестко закрепленной на кожухе 45 абразивного круга 46, после контакта инденторов с обрабатываемой поверхностью шейки 9 сообщают нормальное к оси коленчатого вала перемещение на величину S_1 путем поперечного перемещения шлифовальной бабки 49. Для обработки радиусных галтелей 11 или 12 указанный выше зазор S_1 необходимо увеличить на S_2 при помощи гаек 21 и 22 для создания возможности продольного возврат-

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Перв. примен.

Стор. №

Годпись и дата

Изд. № дубл.

Взам. изд. №

Годпись и дата

Изд. № подл.

но-поступательного перемещения акустической системы 44 с инденторами 5 и 6 на величину $R_f - R_n$. При обработке кольцевых галтелей 13 или 14 настройка величины свободного хода S_z производится установкой от цилиндрической поверхности шейки 9, который должен быть больше глубины h кольцевой галтели 13 или 14. Вертикальным угловым перемещением на угол $\pm$ акустической системы 44 с помощью эксцентрикового механизма 34, установленного на кронштейне крепления 33 посредством оси 36 и эксцентрика 37 при скольжении сухарика 38 в пазу 39 неподвижного корпуса 17 рукояткой управления 35 последовательно совмещают рабочую поверхность одного из двух инденторов 7 или 8 с соответствующей кольцевой галтелью 13 или 14 на шейке 9 коленчатого вала 10. После необходимой настройки акустической системы 44 коленчатому валу 10 сообщают вращательное движение с линейной скоростью 20...50 м/мин. На обмотку магнестрикционного преобразователя 1 от генератора 42 посредством электропроводки 41 подают ток ультразвуковой частоты 20...30 кГц. Преобразованные ультразвуковые колебания в механические через концентратор 2, удлиненный резонансный волновод 3 передают на головку излучателя 4 и далее на инденторы 5, 6 или 7, 8. Для обеспечения непрерывного процесса ультразвуковой обработки шейки 9 на шлифовальном станке 47 коленчатому валу 10 дополнительно придают движение продольной подачи на расстояние, равное $V_{ш} - V_{и}$, при этом будут обработаны вся цилиндрическая поверхность шейки 9 и обе галтели 11, 12 или 13, 14. Акустическая система 44, жестко закрепленная на кожухе 45 абразивного круга 46, в движении продольной подачи не участвует, однако при обработке галтелей она совершает возвратно-поступательное движение нормально к обрабатываемой шейке 9.

Известно так же устройство для финишной антифрикционной обработки АС 2000111887/02, которое представлено на рисунке 4.9.

Устройство состоит из корпуса, содержащего оправку 1, на которой шарнирно-установлена вилкообразная державка 2, внутри которой имеется

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

пружина 3. На концах державки 2 закреплены два корпуса головок 4 с вкладышами 5, в сферических канавках которых уложены шары 6. Шары 6 от выпадения удерживаются упорами 7, а также выступами, имеющимися на корпусах головок 4. Упоры 7 к корпусам головок 4 крепятся болтами 8 с шайбами 9, а корпуса головок 4 к концам вилкообразной державки 2 - гайками 10 с шайбами 11. На концах вилкообразной державки 2 выполнены регулировочные пазы 18. Оси шаров 6 расположены параллельно оси шейки коленчатого вала, причем шары одной головки смещены относительно осей шаров другой головки на величину "а", а торцы головок смещены относительно крайних шаров, обрабатывающих галтели на величину "в".

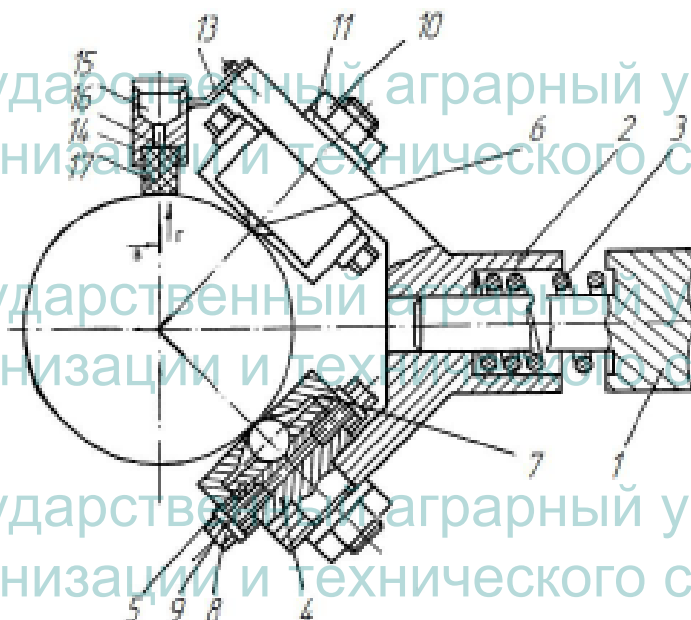


Рисунок 4.9 – Устройство для финишной антифрикционной обработки
(АС 2000111887/02)

Самоустановка шариковых головок 4 относительно шейки коленчатого вала обеспечивается проворачиванием вилкообразной державки 2 на цилиндрической части оправки 1. Радиус шаров 6 целесообразно подбирать, не превышающим радиус галтели шейки коленчатого вала.

Установка головок 4 параллельно оси шейки коленчатого вала производится с помощью специальных прокладок 12, устанавливаемых между

Лист, примен.

Стор. №

Листов и дата

Лист, № докум.

Взам. инв. №

Листов и дата

Лист, № подл.

концами вилкообразной державки 2 и корпусом головки 4. Для смещения шариковых головок предусмотрены поперечные пазы 18. Для облегчения изготовления и повышения долговечности в шариковых головках предусмотрена установка вкладышей 5 со сферическими канавками.

К одному из концов вилкообразной державки 2 посредством упругой пластины 13 закреплен натирающий элемент, выполненный в виде корпуса 14 с ванной 15 прямоугольной формы для металлоплакирующей рабочей среды с отверстиями 16 на дне, соединенными с нижней полостью корпуса 14, в которой закреплен упругопористый элемент 17.

Устройство для финишной антифрикционной безабразивной обработки шеек коленчатых валов работает следующим образом.

Головки с шарами 6 прижимаются к поверхности шейки коленчатого вала с помощью пружины 3. При вращении коленчатого вала головки с шарами 6 совершают возвратно-поступательное движение вдоль оси шейки.

Причем при перемещении головок с шарами 6 влево к галтели шейки коленчатого вала прижимается крайний шар верхней головки, при перемещении вправо - крайний шар нижней головки. Это обеспечивается смещением шаров в смежных головках относительно торцов корпусов 4 на величину "в". Таким образом происходит обкатывание галтелей шейки коленчатого вала с одновременным обкатыванием ее цилиндрической поверхности. Для создания на обрабатываемой поверхности металлической пленки на шейку коленчатого вала подается металлоплакирующая рабочая среда из натирающего узла 14 с упругопористым элементом 17.

При проведении анализа существующих конструкций приспособлений для алмазного выглаживания было принято решение взять в качестве аналога устройство АС 1691081. На рисунке 4.10 представлена схема приспособления.

Принцип действия устройства заключается в следующем: деталь крепится в трехкулачковый патрон токарного станка, приспособление крепится

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Лист

Инв.

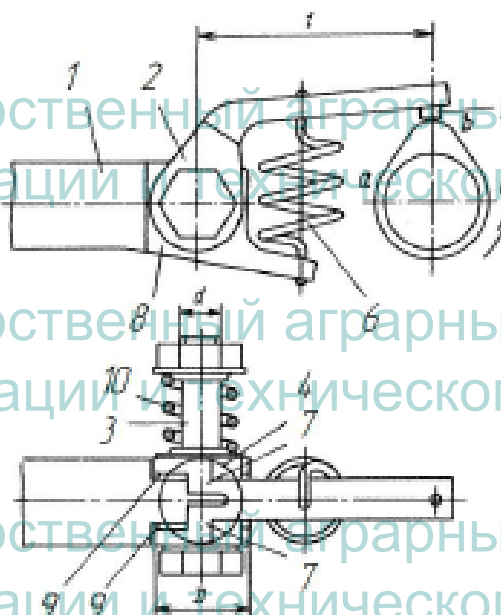
Лист

№ докум.

Подпись

Дата

в резцедержателе. Упрочнение и выравнивание поверхности происходит при помощи выравнивателя, оказываемое давление которого регулируется при помощи силовой пружины.



- 1 - корпус; 2 - держатель; 3 - ось шарнира; 4 - фрикционный демпфер;
5 - выравниватель; 6 - пружина растяжения; 7 - держатель;
8 - боковые поверхности; 9 - фрикционные шайбы; 10 - пружина

Рисунок 4.10 – Приспособление для алмазного выравнивания шеек распределительных валов (АС 1691081)

Данная методика легла в основу при проектировании приспособления для алмазного выравнивания при восстановлении и упрочнении шеек коленчатых валов.

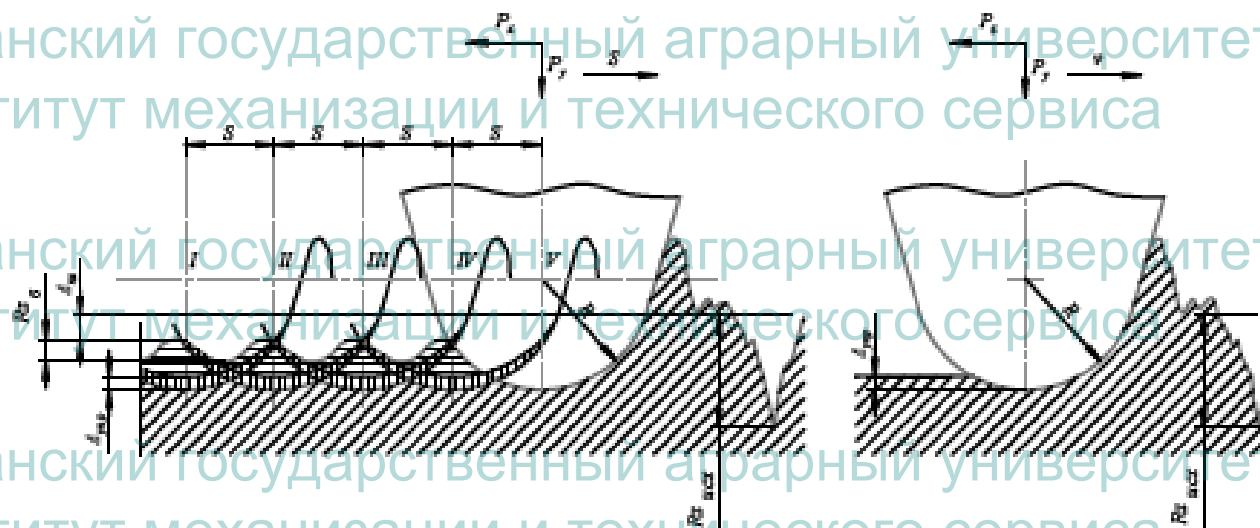
4.2 Принцип упрочнения алмазным выравниванием

Сущность способа поверхностного упрочнения алмазным выравниванием (рисунок 4.11) заключается в следующем: за счет рабочего органа – алмазного наконечника, происходит выравнивание микропрофиля рабочей поверхности, высота неровностей профиля после обработки значительно ниже исходного [8].

При обработке поверхности данным методом происходит удаление существующих неровностей и создание нового ровного микрорельефа с высотой неровностей профиля намного меньше исходного.

Схема деформирования
в направлении подачи

Схема деформирования
в направлении скорости



S - продольная подача, мм/об

R - радиус индентора, мм

$\Delta_{пл}$ - глубина пластической деформации, мкм

$\Delta_{упр}$ - глубина упрочненного слоя, мкм

$Rz_{исх}$ - исходная шероховатость, мкм

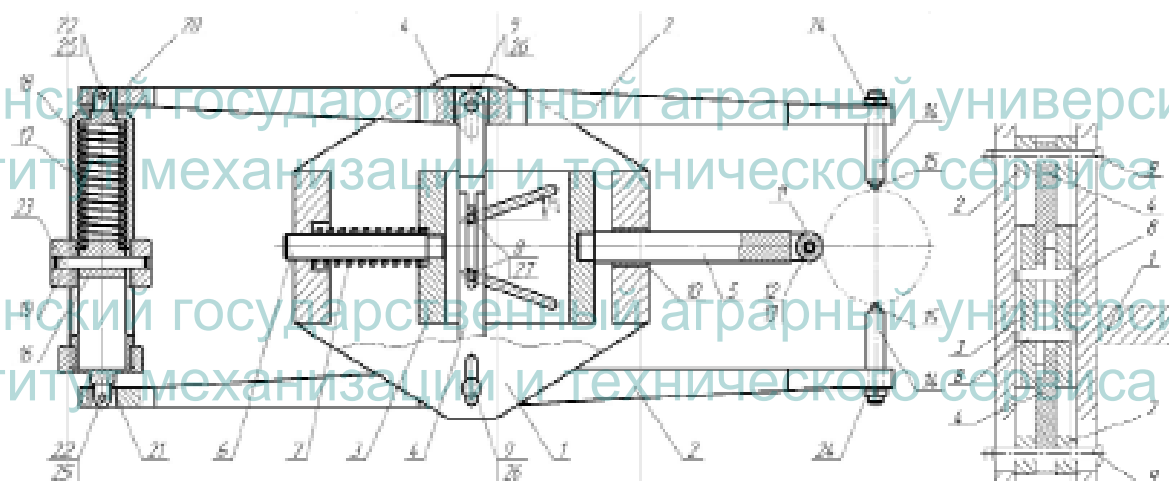
$Rz_{г}$ - шероховатость выглаженной поверхности, мкм

Рисунок 4.11 – Сущность алмазного выглаживания

Особым преимуществом применения данного метода является возможность упрочнения зоны галтелей, так как эта зона является ответственной за прочность коленчатых валов в целом.

4.3 Разработка конструкции приспособления для алмазного выглаживания

На рисунке 4.12 представлено предлагаемое устройство приспособления для алмазного выглаживания шеек валов при восстановлении и упрочнении.



1 – корпус; 2 – рычаг; 3 – корпус подвижный; 4 – тяга; 5 – шток; 6 – направляющая; 7 – пружина регулирующая; 8 – ось подвижная; 9 – ось рычага; 10 – втулка; 11 – ролик; 12 – ось ролика; 13 – втулка ролика; 14 – оправка; 15 – алмаз; 16 – упор; 17 – пружина; 18 – стакан; 19 – гайка; 20 – толкатель верхний; 21 – толкатель нижний; 22 – ось толкателя; 23 – штифт 6×50 ГОСТ 10774-80; 24 – гайка М8.5 ГОСТ 5916-70; 25 – шпилька 1×8 ГОСТ 397-79; 26 и 27 – шпилька 1,2×10 ГОСТ 397-79

Рисунок 4.12 – Устройство приспособления для алмазного шлифования

Порядок работы.

1. Деталь подлежащую упрочнению устанавливают в токарно-винторезный станок.
2. Приспособление для алмазного шлифования фиксируют в резцедержателе токарно-винторезного станка. Регулировка давления рычагов с алмазным рабочим органом и настройка диаметра производят посредством вращения гайки 17.
3. Применением регулировок токарно-винторезного станка приспособление для алмазного шлифования устанавливают относительно детали.
4. Детали подлежащей восстановлению придают вращение и производят алмазное шлифование.

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Лист

4.4 Расчёт конструктивных элементов

4.4.1 Расчёт усилия для алмазного выравнивания

Для создания давления рабочего органа на деталь в конструкции приспособления для алмазного выравнивания предусмотрена силовая пружина и система рычагов.

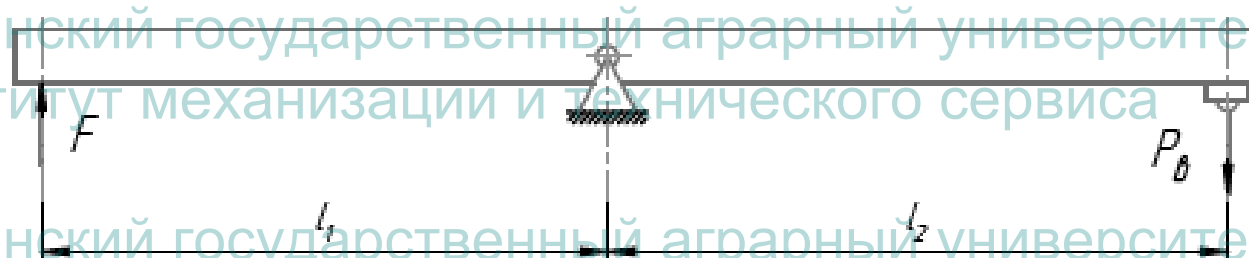


Рисунок 4.13 – Схема для расчета

Для схемы механизма сила F находится из выражения:

$$F = P_0 \cdot l_2 / (l_1 \cdot \eta), \quad (4.1)$$

где $P_0 = 140$ Н – минимальное усилие для алмазного выравнивания;

l_1 и l_2 – плечи сил, мм;

η – коэффициент полезного действия, $\eta = 0,85$.

$$F = 140 \cdot 230 / (210 \cdot 0,85) = 180,4 \text{ Н}$$

4.4.2 Расчёт пружины

Так как упругий элемент оказывает давление на оба рычага с силой

$F = 180,4$ Н, то общая сила F_1 соответственно будет иметь значение

$$F_1 = 2 \cdot 180,4 = 360,8 \text{ Н}$$

Ход пружины рабочий $h = 35$ мм.

Конструкция пружины – цилиндрическая, одножильная, винтовая.

Принимаем для изготовления пружинную стальную проволоку класс первый ГОСТ 9389-85.

Допустимое напряжение, которое допустимо для выбранного материала $[\tau]=600$ МПа.

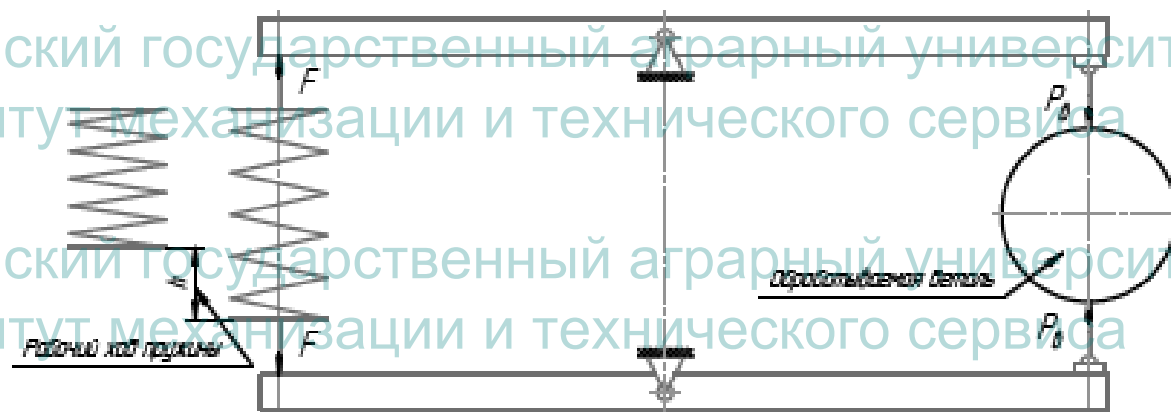


Рисунок 4.14 – Схема для расчёта пружины

Геометрические параметры упругого элемента:

d – Ø проволоки;

$D_н$ и D – диаметр внешний и диаметр внутренний

t – шаг пружины;

$c=D/d$ – индекс;

L_0 – длина пружины в развёрнутом виде.

α – угол подъёма витков;

Исходя из следующих условий таких как диаметр проволоки равный от 2...4 мм, и интервала податливости $c=4...12$ принимаем податливость $c=6$.

Показатель коэффициента влияния на напряжение кривизны витков выбираем опираясь на значение индекса пружины

При $c=6$ $k=1,24$ [5].

Ø материала проволоки пружины в мм находим из выражения [4]:

$$d=1,6\sqrt{k * c * F / [\tau]}, \quad (4.2)$$

В данном случае сила F в Н – сила наибольшей деформации упругого элемента F_2 .

$$F_2 = (1 \dots 1, 6) F_1, \quad (4.3)$$

Next morning

Good #

Modulul 1

What is the purpose of the study?

2007-08-01

Подпись и дата

Web 2.0

Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ВКР 35 03 06 14 9 18 ПСИ 00 00 00 ПЗ

500

ИФМ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФМ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФЛ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФЛ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФМ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФЛ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФМ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФЛ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФЛ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФМ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФМ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФМ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

ИФМ	Адрес	№ докум.	Подпись	Дата
-----	-------	----------	---------	------

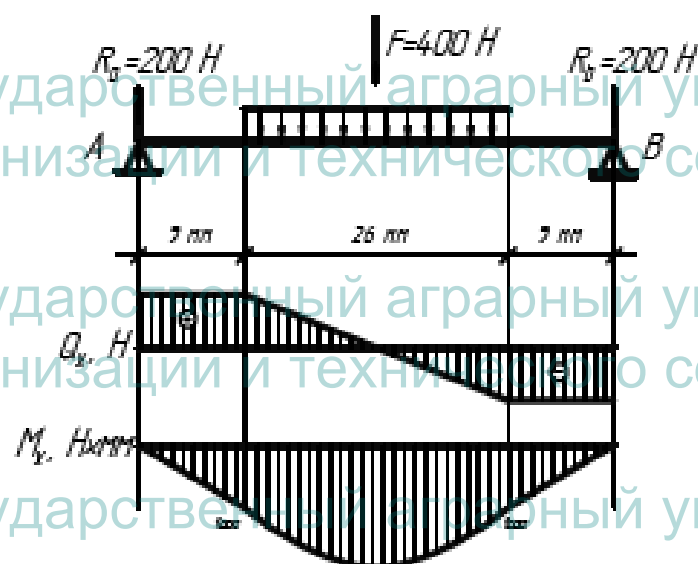


Рисунок 4.15 – Схема для выполнения расчета штифта

Рассмотрим штифт как балку, которая лежит между опорами.

От пружины на штифт передается давление с усилием $F=400\text{ Н}$, расстояние от упора 26 мм .

При выполнении расчетов диаметра штифта важно рассчитать изгибающие моменты, для этой цели построим эпюры сил и изгибающих моментов.

Первая зона $0 \leq x_1 \leq 10\text{ мм}$

$$Q_{x1} = r_A = 200\text{ Н} = \text{const},$$

По формуле $m_{x2} = r_A \cdot x_1$; в случае когда значение x_1 нулевой то $m_x = 0$.

В случае если x_1 равен $8,5\text{ мм}$ то $m_x = 200 \cdot 8,5 = 1700\text{ Н} \cdot \text{мм}$

Вторая зона $0 \leq x_2 \leq 25\text{ мм}$

$$q_{x2} = r_A - q \cdot x_2; \text{ если } x_2 \text{ равен нулю то } q_{x2} = 200\text{ Н}$$

$$\text{если } x_2 = 25\text{ мм } Q_{x2} = 200 - 15,4 \cdot 26 = -200\text{ Н}$$

$$m_{x2} = r_A \cdot (8,5 + x_2) - q \cdot x_2^2 / 2; \text{ если } x_2 \text{ равен нулю то } m_{x2} = 1700\text{ Н} \cdot \text{мм}$$

В случае если $x_2 = 25\text{ мм}$ $m_{x2} = 1700\text{ Н} \cdot \text{мм}$

при $x_2 = x_0 = 12 \text{ мм}$ $m_{x2} = 3000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

Третья зона $0 \leq x_3 \leq 8 \text{ мм}$

$Q_{x3} = -R_B = -210 \text{ Н} = \text{const}$

$m_{x3} = -R_B \cdot x_3$; при $x_3 = 0$ $m_{x3} = 0$

при $x_3 = 8,5 \text{ мм}$ $m_{x3} = 1700 \text{ Н} \cdot \text{мм}$

Построив эпюры изгибающих моментов и поперечных сил, мы определили самое опасное сечение в межопорной зоне, и в этой точке $M_{\max} = 3100 \text{ Н} \cdot \text{мм}$.

Полученный результат дает нам возможность вычислить диаметр сечения цилиндра, соблюдая условие обеспечения прочности [4]:

$$\sigma_u = M / (0,1 \cdot d^3) \leq \sigma_u' \quad (4.16)$$

где σ_u – полученное расчетным путем напряжение деформации в опасной зоне штифта, МПа;

σ_u' – Допустимое деформационное напряжение, МПа, для стали 45

$\sigma_u' = 150 \text{ МПа}$ [2];

M – момент изгибающий в опасной зоне штифта, Н*мм;

$0,1 \cdot d^3$ – момент сопротивления деформации сечения круглой формы, мм^3 ;

d – Ø штифт, мм

по формуле $d = \sqrt[3]{10 \cdot M // \sigma_u'}$,

$$d = \sqrt[3]{10 \cdot 3110 / 150} = 5,9 \text{ мм}$$

По ГОСТ 3128-70 выбираем Ø штифта окончательно:

Ø 6 мм и L 50 мм: штифт 6 h11x50 ГОСТ 3128-70 [2].

Перф. приреш.

Стор.б. №

Подпись и дата

Ид. № докум.

Взам. инд. №

Подпись и дата

Ид. № подл.

4.5 Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда при восстановлении деталей с последующим сглаживанием шероховатости

Для снижения травматизма на производстве при проведении сварочно-наплавочных и упрочняющих работ необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности, пожарной безопасности, электробезопасности и производственной санитарии.

Каждый специалист, работающий на сварочно-наплавочных работах в обязательном порядке должен проходить обучение и обладать профессиональными навыками.

При проведении ремонтно-восстановительных работ широко применяют такие виды сварки как электродуговая сварка покрытыми электродами, сварка в среде защитных газов, сварка неплавящимися электродами.

В качестве защитных газов применяют углекислый газ, гелий, азот, аргон.

Вредными факторами при проведении сварочно-наплавочных работ является: мощное световое излучение от сварочной дуги, разбрызгивание расплавленного металла, выделение огромного количества вредных газов и пыли.

Важным условием обеспечения безопасных условий работы сварщиков является наличие приточно-вытяжной вентиляции.

Забор воздуха должен производиться как при помощи зондов над зоной проведения сварочно-наплавочных работ так и с нижней части оборудования через отверстия в крышке сварочного стола, в виду того что углекислый газ в 1,5 раза тяжелее воздуха, и в зоне сварки может присутствовать марганцевые и кремниевые окислы.

Лицо и глаза сварщика должны быть закрыты сварочной маской или щитком со светофильтрами.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Сварщик должен быть одет в спецодежду, обработанную огнестойкой пропиткой для защиты от ожогов.

4.5.1 Расчет местного вентиляционного устройства с газоприемником

В связи с тем, что при наплавке происходит образование большого количества вредных газов, возникает необходимость установки местного вентиляционного устройства (рисунок 4.16).



Рисунок 4.16 – Схема местной вентиляции на участке наплавки

Рассчитывается производительность вентилятора

$$W_B = K_3 \cdot W, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.17)$$

где K_3 – коэффициент запаса учитывающий подсосы воздуха в воздуховоде, $K_3 = 1,3 \dots 2,0$.

W – воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$W = V_0 \cdot K, \quad (4.18)$$

где K – кратность воздухообмена, $1/\text{ч}$.

V_0 – объем помещения, м^3 .

Для расчета площади используем формулу [13]

$$F = F_{об} \cdot v, \quad (4.19)$$

где $F_{об}$ – площадь занимаемая оборудованием, $F_{об} = 2 \text{ м}^2$;

Лист. примеч.

ν - коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы,

$$\nu = 5.5$$

$$F = 2 \cdot 5.5 = 11 \text{ м}^2$$

$$V_0 = 11 \cdot 2.5 = 27.5 \text{ м}^3$$

Кратность воздухообмена – показывает, сколько раз в помещении происходит смена воздуха в течение часа.

$$K = 4 \dots 5 \text{ 1/ч}$$

$$W = 27.5 \cdot 5 = 137.5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$W_B = 2 \cdot 137.5 = 275 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Рассчитываются потери напора на прямых участках труб:

$$H_{\text{уп}} = \frac{\varphi_t \cdot l_T \cdot \rho_B \cdot V_{\text{cp}}^2}{2d_T}, \text{ Па} \quad (4.20)$$

где φ_t – коэффициент, учитывающий сопротивление труб (для железных труб $\varphi_t = 0.02$);

V_{cp} – средняя скорость воздуха, $V_{\text{cp}} = 4 \dots 12 \text{ м/с}$;

ρ_B – плотность воздуха, $\rho_B = 1.2 \text{ кг/м}^3$ при 15°C ;

l_T – длина участка трубы, м;

d_T – принятый диаметр труб на участке, м.

$$l_1 = 1.1 \text{ м}; \quad d_T = 0.25 \text{ м}; \quad V_{\text{cp}} = 8 \text{ м/с}$$

$$l_2 = 1.1 \text{ м}$$

$$H_{\text{уп1}} = \frac{0.02 \cdot 1.1 \cdot 1.2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0.25} = 3.38 \text{ Па}$$

$$l_2 = 3 \text{ м}$$

$$H_{\text{уп2}} = \frac{0.02 \cdot 3 \cdot 1.2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0.25} = 9.22 \text{ Па};$$

$$l_3 = 2.3 \text{ м}$$

$$H_{\text{уп3}} = \frac{0.02 \cdot 2.3 \cdot 1.2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0.25} = 7.07 \text{ Па};$$

Рассчитываются местные потери напора в переходах

Стор. №

Листов и дата

Лист. № докум.

Взам. инв. №

Листов и дата

Лист. № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

$$H_M = 0,5 \varphi_M \cdot V_{CF}^2 \cdot \rho_B, \quad (4.21)$$

где φ_M - коэффициент местных потерь при $\alpha = 90^\circ$, $\varphi_M = 1,1$

$$H_{1M} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,2 \text{ Па}$$

$$H_{2M} = H_{1M} = 42,2 \cdot 2 = 84,4 \text{ Па}$$

Определяются суммарные потери напора на участке (H_{Σ}) и в целом на линии (H_{Σ}) по формуле

$$H_{\Sigma} = H_{\Sigma} + H_M, \quad (4.22)$$

$$H_{\Sigma} = \sum H_{\Sigma} = H_{\Sigma} \quad (4.23)$$

где H_{Σ} - напор вентилятора, Па

$$H_{\Sigma} = 3,38 + 9,22 + 7,07 + 84,4 = 104,7 \text{ Па}$$

По номограмме выбирается номер вентилятора $N_B = 2,5$;

$$\eta_B = 0,56; A = 2500; Ц4 - 70$$

Вычисляется частота вращения вала вентилятора

$$n_B = \frac{A}{N}, \text{ об/мин} \quad (4.24)$$

$$n_B = \frac{2500}{2,5} = 1000 \text{ об/мин}$$

Рассчитывается мощность электродвигателя для вентилятора

$$P_{\Sigma} = \frac{H_{\Sigma} \cdot W_B}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\Sigma}}, \text{ кВт} \quad (4.25)$$

где H_{Σ} - полное давление вентилятора, Па;

W_B - производительность вентилятора, м³/ч

η_B - коэффициент полезного действия вентилятора, $\eta_B = 0,56$

η_{Σ} - коэффициент полезного действия передачи, $\eta_{\Sigma} = 0,90 \dots 0,95$.

Принимаем $\eta_{\Sigma} = 0,90$

$$P_{\Sigma} = \frac{104,7 \cdot 275}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,56 \cdot 0,90} = 0,2 \text{ кВт}$$

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Лист

Имя, Фамилия, № докум., Подпись, Дата

Перв. примен.

Стор. №

По ГОСТ 15150-69 выбираем марку электродвигателя исполнения УЗ, тип 4А63В6УЗ 0,25 кВт, 890 об/мин. С целью уменьшения шума создаваемого вентиляционной системой следует добиваться следующих условий:

$$\Pi \cdot D_{\text{в}} \cdot n_{\text{в}} < 1800,$$

где $D_{\text{в}}$ — диаметр рабочего колеса вентилятора, $D_{\text{в}} = 0,25$ м

$$3,14 \cdot 0,25 \cdot 890 = 698 < 1800$$

Выбранный вентилятор отвечает всем заданным требованиям.

Таким образом, был произведен расчет местного вентиляционного устройства для обеспечения нормальной вентиляции на рабочем месте при наплавке в среде защитных газов.

4.5.2 Инструкция по безопасности труда при эксплуатации приспособления для сглаживания шероховатости

Общие требования:

1. К работе допускаются лица, не моложе 18 лет, имеющие квалификационное удостоверение, прошедшие соответствующее обучение и инструктаж по технике безопасности.
2. При перерыве в работе более 1 месяца допускать рабочего к работе только после прохождения переаттестации.
3. Не допускать к работе на участок ремонта агрегатов лиц не прошедших инструктаж о оказании первой помощи.
4. Работать на участке только в спецодежде.
5. Запрещается распивать спиртные напитки и курить на рабочем месте.
6. При получении травмы или обнаружении неисправности приспособления сообщить мастеру участка.
7. За несоблюдение правил безопасности, ответственность несет рабочий.

Листов и фото

Изд. № дубл.

Взам. изд. №

Листов и фото

Изд. № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Перв. примен.	Требования безопасности перед началом работы				
	1. Подключение токарно-винторезного станка разрешается только электротехническому персоналу. 2. Проверить исправность вращающихся частей станка. 3. Проверить исправность узлов приспособления для алмазного выглаживания. 4. Проверить надежность крепления. 5. Проверить заземление. 6. Детали должны быть сухими, очищены от ржавчины и краски.				
Стор. №	Требование безопасности во время работы				
	1. Запрещается работать без специальных защитных средств. 2. Не допускать резких движений приспособления для алмазного выглаживания.				
Листов №	Требования в аварийных ситуациях				
	1. При возникновении аварийной ситуации немедленно отключить оборудование и покинуть рабочее место; 2. При травмировании, отравлении, внезапном заболевании оказать первую медицинскую помощь пострадавшему; 3. Сообщить о случившемся работодателю.				
Взят. инв. №	Требования безопасности после работы				
	1. Произвести уборку рабочего места и прилегающую к нему территорию. 2. Освободит приспособление от детали осмотреть механизмы, сообщить бригадиру или сменщику о неисправностях, или устранить неисправности, провести ежемесячное техническое обслуживание комплекта оснастки. 3. Убрать рабочее место, приспособления и инструменты уложить их в отведенные места на стеллажи, в шкаф.				
Инв. № подл.	ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ Изм. Лист № докум. Подпись Дата Лист				

4. Снять спецодежду и вымыть лицо и руки теплой водой с мылом.

За нарушение правил безопасности требований данного стандарта рабочий несет дисциплинарную, материальную и уголовную ответственность.

Согласовано:

Разработал:

Специалист по охране труда:

Представитель профкома:

4.6 Экономическое обоснование конструкции

Расходы на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле [1]:

$$C_{\text{и.контр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д.}} + C_{\text{п.д.}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сбл.}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{накл.}} \quad (4.26)$$

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

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

$C_{\text{п.д.}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{\text{сбл.}}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{\text{оп}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.;

$C_{\text{накл.}}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ($K_{\text{нац}} = 1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяют по формуле [1]:

$$C_x = Q_n \cdot \Pi_{x.d}, \quad (4.27)$$

где Q_n – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$\Pi_{x.d}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_x = 1150 = 550 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле [1]:

$$C_{o.d} = C_{зп} + C_m, \quad (4.28)$$

где $C_{зп}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле [1]:

$$C_{зп} = C_{зр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (4.29)$$

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

C_d – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату определяют по формуле [1]:

$$C_{зр} = Z_{ч} \cdot T_{ср} \cdot K_1, \quad (4.30)$$

где $T_{ср}$ – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел. час;

$Z_{ч}$ – часовая ставка рабочих, руб.;

K_1 – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ($K_1=1,025 \dots 1,03$).

$$C_{зр} = 85 \cdot 9 = 765 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле [1]:

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Лист

$$C_{\text{доп}} = \frac{(5...12) \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (4.31)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 765}{100} = 76,5 \text{ руб}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле [1]:

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}})}{100} \quad (4.32)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (765 + 76,5)}{100} = 37,02 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ш}} = 765 + 76,5 + 37,02 = 878 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле [1]:

$$C_{\text{м}} = \Pi \cdot Q_3, \quad (4.33)$$

где Π – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_d}{K_3}, \quad (4.34)$$

где Q_d – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{11}{0,8} = 14 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{м}} = 55 \cdot 14 = 770 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 878 + 770 = 1648 \text{ руб.}$$

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3 = 0,29...0,99$).

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяют по формуле [1]:

$$C_{\text{ш.сб.п}} = C_{\text{об}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}} \quad (4.35)$$

где $C_{\text{об}}$, $C_{\text{д.сб}}$, $C_{\text{соц.сб}}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке определяют по формуле [1]:

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Лист

Изм. Лист

№ докум.

Подпись

Дата

$$C_{eff} = T_{eff} \cdot C_n \cdot K_{12} \quad (4.36)$$

Таблица 4.1 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№п/п	Наименование	Ед. измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	18	11
2	Балансовая стоимость	руб	7200	6593
3	Потребляемая мощность	кВт	-	-
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел	85	85
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	100	100
10	Время 1 цикла	ч	0.1	0,05

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия

$$W_q = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.40)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

τ – коэффициент использования рабочего времени смены

($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{q0} = \frac{60 \cdot 0,6}{6} = 6 \text{ шт/час}$$

$$W_{q1} = \frac{60 \cdot 0,6}{3} = 12 \text{ шт/час}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле [3]:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (4.41)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{сл}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{18}{6 \cdot 100 \cdot 5} = 0,006 \text{ кг/шт}$$

$$M_{e1} = \frac{11}{12 \cdot 100 \cdot 5} = 0,0018 \text{ кг/шт}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле [3]:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{год}}, \quad (4.42)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{7200}{6 \cdot 100} = 12 \text{ руб./шт}$$

$$F_{e1} = \frac{6593}{12 \cdot 100} = 5,49 \text{ руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения [3]:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (4.43)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{6} = 0,16 \text{ чел. ч/шт}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{12} = 0,083 \text{ чел. ч/шт}$$

Себестоимость работы определяют по формуле [3]:

$$S = C_{эл} + C_z + C_{про} + A. \quad (4.44)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле [3]:

$$C_{эл} = Z \cdot T_e, \quad (4.45)$$

$$C_{эл0} = 85 \cdot 0,16 = 13,6 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{зп1} = 85 \cdot 0,083 = 7,05 \text{ тыс.руб./шт}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле [3]:

$$C_e = C_0 \cdot \Theta_e, \quad (4.46)$$

где C_0 – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

Θ_e – энергоемкость процесса, кВт/шт

Энергоемкость процесса определяют из выражения [3]:

$$\Theta_e = \frac{N_e}{W_z}, \quad (4.47)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции, ед./ч.

$$\Theta_{e0} = \frac{1,78}{6} = 0,29 \text{ кВт/шт}$$

$$\Theta_{e1} = \frac{1,78}{12} = 0,14 \text{ кВт/шт}$$

$$C_{e0} = 0,29 \cdot 5 = 1,45 \text{ руб/кВт}$$

$$C_{e1} = 0,14 \cdot 5 = 0,7 \text{ руб/кВт},$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле [3]:

$$C_{рто} = \frac{C_6 \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}}, \quad (4.48)$$

где $H_{рто}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{рто0} = \frac{7200 \cdot 8}{100 \cdot 6 \cdot 100} = 0,96 \text{ тыс.руб./шт}$$

$$C_{рто1} = \frac{6593 \cdot 8}{100 \cdot 12 \cdot 100} = 0,43 \text{ тыс.руб./шт}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле [3]:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}}, \quad (4.49)$$

где a – норма амортизации %.

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

$$A_0 = \frac{7200 \cdot 13}{100 \cdot 6 \cdot 100} = 1,56 \text{ тыс.руб./шт}$$

$$A_1 = \frac{6593 \cdot 13}{100 \cdot 12 \cdot 100} = 0,71 \text{ тыс.руб./шт}$$

$$S_0 = 13,6 + 1,45 + 0,96 + 1,56 = 17,57 \text{ тыс.руб./шт}$$

$$S_1 = 7,05 + 0,7 + 0,43 + 0,71 = 8,89 \text{ тыс.руб./шт}$$

Приведенные затраты определяют по формуле [3]:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (4.50)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 17,57 + 0,15 \cdot 12 = 19,37 \text{ тыс.руб./шт}$$

$$C_{\text{прив}1} = 8,89 + 0,15 \cdot 5,49 = 9,71 \text{ тыс.руб./шт}$$

Годовую экономию определяют по формуле [3]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}} \quad (4.51)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (17,57 - 8,89) \cdot 12 \cdot 100 = 10416 \text{ тыс.руб}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле [3]:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}0}^e - C_{\text{прив}1}^e) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}$$

$$E_{\text{год}} = (19,37 - 9,71) \cdot 12 \cdot 100 = 11592 \text{ тыс.руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле [3]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (4.52)$$

где C_{61} – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{9593}{10416} = 0,91 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле [3]:

Лист, примен.

$$E_{эф} = \frac{\Sigma_{год}}{C_0} \quad (4.53)$$

$$E_{эф} = \frac{10416}{9593} = 1,08$$

Таблица 4.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	6	12	200
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	12	5,49	45,7
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	0,29	0,14	-
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,006	0,0018	30
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	0,16	0,83	518
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	0,96	0,43	44
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	19,37	9,71	50
8	Годовая экономия, руб.	-	10416	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	11592	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,91	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	1,08	-

Лист, и дата

Лист, № дубля

Лист, и дата

Лист, и дата

Лист, № дубля

Лист

ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

ВЫВОДЫ

Технологический процесс восстановления валов позволяет восстанавливать посадочные места валов методом наплавки в среде углекислого газа. Для процесса разработаны технологические карты и ремонтный чертеж.

Разработанная в работе конструкция по сравнению с используемыми средствами для сглаживания поверхности и поверхностного упрочнения на сегодняшний день обеспечивает безопасность работ, качество, высокую производительность и удобство восстановления валов. Применение устройства для правки по сравнению с прототипами позволяет получить годовую экономию около 10 000 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н. Р., Кочедамов А. В., Гималтдинов И. Х. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»/под общ. ред. Адигамова Н. Р. – Казань: Издательство КГАУ, 2007, – 77с.
2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя/В. И. Анурьев. – 8-е изд. в 3-х тт. М.: Машиностроение, 2001.
3. Булгариев Г. Г., Абдрахманов Р. К., Валиев А. Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
4. Детали машин и основы конструирования/Под ред. М. Н. Ерохина. – М.: КолосС, 2005. – 462с.: ил.
5. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроит. спец. учреждений среднего профессионального образования. – 5-е изд., дополн. – М.: Машиностроение, 2004. – 560с., ил.
6. Кондратьев Г. И. Курсовое проектирование по надежности машин (методические указания), Казань, 2002, 41с.
7. Новиков В. С., Очковский Н. А. Тельнов Н. Ф. Ачкасов К. А. Проектирование технологических процессов восстановления деталей. – М.: МГАУ, 1998, – 52с.
8. Петросов В. В. Ремонт автомобилей и двигателей / В. В. Петросов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 224 с.
9. Ремонт машин / И. Е. Ульман, Г. А. Тонн, И. М. Герштейн и др.; Под общ. ред. И. Е. Ульмана. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 446 с., ил.
10. Серый И. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987, – 367 с.

11. Серый И. С., Смелов А. П., Черкун В. Е. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – М.: Агропромиздат, 1991, – 184 с.

12. Технология ремонта машин / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.: ил.

13. Шариков Л. П. Охрана труда в малом бизнесе. Сервисное обслуживание автомобилей. Практическое пособие. – М.: изд-во Альфа-пресс, 2009. – 216 с.

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

ПРИЛОЖЕНИЕ

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

[illegible]

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Лист		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Лист						Документация		
		A1			ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж	1	
Сбор №						Сборочные единицы		
		Б4	1		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.01.00.00	Корпус	1	
						Детали		
		Б4	2		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.01	Рычаг	2	
		А4	3		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.02	Корпус подвижный	1	
		А4	4		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.03	Тяга	2	
Лист и дата		Б4	5		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.04	Шток	1	
		Б4	6		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.05	Направляющая	1	
		Б4	7		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.06	Пружина регулирующая	1	
		Б4	8		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.07	Ось подвижная	2	
Взам. инв. №		Б4	9		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.08	Ось рычага	2	
		Б4	10		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.09	Втулка	1	
Инв. № докум		А4	11		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.10	Ролик	1	
		Б4	12		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.11	Ось ролика	1	
Лист и дата		Б4	13		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.12	Втулка ролика	1	
		А4	14		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.13	Оправка	2	
		Б4	15		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.14	Алмаз	2	
		А4	16		ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.15	Упор	1	
Инв. № листа					ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00			
		Разработ	Салимзянов	06.18	Приспособление для			Лист
		Пров	Гималтдинов	06.18				Лист
		Н.контр.	Гималтдинов	06.18	сглаживания шероховатости			Листов
		Утв.	Абдулганов	06.18				2
		Копировал					Казанский ГАУ	
							каф. Э и РМ	
							Формат А4	

Формат	Этап	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Б4		17	ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.16	Пружина	1	
А4		18	ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.17	Стакан	1	
А4		19	ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.18	Гайка	1	
А4		20	ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.19	Толкатель верхний	1	
Б4		21	ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.20	Толкатель нижний	1	
Б4		22	ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.21	Ось толкателя	2	
				Стандартные изделия		
		23		Штифт 6x50 ГОСТ 10774-80	1	
		24		Гайка М8.5 ГОСТ 5916-70	2	
		25		Шплинт 1x8 ГОСТ 397-79	2	
		26		Шплинт 1,2x12 ГОСТ 397-79	2	
		27		Шплинт 1,2x10 ГОСТ 397-79	2	
Инв. № подл.	Полн. и дата	Инв. № инв.				
Инв. № подл.	Полн. и дата	Инв. № подл.				
ВКР.35.03.06.14.9.18.ПСШ.00.00.00				Лист		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
				Копирован	Формат	А4